Universidad de Huelva

Departamento de Historia, Geografía y Antropología



Arqueología industrial en Río Tinto : producción hidrometalúrgica (1725-1954) y sus paisajes culturales

Memoria para optar al grado de doctor
presentada por:

Aquilino Delgado Domínguez

Fecha de lectura: 28 de mayo de 2021

Bajo la dirección de los doctores:

Juan Aurelio Pérez Macías

Juan Antonio Márquez Domínguez

Huelva, 2021

CC BY NC ND

TESIS DOCTORAL

ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL EN RÍO TINTO.

PRODUCCIÓN HIDROMETALÚRGICA 1725 - 1954 Y SUS PAISAJES CULTURALES

Presentada:

Doctorando Aquilino Delgado Domínguez

2021

DIRECTORES:

Dr. JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS

Dr. JUAN ANTONIO MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ

PROGRAMA OFICIAL DE DOCTORADO

CIENCIA REGIONAL: EMPRESA y TERRITORIO

Universidad de Huelva

Canal nº5, Cementación Naya (Nerva, Huelva), 2021

TESIS DOCTORAL

ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL EN RÍO TINTO.

PRODUCCIÓN HIDROMETALÚRGICA (1725 - 1954) Y SUS PAISAJES CULTURALES

Presentada:

Doctorando Aquilino Delgado Domínguez

2021

DIRECTORES:

Dr. JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS

Dr. JUAN ANTONIO MÁRQUEZ DOMÍNGUEZ

PROGRAMA OFICIAL DE DOCTORADO

CIENCIA REGIONAL: EMPRESA y TERRITORIO

Universidad de Huelva

A mis abuelos Aquilino, María, Rafael y Alegría, *in Memoriam.*
A mis "abuelos putativos" Bruno y Matilde, *in Memoriam.*

Que vivieron cuando en Río Tinto había ingleses, "*dinamarqueses*" y españoles
y un solo díos verdadero, "La Compañía".

Que me enseñaron muchas cosas que no estaban en los libros,
algunas de las cuales están en este trabajo de investigación,
para que fuera un hombre de provecho y nunca un "*sinservir*"

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS
ABREVIATURAS ... 8
1. INTRODUCCIÓN ... 9
1.1. SOBRE EL TOPÓNIMO RÍO TINTO ... 10
1.2. OBJETIVOS Y MARCO TEMPORAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ... 11
1.3. METODOLOGÍA ... 13
2. PATRIMONIO INDUSTRIAL, ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL, CONCEPTO, ORIGEN, CONTEXTO INTERNACIONAL Y ESTADO ACTUAL EN LA CUESTIÓN ... 28
2.1. Patrimonio Industrial ... 28
2.2. Arqueología Industrial, concepto y definición ... 34
2.3. Origen de la Arqueología Industrial ... 38
2.4. Arqueología Industrial en España ... 44
2.4.1 Arqueología Industrial en Andalucía ... 54
2.4.2 Arqueología Industrial en Huelva ... 57
3. LA CUENCA MINERA DE RÍO TINTO ... 65
3.1. GEOGRAFÍA ... 65
3.2. GEOLOGÍA ... 69
4. ENCUADRE HISTÓRICO 76
4.1. PREHISTORIA Y PROTOHISTORIA ... 76
4.2. ÉPOCA ROMANA ... 82
4.3. EDAD MEDIA Y MODERNA ... 93
4.4. RÍO TINTO (1725 – 1873) ... 107
4.4.1. Investigaciones sobre Arqueología Industrial en Río Tinto, desde la Edad Moderna hasta 1873 ... 166
4.5. RÍO TINTO (1873 - 1954) ... 193
4.5.1. De 1873 a 1923 nacimiento y consolidación de un gigante minero ... 193
4.5.2. De 1923 a 1954. Los años deslucidos ... 207
4.5.3. Investigaciones sobre Arqueología Industrial en Río Tinto de 1873 a 1954 240
5 .1725 – 1873 THE MEN WHO APPARENTLY DID NOTHING ... 268
5.1. EL COBRE ... 269
5.1.1. Tipos de cobre producidos en Río Tinto ... 270
6. HIDROMETALURGIA EN RÍO TINTO 1725-1873 ... 276
6.1. INTRODUCCIÓN ... 276
6.2. CEMENTACIÓN NATURAL 1746 - 1873 ... 279
6.2.1. Precipitación ... 282
6.2.2. Cementación San Roque ... 283
6.3. CEMENTACIÓN ARTIFICIAL (1787 – 1873) ... 290
6.3.1. Nuevos procesos hidrometalúrgicos 1849 - 1873 ... 296
6.4. PROCESOS CEMENTACIÓN ARTIFICIAL ... 300
6.4.1. Calcinación al aire libre ... 300
6.4.2. Lixiviación ... 316
6.4.3. Precipitación o cementación ... 318
6.4.4. Calcinación de la cáscara de cobre ... 324
6.4.5. Afino ... 329
6.4.6. Terreros ... 332
6.5. CEMENTACIONES PLANES, CERDA y SANTA MARÍA ... 334
6.5.1. Cementación Cerda ... 336

6.5.2. Cementación Planes 353
6.5.3. Cementación Santa María 378
7. HIDROMETALURGIA 1873 – 1954 383
7.1. PRECIPITADO DE COBRE O CÁSCARA 383
7.2. PROCESOS HIDROMETALURGICOS 1873 - 1954 390
7.3 CEMENTACIÓN ARTIFICIAL 1873 – 1908 392
7.3.1. Calcinación al aire libre 398
7.3.2 ¿Las últimas teleras? 421
7.3.3. Proceso Doetsch 423
7.4. CEMENTACIÓN NATURAL, LIXIVIACIÓN 1895 - 1954 461
7.4.1. Terreros, definición y evolución 1873 - 1954 464
7.4.2. Los Terreros en Río Tinto, 1873 - 1954 479
7.5. PRECIPITACIÓN 481
7.5.1. Hierro empleado en la precipitación de cobre 481
7.6. SUMINISTRO DE AGUA 481
7.7. CEMENTACIONES DE RÍO TINTO 481
7.7.1. Panorámica de 1882 481
7.7.2. Diques de la Cementación Cerda 481
7.7.3. Chimenea de la Bomba del motor del Dique 2 de la Cementación Cerda . 570
7.7.4. Dique de la Cementación Planes 577
7.7.5. Planta descascarilladora de la Cementación Planes 582
7.7.6. Tanques de lavado de mineral de Planes 592
7.7.7. Factoría de la Cementación Planes 595
7.7.8. Tanques de lavado de mineral de Nerva 603
7.7.9. Oficinas de Nerva Washing Tanks 621
7.7.10. Tanques de lavado de mineral de Marismilla 663
7.7.11. Antiguos Tanques de lavado de mineral de la Estación 672
7.7.12. Tanques de lavado de mineral de la Estación 674
7.7.13. Cementación Naya 680
7.7.14. Dique de Cementación Naya 725
7.8. ZARANDAS PAISAJE CULTURAL CREADO POR LA ACTIVIDAD HIDROMETALÚRGICA 729
8. CONCLUSIONES 743
9. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DOCUMENTALES 749
9.1. FUENTES 749
9.2. LEGISLACIÓN 749
9.3. WEBS 749
ANEXO 1- PROCEDENCIA DEL COBRE METAL PRODUCIDO EN RÍO TINTO. 1725 – 1954 749
ANEXO PLANOS 749

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin las personas que se relacionan a continuación, a las que queremos reconocer y agradecer su apoyo, ayuda y aliento.

En primer lugar, haremos mención de los Directores de este trabajo de investigación. El Profesor Dr. D. Juan Aurelio Pérez Macías, antiguo profesor, colega de fatigas, maestro de vida y a pesar de todo lo anterior amigo, quien en su día me sugirió el tema de esta tesis y durante dos lustros ha desplegado una enorme paciencia con el redactor de estas letras hasta que ha finalizado y a quien quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su trabajo, tiempo invertido en esta empresa y por su *auxilium et consilium.*

Quiero hacer extensivo mi agradecimiento al otro Director. El Profesor Dr. D. Juan Antonio Márquez Domínguez, también antiguo profesor, que me acogió en el Programa Oficial de Doctorado Ciencia Regional, Empresa y Territorio, me alentó a finalizar la tesis y ha "colaborado" con toda la parte administrativa, a quien agradezco su tiempo en un momento de su vida donde el Vicerrectorado le ocupa mucho tiempo.

Agradezco su paciencia, consejo, asistencia técnica, a mi amigo el Profesor "Re"Titular Dr. D. Francisco Javier García Delgado, al que sobre todo debo el hombro para llorar mis penas y un rato para escuchar mis cuitas.

De la Universidad de Huelva no puedo dejar de mencionar otros dos amigos y compañeros de carrera, D. José Antonio Romo Jiménez, por su ayuda en diversas gestiones administrativas que me permitieron retomar la tesis y a D. Dimas Borrego Paín, por su paciencia, ayuda con varios temas relacionados con esta tesis y su aliento constante para que la terminara.

No puedo dejar de agradecer el apoyo para realizar este trabajo a Fundación Río Tinto, para la Historia de la Minería y la Metalurgia, poniendo a mi disposición todo lo que he necesitado para la realización de esta Tesis, pero como las instituciones están compuestas de personas y es de bien nacidos ser agradecido quiero mencionar al Dr. D. Rafael Benjumea Cabeza de Vaca, Presidente de Fundación Río Tinto, a D. José Luis Bonilla Romero, Director General de Fundación Río Tinto y a D. Juan Manuel Pérez López, Director del Archivo Histórico Minero, compañero y a pesar de esto amigo que

me ha ayudado muchísimo, facilitándome el acceso a la documentación, haciendo comentarios acertados y por su disposición para cualquier aspecto relacionado con esta Tesis. Quiero hacer extensivo mi agradecimiento a todos mis compañeros de Fundación Río Tinto que este último año tan complicado me han alentado y se han interesado por el avance de este trabajo de investigación.

No puedo dejar de mencionar a Alfredo Moreno Bolaños, mano derecha, amigo, compañero de aventuras y *commando*, quien está ahí siempre para cualquier consulta, para ayudarme en centenares de búsquedas, elaboración de magníficas tablas, consejo, y sobre todo por su visión crítica constructiva siempre tan enriquecedora y de la que siempre aprendo tanto, quien a pesar de ser un buen investigador es mejor persona y me honra considerándome su amigo y demostrándomelo constantemente.

Agradezco a Atalaya Mining su colaboración con esta tesis, en las personas de D. Jesús Caballos Rufino, que en fechas tan lejanas como 2013 nos facilitó el acceso a la zona de Planes y San Luis para tomar fotos al empezar el trabajo de campo y al Dr. D. Luis Iglesias García, arqueólogo del Dpto. de Medio Ambiente, compañero de fatigas por haberme facilitado los trabajos de documentación sobre la Casa Carana y la Trituradora del Proceso Doetsch.

Otro amigo que no puedo dejar mencionar es a D. José Suárez Suárez, Ingeniero de Minas y Presidente de la Asociación Herrerías, de la que me honro en ser el socio nº34 y quien además de escucharme y alentarme con esta tesis me ha facilitado material gráfico incluido en este trabajo.

Como la riqueza de un hombre se mide por la calidad de sus amigos, me siento muy afortunado por también contar entre los míos a D. Iván Carrasco Martiáñez, Ingeniero de Minas, interesado e investigador por todo lo relacionado por estudio de la minería y a quien agradezco el trabajo y el tiempo en su revisión crítica de este trabajo.

Quiero agradecer su trabajo y apoyo informático a mi amigo y enamorado de la Historia D. Jesús A. Cruz.

No puedo finalizar estos agradecimientos sin mencionar a mis padres Juan José y Rosa Victoria, por haber procurado darme siempre una buena educación, alentándome al estudio y sin cuyo esfuerzo esta tesis nunca hubiera sido posible.

Last but not least, no puedo dejar de mencionar a las dos personas más importantes de mi vida y a quienes les he quitado más tiempo durante la elaboración

de esta tesis, mi hijo Aquilino y a mi mujer, María de la Cinta, compañera de vida, “contraria” y quien más me ha soportado en los buenos y malos momentos, a quien debo agraceder su ayuda en la corrección de este trabajo de investigación.

ABREVIATURAS

AHMFRT Archivo Histórico Minero

Col. Colección

CRU Crushing Plant

LMA London Metropolitan Archives

RTCL Río Tinto Company Limited

ADD Aquilino Delgado Domínguez

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata del estudio diacrónico de los distintos sistemas para beneficiar cobre por vía húmeda empleados en Río Tinto para la obtención de cobre entre 1725 y 1954, las instalaciones donde se desarrollaron y el paisaje que esta actividad ha generado en un criadero minero tan importante históricamente.

Esta tesis en su fase final, ha sido hija bastarda de la pandemia, lo que significa que fue elaborada en uno de los momentos más difíciles en el plano profesional y personal de mi vida.

Siendo a la vez fuente de ansiedad, por ir finalizando cada uno de los capítulos, pero también me ha permitido alienarme de la realidad que me rodeaba mientras investigaba y la redactaba.

La realización de este trabajo me ha enseñado que lo importante no era el final del mismo, sino el camino recorrido y el enriquecimiento personal y profesional que ha supuesto.

Para mí además del componente investigador y profesional, este trabajo ha tenido una fuerte implicación personal, pues uno de mis abuelos, en honor a quien llevo mi nombre, trabajó muchos años en el Departamento de Precipitación, me explicó muchas cosas que están en este trabajo e incluso me facilitó documentación sobre el particular. Hace casi veinte años asistió a mi tesina, y disfrutó viendo a su nieto defenderse ante el tribunal, siento haberme retrasado tanto en la redacción de esta tesis, que la parca me haya ganado la partida y no pueda asistir a su lectura, lo cual quizás sea lo mejor para el tribunal.

Espero que a toda la persona que se acerque a este estudio, sobre uno de los métodos de obtener cobre empleados en Río Tinto, le sea del mismo provecho que para quien ha redactado estas páginas con tanto esfuerzo, mucha ayuda y aliento por todas las personas que me aprecian.

1.1. SOBRE EL TOPÓNIMO RÍO TINTO

Durante este trabajo de investigación denominaremos Río Tinto, escrito separado, tanto a la zona de operaciones mineras y metalúrgicas, como a la población, conocida como "la mina", "la mina abajo" o "la mina vieja".

En la Constitución de la Excma. Diputación de Huelva con fecha de 16/11/1835 entre los pueblos que la formaron consta *Las Minas de Río Tinto,* Boletín Oficial de la Provincia de Huelva, Núm. 184, miércoles 18 de noviembre de 1835.

Los datos aportados por el trabajo de estudio y digitalización de las Actas Capitulares del Ayuntamiento del actual pueblo de Minas de Río Tinto (1902 – 2015), que ha sido llevado a cabo por Alfredo Moreno Bolaños y Gilberto Hernández Vallecillo[1], ha permitido demostrar que no fue hasta el Acta de 16 de abril de 1931, cuando se constituyó la primera corporación de la II República, el secretario del consistorio, Felipe Hoyo Morando, escribió por primera vez Minas de Riotinto (junto).

Durante varios años convivieron ambas formas. Así por ejemplo en la sesión extraordinaria de 31-7-1935 del Expediente de cambio de capitalidad del Municipio a la Aldea de "El Valle". Se indica que este último sería en lo sucesivo *"Villa de Minas de Río-Tinto"* (separado) y aldea se denominaría *"Mina"*.

Debido a qué durante el periodo de estudio de este trabajo, 1725 – 1954, la mayoría del tiempo se empleó la forma Río Tinto, separado será esta la utilizada en la presente tesis.

[1]MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2017): *Estudio y digitalización de las Actas Capitulares del Ayuntamiento de Minas de Riotinto* (1902-2015). Inédito.

1.2. OBJETIVOS Y MARCO TEMPORAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La finalidad de la Arqueología Industrial es: "*consiguientemente, producir conocimientos históricos desde los que poder interpretar y explicar la realidad del periodo objeto de su estudio, un periodo objeto de su estudio, un periodo que se inicia con la industrialización y que finaliza en el momento en que un proceso tecnológico o una determinada actividad industrial*" [2].

Dicho de otra manera, el fin de esta disciplina es la investigación de los bienes patrimoniales generados por la industria y la cultura de la industrialización, sintetizando su campo de estudio en los tres siguientes puntos:

1. Historia tecnológica, evolución de los procesos técnicos y de las máquinas que los hicieron posible.

2. Documentación de los inmuebles que albergaron las actividades industriales o los edificios vinculados a la actividad industrial (viviendas de obreros, economatos, capillas, hospitales, etc.).

3. La transformación del paisaje por parte de la actividad industrial.

En el presente trabajo de investigación estos objetivos se concretarán de la siguiente manera:

1. Historia de la tecnología desarrollada en Río Tinto entre 1725 y 1954 en las operaciones de hidrometalurgia para la obtención de cobre.

2. Documentación de los inmuebles donde se desarrollaron las operaciones hidrometalúrgicas, sus ubicaciones y reubicaciones, etc., para lo cual se desarrollarán fichas de trabajo de cada uno de ellos.

3. Definir el paisaje industrial generado en Río Tinto por las operaciones hidrometalúrgicas.

El concepto de paisaje con el que trabajamos es el recogido en el Convenio Europeo del Paisaje de 20 de octubre de 2000 de Florencia, que lo define en su art. 1 a): "*por paisaje se entenderá cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos*". Según la Guía Operativa para la Implementación de la Convención del Patrimonio Mundial, dentro de las categorías de paisaje cultural la Cuenca Minera de

[2]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial, Teoría y Práctica*, Universitat de Valencia., 73.

Río Tinto está dentro de la categoría de paisaje continuo: "*que sigue teniendo un papel social activo en la sociedad contemporánea, conjuntamente con la forma tradicional de vida*" dentro de los paisajes evolutivos, entendiendo por estos*: "los resultantes de condiciones sociales, económicas, administrativas y/o religiosas, que se han desarrollado conjuntamente y en respuesta a su medio ambiente natural"* [3]*.*

El marco temporal de la Arqueología Industrial se inicia en 1712, cuando Thomas Newcomen y su socio Thomas Savery construyeron la primera máquina de vapor para desaguar una mina de carbón, tan exitosa que se construyeron más de 100 unidades. Posteriormente, Thomas Watt mejoró el diseño y la evolución ha continuado hasta los años 70 con el inicio de la informática.

Este trabajo de investigación abarca desde 1725, con la reapertura de Río Tinto por parte de Liberto Wolters, en el reinado de Felipe V, hasta 1954, año de la venta de las minas por parte de RTCL a un consorcio de bancos españoles y la constitución de la Compañía Española de Minas de Río Tinto, por lo que estaría incardinado dentro del periodo estudiado por la Arqueología Industrial.

[3]RÖSSLER, M. (2001): Los paisajes culturales y la Convención del Patrimonio mundial cultural y natural: resultados de reuniones temáticas previas. En Múgica Barreda, E. (Ed.) *Paisajes culturales en los Andes. Memoria narrativa, Casos de estudio, Conclusiones y Recomendaciones de la Reunión de Expertos, Arequipa y Chivay*, Perú, 17-20 de mayo 1998. UNESCO, World Heritage, Representación de la UNESCO en el Perú, Lima, ed. Elías Múgica Barreda, 47 - 55. y RÖSSLER, M. (2014): *World Heritage Cultural Landscapes: 1992–2012. Conserving Cultural Landscapes.* Routledge, 47-64.

1.3. METODOLOGÍA

La metodología que utilizaremos en el desarrollo de esta tesis doctoral, se basará en técnicas no destructivas, entendiendo por esto, "*aquellos procedimientos cuya aplicación no supone la eliminación de estratos o unidades*" [4].

La primera que hemos empleado ha sido la Prospección, definida según el Reglamento de Actividades Arqueológicas en su: *art. 2b): Prospección arqueológica, tanto terrestre como subacuática, dirigida al estudio, investigación o detección de vestigios arqueológicos o paleontológicos*[5].

El empleo de este instrumento se debe a que pensamos que, siguiendo al profesor Cerdá, es "*un instrumento fundamental para la reconstrucción de paisajes del pasado y tiene como objetivo principal la identificación sobre el terreno de los componentes genéticos que forman parte de un determinado paisaje*" [6].

Entre 2009 y 2013[7] hicimos una intensa prospección de la zona en el exterior de la propiedad minera, y en 2014 pudimos hacerlo dentro del Área del Proyecto Río Tinto[8]. Para ello, primero delimitamos el área a prospectar, que es aquélla que se correspondía con la propiedad de Río Tinto Co. Ltd.

Este trabajo de campo sirvió para poder hacer un diagnóstico del estado de conservación de los bienes patrimoniales, fotos actualizadas de los mismos y nos permitió documentar restos de la Fundición de los Planes[9], construida en 1765, la más antigua de las fundiciones modernas de Río Tinto, y los trabajos de Control Arqueológico de Movimientos de Tierras de 2016 nos permitieron documentar los últimos restos de Nerva Washing Tanks.

Este trabajo arqueológico de campo nos aportó dos aspectos a tener en consideración en este trabajo de investigación[10]:

1) El elevado número de elementos a documentar.
2) La disparidad en cuanto a sus características geográficas (localización, extensión,

[4]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…* 118-119.
[5]*DECRETO 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas.* BOJA 134, 15/07/2003.
[6]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…* 118-119.
[7]DELGADO, A., RIVERA, T., PÉREZ, J.A. Y REGALADO, M.C. (2013): "La Catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Río Tinto mediante la aplicación del Sistema de información Geográfico (SIG)". *De Re Metallica* 20, 83-95.
[8]DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2017): "Prospección Arqueológica Superficial del Área del Proyecto Río Tinto (Minas de Río Tinto, El Campillo, Nerva – Huelva. España)", *De Re Metallica,* 29, 1-10.
[9]DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2017): "Prospección Arqueológica Superficial del Área del Proyecto Río Tinto…, 1-10.
[10]DELGADO, A., RIVERA, T., PÉREZ, J.A. Y REGALADO, M.C. (2013): "La Catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Río Tinto …., 93-95.

propiedades de vecindad, etc.).



Plano 1, Plano de los Trabajos donde se indican las propiedades de la Río Tinto Co. Ltd en 1946

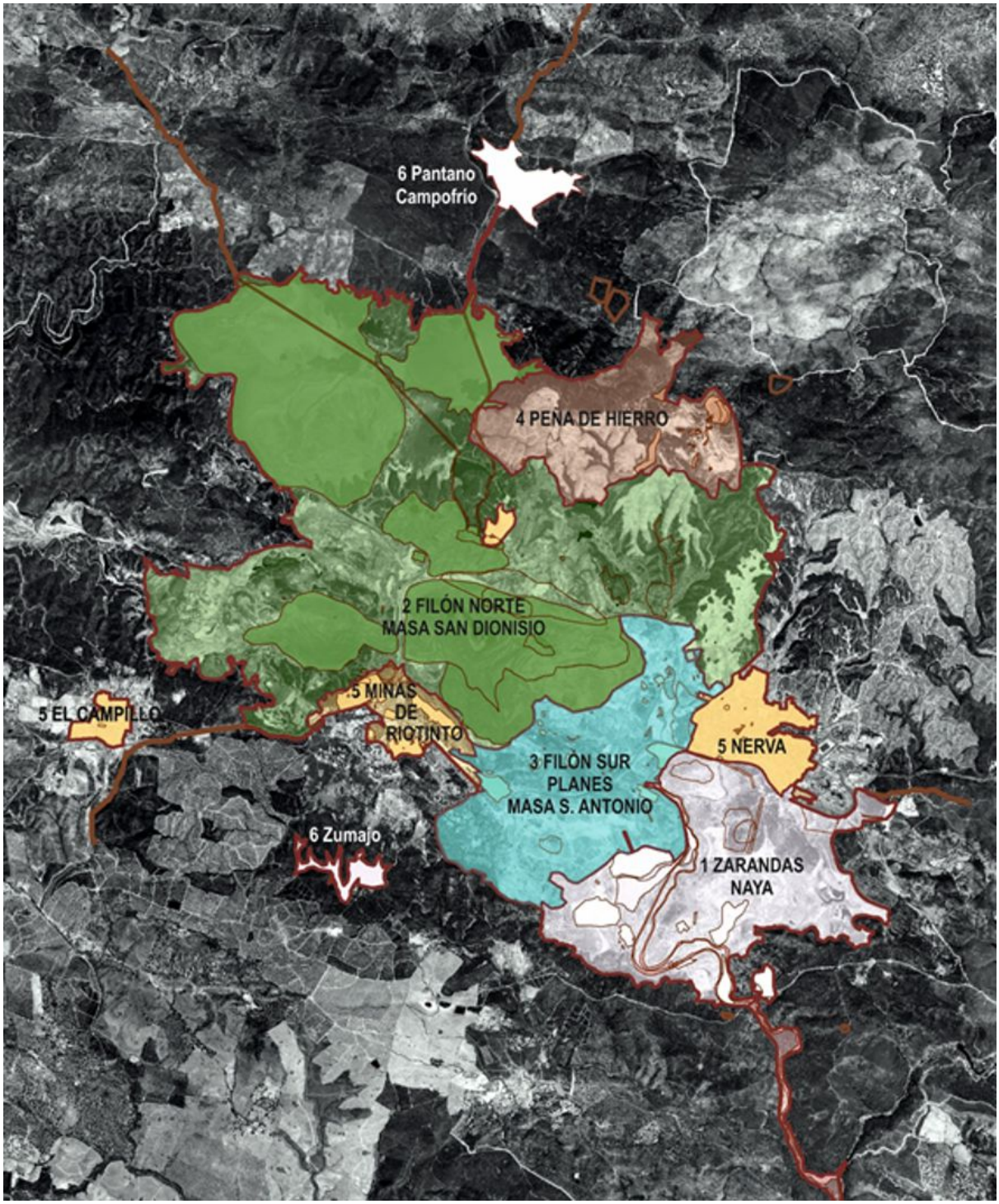
Esto determinó que estructurásemos el trabajo de investigación sobre la base de dos criterios que denominamos geográfico y procesos, que pasamos a explicar.

1) Geográfico: este criterio es doblemente geográfico, primero por la extensión y la ubicación de los bienes a estudiar, y segundo porque están situados en zonas determinados por el territorio. Por ejemplo, la cementación natural tras extraer el cobre dejaba pasa el agua que fue aprovechada por todas las fundiciones del siglo XVIII, pues mediante la fuerza hidráulica se accionaban los fuelles que introducían el aire forzado en el horno.

ZONAS PATRIMONIALES

DENOMINACIÓN	ZONA	SUBZONA	SUBZONA
ZARANDAS-NAYA	1		
FILÓN NORTE / SAN DIONISIO	2	21 LA DEHESA	22 CORTA ATALAYA
FILÓN SUR O NERVA/ LA CERDA/ PLANES-MARISMILLA/ MASA SAN ANTONIO	3		
PEÑA DE HIERRO	4	41 CORTA PEÑA DE HIERRO	
CONJUNTO DE ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS VINCULADOS AL PATRIMONIO INDUSTRIAL	5	51 MINAS DE RÍO TINTO 512 EL VALLE 513 BELLA VISTA	52 NERVA/ZALAMEA/ CAMPILLO 521 NERVA 522 ZALAMEA 523 EL CAMPILLO
VÍA GENERAL DEL FC MINERO DE RÍO TINTO, TRAMO JARAMAR-LA PASADA DE LAS CAÑAS	6		
ARQUEOLOGÍA	7		

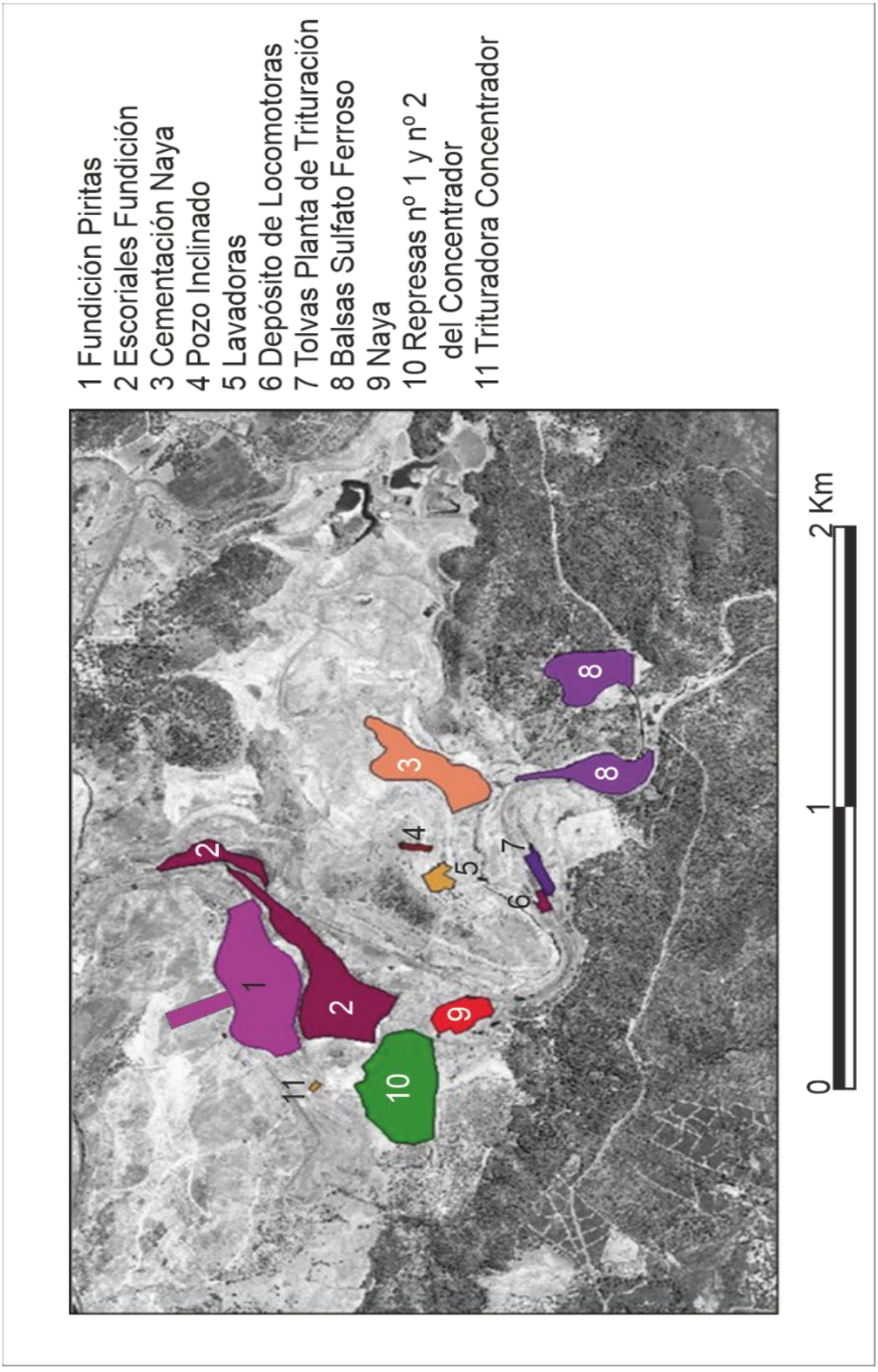
Tabla 0 Elaboración Propia



Plano 2, Zonas Patrimoniales, las Incluidas en este trabajo son la nº1 Zarandas y nº 3 Filón Sur/Cerda/Planes – Marismilla/Masa San Antonio. Elaboración Propia.

De ellas, las que están incluidas en este trabajo son la numero 1 Zarandas – Naya y 3 Filón Sur o Nerva / Cerda /Planes – Marismilla /Masa San Antonio que pasamos a describir.

ZONA ZARANDAS-NAYA



Plano 3, Zona Zarandas - Naya

Zona situada al SE de los yacimientos mineros, debe su nombre a la principal actividad que se desarrolló, la trituración y zarandeo de mineral (crushing & screening), y por otro lado al campamento minero de La Naya, que se ubicaba en sus cercanías, donde residían ferroviarios y los trabajadores de la zona de fundición y cementación. Esta zona tuvo aprovechamiento silvo-pastoril y de huerta hasta 1873. En ese año, con la llegada de una nueva Compañía, Río Tinto Co. Ltd., para explotar las minas se procedió a disponer en la posterior aldea de la Naya un campamento para obreros que trabajaban en la construcción del Ferrocarril Minero de Río Tinto. La clasificación y la organización de convoyes en la vía general fue la principal ocupación de este sector hasta que a fines de los años 80 del siglo XIX se establezca la planta de tratamiento de mineral, Lavadoras.

A partir de inicios del siglo esta zona se convirtió en el área de procesado de todo el mineral extraído desde las distintas masas y en la zona de procesado del mismo, gracias al túnel nº 16 que comunicaba con Corta Atalaya. En 1907 se construyó la Fundición de Cobre, denominada popularmente como Fundición de Piritas, que sustituyó a la Bessemer (1901-1914)[11]. Para tal fin se construyó el Concentrador de Naya, en el que este proceso se realizaba mediante flotación. Para tal fin se le añadía un reactivo al mineral triturado, se mezclaba con agua y la acción de los reactivos y la gravimetría hacían su trabajo, concentrando el cobre en la parte superior de las celdas de flotación. Así, una vez obtenido el concentrado de Cu se pasaba a la Fundición de Piritas.

El cobre obtenido en la Fundición de Piritas por distintos procesos pirometalúrgicos (Walter-Jacket / Orkla / Momoda) era del tipo blíster[12]. En 1930 la instalación de hornos Orkla permitió, además de un mayor beneficio de Cu, el aprovechamiento del 55 % de azufre. Para ello, se instaló una torre Cottrell para enfriar los gases, que tras condensarse conseguía ácido sulfúrico. Esto determinó la instalación en 1960 de la nueva planta de Ácido Sulfúrico, que sustituye a la antigua de 1930, situada en Planes, cerca de la carretera de Nerva a Minas de Río Tinto. El residuo más importante generado por la Fundición Bessemer y la Fundición de Piritas fue el ferro silicato o

[11]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting Recent history of copper smelting at Río Tinto*, 13 de mayo, inédito. Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto, 3-4.; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines A technical history of the Río Tinto mines: some notes on exploitatation from pre-Phoenician times to the 1950s*, The Institution of Mining and Metallurgy, London 70-71

[12]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting …..3-4*.; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 72-73

escoria, que se dispuso en escoriales, que han generado un nuevo relieve metálico, similar a la descripción que hace de Mordor J.R.R. Tolkien.

A fines de los años 50 se instaló en las proximidades de la actual Estación de Zarandas una planta de trituración de piritas provenientes de Corta Atalaya, que estuvo en funcionamiento hasta 1988, siendo desmotada en 1990. Podemos afirmar que durante los primeros setenta años del siglo XX fue esta zona la que acogió el Polo Industrial. Con la instalación en Huelva en 1970 de la Fundición y la Fábrica de Ácido, y con la construcción de la Unidad industrial de Cerro Colorado, con capacidad para tratamiento de mineral de cobre y gossan para la obtención de oro, se desmontaron todas las instalaciones reutilizables. El resto fueron despojadas de sus partes metálicas, que se vendieron para chatarra, y fueron abandonadas.

Desde 1970 la única actividad que se mantuvo en Zarandas fue la propia del tráfico ferroviario y de la trituración de mineral proveniente de Corta Atalaya, hasta 1981 por el Ferrocarril de Interior con tracción eléctrico y a partir de ese año mediante camiones.

Por último, las operaciones metalúrgicas produjeron también importantes residuos procedentes del Concentrador, que fueron depositados en la presa de residuos nº 1 y nº 2 junto a Naya, conocida popularmente como “El Cianuro”.

En esta zona se comenzaron a realizar trabajos hidrometalúrgicos en 1876 en la Cementación Naya, a partir de 1927, será donde se desarrollen todas las operaciones hidrometalúrgicas hasta los años 60 del siglo XX.

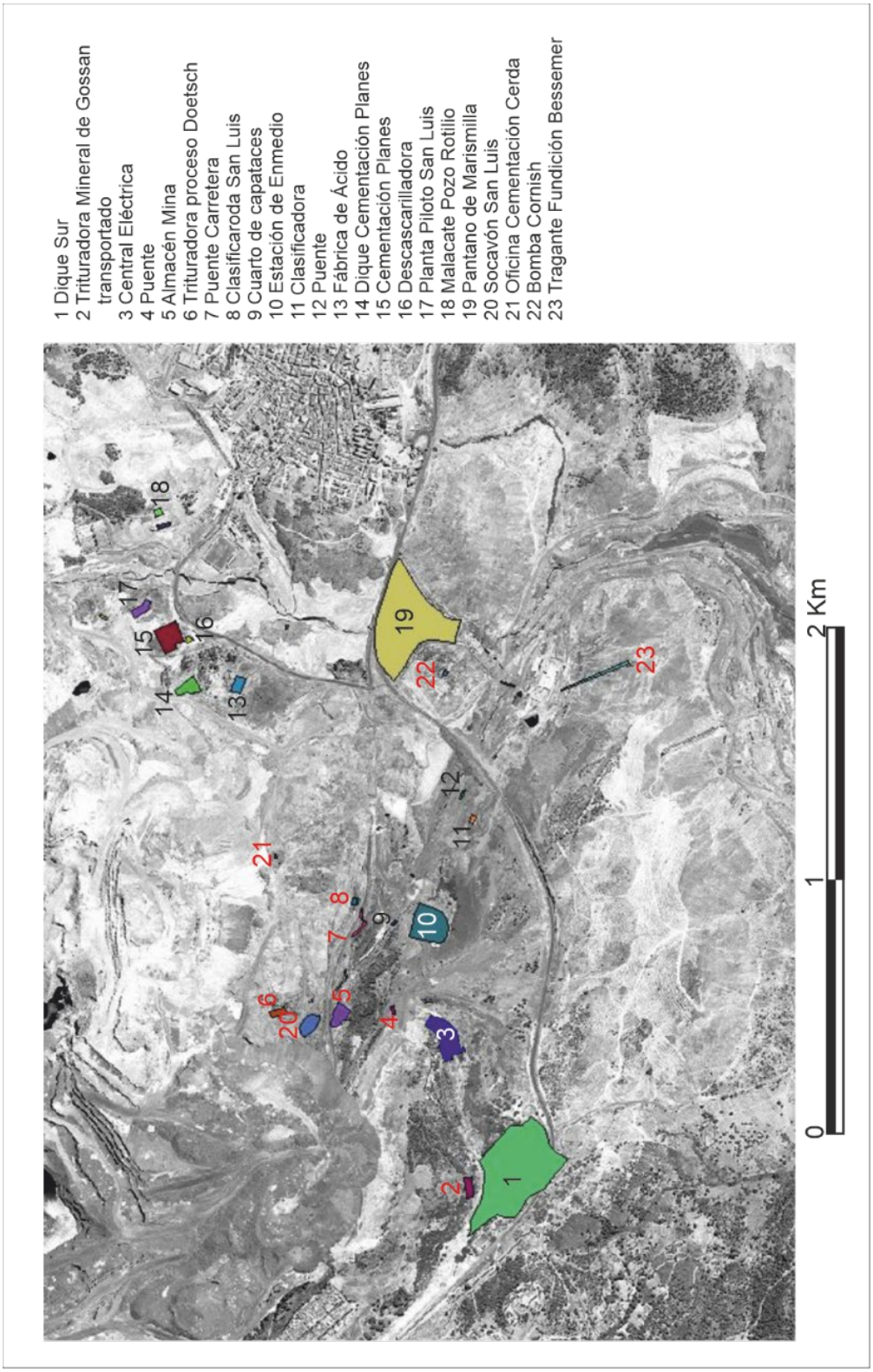
En esta zona se dispuso también un gran terrero, de cuyas aguas se recuperó el cobre en la cementación Naya.

Por último, en las zonas más al sur de Zarandas y aguas debajo de la Cementación Naya, se dispusieron las balsas para recuperar el sulfato ferroso contenido en las aguas tras haber recuperado el cobre.

En esta zona los trabajos de cementación en los terreros han dado lugar a un paisaje tipo *badlands* propiciado sobre el material baja ley erosionado por la lluvia que ha excavado pequeñas cárcavas y barrancos sobre un terreno con una gama cromática que va del gris al magenta.

Las balsas de sulfato ferroso, hoy sin actividad han creado un paisaje de salinas de interior, pero en color ocre amarillento.

ZONA FILÓN SUR O NERVA/ CERDA/ PLANES-MARISMILLA/MASA SAN ANTONIO



Plano 4, Filón Sur o Nerva/ Cerda/ Planes-Marismilla/Masa San Antonio

Filón Sur es la zona donde comenzó la explotación minera a partir de 1725 con la reapertura borbónica, pero está muy alterada y transformada en la actualidad. En esta zona se ubicaba el llamado Filón Sur o Nerva, donde se centraban los trabajos mineros

desde la llegada de Wolters y Tiquets en el primer cuarto del s. XVIII. En esta masa se encontraban minerales de cobre con gran contenido en Cu, sobre todo calcosina y melaconita, conocidos popularmente como cobre negrillo o negrillos, muy apreciados y explotados. Prueba de ello es qué en 1874, menos de un año después de la constitución de RTCL y su llegada a Río-Tinto, se comenzó la explotación de Filón Sur o Nerva empleando el sistema a cielo abierto, corta o roza abierta u *opencast/open pit system*, frente al sistema tradicional por minería de interior o contramina. Este cambio de sistema adoptado por la "Compañía" no era nuevo, pues fue planteado por diversos ingenieros españoles[13], pero no dispusieron del capital y la maquinaria para hacerlo, locomotoras y excavadoras a vapor. La explotación por Corta se desarrolló hasta 1939, cuando prácticamente se había agotado el mineral de cobre. Aunque es necesario hacer constar que durante 1946 y 1947 se extrajeron 1914 toneladas de mineral, desde entonces cesó toda actividad extractiva por Cortas en Filón Sur. El trabajo por contramina o minería de interior en Filón Sur continuó hasta 1952. Esta Corta inactiva fue cubierta con estériles a partir de 1986, para permitir el paso de los volquetes que cargaban gossan, mena con cantidades beneficiables de oro y plata, y con ella sucumbió el antiguo pueblo de Río-Tinto. El tapado de Corta Filón Sur, con leyes marginales de cobre de 1,5 gramos de cobre por tonelada, el triple que tiene actualmente Cerro Colorado y del antiguo pueblo, se debió a la construcción de un puente de estéril para que los dumper pudieran ir de la zona de arranque del gossan a la trituradora principal (antigua área 29, actual CRU 1) con un considerable ahorro de combustible. Esta visión cortoplacista fue un error, porque condenó una masa entera, Filón Sur, que actualmente es beneficiable con la tecnología disponible, pero lo será aun coste más alto por estar cubierta.

En el valle del río Agrio ubicado, al pie de Río-Tinto junto a Filón Sur, se ubicaron distintas fundiciones entre 1725 y 1901, en un primer momento porque esa corriente de agua era la que accionaba los fuelles o pavas que introducían el aire forzado en el horno. De las fundiciones de época española anteriores a 1873 sólo conservamos restos de una, la Fundición Planes[14], construida en 1765.

[13]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXI … 219. Como lo habían hecho con anterioridad ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria sobre las Minas de Río Tinto,* Madrid. 6, 67, 73.; MONASTERIO CORREA, J. (1870): *Observaciones sobre la venta de las Minas de Río Tinto,* Madrid, 15-18, 23.

[14]DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2017): "Prospección Arqueológica Superficial del Área del Proyecto Río Tinto... 7.

En el primer tercio del siglo XIX, con la llegada de la Compañía Marqués de Remisa, se producirá una importante evolución, al introducir altos hornos, pero con la particularidad de introducir hornos de refino de cobre negro. Esta Fundición se denominó San Luis por estar ubicada en la zona del mismo nombre. La tecnología introducida por Remisa en Río-Tinto excedió del arriendo del Marqués en 1849 y perduró hasta la llegada de RTCL en 1873, prácticamente fuera de servicio. Fue reparada y puesta en servicio con la adicción de un soplante de vapor y estuvo operativa hasta 1879, cuando RTCL construyó una nueva fundición, Fundición Mina[15], en la que se continuó con el empleo del vapor para ayudar al proceso pirometalúrgico. Alexander Hill fue el responsable de poner en marcha este primer alto horno para RTCL. Fue situada en el este de un plano inclinado cerca de la galería San Luis y en 1879 ya produjo 39 toneladas de mata de cobre de con un 35 % de cobre. En diciembre de 1880 el Consejo de Administración recomendó que en adelante los altos hornos deberán de ser construidos, en vez de escoria, con los mejores ladrillos refractarios para el recubrimiento del interior del horno[16]. A fines de 1884 fueron construidos 8 hornos. Según Gonzalo y Taríncada uno de los hornos de fundición tenía dos pistones soplantes, cada uno de 120 hp, y el vapor provenía de dos calderas cornish, una de ellas siempre en *stand by*, que estaban accionados por una caldera vertical[17]. Cada horno tenía capacidad de fundir 12 toneladas de carga al día, y la escoria pasaba a unos moldes de forma cónica, que una vez enfriados eran volcados en el escorial frente a la fundición. La mata de cobre estaba en moldes en una cama de arena y se desmoldaban para ser embarcados en Huelva hacia Cwn Avon, cerca de Port Talbot en Gales (Gran Bretaña). Durante sus nueve años de funcionamiento se produjeron 15.424 toneladas de Cu. Las dimensiones actuales son de 42 metros de largo por 14 de ancho y de 6,45 metros de alto. En 1884 RTCL decidió aumentar la producción y para ello construyó en 1884 en el lugar conocido como Huerta Romana otra fundición[18], denominada Fundición Huerta Romana, con veinte hornos que en 1889 sustituirían a los de Fundición Mina. Esta

[15]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting at Río Tinto*, 13 de mayo, inédito. Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto 1.; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines: some notes on exploitatation from pre-Phoenician times to the 1950s*, The Institution of Mining and Metallurgy, London. 68.

[16]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting …..2*.; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 68-69

[17] GONZALO Y TARÍN, J. (1886): *Descripción física y minera de la provincia de Huelva, II*, Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid, 640-642.

[18]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting …..2-3*.; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 69-70

Fundición estuvo en servicio hasta inicios del siglo XX, hasta 1901, cuando se construyó la Fundición Bessemer[19], que a su vez estaría en funcionamiento hasta 1914. Tras el cierre de esta la zona dedicada a la fundición de minerales, la fundición estuvo ubicada en Zarandas-Naya, y estuvo operativa hasta marzo de 1970, cuando comenzó a trabajar la de Huelva, actual Atlantic Copper.

En la zona que nos ocupa se desarrollaron todos trabajos hidrometalúrgicos desde el siglo XVIII hasta 1873, pues se disponía del agua de interior de la mina enriquecida en cobre. Tras la venta de la Minas a Río Tinto Co., de estos sólo siguieron en operación la cementación Cerda y Planes, y se construyeron las nuevas plantas de cementación Nerva Wahsing Tanks, Station Washing tansk, New Station Washing Tanks, Planes wahsing Tanks y Marismilla Washing Tanks. Estas instalaciones dejaron de estar en operación en 1927, cuando todos los trabajos hidrometalúrgicos se centraron en la cementation Naya en Zarandas.

Junto a Filón Sur se ubicaban el núcleo urbano de Río-Tinto o "La Mina Abajo", actualmente desaparecido, y de La Estación de Enmedio, pequeño poblado minero destinado a albergar a los maquinistas del Río Tinto Railway[20]. En la actualidad La Mina Abajo está sepultada bajo los "vacies" de estériles, mientras La Estación de Enmedio fue demolida en 1970, aunque actualmente se conservan algunos vestigios como la fuente, la trama urbana, etc.

En esta zona se ubicaban también dos pantanos[21], el Dique nº 2, construido por RTCL en 1879 para servir a distintos departamentos, empleado a partir de 1919 para dotar de agua a la Estación eléctrica y producir electricidad mediante vapor de agua, y Marismilla Dam o Embalse de Marismilla, construido en 1878 por RTCL para albergar aguas ácidas para la obtención de cobre por vía húmeda, en un principio a las cementaciones ubicada en la zona que nos ocupa y posteriormente a Cementación Naya, a las que el agua era impulsada por la Bomba Cornish y transportada en canales de madera embreada.

Masa Planes fue explotado entre 1922 y 1954 hasta el agotamiento de la masa de mineral por medio del Malacate Masa Planes, actualmente en la entrada del Museo

[19]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting .....3-4.*; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 70-71

[20] DELGADO DOMÍNGUEZ, A., REGALADO ORTEGA, M. C. y MORENO BOLAÑOS, A. (2010): "Poblados Mineros desaparecidos. Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica*, 14, 1-11.

[21] SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 66

Minero. Además del mineral, se empleo el agua del interior de la mina para cementación. La boca del pozo Masa Planes fue cubierta por los estériles de Cerro Colorado en 1986.

Masa San Antonio fue descubierta por los trabajos de exploración minera de la Compañía Española de Minas de Río Tinto entre 1960 y 1962 y fue explorada mediante Pozo Rotilio, de 400 metros de profundidad. Entre 1975 y 1980 se desarrollaron trabajos de preparación, pero el carácter complejo de la mineralización y el precio de los metales determinaron que no llegara a entrar en producción estando aún en reserva.

Las necesidades de energía de RTCL al ampliar de forma importante los tajos tras la apertura de Corta Atalaya, la futura ampliación del sistema de roza abierta en Filón Sur y Filón Norte y la instalación de la zona de procesado de mineral en Zarandas-Naya, obligó a contar con suministro eléctrico[22]. Para tal fin se determinó por parte del Board o Consejo de Administración de RTCL la construcción de una Central Eléctrica, ubicada en el mismo sitio que Fundición Huerta Romana. Su construcción comenzó a fines de 1907 y se terminó el 1 de enero de 1909, con un gasto total de 8.790.877, 79 Reales de Vellón. Equipada inicialmente con dos generadores BELLIS & MORCON de vapor (190 p.s.h.), acoplados a dos alternadores de 705 W, comenzó a producir electricidad en 1910 produciendo 3.564.825 Kw/H. En 1911 se le instaló el primer turbo alternador con una potencia de 1500 Kw, y después otros dos de similares características, el tercero en 1912. En 1925 se le instaló una toma de alta tensión con un coste de 123.237 reales. Entre 1910 y 1954, el periodo de funcionamiento durante la presencia de RTCL, esta Central produjo un total de 963.679.574 Kw/h con un coste medio de 0.614 ptas/kw. El combustible empleado en esta central era carbón mineral y el agua procedía del Dique nº 2, popularmente denominado como “El Balneario”.

A partir de 1953 las necesidades eléctricas comenzaron a sobrepasar la producida esta Central y se comenzó a comprar electricidad a Sevillana. En 1955 se instaló el cuarto y último turbo altenador con una potencia de 10.000 Kw, accionado por una caldera fabricada por John Thompson U.K. El continuo aumento de consumo eléctrico demandado hizo que fuera necesario comprar energía, debido sobre todo al plan de modernización desarrollado por CEMRTSA desde 1954. En 1963 se produjeron

[22] SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 49

9.944.016 Kw/h y fue necesario comprar 24.267.600 kw de un total de 34.211.616 kw/h, por lo que se decidió que ante el deficitario servicio realizar un contrato con Sevillana para el servicio eléctrico.

Hay que tener en cuenta que, frente al consumo doméstico, la prioridad de consumo eléctrico eran los distintos departamentos mineros. Así, en 1910 de un total de 3.564.825 KW / H los dos principales consumos fueron San Dionisio con 918.355 kw/h y Fundición Bessemer con 913.882 Kw/h. Fue a partir de los años veinte cuando se generalizó la electricidad para uso doméstico, aunque con restricciones y cortes.

Desde esta Central la electricidad se repartía la energía a los distintos departamentos, y para uso doméstico a través de Subestaciones, como la del túnel nº 11 para la zona que estamos describiendo, la del túnel nº 16 o de Fundición de Piritas para Zarandas-Naya, o la Subestación Victoria, ubicada junto y para Bella Vista.

2 Procesos: Otro criterio para poder estudiar y clasificar los bienes patrimoniales investigados en este trabajo se ha planteado atendiendo a los procesos de los que formaron parte, metalurgia e hidrometalurgia.

PROCESOS ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL

PROCESO	CÓDIGO
MINERÍA	1
MINERALURGIA	2
HIDROMETALURGIA	3
PIROMETALURGIA	4
TRANSPORTE	5
SERVICIOS AUXILIARES	6
SERVICIO MÉDICO	7
ARQUITECTURA VINCULADA AL PATRIMONIO INDUSTRIAL	8

PROCESOS ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL

HIDROMETALURGIA 3

PLANTA CEMENTACIÓN	**3.1**
CANALES	**3.2**
ALMACÉN	**3.3**
PLANTA DESCASCARILLADORA	**3.4**
DIQUES	**3.5**

Además del trabajo de campo ya realizado, se ha procedido a la recopilación exhaustiva de toda la bibliografía y hemeroteca referente a la temática del trabajo de investigación, desde trabajos del siglo XVIII hasta nuestros días, incluyendo memorias e informes de los ingenieros españoles, artículos de la Revista Minera, Diario La Provincia, Boletín Geológico y Minero, informes de los ingenieros británicos, etc.

También se ha procedido a la recopilación de la documentación sobre los procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos, que podemos dividir en dos grandes grupos: a) Fuentes Documentales, existentes en el Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, London Metrolopolitan Archives, Archivo Histórico General, Archivo de Simancas, Archivo Municipal de Huelva, Archivo Histórico Provincial, del IGME, y Biblioteca Nacional; b) Documentación Gráfica, Planimétrica y fílmica conservada en los archivos ya citados y en el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

Atendiendo a los a dos criterios ya expresados, y contando con la documentación bibliográfica, hemerográfica y documental, se estudiará la evolución de los procesos hidrometalúrgicos y metalúrgicos en Río Tinto, y a continuación cada uno de los bienes patrimoniales donde se desarrollaron. Para esto se ha elaborado una ficha para cada uno de ellos.

DENOMINACIÓN:

OTRAS DENOMINACIONES:

LOCALIZACIÓN:

COORDENADAS:

PROVINCIA:

MUNICIPIO:

C.P.:

TITULARIDAD:

TIPO DE PROTECCIÓN:

PROCESO:

TIPOLOGÍA:

CRONOLOGÍA:

DESCRIPCIÓN:

PATRIMONIO INDUSTRIAL, ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL, CONCEPTO, ORIGEN, CONTEXTO INTERNACIONAL Y ESTADO ACTUAL EN LA CUESTIÓN

2.1. PATRIMONIO INDUSTRIAL

Antes de pasar a definir qué es la Arqueología Industrial, su nacimiento después de la Segunda Guerra Mundial, su evolución hasta nuestros días y cómo se ha desarrollado en España y de forma más específica en Andalucía y Huelva, vamos a definir su objeto de estudio, el Patrimonio Industrial, y el marco legal que lo rige.

El Patrimonio Industrial es: "*El conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la "revolución industrial". Estos bienes se deben entender como un todo integral compuesto por el paisaje en el que se insertan, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracteriza, las técnicas utilizadas en sus procedimientos, los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico*" [23].

El estudio del Patrimonio Industrial se realiza mediante la Arqueología Industrial, como veremos en el siguiente capítulo de este trabajo.

El Patrimonio Industrial está compuesto por bienes industriales, definidos en el Plan Nacional del Patrimonio Industrial, Actualización 2016, de la siguiente manera: "*cada uno de los elementos o conjuntos que componen el Patrimonio Industrial, pudiéndose distinguir entre bienes inmuebles, muebles e inmateriales"*[24]*.*

El Plan Nacional de Patrimonio Industrial diferencia cuatro tipos de bienes inmuebles, terminología que emplearemos en el presente trabajo de investigación:

-Elementos industriales: por su naturaleza o por la desaparición del resto de sus componentes, pero que por su valor histórico, arquitectónico, tecnológico, etc., sean testimonio suficiente de una actividad industrial a la que ejemplifican.

-Conjuntos industriales: en los que se conservan los componentes materiales y funcionales, así como su articulación; es decir, constituyen una muestra coherente y representativa de una determinada actividad industrial, como es, por ejemplo, una

[23]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial. Madrid, 7.
[24]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial. Madrid, 7

factoría.

-Paisajes industriales; son de carácter evolutivo y en ellos se conservan en el territorio o las componentes esenciales de los procesos de producción de una o varias actividades industriales, constituyendo un escenario privilegiado para la observación de las transformaciones y los usos que las sociedades han hecho de sus recursos.

-Sistemas y redes industriales: para el transporte del agua, energía, mercancías, viajeros, comunicaciones, etc., que constituyan por su articulación compleja y sus valores patrimoniales un testimonio material de la ordenación territorial, de la movilidad de personas, ideas o mercancías o del arte de construir la obra pública del periodo contemporáneo." [25].

En cuanto al marco legal sobre el Patrimonio Industrial, la UNESCO lo define como el conjunto de "*manifestaciones industriales de todas las épocas y no sólo las derivadas de la revolución industrial. Partiendo de la idea de que la Revolución Industrial modificó los paisajes y los sistemas de vida, pone de manifiesto que los procedimientos intensivos empleados para la extracción de materias primas y la explotación de minerales y productos agrícolas tienen como resultado importantes logros y originan grandes construcciones, que dan testimonio del genio creativo de la humanidad*"[26].

La evolución tecnológica y los cambios económicos, sobre todo en los años 50 y 60, provocaron que amplias zonas industrializadas quedaran obsoletas y se convirtieran en muchas ocasiones en áreas abandonadas y económicamente deprimidas. Por eso la UNESCO para salvar esas antiguas instalaciones mineras, fabriles, etc., las inscribió en la Lista de Patrimonio Mundial, siendo la primera la Mina de Wieliczka (Polonia) en 1978[27].

El Patrimonio Industrial está recogido de forma explícita en dos documentos del Consejo de Europa, la Recomendación nº R (87) 24 *sobre las ciudades industriales europeas* y Recomendación nº R (90) 20 *relativa a la protección y a la conservación del patrimonio técnico, industrial y de obras de arte en Europa*.

El documento donde se recoge de forma específica la protección del Patrimonio Industrial es la Carta de Nizhny Tagil[28], que fue elaborada por el Comité Internacional

[25]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial. Madrid, 7 - 8.
[26]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial. Madrid, Anexo III. Normativa, 2.
[27]PIOTROWSKA. K. (2018): "Royal Salt Mines in Wielickka and Bochna – 40 years on the UNESCO World Heritage list". Cracow Salworks Museum in Wieliczka, International Conference of Mining and Underground Museum, 51-57
[28]CARTA DE NIZHNY TAGIL SOBRE PATRIMONIO INDUSTRIAL. (Moscú, 17-7-2003): Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH).

para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH).

Este documento se divide en siete artículos:

1) Definición de patrimonio industrial.

2) Valores del patrimonio industrial.

3) La importancia de la identificación, el inventario y la investigación.

4) Protección legal.

5) Preservación y conservación.

6) Educación y formación.

7) Presentación e interpretación.

La Carta trata el patrimonio industrial desde una concepción holística, incorporando, además de los bienes inmuebles y muebles, el patrimonio inmaterial asociado a la actividad industrial, los aspectos sociales y naturales, y "*los medios necesarios para su identificación, estudio, conservación y correcto tratamiento*"[29].

En 2011 ICOMOS y TICCIH elaboraron de forma conjunta "Los principios de Dublín" para la conservación de sitios, construcciones, áreas y paisajes del Patrimonio Industrial.

Dos años más tarde el Consejo de Europa promulgó la Resolución 1924 sobre El Patrimonio Industrial en Europa, para preservarlo para futuras generaciones, en el que se incluyen una serie de recomendaciones a los Estados Miembros, como: "r*ealizar inventarios completos de patrimonio industrial, incluir el patrimonio industrial en la legislación, valorar los sitios de patrimonio industrial como parte integrante del paisaje social y estrechamente ligados al conocimiento, a la memoria e identidad locales, y por su potencial como elemento clave en las estrategias de desarrollo territorial, etc*." [30].

En cuanto al ordenamiento jurídico a nivel nacional sobre Patrimonio Industrial, rige la L*ey 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español*, aunque no hace una referencia a este tipo de Patrimonio *stricto sensu*, si se puede interpretar que está incluido en los dos siguientes artículos:

> *Artículo 1.2. "Integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte del mismo el patrimonio documental*

[29]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial. Madrid, Anexo III. Normativa, 4.
[30]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial….4.

y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques que tengan valor artístico, histórico o antropológico".

Artículo 40.1. "Conforme a lo dispuesto en el artículo 1.º de esta Ley, forman parte del Patrimonio Histórico Español los bienes muebles o inmuebles de carácter histórico susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie o en el subsuelo, en el mar territorial o en la plataforma continental".

Para propiciar la conservación y puesta en valor del Patrimonio Industrial Minero en específico, en octubre de 2007 se presentó en Ponferrada (León) la Carta del Bierzo para la Conservación del Patrimonio Industrial Minero, que fue aprobada en junio de 2008 por el Consejo de Patrimonio Histórico[31].

La Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía[32], es la normativa vigente sobre Patrimonio Histórico. Dedica los artículos 65 a 68 del Título VII al Patrimonio Industrial.

A*rtículo 65.1. "El Patrimonio Industrial está integrado por el conjunto de bienes vinculados a la actividad productiva, tecnológica, fabril y de la ingeniería de la Comunidad Autónoma de Andalucía en cuanto son exponentes de la historia social, técnica y económica de esta comunidad. El paisaje asociado a las actividades productivas, tecnológicas, fabriles o de la ingeniería es parte integrante del patrimonio industrial, incluyéndose su protección en el Lugar de Interés Industrial."*

Artículo 66. "Son bienes inmuebles de carácter industrial las instalaciones, fábricas y obras de ingeniería que constituyen expresión y testimonio de sistemas vinculados a la producción técnica e industrial. Son bienes muebles de carácter industrial los instrumentos, la maquinaria y cualesquiera otras piezas vinculadas a actividades tecnológicas, fabriles y de ingeniería."

[31]CARTA DEL BIERZO PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL MINERO (2009), *Patrimonio Cultural. Patrimonio Inmaterial a debate. Revista del Ministerio de Cultura de España*, 13-20. ÁLVAREZ ARECES, M.A. (2009b): "A Propósito de La Carta de El Bierzo" en *Patrimonio Cultural en España*, Madrid, 27-49.

[32]BOJA núm. 248, de 19 de diciembre de 2007; BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2008 Referencia: BOE-A-2008-2494.

"Su inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz se efectuará, cuando sus valores así lo justifiquen, en alguna de las categorías que, a tal efecto, se establecen en la presente Ley."

Artículo 67. "Serán especialmente protegidos aquellos conocimientos o actividades de carácter técnico, fabril o de ingeniería que estén en peligro de desaparición, auspiciando su estudio y difusión, como parte integrante de la cultura tecnológica andaluza. A tal fin se promoverá su investigación y la recogida de los mismos en soportes materiales que garanticen su transmisión a las futuras generaciones."

Artículo 68. "La inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico de un Lugar de Interés Industrial llevará aparejada la necesidad de tener en consideración los valores que se pretendan preservar en el planeamiento urbanístico, adoptando las medidas necesarias para su protección y potenciación.".

Desde 2001, el Estado Español, en colaboración con las Autonomías ha venido elaborando Planes Nacionales de Patrimonio Industrial, 2004, 2007, 2011 y 2016, que son los "*instrumentos de gestión creados para poder conseguir tres fines: establecer una metodología de actuación unificada sobre conjuntos de bienes; programas las inversiones de acuerdo con las necesidades de conservación y coordinar la participación de las distintas instituciones que intervienen en la conservación de esos conjuntos patrimoniales*." [33].

Debido a su relevancia patrimonial, La Cuenca Minera de Río Tinto está incluida en el listado de los 49 *elementos industriales a nivel nacional que serán de atención inmediata* desde la reunión de la Comisión Delegada del Consejo de Patrimonio Histórico para el Patrimonio Industrial, celebrada el 14/03/2020 en Almadén (Ciudad Real) y el 20/05/2002 en Madrid [34].

El Plan Nacional de Patrimonio Industrial también recoge los criterios de valoración y selección de los bienes industriales: la instrumentación del Plan, en el que se recoge que para proteger el Patrimonio Industrial se debe de contar con un inventario general de bienes industriales españoles, y inclusión en el Catálogo General de Patrimonio Histórico de cada autonomía con la categoría de Bien de Interés Cultural; la

[33]IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industria… 4.
[34] VVAA (2007): Plan de Patrimonio Industrial, *Bienes Culturales. Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español* nº7, Madrid, 26-27.

redacción de los Planes Directores de los distintos bienes, conjuntos o paisajes industriales; y por último, la intervención en los bienes seleccionados. Los Planes Naciones contienen así mismo el protocolo para la elaboración de Planes Directores, toda la documentación necesaria hasta llegar al plan de gestión y difusión[35].

En sus anexos se clasifican los elementos integrantes del Patrimonio Industrial por sectores. Los que vamos a estudiar en el presente trabajo de investigación son los correspondientes al punto 1.6 sobre Minería y actividades extractivas y 1.7 sobre Industria siderúrgica, metalúrgica y taller mecánico[36].

Acerca del Patrimonio Industrial Minero en España cabe destacar el trabajo editado y codirigido por Rafael Fernández Rubio y el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, en el que se recogen todas las iniciativas de conservación en España, cambio de uso y puesta en valor turístico a fines de la primera década de la actual centuria[37].

[35] VVAA (2007): Plan de Patrimonio Industrial… 232-233; IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial... 27.
[36] VVAA (2007): Plan de Patrimonio Industrial,.. 233; IPCE. (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial… 26.
[37] FERNÁNDEZ RUBIO, R. (Ed) (2007): *Activos Ambientales de la Minería Española*, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, Madrid.

2.2. ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL, CONCEPTO Y DEFINICIÓN

Como afirma el profesor Cerdá, el término Arqueología Industrial no deja de ser *contradictio in terminis*[38]. A continuación, vamos a exponer las definiciones que de esta disciplina se han realizado en los últimos 65 años.

Siguiendo a Gordon Childe, que planteó desde mediados del siglo XX que la Arqueología no era una ciencia auxiliar de la Historia, sino una fuente histórica que produce sus propios documentos[39], en este trabajo de investigación trabajamos con el planteamiento de que la Arqueología Industrial es la disciplina que investiga los bienes patrimoniales generados por la actividad industrial y todos los aspectos que eso conlleva (tecnológicos, sociales, etc..). Empleamos para este fin todas las fuentes disponibles, documentales, bibliográficas, planos, fotografías, fílmicas y el estudio de los restos materiales mediante técnicas arqueológicas tradicionales, lo cual puede completar la información aportada por las demás fuentes, que a veces incluso puede que sea la única fuente con la que se cuenta.

Se considera que el artífice de esta nueva disciplina arqueológica fue el profesor Donald Dudley [40], aunque la primera vez que se empleó el término de Arqueología Industrial fue en un artículo escrito por Michael Rix, en el que afirmaba que su finalidad era "*registrar, preservar en algunos casos e interpretar los lugares y las estructuras de la primera actividad industrial, particularmente los monumentos de la revolución industrial*" [41], aunque no la define ni trata sobre que metodología hay que emplear.

Casi veinte años después, Buchanan la definía como "*la disciplina que trata de investigar (sistemática búsqueda y posterior evaluación del material encontrado), analizar (medir, evaluar, fotografiar, datar el monumento y reconstruir su función), grabar (notificar los hallazgos a las instituciones correspondientes) y preservar los restos del pasado*" [42] .

[38]CERDÁ PÉREZ, M. y GARCÍA BONAFÉ, M. (1995): *Enciclopedia Valenciana de Arqueología Industrial*, Edicions Alfons el Magnánim, Valencia, 23.
[39]GORDON CHILDE, V. (1975): Que sucedió en la Historia, La Pléyade, Buenos Aires, 20 -21.
[40]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica: breve recorrido por la historiografía de la Arqueología Industrial", *Spal. Revista de Prehistoria y Arqueología*, 16, 56.; VICENTE PARTEARROYO, A. (2007): "Perspectivas sobre la Arqueología Industrial", *Arqueoweb*, Revista sobre Arqueología en Internet 9, 3; CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial, Teoría y Práctica*, Universitat de Valencia, 24.
[41] RIX, M. (1955): "Industrial Archaeology", *The Amateur Historian*, vol. 2, nº 8, 225.
[42]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…* 18.

Por su parte, Hudson la describió de la siguiente manera: "*La Arqueología Industrial es el descubrimiento, registro y estudio de los restos físico de las industrias de ayer y comunicaciones*" [43].

Una de las primeras definiciones sobre la disciplina realizadas por un autor en español, a quien podemos denominar el precursor de la Arqueología Industrial en España, fue la de que nos ofrece Aracil: "*La Arqueología Industrial estudia los restos físicos del pasado industrial y tecnificado*" [44]. El mismo año Sarasa aportó una definición más amplia: "*La Arqueología Industrial ha sido definida como la Ciencia que estudia los monumentos industriales, es decir las instalaciones relacionadas con el progreso de la industria y la transformación; teniendo como objeto la "investigación, el reconocimiento y la archivación" de dichos monumentos en su relación con el resto de las estructuras de la Historia y como parte importante en la panorámica general del fenómeno histórico de la industrialización"* [45].

Para el caso concreto de Río Tinto, en su trabajo sobre la Arquitectura Británica en Huelva Miguel González Vílchez considera lo siguiente: *"En Inglaterra, pionera de la revolución industrial, está surgiendo un verdadero interés por lo que se ha dado en llamar arqueología industrial…que estudia los edificios industriales que corren peligro de desaparecer y propugnan la conservación de los más representativos y meritorios. Hornos de ladrillo derruidos, maquinaria de la iniciación industrial, puentes, estaciones de ferrocarril, almacenes, molinos, estructuras fabriles, etc…Río Tinto vio surgir una arquitectura industrial en los siglos XIX y XX que hoy es arqueología y que desgraciadamente está sucumbiendo sin haber sido estudiada"* [46].

Estas definiciones, junto con otras de los años 60, 70 y 80 del siglo XX, hacen hincapié en el carácter arqueológico de esta disciplina, pero sin definir en qué consiste y sin profundizar en las técnicas a emplear en Arqueología Industrial[47].

Para Forner la Arqueología Industrial es la disciplina que se ocupa de "*los aspectos de la cultura material ligados al sistema industrial, tanto en sí mismo como en*

[43]HUDSON, K. (1979): *World industrial archaeology*, Cambridge, 1.
[44]ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial", *I Jornadas sobre la Protección y Revalorización del Patrimonio Industrial*, Bilbao, 18.
[45]SARASA SÁNCHEZ, E. (1984): "La arqueología industrial: estudios histórico arqueológico del pasado industrial español". HORMIGÓN BLÁNQUEZ, M. (Coord.), *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencia*s, Jaca, 27 de septiembre 1 de octubre 1982, Vol. 3, Zaragoza, 337-334.
[46]GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva*, Diputación de Huelva, 150
[47]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…*, 23.

la relación a otras estructuras subalternas, bien derivadas de la pervivencia de anteriores relaciones de producción, bien de la extensión de la lógica capitalista a sectores productivos no estrictamente industriales"[48].

Mientras para Barral i Altet esta disciplina tiene como fin "*el estudio de las transformaciones técnicas y de los materiales relativos a la industrialización*"[49].

A fines del siglo XX Aguilera Collado la describe como "*Una disciplina de origen recién reciente que hace apenas una treintena, debemos entenderla como una nueva técnica de investigación histórica que se pone al servicio de la reconstrucción del pasado histórico, en este caso reciente, para explicar los modos de vida y trabajo de una sociedad determinada e impedir la destrucción de los testimonios materiales a ella pertenecientes. Es preferible no actuar de forma independiente para conseguir estos objetos principales, sino integrando siempre en la investigación el aspecto pluridisciplinar*"[50].

La disciplina que nos ocupa ha ido definiéndose de una forma más amplia, casi holística, en lo que va de siglo XXI.

La Carta de Nizhny Tagil[51] (Moscú, 17 de julio de 2003) define por Arqueología Industrial: *"Método interdisciplinario para el estudio de toda evidencia, material o inmaterial, de documentos, artefactos, estratigrafía y estructuras, asentamientos humanos y terrenos naturales y urbanos, creados por procesos industriales o para ellos. La arqueología industrial hace uso de los métodos de investigación más adecuados para hacer entender mejor el pasado y el presente industrial*".

Por su parte Reyes aclara que la Arqueología Industrial es: "*Una disciplina emergente, poco conocida hasta ahora en España, que estudia los remanentes físicos de la actividad industrial del pasado e interpreta la información que estos contienen*" [52].

Sin embargo, nos parece muy completa la que ofrece el profesor Cerdá:

"Arqueología Industrial es la disciplina que se encarga de estudiar los restos materiales de la sociedad industrial es la disciplina que se encarga de estudiar los restos materiales de la sociedad industrial debería ampliarse de manera que se concretara

[48]FORNER, S. (1991): "Arqueología industrial. Concepto, teoría y métodos", en M.D. RAMOS *et alii*, *Arqueología Industrial (notas para un debate)*, Málaga, 31.
[49]BARRAL i ALTET, X. (1992): "Arqueología industrial o Arqueología del mundo moderno y contemporáneo", en G. RIPOLL, *Arqueología, hoy*, Madrid, 176.
[50]AGUILERA COLLADO, E. (1998): "Arqueología Industrial, Zarandas en Minas de Río Tinto", *Artes, Costumbres y riquezas de la provincia de Huelva nº 50*, Huelva Información, Huelva, 794.
[51]CASANELLES, E. y LOGUNOV, E. (2003): *Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial*, Moscú.
[52]REYES TÉLLEZ, F. (2004): "El Patrimonio Arqueológico Industrial en la Ciudad Histórica", *Anales de Arqueología Cordobesa 15*, 85.

cómo debe hacerse esto, especificándose que para ello se sirve de determinadas técnicas del métodos arqueológico, en especial la estratigrafía muraria, que aplica al análisis y la interpretación de los restos materiales de la industrialización, sin descuidar por ello los otros registros e independientemente de cualquier valor de dichos restos que no sea histórico, es decir, independientemente de su estado de conservación y también de si está en el subsuelo o sobre la superficie, con el fin de producir conocimientos históricos que permitan una mayor y mejor comprensión de nuestro pasado" [53].

En su actualización de 2016 el Plan Nacional de Patrimonio industrial define la Arqueología Industrial de la siguiente manera:

"Esta disciplina científica estudia y pone en valor los vestigios materiales e inmateriales como testimonios históricos de los procesos productivos. Su estudio nos aproxima a una mejor comprensión de las estructuras y los procesos que han generado el desarrollo de las sociedades técnico- industriales, sus fuentes de energía, sus lugares y espacios de trabajo, su organización productiva y su forma de responder a una economía basada en la mecanización de los procesos productivos"[54].

La que se acerca más a nuestro concepto de esta disciplina es la que aporta Cano Sanchiz:

"La Arqueología Industrial es la disciplina de investigación histórica que estudia el mundo industrializado en el conjunto de sus aspectos, así como todo lo relacionado con las sociedades vinculadas de algún modo a los sistemas de producción capitalistas, a partir, fundamentalmente, de la cultura material generada por las mismas, aunque sin discriminar ninguna otra fuente de información. Con todo, no se puede olvidar que la Revolución Industrial es sólo una fase más dentro de una línea evolutiva milenaria en la que el hombre ha tratado de satisfacer sus necesidades a través de la tecnología" [55].

[53]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…*, 23.
[54]IPCE (2016): *Plan Nacional de Patrimonio Industrial,* Madrid, 7
[55]CANO SANCHIZ, J.M. (2012): *La Minería y la metalurgia del cobre como elemento de Industrialización: Análisis arqueológico del complejo británico de Cerro Muriano* (Córdoba), Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 21.

2.3. ORIGEN DE LA ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL

La Arqueología Industrial nació de los escombros de la Segunda Guerra Mundial en Gran Bretaña[56], cuando se inició la reconstrucción del Reino Unido, y se planteó una vez iniciados los trabajos de restauración de los edificios integrantes del patrimonio cultural británico, como ocurrió por ejemplo con la Catedral de San Pablo en Londres. Afectó a inmuebles que habían sido construidos entre el mediados del siglo XIX y 1939, es decir, aquéllos que fueron generados durante las distintas fases de la industrialización, que, si bien no se encontraban catalogados como edificios históricos, sí formaban parte del patrimonio que la población consideraban como suyo. En un contexto en el que el Imperio Británico se estaba deshaciendo, los restos del pasado industrial (fábricas, estaciones ferroviarias, puentes, etc.) representaban la cultura material de una época gloriosa, cuando habían liderado el mundo y las revoluciones industriales desde el primer tercio del siglo XIX hasta 1945. El caso más paradigmático de conservación de un edificio industrial fue el movimiento por parte de los ciudadanos y especialistas para evitar el derribo del pórtico neodórico de *Euston Station* en 1962[57], qué si bien no se consiguió, sí aumentó la sensibilidad sobre el Patrimonio Industrial. Esto ha llevado que algunos autores sitúen en este año de 1962 el nacimiento de la Arqueología Industrial[58].



Foto 1 Pórtico neodórico de la Estación de Euston (Londres), fuente https://thebeautyoftransport.com/2015/06/10/lost-beauty-9-hardwicks-hall-the-old-euston-station-london-uk/

[56]DOUET, J. (1997): "Arqueología industrial en Gran Bretaña", *PH: Bolentín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, 21, 106-111.; VICENTI PARTEARROYO, A. (2007): "Perspectivas sobre la Arqueología Industrial", Arqueoweb, revista sobre Arqueología en Internet, 9, 1-49

[57]GUTIÉRREZ LLORET, S. (1997): *Arqueología*. *Introducción a la historia material de las sociedades del pasado*, Alicante, 80-82.

[58]GUTIÉRREZ LLORET, S. (1997): *Arqueología*…, 79.

El movimiento social generado para impedir el derribo del pórtico de Euston Station propició que en 1963 el Council for British Archaeology y el Ministry of Public Buildings and Works creara el National Records of Industrial Monuments para inventariar el Patrimonio Arqueológico Industrial Británico, bajo la dirección de Rex Wailes. Se puede afirmar que el Council for British Archaeology fue la primera institución que se preocupó por estudiar y documentar los restos materiales generados por la industrialización[59]. Por esos años también nació la primera revista dedicada específicamente al tema que nos ocupa, The Journal of industrial Archaeology, actualmente denominada como Industrial Archaeology.

A fines de los años setenta comenzaron a aparecer los primeros Museos dedicados a la Arqueología Industrial, destacando la creación en 1968 del Ironbrigde George Museum, promotor junto con la Universidad de Birmingham del Ironbridge Institute, uno de los referentes mundiales en la materia[60].

A partir de los años 70 esta nueva disciplina comenzó de cambiar de objetivo. Pasó de preocuparse de la catalogación a la conservación, iniciándose en ese momento la reconversión de edificios y zonas industriales para otro uso. También fue en la segunda mitad de esta década cuando la investigación sobre Arqueología Industrial comenzó a dar sus frutos en forma de artículos, libros y manuales sobre la disciplina. Y dió lugar a sus dos grandes líneas de trabajo: conservación y gestión e investigación[61]. También fue en los años setenta cuando tuvieron lugar los primeros Congresos Internacionales sobre Arqueología Industrial, destacando el I Congreso Internacional sobre Conservación de Monumentos Industriales, que tuvo lugar en 1973[62].

En los años setenta la Arqueología Industrial pasó al continente. En Alemania las iniciativas sobre la conservación del Patrimonio Industrial son de los años sesenta, aunque hay que destacar que las primeras iniciativas fueron en los años 30[63]. El principal hito fue la creación del Deutsches Bergbau Museum en Bochum[64], en mejor Museo Minero del mundo, destacando como impulsor Rainer Slotta, su director durante mucho

[59]PALMER, M; NEAVERSON, P. (2005): *Industrial Archaeology. Principles and Practice*. Londres y Nueva York., 2.
[60]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica…57.
[61]JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (1997): El Patrimonio Industrial. Algunas consideraciones relativas a su concepto y significado", *PH Boletín, 21*, 94.
[62]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica…57.
[63] SLOTTA, R. (Ed) (2005): *75 Jhare Deutsches Bergbau-Museum Bochum (1930 b9s 2005): vom Wachsen und Werden eines Museums*, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum; MÜLLER, S. (2018): The Visitor´s mine of the German Mining Museum, 80 years of experience in developing and operating", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka ,263-265.
[64]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica…57.

tiempo. Otros Museos alemanes que no se pueden dejar de mencionar sobre patrimonio industrial son el Museo de los Ferrocarriles, Eisenbanh Museum Bochum – Dahlhaussen y el de Munchen. La gran diferencia en la conservación de los edificios, bienes, incluso en la creación de Museos, entre el caso alemán y el británico, es que en el primero las iniciativas fueron principalmente privadas, en especial grandes empresas a las que luego se sumó el Estado, mientras que en Reino Unido ha tenido más fuerza la sociedad civil, muchas veces trabajando de forma voluntaria.

El caso sueco es similar al alemán, sin la destrucción de la Segunda Guerra Mundial, pues la protección y conservación del Patrimonio industrial se lleva a cabo en buena parte debido a la inciativa privada, sobre todo en los bienes relacionados con la industria minera, siderúrgica y papelera[65]. Sin embargo, hay que reseñar que en fechas tan tempranas como en los años 20 se constituyó un Museo Minero en Falun por la Compañía Minera Stora Stöten[66].

En Francia también se inició esta disciplina en los años 70. Se creó el Comitè d´Information et de Liason pour l´Archeologie, l´Etude et la Mise en Valeur du Patrimonio Industriel[67]. El trabajo de esta institución permitió que el Patrimonio Arqueológico Industrial se incluyera en el *Inventaire Générale* a partir de 1983 y en 1986 se comenzó con el registro del Patrimonio Arqueológico Industrial[68].

Será en los años 70 cuando se cree uno de los Museos Industriales referentes a nivel mundial, el Museo de Le Creusot – Montceau les Mines, en Borgoña, actual Museo del Hombre y la Industria. Esta institución se concibió con la figura de "Ecomuseo", "*pues no solo se ha centrado en conservar y exponer objetos, sino en mostrar de forma transversal a lo largo de la historia, como se ha desarrollado por la actividad industrial y minera, y como ésta ha determinado el poblamiento, los habitantes, los elementos patrimoniales generados y en definitiva un territorio*" [69] . No fue hasta 1980 cuando se publica la primera obra sobre Arqueología Industrial[70].

[65]ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial"….17.
[66]PALMER, M. y NEAVERSON, P. (2005): *Industrial Archaeology*….13.
[67]CLOSA, F. y MARTÍNEZ, J.M. (1999): L´arqueologia industrial: una visió a la fí del millenni, *Revista d´Arqueologia de Ponent, 9*, 29.
[68]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica…60-61.
[69]HENRI RIVIÈRE, G. (1989): "Un nuevo tipo de Museo, El Ecomuseo", *La Museología, Curso de museología / Textos y testimonios*. AKAL, Barcelona, 89-220.
[70]DAUMAS, M. (1980): *L'Archéologie industrielle en France*, Robert Laffont, Paris.

También en los años setenta comenzaron los estudios sobre Arqueología Industrial en Holanda[71], y en su vecina Bélgica fue muy activa la Asociación Wallonia de Arqueología Industrial, que con el gobierno de Hainaut creo otro de los Museos Industriales de referencia a nivel mundial, Le Grand Hornu[72].

En Austria la ley de Patrimonio Histórico reconoció el "valor cultural" de los monumentos industriales en 1978, y dos años más tarde la Universidad Técnica de Viena incluyó la Arqueología Industrial en sus planes de estudio[73].

En Italia los estudios sobre Arqueología Industrial se iniciaron en la segunda mitad de los años setenta en la zona del norte por ser la más industrializada. Así, en 1976 se creó en Milán el Centro de Documentación e Investigación de Arqueología Industrial[74]. En 1977 se creó también en Milán la Sociedad Italiana de Arqueología Industrial[75].

En los antiguos países de la Europa del Este ésta mueva disciplina tuvo buena acogida, pues se dedicó a estudiar la vida de la clase obrera empleada en las fábricas y en las minas[76]. Destacan los trabajos desarrollados en Polonia en las minas de carbón y en la mina de Sal de Wieliczka[77].

En Estados Unidos se creó en 1971 la Society for industrial Archaeology. Una Institución Privada que cubrió la falta de iniciativa pública, y de esa Sociedad surgió el Historic American Engineering Record[78]. Hasta 1978 el gobierno norteamericano no crearía el Heritage Conservation and Recreation Service[79].

En Japón, el otro gran gigante industrial, no será hasta finales de los años 70 cuando se inicien los trabajos sobre Arqueología Industrial[80].

En 1978 UNESCO incluyó en la lista de Patrimonio Mundial de la Humanidad el primer bien industrial, la Mina de Wieliczka (Polonia)[81]. Ese mismo año se fundó en el III Congreso Internacional sobre Conservación del Patrimonio Industrial en Estocolmo el

[71]PALMER, M; NEAVERSON, P. (2005): *Industrial Archaeology*….9-10.
[72]SANTACREU SOLER, J.M. (1991): "La recuperación del patrimonio industrial de la Europa Comunitaria: balance actual y perspectivas", en Ramos, M. D. *et alii*, *Arqueología Industrial (Notas para un debate)*, Málaga, 42).
[73]ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial"….18.
[74]ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial"….18-19.
[75]GUTIÉRREZ LLORET, S. (1997): *Arqueología*…., 79.
[76]CLOSA, F. y MARTÍNEZ, J.M. (1999): L´arqueologia industrial…, 329.
[77]GODIOWSKI, J. (2018): "Cracow Saltworks", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka, 27-25
[78]CLOSA, F. y MARTÍNEZ, J.M. (1999): L´arqueologia industrial…, 329.
[79]ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial"….18.
[80]ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial"….18.
[81]PIOTROWSKA. K. (2018): "Royal Salt Mines in Wielickka and Bochna – 40 years on the UNESCO World Heritage list", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka, 51-57

Comité Internacional para la conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH), un organismo que ha sido de vital importancia para la conservación y difusión del Patrimonio Industrial. Entre sus logros destacan la elaboración del listado de los Monumentos del Patrimonio Industrial de la Humanidad más relevantes[82], y la redacción de la Carta de Nizhny Tagil para el Patrimonio Industrial de 2003[83], que tiene como función unificar los criterios a nivel internacional y coordinar las actuaciones sobre el Patrimonio Industrial en los distintos países[84].

En la Europa Comunitaria hay que mencionar que desde mediados de los años 70 el Consejo de Europa comenzó a ser sensible a esta disciplina que estudiaba el pasado Industrial Europeo. En 1975 adoptó la Recommandation relative á l´archeologie industrielle[85], por una parte por ser reflejo de cuándo los países de este continente fueron las potencias mundiales industrializadas, y por otra porque los fondos que se destinaron desde entonces para para su estudio y conservación se han empleado para desarrollar zonas desindustrializadas, que de distintas formas ha servido para generar nuevos yacimientos de empleo y la creación de riqueza de riquezas en zonas deprimidas económicamente. Desde entonces el Consejo de Europa ha destinado fondos para congresos, seminarios y publicaciones sobre Patrimonio Industrial, que se han ido incrementando conforme aumentaba el número de países que conforman la Unión Europea. Una de las iniciativas más exitosas para difundir el conocimiento del pasado industrial ha sido la ruta ERIH (European Route of Industrial Heritage), puesta en marcha en 2002, que actualmente cuenta:

"*Con más de 1.800 emplazamientos en todos los países europeos, la Ruta europea del patrimonio industrial invita a los visitantes a explorar los hitos de la historia industrial europea. Como lugares de una memoria europea común, dan testimonio de descubrimientos científicos, innovaciones tecnológicas e historias de vidas de trabajadores. Un total de 14 Rutas temáticas destacan el contexto europeo de industrialización"* [86]. De ella forma parte el Museo Minero de Río Tinto forma parte, como reconocimiento a la entidad del Patrimonio Industrial Minero conservado en la

[82]REYES TÉLLEZ, F. (2004): "El Patrimonio Arqueológico Industrial en la Ciudad Histórica", *Anales de Arqueología Cordobesa 15*, 85.
[83]CASANELLES, E. y LOGUNOV, E. (2003): *Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial*, Moscú.
[84]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica…57; GERDER, P. (2018) "Good Practices in underground Museums", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka, 83-57.
[85]GUTIÉRREZ LLORET, S. (1997): *Arqueología*..., 82.
[86]https://www.coe.int/es/web/cultural-routes/european-route-of-industrial-heritage

zona que se estudia en este trabajo de investigación y por ser la mejor forma de conocer de primera mano la historia de 5000 años de minería y metalurgia.

Sobre el Patrimonio minero en particular el Consejo de Europa ha editado varios trabajos, entre los que destacamos *Les Monuments Techniques de la Mine, Patrimoine Cultural, Colloque du Conseil de l´Europe, organicé en collaboration avec le Deutsches Bergbau Museum. 5 – 8 septembre* 1988[87].

[87]VVAA (1989): *Les Monuments Techniques de la Mine, Patrimoine Cultural, Colloque du Conseil de l´Europe, organicé en collaboration avec le Deutsches Bergbau Museum. 5 – 8 septembre* 1988. Patrimoine Architectural, Rapports et études, nº15. Strasbourg.

2.4. ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL EN ESPAÑA

En España la Arqueología Industrial apareció a principios de los años 80. El primer libro sobre esta materia fue la Arqueología Industrial de Alcoy (Valencia)[88]. Al poco tiempo comenzaron a realizarse congresos, jornadas y seminarios sobre la temática, siendo las primeras las Jornadas sobre la Protección y Revalorización del Patrimonio Industrial que tuvo lugar en Bilbao en 1981, publicadas en 1982[89]. Estos primeros trabajos estuvieron centrados en la Arquitectura Industrial y en todo lo relacionado con el ferrocarril[90]. Después se multiplicaron los eventos con temática industrial en España, y en el caso concreto de la zona de estudio de este trabajo de investigación en 1988 se desarrolló el Primer Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto, desde la historia hacia el futuro[91] . Aunque no será hasta el VII Congreso Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial, convocado por el TICCIH y que tuvo como sedes Madrid y Barcelona, cuando la Arqueología Industrial española se vista de largo.

El estudio de la Arqueología Industrial tuvo más arraigo en las zonas más industrializadas, como Cataluña, el País Vasco, Asturias o la Comunidad Valenciana. En 1979 se constituyó en Cataluña la *Asociació del Museu de la Ciència i de la Tècnica i d`Arqueología Industrial de Catalunya,* que tenía como aspiración crear un Museo donde se explicara, expusiera y mostrara la industrialización en Cataluña. El Departamento de Cultura de la Generalidad de Cataluña compró en 1983 la fábrica textil Aymerich, Amata y Jover de Terrassa para ser la sede del actual Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña[92] (mNACTEC)[93]. La ley de Museos de 2 de noviembre de 1990 lo declaró Museo Nacional, constituyéndolo como una entidad autónoma que gestiona el Inventario del Patrimonio industrial de Cataluña. Dentro de sus actividades ha venido desarrollando las Jornades d´Arqueologia Industrial, que son trianuales. Una figura clave en los

[88]ARACIL MARTÍ, R.; CERDÁ PÉREZ, M. y GARCÍA BONAFÉ, M. (1980): *Arqueología Industrial de Alcoy,* Ayuntamiento de Alcoy, Alcoy.
[89]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…*, 35.
[90]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la *Fábrica…57.*
[91]VVAA (1988): *Memoria del I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto, desde la historia hacia el futuro*. Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Río Tinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, Nerva.
[92]CASANELLES RAHOLA, E. (1990): "Proyecto de adecuación de la fábrica Aymerich, Amat y Jover, como Museo de la Ciencia y la Técnica de Cataluña", *Basa* nº 13, 36-45; CASANELLES RAHOLA, E. (1998): "El sistema de Museu de la Ciencia i de la Tècnica de Catalunya", *Serra d´Or,* 468, 61-66; CASANELLES RAHOLA, E. (2018): "El sistema territorial del Museu de la Ciencia i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC): un projecte d´estat", *Revista de Catalunya,* 301, 91-102; CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…*, 36.
[93]https://www.mnactec.cat

estudios sobre Patrimonio Industrial en Cataluña, España, Europa y sobre el mNACTEC fue su director entre 1983 y 2013, Eusebi Casenelles Rahola.

El Patrimonio Minero Industrial solo ha sido catalogado completamente en Cataluña, lo hizo la Dirección General de Energía y Minas, de la Generalidad de Cataluña, y el marco geográfico de estudio elegido fue comarca[94].

Tras las primeras Jornadas desarrolladas en 1981, ya citadas, en el País Vasco no hubo más iniciativas hasta 1989, cuando se creó la Asociación Vasca de Patrimonio Industrial y Obra Pública, que entre 1990 y 1994 realizó el Inventario Provisional del Patrimonio Industrial del País Vasco de entre 1841 y 1936. El Departamento de Cultura del Gobierno Vasco y el Instituto Deiker de la Universidad de Deusto realizaron una investigación sobre el patrimonio industrial vasco de los edificios e instalaciones industriales por provincias[95] Vizcaya[96], Guipúzcoa[97] y Álava[98], que fueron publicados entre fines de los años 80 y principios de los 90.

A principios de los años 90 también se inició la creación de Museos con temática industrial, destacando por la entidad de su colección el Museo Vasco del Ferrocarril en Azpeitia[99], que abrió sus puertas en 1992. Es desde entonces un referente a nivel Europeo y Mundial, y no podemos dejar de mencionar a su director, Juan José Olaizola Elordi, por la enorme labor en la difusión del patrimonio ferroviario vasco en concreto y español en general. Su ayuda fue crucial en el principio del desarrollo del Ferrocarril Turístico Minero del Parque Minero de Río Tinto en la transmisión de Know how, y no puedo dejar pasar esta oportunidad para agradecerle su ayuda.

En 1997 la Fundación Lenbur puso en marcha el Museo del Valle del Hierro y seis años después, en 2003, se creó el Museo de la Minería del País Vasco en Gallarta (Vizcaya)[100], institución de referencia en la región.

[94]PUCHE RIART, O.; HERVÁS EXOJO, A. y MAZADIEGO MARTÍNEZ, L.F. (2011): "El Patrimonio Histórico Minero-Metalúrgico en España: su impacto en el Turismo Cultural", De Re Metallica, 17, 40.
[95]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial…*, 36 -37.
[96] IBÁNEZ GÓMEZ, M.; YANIZ ARMENDÍA, S.; ZABALA LLANOS, M.; SANTANA EZQUERRA, A. (1988): *Arqueología Industrial en Bizkaía*, Diputación Foral de *Bizkaia*, Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Universidad de Deusto, Zamudio.
[97]IBÁNEZ GÓMEZ, M.; TORRECILLA GORBEA, M.J.; ZABALA LLANOS, M. y YANIZ ARMENDÍA, S. (1909): *Arqueología Industrial en Guipuzkoa*, Diputación Foral de Guipuzkoa, Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Universidad de Deusto, Zamudio.
[98]IBÁNEZ GÓMEZ, M.; TORRECILLA GORBEA, M.J. y ZABALA LLANOS, M. (1992): *Arqueología Industrial en Álava*, Diputación Foral de Álava, Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Universidad de Deusto, Zamudio.
[99]OLAIZOLA ELORDI, J.J. (2004) "Museo Vasco del Ferrocarril", *Burnibidearen Euskal Museoa", KOBIE (Serie Anejos), 6, vol. 2*, Bizkaiko Foru Aldundia-Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao, 751 – 756.
[100]PUCHE RIART, O.; HERVÁS EXOJO, A. y MAZADIEGO MARTÍNEZ, L.F. (2011): "El Patrimonio Histórico Minero-Metalúrgico en España… 36-37.

Los trabajos sobre Patrimonio Industrial Vasco han continuado hasta el corriente siglo, entre los que destacamos el que realizó Astibia Aierra en 2009[101].

La Comunidad Valenciana fue la región donde se hizo la primera publicación, Arqueología Industrial de Alcoy[102], que ya hemos reseñado, y fue donde comenzó sus trabajos el padre de la Arqueología Industrial en España, Aracil Martí[103]. El trabajo de este investigador ha sido continuado por otros autores: Aguilar Civera, cuya labor ha estado encaminada a la Arqueología Industrial Valenciana, pero centrada en el transporte, sobre todo el ferrocarril y la obra pública[104]; y Cerdá Pérez, que, además de tratar la Arqueología Industrial Valenciana[105], ha trabajado sobre el concepto de la disciplina[106], llegando a escribir un magnífico manual, en la humilde opinión del autor de este trabajo, el mejor escrito en español hasta la fecha[107].

Aunque el primer Museo sobre una actividad industrial fue el Museo de la Cerámica de Manises (Valencia), creado en 1967, a partir de los años 90 comenzó la eclosión de Museos sobre las distintas actividades industriales y fabriles. En 1990 se constituyó en Ibi (Alicante) el Museo Valenciano del Juguete, dos años después también la provincia de Alicante inició su andadura el Museo del Calzado José Mª Amat Amer en Elda, y en 1995 se inauguró en Torrevieja (Alicante) El Museo del Mar y la Sal. En la Provincia de Castellón abrió sus puertas el Museo del Yeso en Soneja en 2008 y Mina Esperanza en Torre d´en Besora en el año 2009. Como lugar industrial restaurado hay que destacar el Alto Horno nº2 en Sagunto (Valencia).

[101]ASTIBIA AIERRA, H. (2009): *Paisajes de papel y patrimonio de la Era industrial vasco – navarra*, Bilbao.
[102]ARACIL MARTÍ, R.; CERDÁ PÉREZ, M. y GARCÍA BONAFÉ, M. (1980): *Arqueología Industrial de Alcoy…Alcoy*.
[103]VERGARA, ÓSCAR G. (2009 – 2010): Arqueología industrial. Un comentario bibliográfico tras medio siglo de historiografía. *Anales De Prehistoria y Arqueología Murcia* nº 25 - 26, Murcia, 285.
[104]AGUILAR CIVERA, I. (1991): "Industrialització i arquitectura", en *Arqueología Industrial. Actes del primer congreso del País Valencià*, Valencia, 93-119; AGUILAR CIVERA, I. (1998): "Arqueología industrial: un patrimonio por descubrir: Sagunto y su patrimonio industrial siderúrgico", *Braçal*, 17-18/1, 35-54.; AGUILAR CIVERA, I., (2003a): "El ferrocarril, un nuevo paisaje industrial", en *Historia del ferrocarril en las comarcas valencianas: La Ribera Alta*, Valencia, 139-160.; AGUILAR CIVERA, I., (2003b): "El Museo del Transporte y del Territorio, una nueva oferta cultural de la Comunidad Valenciana, *Butlletí d'arqueología industrial i de museo de ciència i tècnica*, 54, 4-6.; AGUILAR CIVERA, I., (2003c): "Patrimonio industrial: aprovechamiento cultural y reutilización", *IV Jornadas Internacionales de Patrimonio Industrial*, Colección "Los Ojos de la Memoria", Gijón, 41-62.; AGUILAR CIVERA, I., 2005a: "Análisis y valoración del Patrimonio Industrial", *Patrimonio cultural y derecho*, 9, 289-293.; AGUILAR CIVERA, I., 2005d: *100 elementos del paisaje valenciano: las obras públicas*, Valencia.; AGUILAR CIVERA, I., 2006a: "El patrimonio de la Obra Pública. Origen y evolución (1800-1933)", *I Congreso Internacional de Patrimonio e Historia de la Ingeniería*, Las Palmas de Gran Canaria, 72-109.
[105]CERDÀ, M., y GARCÍA BONAFÉ, M. (1995): *Enciclopedia valenciana de Arqueología Industrial*, Valencia.
[106]CERDÀ PÉREZ, M. (1991): "Industrial archaeology and the working class", A*rqueología Industrial: Actes del Primer Congrés del País Valenciá*, Valencia, 403-422.
[107]CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial, Teoría y Práctica*, Universitat de Valencia, Valencia.

Debido a su pasado minero e industrial, Asturias es una de las regiones españolas donde más ha arraigado el estudio de la Arqueología Industrial y la conservación de muchos de sus bienes. Las primeras investigaciones comenzaron en los años 80[108], y también se han desarrollado trabajos de conjunto[109]. El caso asturiano no se puede tratar sin mencionar la labor de la Asociación INCUNA (Industria, Cultura y Naturaleza) y la de su presidente, Miguel Ángel Álvarez Areces, que además preside TICCIH-España. El trabajo de este investigador ha tratado un importante porfolio de temas sobre Patrimonio Industrial, desde su recuperación, didáctica, rutas, musealización, protección y conservación[110]. Aunque centrado en el caso asturiano, no pierde la perspectiva nacional, europea e internacional[111]. Se han tratado otros temas, como los referidos por ejemplo al mundo ferroviario[112], pero la mayoría de la temática ha estado centrada en la minería y la siderurgia y en el patrimonio generado por estas actividades.

En cuanto a la conservación y musealización del patrimonio, si bien es verdad que uno de los primeros intentos se produjo en 1985 con la creación en Taramurdi

[108]MORÍS MENÉNDEZ-VALDÉS, G., 1986: "Patrimonio industrial asturiano: testimonios para una historia de lo cotidiano", *Ábaco* 1, 23-26.

[109]BENITO DEL POZO, P. (Coord.) (1999): *La industria en Asturias: entre la arqueología y la innovación*, Oviedo.

[110]ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (1992): "Recuperación y uso del patrimonio industrial: el caso de Asturias", *Ábaco*, 1, 57-66.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (1998ª): "Aplicaciones del patrimonio industrial al desarrollo local", en *Actas del X Congreso Internacional de Minería y Metalurgia,* tomo V, Valencia, 167-193; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (1998b): "Asturias: patrimonio industrial y turismo cultural: nuevos recursos para viejas estructuras", *Ábaco*, 19, 81-90 ; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., -Coord.- (2001): *Arqueología industrial, patrimonio y turismo cultural*, Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., -Coord.- (2002a): *Patrimonio industrial, lugares de la memoria, proyecto de reutilización en industrias culturales, turismo y museos*, Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2002b): "Nuevas miradas al paisaje y al territorio", *Ábaco*, 34, 17-40.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., -Coord.- (2003): *Estructuras y paisajes industriales, proyectos socioculturales y turismo industrial*, Gijón.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., -Coord.- (2004): *Rutas culturales y turísticas del patrimonio industrial*, Gijón.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (coord.) (2005): *Didáctica e interpretación del patrimonio cultural*, Gijón.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (coord.) (2006a): *Patrimonio industrial e Historia Militar, nuevos usos en el urbanismo y la cultura*, Gijón.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2006b): "La musealización de los espacios industriales", *Miradas al patrimonio*, Gijón, 327-362.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2007a): "Asturias recupera el patrimonio olvidado. La musealización de espacios industriales", *Revista de los Museos de Andalucía*, 8, 100-106; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2007b): *Arquitecturas, ingenierías y culturas del agua*, Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2008a): "Patrimonio industrial. Un futuro para un pasado desde la visión europea", *Apuntes*, 21/1, 6-28; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2008b): *Arqueología industrial. El pasado por venir*, Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2008c): *Del hierro al acero. Forjando la historia del patrimonio industrial siderúrgico*. Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2009): "Patrimonio, cultura y paisaje, recursos para una economía sostenible", *Ambienta*, 88, 9-19.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. -Coord.- (2010a): *Patrimonio industrial y paisaje. Actas del V Congreso de Conservación del patrimonio Industrial y de la Obra Públicas en España, Ferrol, 2009. TICCIH-España*, Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. -Ed.- (2010b): *Patrimonio y Arqueología de la industria del cine*, Gijón.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2010c): "Patrimonio industrial, paisaje y desarrollo territorial", *Áreas*, 29, 21-29; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2010d): "Protección del Patrimonio Industrial y Política Territorial", en HENARES CUÉLLAR, I. L. *La protección del Patrimonio Histórico en la España democrática*, Madrid, 31-54; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. y VALDÉS ÁLVAREZ, I. (2011): "Museos y Patrimonio Industrial en Asturias", *Her & Mus: heritage & museography* 7, 38-48; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2013a): "Paisajes Culturales, Patrimonio Industrial y Desarrollo Regional". ÁLVAREZ ARECES, M. Á -Coord.- *Paisajes Culturales, Patrimonio Industrial y Desarrollo Regional,* Gijón, 13-18; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2013b): "La Conservación del Patrimonio Industrial en sus aspectos inmateriales e intangibles", en ÁLVAREZ ARECES, M.Á. -Coord.-, *Patrimonio Inmaterial e Intangible de la Industria: artefactos, objetos, saberes y memoria de la industria*, Gijón, 11-20; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2015): "Fábricas y memorias del desarrollo: una herencia cultural en el territorio", *Ábaco,* 86, 33-35.; ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2019): "Gestión del Patrimonio Industrial resiliencia e innovación", en ÁLVAREZ ARECES, M. Á -Coord.-,*Resiliencia, innovación y sostenibilidad en el Patrimonio Industrial*, Gijón, 8.

[111]ALVAREZ ARECES, M.A., y TARTARINI, J., (2008): *Patrimonio industrial en Iberoamérica, testimonios de la memoria, el trabajo y la producción*, Buenos Aires.

[112]HERNÁNDEZ FERNÁNDES, J., y VILA CALVO, A., (2010): "Arqueología industrial, mundo del trabajo y fuentes orales. Una aproximación interdisciplinar: el proyecto "El Mundo del Trabajo de los ferroviarios en Asturias", *Llámpara: patrimonio industrial*, 3, 71-83.

(Asturias) del Conjunto Etnográfico de Os Teixois, que incluye una ferrería, no fue hasta mediados de los años 90 cuando se inició la eclosión de museos sobre temática industrial en Asturias. Entre ellos destacamos la creación de uno de los referentes a nivel español y mundial, el Museo de la Minería y la Industria (MUMI) en el Entrego en 1994, en el que se muestra cómo se desarrolló la minería desde el siglo XIX hasta la actualidad, la fabricación de explosivos. En la Mina Imagen se muestra la evolución del laborero minero en la minería de carbón, hasta tratar los movimientos obreros, y es también el que mayor número de visitantes tiene a nivel autonómico y el segundo a nivel nacional. En 1998 abrió sus puertas el Museo del Ferrocarril de Asturias (Gijón), otra institución de referencia sobre patrimonio ferroviario, que además de conservar y exponer material de RENFE, tiene en sus fondos unidades de vía estrecha provenientes de antiguas compañías que hicieron uso de este medio de transporte, muchas de ellas mineras. En 2006 se creó en una antigua torre de refrigeración de la Fábrica de La Felguera (Langreo, España), el Museo de la Siderurgia de Asturias (MUSI), que muestra el desarrollo de las operaciones siderúrgicas y la intrahistoria de los trabajadores de La Felguera y sus familias.

El trabajo de restauración y puesta en valor de antiguas instalaciones industriales continúa, el Museo de la Mina de Arnao en Castrillón Asturias, abierto en 2012, y en Ciaño (Langreo, Asturias) se inauguró en 2013 el Ecomuseo Minero del Valle de Samuño, que consta del recorrido en un tren minero que discurría por el Valle de Samuño, hasta el Pozo San Luis, donde se muestra el castillete y todas las instalaciones mineras. La última instalación minera industrial a reseñar es el Centro de Experiencias y Memoria de la Minería en el Pozo Sotón (San Martín del Rey Aurelio, Asturias), puesta en servicio en el año 2014, donde se realiza una visita por este emblemático pozo hullero, para conocer cómo se sucedieron las operaciones mineras para extraer carbón y el memorial donde se recogen los nombres de los mineros fallecidos durante su trabajo.

En Castilla y León hasta casi el siglo actual no comenzaron las publicaciones sobre Arqueología Industrial, y existen pocos trabajos de conjunto[113]. En otras ocasiones están centradas en puntos concretos[114], siendo la zona más estudiada el Bierzo[115].

En cuanto a la conservación del Patrimonio Industrial en Castilla y León, el primer museo fue el Museo del Vidrio Real Fábrica de Cristales en la Granja (Segovia) en 1982, pero no fue hasta después de mediados de los años 90 del siglo XX cuando comenzaron a surgir, en su mayor parte ligados a la industria minera y siderúrgica, como el Centro de Interpretación de la Minería en Barruello Santullán (Palencia) en 1998, y el Museo del Ferrocarril de Ponferrada, que abrió sus puertas en 1999. No podemos dejar de destacar la institución más importante hasta la actualidad sobre Arqueología Industrial en la región es el Museo de la Siderurgia y de la Minería de Castilla – León en Sabero (León), inaugurado en 2008.

Aunque no es una región muy industrializada, Castilla La Mancha cuenta con estudios generales sobre Arqueología Industrial[116], centrados en la arquitectura industrial[117], patrimonio ferroviario[118] y muy recientemente sobre Paisaje Industrial[119] . Las dos zonas mineras más importantes, Puerto Llano[120] y Almadén[121], han centrado los

[113]BENITO DEL POZO, P. (Dir.) (2008) *Territorio y Patrimonio Industrial en Castilla y León*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de León, León.

[114]ANDRÉS NISTAL, P. (1994): *El sector industrial en la Cuidad de León y su entorno*, Universidad de León.

[115]BALBOA DE PAZ, J.A., (1997): "Industria y arqueología industrial en El Bierzo", *Estudios bercianos*, 23, 105-117.; BALBOA DE PAZ, J.A. (2005): "La térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada", *Bergidum,4*, 10-16.; BALBOA DE PAZ, J.A., (2006): *El patrimonio industrial de la provincia de León*, Instituto Leonés de Cultura.

[116]CARRERA SÁNCHEZ, M. C. (1986): "Estructura y dinamismo de la industria en Castilla La Mancha: importancia de la industria agroalimentaria", *El Campo, 102*, 124-138.

[117]PERIS, D. (Coord.) (1995): *Arquitecturas para la Industria en Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.

[118]HERCÉ, J.A..; LÓPEZ, S. M.; Moreno, N. y Silvia, C. (1998): *Apuntes sobre arquitectura industrial y ferroviaria en Castilla-La Mancha, 1850- 1936*, Guadalajara.

[119]PERÍS SÁNCHEZ, D. (2020): *Paisajes Industriales de Castilla La Mancha*, bubok, Ciudad Real.

[120]CAÑIZARES RUIZ, M. C. (1999): "Los símbolos mineros como elementos revitalizadores de la *imagen urbana en la ciudad de Puertollano (Ciudad Real)", El territorio y su imagen*, Vol. II, AGE y Universidad de Málaga, Málaga, 977-986; AYUNTAMIENTO DE PUERTOLLANO (1995): Elementos Mineros conservados en la Cuenca de Puertollano, Vol. I y II, rústica, Puertollano. AYUNTAMIENTO DE PUERTOLLANO (1999): Museo de la Minería del Pozo Norte, Puertollano. Ciudad Real, Puertollano (rústica); AYUNTAMIENTO DE PUERTOLLANO (2000): Programa Operativo Local (POL). *Proyecto: Museo de la Minería al Aire Libre*, documento, Puertollano.

[121]CARRASCO MILARA, F.J. (2009): L*as Minas de Almadén historia reciente*. Editado Minas de Almadén y Arrayanes, S.A. y la Fundación Almadén Francisco Javier de Villegas. Ciudad-Real; CAÑIZARES RUIZ, M.C., (2003): "Patrimonio minero- industrial en Castilla-La Mancha: el área de Almadén-Puertollano", *Investigaciones Geográficas*, 31, 87-106; CAÑIZARES RUIZ, M.C., 2004: "Algunas iniciativas de turismo minero en Castilla-La Mancha", *Cuader- nos Geográficos*, 34, 129-143; CAÑIZARES RUIZ, M.C., 2005a: "Nuevas estrategias de desarrollo: el Parque Minero de Almadén", *Espacios Públicos, espacios Privados: un debate sobre el territorio, XIX Congreso de Geógrafos Españoles,* Santander, 1-12;CAÑIZARES RUIZ, M.C., 2005b: *Territorio y patrimonio minero-industrial en Castilla-La Mancha,* Cuenca; CAÑIZARES RUIZ, M.C., 2008: "El atractivo turístico de una de las minas de mercurio más importantes del mundo: el parque minero de Almadén (Ciudad Real)", *Cuadernos de Turismo*, 21, 9-31.; GARCÍA DE MIGUEL, J. M. (2004): "Patrimonio histórico minero: Almadén", C*ongreso de Protección legal para patrimonio arqueológico. Rutas mineras*. Ministerio de Cultura de España; MANSILLA PLAZA, L. y IRAIZOZ FERNÁNDEZ, J. Mª. (1995): La Metalurgia del mercurio: desde Plinio a los hornos de Xaecas", *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular*, León 26 al 29 de septiembre de 1995, Colegiata de San Isidoro , 512-517.; MANSILLA PLAZA, L. (2000): "La Metalurgia del Mercurio en Almadén durante la época colonial (1550 – 1800)", en SÁNCHEZ GÓMEZ, J. y MIRA DELLI-ZOTTI, G. -Coords.-, *Hombres, técnica, plata: Minería y sociedad en Europa y América. Siglos XVI-XIX*, Sevilla, 63-75; MANSILLA PLAZA, L. (2013): *Metodología para la valoración de Patrimonio Minero Industrial de Castilla La Mancha*, Córdoba, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.

trabajos sobre Patrimonio Industrial Minero. En cuanto a la conservación de patrimonio y su valorización destaca el Parque Minero de Almadén, la entidad de los bienes conservados determinó que el 30 de junio de 2012 fuera declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO[122].

El Patrimonio Industrial de la Comunidad de Madrid también ha sido objeto de estudio por parte de la Arqueología Industrial. Aunque hay investigaciones generales[123], los trabajos se han centrado sobre la Arquitectura Industrial[124] y la Obra Pública[125].

Entre los Museos dedicados a esta temática en Madrid destacamos el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT), creado en 1997, Institución dependiente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, que tiene como fin mostrar la divulgación de la tecnología, muchas veces asociada a procesos industriales. Otro Museo de referencia es el Museo del Ferrocarril de Madrid, institución dependiente del Ministerio de Fomento, ubicado en la estación de las Delicias, que está gestionado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles y fue inaugurado en 1984. Este Museo expone de forma didáctica el parque móvil motor empleado por las compañías ferroviarias anteriores a RENFE y por la propia RENFE, unidades de parque móvil remolcado, una interesante colección de elementos auxiliares ferroviarios como relojes, sistemas de cambio y cruzamiento, y alberga una muy completa colección de modelismo ferroviario.

Sobre la industria minera se ubican en Madrid el Museo Histórico Minero D. Felipe de Borbón y Grecia de la Escuela Técnica Superior Ingenieros de Minas y Energía, creado en 1836, uno de los Museos más antiguos de España, y el Museo Geominero, dependiente del Instituto Geológico y Minero de España, creado en 1926.

Aragón no es una región donde la industrialización tuvo un amplio desarrollo, y los trabajos sobre Arqueología Industrial, que no se desarrollaron hasta fines del siglo

[122]MANSILLA PLAZA, L. (2015):"La recuperación patrimonial de la actividad minera: la puesta en valor de las minas de Almadén (Ciudad Real)", en LÓPEZ BALLESTA, J.M. (Coord.) *Minería y metalurgia en el mediterráneo y su periferia oceánica: III Encuentros Internacionales del Mediterráneo PHICARIA,* Mazarrón, 17-36.
[123]CANDELA, P., CASTILLO, J.J. y LÓPEZ, M. (2002): *Arqueología Industrial en Madrid, memoria del trabajo y el patrimonio industrial del sudeste madrileño, 1905-1950,* Madrid.
[124]REVILLA, F., y RAMOS, R. (2008): *La arquitectura industrial de Madrid*, Madrid.; PARDO, C.J., 2004: *Vaciado industrial y nuevo paisaje urbano en Madrid. Antiguas fábricas y renovación de la ciudad*,Madrid.
[125]CANDELA SOTO, P.(2009): *Más que agua y piedra. El Patrimonio Histórico del Canal de Isabel II*, Madrid.

XX y principios del XXI, se han realizado a nivel regional[126] y provincial [127] en la organización de jornadas, seminarios y congresos sobre la temática que nos ocupa[128].

Al igual que con las investigaciones sobre Arqueología Industrial, ha sido en este siglo cuando se ha comenzado a crear museos sobre actividades industriales, dedicados a mostrar y explicar diversas actividades, como el Museo de la Alfarería (Santa Cruz del Moncayo, Zaragoza), inaugurado el año 2000. Los más numerosos son los dedicados a la minería del Carbón: el Centro de Interpretación de las Minas de Aliaga – Parque Cultural del Maestrazgo (Aliaga, Teruel), que abrió sus puertas en 1999; el Museo Minero de Escucha (Escucha, Teruel), inaugurado en 2002, el Parque Tecnológico Minero Comarca de Andorra (Andorra, Teruel), en operación desde 2005; y como último ejemplo el Museo Minero de Mequinenza (Zaragoza), que está abierto al público desde 2012, en el que la visita al Museo se completa con el recorrido por una galería minera.

Murcia alberga un importante patrimonio industrial, vinculado en buena parte a actividades mineras y agroalimentarias, y tiene una obra de conjunto sobre el particular[129], que trata de las norias, molinos, fábricas, instalaciones ferroviarias y mineras. Sin embargo, no dispone de una publicación realizada desde el punto de vista de la Arqueología Industrial[130], aunque sí hay varias desde el punto de vista turístico[131]. El principal referente en cuanto a conservación del patrimonio industrial en la región es el Parque Minero de la Unión, que incluye el Museo Minero de La Unión (La Unión Murcia), abierto en 2001, y el Centro de Interpretación Mina Las Matildes en el paraje de El Beal, que fue inaugurado en 2005. Con la puesta en servicio turístico de las galerías de la Mina Agrupa Vicenta y el tren minero, que recorre la vía que unía Portman con La Unión, a partir de 2010 se constituyó el Parque Minero de La Unión[132].

Extremadura no ha sido una región muy industrializada, aunque cuenta con trabajos

[126]LABORDA YNEVA, J, BIEL IBÁÑEZ, M. P. y JIMÉNEZ ZORZO, F. J. (2000): *Arqueología Industrial en Aragón*, Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón, Zaragoza.
[127]BIEL IBÁÑEZ, M.P., y JIMÉNEZ ZORZO, J. -Coords.- (2005): *Patrimonio industrial en la provincia de Zaragoza, Valdejón*, Zaragoza.
[128]BIEL IBÁÑEZ, M.P. -Coord.- (2007): *Jornadas Patrimonio Industrial y de la Obra Pública,* Zaragoza, 16, 17 y 18 de abril de 2007, Zaragoza.
[129]VERGARA, ÓSCAR G. (2009– 2010): "Arqueología industrial. Un comentario bibliográfico tras medio siglo de historiografía", *Anales De Prehistoria y Arqueología Murcia* nº 25 - 26, Murcia, 288.
[130]GRIÑÁN MONTEALEGRE, M.; LÓPEZ SÁNCHEZ, M.; PALAZÓN BOTELLA, M.D.; MAS CONGOST, J.M. (2007): *El patrimonio industrial de la región de Murcia*, Asociación de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia, Murcia.
[131]CAÑIZARES RUIZ, M.C. (2011) "Patrimonio, parques mineros y turismo en España", *Cuadernos de Turismo, 27*; 133-153.; DE LA LLANA, A. (2013). *La Unión para niños,* Editorial infantil/juvenil Áglaya. Murcia; MORALES YAGO, F.J. (2015) "La Sierra de Cartagena – La Unión (Murcia): Un ejemplo de actividad Turística a través del Patrimonio Minero", *Papeles de Geografía, 61*, 77-96.
[132]CAÑIZARES RUIZ, M.C. (2011): "Patrimonio, parques mineros y turismo en España", Cuadernos de Turismo, 27, 133-153; MORALES YAGO, F.J. (2015) "La Sierra de Cartagena – La Unión (Murcia): Un ejemplo de actividad Turística a través del Patrimonio Minero", Papeles de Geografía, 61, 77-96.

de conjunto[133], pero hay mucho aún por hacer. Los museos y bienes patrimoniales que tienen una temática industrial están en buena parte relacionados con la actividad minera, como la Mina La Jayona (Fuente del Arco, Badajóz), que está abierta desde 1998, el Museo de Logrosán (Logrosán, Cáceres), inaugurado en 2007, y Museo Geológico y Minero de Santa Marta de los Barros (Santa Marta de los Barros, Badajoz), abierto al público desde 2008.

En las Islas Canarias los trabajos con un enfoque desde la Arqueología Industrial no se desarrollarán hasta fines del siglo XX[134] e inicios del XXI[135]. Los Museos relacionados con el Patrimonio Industrial está relacionadas con actividades tradicionales, y tienen una cronología similar a la de los trabajos, como el Museo de la Cantería en Araucas (Gran Canaria), abierto desde 1999, y el Museo de la Sal (La Antigua, Fuerteventura), inaugurado en 2006.

Las Islas Baleares presentan un panorama similar al descrito para las Canarias, y la obra de conjunto sobre arqueología industrial se centra sobre la obra pública[136]. Existen trabajos sobre el proceso de industrialización balear, pero desde el punto de vista histórico[137]. Los bienes industriales valorizados están relacionados con la industria salinera, como Las Salinas de Ibiza (Ibiza) o la cantera de la Pedrera de Santa Ponça (Alaior, Menorca).

En Galicia no existe una obra en conjunto sobre Arqueología Industrial[138], y las que existen sobre el patrimonio son las generadas por diversas actividades industriales relacionadas con el mundo marítimo[139], molinos[140], ferrocarril[141], industria papelera[142] o minería[143]. Es de destacar el trabajo de BUXA, una asociación sin ánimo de lucro que

[133]ZAPATA BLANCO, S. (ed.), (1996): *La industria de una región no industrializada, Extremadura 1750-1990,* Cáceres.
[134]SUÁREZ MORENO, F., 1998: *La arqueología industrial en Canarias: apuntes para su estudio*, Las Palmas de Gran Canaria.
[135]GARCÍA SERRERA, J., 2003: "Arqueología industrial en Canarias", *Dyna, 78/1*,6-9.
[136]AGUILÓ, M. y LLAUGER, M. A. -Coords.- (1996): *150 anys d'Obres Públiques a les Illes Balears*, Palma de Mallorca.
[137]MANERA, C., y PETRUS, J.M. -Coords.-, (1991): *Del taller a la fàbrica, el procés d'industrialització a Mallorca*, Palma de Mallorca.
[138]VERGARA, ÓSCAR G. (2009 – 2010): "Arqueología industrial. Un comentario bibliográfico tras medio siglo de historiografía"…, 288.
[139]PEREIRA GONZÁLEZ, D. (2008): *Elaboración do inventario do patrimonio marítimo pesqueiro no ámbito das confrarías de pescadores de Muros, Lira, O Pindo, Fisterra e Laxe,* A Coruña: Fundación Lonxanet para la Pesca Sostenible, http://pindomarino.org/arquivos/Informe_Memoria_Inventario_Pat_Cult_191208.
[140]PÉREZ VILLAR, G. (2006): "Una ruta turística polos muíños do río Belelle", *Revista de Neda: anuario cultural do Concello de Neda*, nº 9, Pérez Grueiro, M. (Dir) Concello de Neda, Neda, Coruña, 158-175.
[141]PERIS TORNER, J. (2012): "Pontevedra a Santiago (The West Galicia Railway Company Limited)", *Ferrocarriles de España,* http://www.spanishrailway.com/2012/03/06/pontevedra-a-santiago-the-west-galicia-railway-company-limited/
[142]FUMEGA PIÑEIRO, F.X.; SOBRADO PÉREZ, X.L. (2010): *As fábricas de papel na comarca do Carballiño,* O Carballiño (Ourense), Centro de Estudios Chamoso Lamas.
[143]ÁLVAREZ-CAMPANA GALLO, J.M. y RUIZ MORA, J.E. (2006): "Las minas de San Finx, Lousame: minería metálica desde la edad del bronce hasta el siglo xx. puesta en valor del Patrimonio Industrial minero de Galicia", *Congreso Internacional: Puesta en Valor del Patrimonio Industrial – Sitios, museos y casos,* https://docplayer.es/21500145-Las-minas-de-san-finx-lousame-mineria-metalica-desde-la-edad-del-bronce-hasta-el-siglo-xx.html.

tiene como fin el conocimiento de la industria en Galicia. En cuanto al patrimonio industrial gallego, el Complejo Siderúrgico y Cerámico de Sargadelos en Cervo (Lugo) estaba operativo desde 1972, pero hubo que esperar a la segunda mitad de los años 90 para que se crearan museos y bienes industriales valorizados visitables, como el cargadero de mineral de Hierro de Ribadeo (Lugo) en 1998, La Ferrería de Locay, en Seoane do Caurel (Lugo) en 1999, y la Mina de San Finx (Lousame, La Coruña) en 2013.

Navarra no ha sido una región pródiga en trabajos sobre Arqueología Industrial[144], y no ha sido hasta época muy reciente cuando se ha realizado la primera publicación sobre Patrimonio Industrial a nivel regional[145].

La Rioja, autonomía eminentemente agrícola, no cuenta con trabajos sobre Arqueología Industrial, y solo se han realizado algunos trabajos sobre Patrimonio Arquitectónico Industrial publicados en internet[146].

Cantabria no cuenta hasta el momento con trabajos desde la perspectiva de Arqueología Industrial, ni con publicaciones de conjunto[147]. Las publicaciones sobre aspectos y bienes concretos no se produjeron hasta inicio del presente siglo, referidos a las ferrerías[148], el cargadero de Dícido de Castro Urdiales[149], la industria agroalimentaria[150] y la valorización mediante el turismo de los bienes industriales[151].

La Ciudad Autónoma de Melilla, como parte de su importante pasado minero en el Rif, conserva un cargadero de mineral que ha sido objeto de diversos estudios[152], aunque no desde el punto de vista de la Arqueología Industrial.

Por último, trataremos cómo se ha desarrollado la Arqueología Industrial el Andalucía, la región donde se ubica la Cuenca Minera de Río Tinto, marco geográfico de este trabajo de investigación.

---

[144]VERGARA, ÓSCAR G. (2009 – 2010): "Arqueología industrial. Un comentario bibliográfico tras medio siglo de historiografía"…, 288.
[145]MARTÍNEZ MATÍA, A.; ROMANO VALLEJO, M. Y APRAÍZ SAHAGÚN, A. (2019) *Patrimonio Industrial en Navarra,* Gobierno de Navarra, Fondo de Publicaciones, Pamplona.
[146]http://patrindustrialquitectonico.blogspot.com/2014/10/la-rioja-los-molinos-de-agua-patrimonio.html
[147]VERGARA, ÓSCAR G. (2009 – 2010): "Arqueología industrial. Un comentario bibliográfico tras medio siglo de historiografía"…, 288.
[148] CEBALLOS CUERNO, C. (2002) "Las ferrerías de la cuenca del Asón: nuevas aportaciones al estudio de la industria siderúrgica tradicional en Cantabria", *Monte Buciero 8*, 213-244.
[149]CÁRCAMO MARTINEZ, J. (2012): "El último cantilever. El cargadero en voladizo de Dícido, Castro Urdiales. (Cantabria)", *Hispania Nostra, Patrimonio del agua,* 28-32.
[150]CUETO ALONSO, G. (2016): "La huella del pasado industrial agroalimentario en el paisaje de Cantabria", Cuaderno de notas 10, Patrimonio agroalimentario Cantabria, 5-32.
[151]CUETO ALONSO, G. (2009): "Reutilización turística del patrimonio minero de Cantabria", *Cuadernos de Turismo* 23, 69-87; MAZARRASA MOWINCKEL, K. y SARIEGO LÓPEZ, I. (2018): "Una propuesta de Turismo Industrial en Cantabria", *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 73 – 90. http://www.ijosmt.com/index.php/ijosmt/issue/view/18
[152]SANMARTÍN SOLANO, G. (2006): "Historia del Cargadero de Mineral de Melilla", *Akros,* 5, 33-42; SERUEL HERNÁNDEZ, F. (2016): "Cargadero de minerales de Melilla 09 años después", *I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública, Nuevas estrategias en la gestión del Patrimonio Industrial*, Sevilla, 249 – 257; TICCIH 100 elementos del Patrimonio Industrial, http://www.100patrimonioindustrial.com/Ficha.aspx?id=66

2.4.1. Arqueología Industrial en Andalucía

España no fue un país muy industrializado, pudiéndole poner este adjetivo sólo a algunas zonas de regiones como el País Vasco o Cataluña. Andalucía no fue una región muy industrializada[153], aunque la explotación de algunos recursos, como los minerales, se realizó empleando la tecnología más avanzada en el momento en aras de la eficiencia y el coste económico, como la llegada al Ferrocarril a varias Cuencas Mineras Andaluzas o la construcción de ingenios como los castilletes o malacates necesarios para la extracción de los minerales desde interior de los pozos[154].

El inicio de los estudios de Arqueología Industrial en Andalucía lo podemos ubicar con las Primeras Jornadas Ibéricas del Patrimonio Industrial y la Obra Pública, que tuvieron lugar en Sevilla en 1990[155], aunque hay dos trabajos anteriores, uno referido a Almería[156] y otro a Sevilla[157]. Desde el principio buena parte de los estudios se centraron en la Arquitectura Industrial y Obra Pública Andaluza[158]. Las jornadas sobre Patrimonio Industrial han continuado en el siglo XXI tratándolo desde distintos puntos de vista, como la fotografía[159], o estudiando aspectos que no habían sido tratados hasta ese momento, como el Paisaje Industrial en Andalucía[160].

El estudio de la Arqueología Industrial llegará a las Universidades en la segunda mitad de los años 90 del siglo XX en forma de tesis de doctorado. Uno de los primeros trabajos de investigación fue realizado por Julián Sobrino Simal en 1997 en la Universidad de Sevilla[161]. Desde entonces hasta la actualidad ha continuado la investigación sobre las distintas temáticas estudiadas por la Arqueología Industrial:

[153]NADAL I OLLER, J (1975): *El fracaso de la Revolución Industrial en España* 1814 – 1913, Barcelona, 90 -93.
[154]CARA BARRIONUEVO, L (2003): "Patrimonio Minero Andaluz. El Futuro de un Pasado", *PH 45*, 36 -43.
[155]JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C., y PÉREZ MONZÓN, J.M. (1994) (coords.): *Primeras Jornadas Ibéricas del Patrimonio Industrial y de la Obra Pública (Sevilla- Motril, 1990)*, Sevilla.
[156]MARTINEZ MARIN, A. (1985): *Arqueología Industrial en Almería*, Almería (inédito).
[157]GARCÍA GIL, J., y PEÑALVER, L. (1986): *La Arquitectura Industrial en Sevilla,* Sevilla
[158]SOBRINO SIMAL, V. J. (1996): *Arquitectura industrial en España, 1830-1990*, Madrid.; SOBRINO SIMAL, V. J. (1998): *Arquitectura de la Industria en Andalucía*, Sevilla.; SÁNCHEZ DE LAS HERAS, C. -Coord.- (2001): *El patrimonio industrial en Andalucía, Jornadas Europeas de patrimonio 2001*, Sevilla; CASAS GÓMEZ, A. de las, -Dir.- (2002): *Obras públicas en Andalucía*, Madrid.
[159]VV.AA. (2006): *Patrimonio Industrial de Andalucía. Portafolio fotográfico*, Consejería de Obras Públicas y Transporte, Sevilla.
[160]PÉREZ PLAZA, A. -Coord.- (2008): *El paisaje industrial en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio*, Consejería de Cultura, Sevilla.
[161]SOBRINO SIMAL, V.J. (1997): *La Arquitectura de la Industrialización*, Sevilla, 1830-1840, Universidad de Sevilla, Tesis Doctoral.

Arquitectura Industrial y Obra Pública[162]; Patrimonio Industrial[163]; Patrimonio Minero[164]; Cultura Minera[165]; Paisaje Industrial[166]; Gestión Patrimonial[167]; Musealización del Patrimonio Industrial[168]; estudio de bienes industriales concretos, como ingenios azucareros[169] , la Real Fábrica de Artillería[170] o las primeras instalaciones metalúrgicas de Andalucía[171]. También se han realizado investigaciones sobre la industrialización de zonas concretas desde el punto de vista de la Arqueología Industrial[172], e incluso se han publicado trabajos sobre teoría de Arqueología Industrial y compilaciones bibliográficas sobre Patrimonio Industrial[173].

Si bien es verdad que el desarrollo de la Arqueología Industrial en Andalucía no está al nivel del de otras zonas de España, hay que señalar que ha sido mucho el camino recorrido. Andalucía tiene actualmente la legislación mejor desarrollada sobre Patrimonio Industrial, con figuras de protección como el Bien de Interés Cultural con distintas categorías e incluso recoge una figura en específico sobre Patrimonio Industrial, Lugar de Interés Industrial. El Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico tiene

[162]SOBRINO SIMAL, V.J. (1998): *Arquitectura de la Industria en Andalucía*, Sevilla.; SOBRINO SIMAL, V.J. (2000): "El espacio del trabajo: territorio, arquitectura y diseño industrial (resumen)", en OLIVEIRA JORGE, V. (Coord.), *III Congreso de Arqueología Peninsular: UTAD, Vila Real, Portugal, setembro, 1999*, Vol. 8, pp. 237-238.; SOBRINO SIMAL, V.J., (2010): "Ver y hacer ver: modernidad y arquitectura industrial en España", *Áreas* 29, 31-37.; SOBRINO SIMAL, V.J. (2014): "El Patrimonio Industrial y de la Obra pública", en NAVARRETE PRIETO, B. y FERNÁNDEZ GÓMEZ, M. (Coords.), *Historia y Patrimonio del Ayuntamiento de Sevilla*, Sevilla, 19-28.

[163]JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (1997): "El Patrimonio Industrial: algunas consideraciones relativas a su concepto y significado", *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 21*, 99 – 105; JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (1999): "Estado actual del Patrimonio Industrial Andaluz", en PAREJO BARRANCO, J. A. y SÁNCHEZ PICÓN, A. *Estudios en Homenaje a Jordi Nadal*, 733-745.

[164]SOBRINO SIMAL, V.J. (2009): "El Patrimonio Industrial y Minero", en CASTILLO RUIZ, J., CEJUDO GARCÍA, E. y ORTEGA RUIZ, A. (Coords.), *Patrimonio histórico y desarrollo territorial*, Sevilla, 26-49.

[165] CANO SANCHIZ, J. M. (2014): "Ser Minero. El contexto cultural generado por la minería industrial (siglos XIX – XX) en el sur de la Península Ibérica", *Munibe, 65*, 249 -268.

[166]SOBRINO SIMAL, V.J. (1999): "El paisaje, las máquinas y los hombres: la pintura como fuente de documentación social para la arqueología industrial", *Anti- grama*, 14, 65-78; PÉREZ PLAZA, A. -Coord.- (2008): *El paisaje industrial en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio*, Consejería de Cultura, Sevilla.

[167]SOBRINO SIMAL, V. J. (2005): "Nuevas estrategias de gestión patrimonial: el Programa de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico Industrial de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía", *Trasportes, Servicios y Telecomunicaciones*, 8, 265-184.

[168]GRANDE ÁLVAREZ, N. (2017): La musealización del Patrimonio Industrial. Dos modelos de intervención en la provincia de Huelva: Casa Dirección en Valverde del Camino y Molino de Mareas "El Pintado" en Ayamonte, Pasos Vol. 15 nº 3, 659-672; SOBRINO SIMAL, V.J. (2019): "Los museos y la didáctica del Patrimonio Científico e Industrial", *Ben Baso,* 28, 31-39.

[169]JIMÉNEZ YANGÜAS, M. y JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (2001): "Patrimonio azucarero granadino", *Narria. Estudios de artes y costumbres populares, 93 – 96*, 16-23.

[170]SOBRINO SIMAL, V.J. (2011): "La Real Fábrica de Artillería de Sevilla: hacia un espacio patrimonialmente activo y de producción creativa", *Ábaco, 70*, 89-94.

[171]JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (2010): "Las Primitivas siderometalúrgicas andaluzas de los siglos XVIII – XIX" *Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*, Sevilla, 56-64; GIL DELGADO, O. y JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (2017): "La Concepción (Marbella): inicios de la industrialización andaluza", *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 92*, 74- 85.

[172]CANO SANCHIZ, J.M. (2012): *La Minería y la metalurgia del cobre como elemento de Industrialización: Análisis arqueológico del complejo británico de Cerro Muriano* (Córdoba), Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba; ORCHE AMARÉ, P. (2017): A*nálisis de la evolución de la actividad extractiva del hierro en El Pedroso, Provincia de Sevilla, con especial atención a la prevención de riesgos laborale*s, Universidade de Vigo, Tesis Doctoral, inédita.

[173]CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica… 16, 66; CANO SANCHIZ, J.M. (2008): "Arqueología industrial en Córdoba: la sociedad española de construcciones electromagnéticas (primera fase: 1917-1930)", *Anales de Arqueología Cordobesa*, 19, 361-386.; VVAA (2013): Patrimonio Industrial en Andalucía, Biblioteca IAPH, Consejería de Cultura, Sevilla.

un interés creciente sobre el Patrimonio Industrial, y desde el gobierno andaluz se impusan diversas instituciones privadas cuyo fin es la investigación, estudio y conservación del Patrimonio Industrial, como Fundación Río Tinto[174], Colectivo Proyecto Arrayanes[175], Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía[176] o la Asociación Herrerrías[177].

Andalucía tiene un importante número de museos y bienes industriales conservados, reflejo de las diversas actividades industriales, que comenzaron a abrir sus puertas a principios de los años 90 del siglo XX y han continuado hasta nuestros días, el Museo de la viña al vino (Jérez, Cádiz), el Museo Industrial del Azúcar (Motril, Granada), Ecomuseo Molino Mareal El Pintado (Ayamonte, Huelva), El Caminito del Rey (Ardales, Málaga), Museo de la Cal (Morón de la Frontera, Sevilla), Museo de la Cultura del Olivo y el Aceite (Úbeda), El Museo del Atún (Barbate, Cádiz), Centro de Interpretación del Mármol (Macael, Almería), Museo de la Cartuja – Pickman (La Cartuja, Sevilla), y en Museo del Vidrio y el Cristal (Málaga). Sobre temática minera en Andalucía actualmente existen 19 Museos, siendo el más antiguo de todos los museos industriales y mineros el Museo Minero de Río Tinto, inaugurado en 1992. Otros son el Museo del Cobre de Cerro Muriano (Córdoba), el Museo Geológico – Minero en Peñarroya – Pueblonuevo (Córdoba), El Centro de Interpretación de la Carolina en La Carolina (Jaén), Museo Geominero Cerro del Toro en Motril (Granada), Museo Geominero de Rodalquilar en Níjar (Almería), y el Museo de la Piedra en Vélez Málaga (Málaga).

En cuanto a la difusión del Patrimonio Industrial desde Andalucía, se está empezando a plantear incluso el empleo nuevas tecnologías como los video juegos[178].

Por último, recientemente se publicó la Carta de Sevilla de Patrimonio Industrial[179], que pretendía actualizar los conocimientos, metodologías para estudiar, trabajar y conservar el Patrimonio Industrial Andaluz. La entidad de este tipo de documentos realizados por investigadores andaluces y cuyo trabajo se realiza en esta

[174]http://fundacionRío Tinto.es/
[175]https://www.proyectoarrayanes.org/
[176]http://www.fupia.es/
[177]https://www.asociacionherrerias.com/es/
[178]MORENO MUÑOZ, M. (2019): "Nuevas herramientas para la difusión del Patrimonio Industrial: Videojuegos", *II Concreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública,* FUPIA, 307-320.
[179]SOBRINO SIMAL, J.V. y SANZ CARLOS, M. (Eds) (2019): Carta de Sevilla de Patrimonio Industrial, Fundación Pública Andaluza, Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia, Administración Pública e Interior de la Junta de Andalucía, Sevilla, 1-36.

comunidad autónoma, es un indicio de la madurez de la Arqueología Industrial en Andalucía.

2.4.2. Arqueología Industrial en Huelva

Huelva es una provincia que ha tenido y mantiene actividad industrial, y esto ha generado un importante patrimonio industrial. Desde el punto de vista de la Arqueología Industrial el primer trabajo fue el que realizó Miguel González Vílchez sobre Arquitectura Inglesa en Huelva[180], en que dedicó un capítulo a la Arquitectura Industrial en Río Tinto donde reconoce que "*Río Tinto vio surgir una arquitectura industrial en los siglos XIX y XX que hoy es arqueología y que desgraciadamente está sucumbiendo sin haber sido estudiada"* [181].

En el I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto, desde la historia hacia el futuro, celebrado en 1988 ya había trabajos sobre Arqueología Industrial en los que se trataban procesos mineros, metalúrgicos y mineralúrgicos anteriores a 1873[182].

Desde finales de los años 80 y principio de los años 90 los temas principales a los que se dedicó la investigación fue la arquitectura industrial o asociada al patrimonio industrial[183] y los ferrocarriles[184].

---

[180]GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva*, Diputación de Huelva, Huelva.

[181]GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva…* 150

[182]FRÍAS GÓMEZ, C. y SÁNCHEZ DÍAZ, F.J. (1988): "El proceso productivo anterior a la colonización inglesa". *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto, desde la historia hacia el futuro*, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Río Tinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, 485-505.

[183] GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C., GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2003): *La Casa Museo de los Ingleses en Punta Umbría*. Ed. Gestain S. L.; GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2004): Los Embarcaderos Británicos en Andalucía (Tharsis, Río Tinto y Alquife), *Presencia Inglesa en Huelva*. Punta Umbria, España. Ayuntamiento de Punta Umbria, 43-78.; GONZÁLEZ RCIA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2007): *El Muelle de Río Tinto. Características Constructivas y Estructurales. En: Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva: un Recorrido Por el Pasado*. Huelva, España. Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones, 483-499.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2001): *Los Embarcaderos de Tharsis, Río Tinto y Alquife: los Tres Colosos de la Arqueología Industrial Británica en Andalucía*. Sevilla, Textos de Arquitectura. Fcfaa.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2011): "Los Embarcaderos Británicos de Hierro en el Siglo XIX. el Descubrimiento de Nuevos Materiales", *Materiales de Construcción,* 61/304. 621-628.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2011b): "Presencias Arquitectónicas y Urbanísticas Inglesas en la Huelva de Hoy*", La Presencia "Inglesa" Huelva: Entre la Seducción y el Abandono,* 1, 219-242.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2001): El Muelle de Río Tinto en Huelva. una Referencia. *En: El Patrimonio Industrial: el Cable Inglés de Almería*. Instituto de Estudios Almerienses. 2001, 51-70. El trabajo sobre los Muelles embarcaderos ha continuado en las primeras décadas del actual siglo, sobre este particular Ver ANDIVIA MARCHANTE, A. L. (2014a): "El muelle de la Compañía de Tharsis en el Puerto de Huelva", *II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*, Sevilla*,* 1-11; ANDIVIA MARCHANTE, A. L. (2014b): "Tecnología de vangauardia en los muelles británicos de Andalucía: evolución de los sistemas explotación", en ÁLVAREZ ARECES, M.A. (2014): *Patrimonio marítimo, fluvial y pesquero: identidad, transporte, turismo, paisaje y sostenibilidad*, 213-220.

[184]ALLEN, P y WHEELER, R. (1987) *Steam on the Sierra*. Aldaba Ediciones.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A (2007): "La era dorada del Ferrocarril en España, Locomotora de Vapor nº 14 de la clase C y nº 51 de la clase I del Ferrocarril Minero de Río Tinto", *TrenManía* nº 39, 14-16; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. -Dir.- (2009): *Ferrocarril Turístico Minero, paradigma de buenas prácticas en la rehabilitación del Patrimonio Ferroviario y su posterior puesta en Servicio Turístico, Edita Fundación Río Tinto*. Huelva.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2006) "FC Minero de Río Tinto", *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto,* Edita Fundación Río Tinto. Sevilla.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2011): Ferrocarril Turístico Minero, Parque Minero de Río Tinto (Huelva, España), en J. A. PÉREZ – A. DELGADO – J. M. PÉREZ – F. J. DELGADO -Eds.-, *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 575- 593.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2020): "Ferrocarril Turístico Minero, Restauración y valorización del patrimonio ferroviario en la Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *Actas de la III Jornadas de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica*. Asociación Herrerías.; DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007): "Recuperación del Patrimonio Ferroviario llevado a cabo por Fundación Río Tinto, Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica, 8,* 19-26; DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007): "El Ferrocarril Turístico de Río Tinto", *Carril,* 65, 3 -19; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010c): "El material diésel del Ferrocarril Turístico Minero de Río Tinto", *Vía Libre, 538*, 69-73; DELGADO DOMÍNGUEZ, A y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010d): Ferrocarril Minero de Río Tinto, Parque Minero de Río Tinto (Huelva), I Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública, Sevilla 61 -70.GARCÍA MATEO, J. L. (2000): *El*



Foto 2 Muelle descargadero de la Compañía de Río Tinto Limitada (Huelva) Foto ADD.



Foto 3 Muelle descargadero de la Compañía de Tharsis (Aljaraque, Huelva)

material Móvil del Ferrocarril de Río Tinto. Revista Garratt. Edita Asociación de amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera". Huelva.; GARCÍA MATEO, J.L. y PRIETO TUR, L. (2012)*: El Ferrocarril Minero de Río Tinto*, Monografías del Ferrocarril/30, Barcelona; MAYORGA RAMOS, R. y ORDOÑEZ RODRIGUEZ, C. J. (1988) "Un Itinerario didáctico por el Ferrocarril de Río Tinto", I *Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto,* Huelva. 401-412; RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J (2007): "El Ferrocarril del Buitrón y sus ramales". ROMERO MACÍAS, E. (Ed.) *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado*, 177-207.; SEWELL, A. (1991): *The Río Tinto Railway*. Plateway Press, P. O. Box 973, Brighton. UK.; PEREJIL DELAY, A. (1998): *Ferrocarriles Mineros de la Provincia de Huelva. Monografía Garrat*t. Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera", Huelva.; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2000) "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", XXXVII *Congreso de la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril,* Revista Garrat nº 4, Edita Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera", Huelva, 18-21; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2007) "Ferrocarril Minero de Río Tinto", en ROMERO MACÍAS, E. -Dir.-: *Los Ferrocarriles en la provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado,* Universidad de Huelva, 229 – 272.

En 1987 Río Tinto Minera SA creó Fundación Río Tinto para la historia de la minería y la metalurgia[185], institución cultural privada benéfico docente que tiene como finalidad investigar, restaurar y conservar el patrimonio con que fue dotada y mediante el turismo cultural generar recursos para mantener el patrimonio de la que es depositaria y crear así un yacimiento de empleo. Después de 33 años, el trabajo realizado por esta institución ha permitido convertir el antiguo Hospital de RTCL en el Museo Minero de Río Tinto Ernest Lluch, que abrió sus puertas en 1992, el edificio de la Agencia de RTCL pasara a ser el Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto el mismo año. En 1994 se puso en marcha el Ferrocarril Turístico Minero, en 2004 abrió la Mina de Peña de Hierro y la Casa 21 del Barrio Inglés de Bella Vista en 2005, formando todos estos puntos el Parque Minero de Río Tinto[186], el lugar industrial más visitado de España en 2019. Además de investigar y divulgar sobre cada uno de los puntos ya mencionados, Museo Minero de Río Tinto[187], Archivo Histórico Minero[188],

[185] PÉREZ LÓPEZ. J.M. (1999) "Fundación Río Tinto, como centro de investigación de la minería", *Demófilo, 32*, 295-396; NARBONA MÁRQUEZ, S.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; CABELLO LÓPEZ, F.; CAMPOS TORRADO, A.; REGALADO OTEGA, M.C. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *30 años, Fundación Río Tinto, para la Historia y de la Minería y de la Metalurgia, Patrimonio Minero Industrial conectando pasado, presente y futuro,* Sevilla.

[186] PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2003) "El Parque Minero de Río Tinto". *Boletín PH.* IAPH, Nº 45 de octubre; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007a) "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", en Romero Macías, E. (Ed.) *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.* 229- 272; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2007b): "El Parque Minero de Río Tinto: Museo Minero, Casa nº 21, Peña de Hierro y FFCC Turístico Minero", en FERNÁNDEZ RUBIO, R., *Activos ambientales de la Minería Española*, Madrid, 120-137; MANTECÓN JARA, J.M. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2008): "Parque Minero de Río Tinto, Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", en ALONSO SÁNCHEZ, J y CASTELLANO GÓMEZ, M. (Coord.), *La Gestión del Patrimonio Cultural, apuntes y casos en el contexto rural andaluz*. Edita Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía (ARA), Granada, 195-21; MANTECÓN JARA, J.M. (2011): "Parque Minero de Río Tinto, Cuenca Mienera de Río Tinto, Huelva", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. Y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural,* Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, 619 -637.

[187]AGUILERA COLLADO, E. (2001): "El Museo Minero: un proyecto progresivo de recuperación", *Preservación de la Arquitectura Industrial en Iberoamérica y España*, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla, 256 – 274; FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2004a): "Musealización del Patrimonio Minero, la experiencia de Río Tinto", *Revista de Museología* 24, (QUÉ NÚMERO), 54-67; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. -Coord.- (2006): *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010): "Musealización del Patrimonio Minero en Río Tinto", en ROMERO MACÍAS, E.M., (Coord.)-, *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo local sostenible*, Huelva, 677-693.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2011a): "Museo Minero de Río Tinto (Minas de Río Tinto, Huelva)", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 491-518.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; ROMERO MACÍAS, E.M. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2012): "Valorización del patrimonio a través del turismo minero. Caso de estudio: Parque Minero de Río Tinto, Huelva. España", Gestión Turística, 18, julio-diciembre, Santiago de Chile, 89-119; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *Musealización de la Imprenta Chaparro en el Museo Minero de Río Tinto, Memoria Gráfica de la Cuenca Minera de Río Tinto*, Editorial Académica Española, Saarbrucken; NARBONA MÁRQUEZ, S.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; CABELLO LÓPEZ, F.; CAMPOS TORRADO, A.; REGALADO OTEGA, M.C. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *30 años, Fundación Río Tinto, para la Historia y de la Minería y de la Metalurgia, Patrimonio Minero Industrial conectando pasado, presente y futuro,* Sevilla.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A y REGALADO ORTEGA, M. C. (2009a): "El Museo Minero de Río Tinto". Parque Minero de Río Tinto (Huelva, España), *De Re Metallica 12,* 40 – 54.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2016) "Musealización de la imprenta Chaparro. Memoria gráfica de la Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)" *De Re Metallica,* 27, 21-30; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018a): Gestión y Proyectos Museísticos del Patrimonio Minero e Industrial del área de Río Tinto (Huelva, España), en CAMPOS JARA, P. (Ed.), *Arqueología y Territorio en la Provincia de Huelva. Veinte años de las jornadas de Aljaraque* (1998-2018), Huelva, 559 -560.

[188]PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2003): "El Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, Experiencia en la organización de un archivo de empresa" *ANABAD,* 53 (1), 9-24; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008): *Guía e instrumentos de descripción del Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto,* Fundación Río Tinto, Sevilla; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2011): "Recuperación y Gestión del Patrimonio Documental. El Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 529-546.

Ferrocarril Turístico Minero[189], Peña de Hierro[190] y Casa 21[191], desde Fundación Río Tinto se ha trabajado sobre diferentes bienes en la zona, el Club Inglés[192], los poblados mineros desaparecidos[193], arquitectura industrial[194], la minería de hierro en una Cuenca eminentemente dedicada al cobre y azufre, y en menor medida a la obtención de oro y plata[195], o sobre el Patrimonio Industrial[196] y la Arqueología Industrial de la zona[197].

Con la creación de la Universidad de Huelva en 1993 se amplió el número de investigaciones sobre Arqueología y Patrimonio Industrial en Huelva[198].

[189] DELGADO DOMÍNGUEZ, A (2007): "La era dorada del Ferrocarril en España, Locomotora de Vapor nº 14 de la clase C y nº 51 de la clase I del Ferrocarril Minero de Río Tinto", *TrenManía,* 39, 14-16; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. -Dir.- (2009): *Ferrocarril Turístico Minero, paradigma de buenas prácticas en la rehabilitación del Patrimonio Ferroviario y su posterior puesta en Servicio Turístico, Edita Fundación Río Tinto*. Huelva.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2006) "FC Minero de Río Tinto", *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto,* Fundación Río Tinto. Sevilla.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2011): "Ferrocarril Turístico Minero, Parque Minero de Río Tinto (Huelva, España)", en J. A. PÉREZ, A. DELGADO, J. M. PÉREZ y F. J. DELGADO (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 575- 593.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2020): "Ferrocarril Turístico Minero, Restauración y valorización del patrimonio ferroviario en la Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *Actas de la III Jornadas de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica,* Asociación Herrerías, Huelva; DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007): "Recuperación del Patrimonio Ferroviario llevado a cabo por Fundación Río Tinto, Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica, 8,* 19-26.; DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007): "El Ferrocarril Turístico de Río Tinto", *Carril,* 65, 3 -19; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010c) "El material diésel del Ferrocarril Turístico Minero de Río Tinto", *Vía Libre, 538*, 69-73; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2000) "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", XXXVII *Congreso de la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril. Revista Garrat nº* 4, Edita Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera". Huelva, 18-21; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2007) "Ferrocarril Minero de Río Tinto", en ROMERO MACÍAS, E. (Dir.): *Los Ferrocarriles en la provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado,* Universidad de Huelva, Huelva, 229 – 272.

[190] DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2009b): "La Rehabilitación Patrimonial de la Mina de Peña de Hierro (Nerva, Huelva) Parque Minero de Río Tinto (Huelva, España)", *De Re Metallica, 12*, 55-63; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2012) "Catálogo del Patrimonio Minero Industrial de la Mina de Peña de Hierro (Nerva, Huelva, España)", *De Re Metallica*, 18, 13-27.

[191] DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2011b): "Casa nº 21 de Bella Vista (Minas de Río Tinto), sección etnográfica del Museo Minero de Río Tinto", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. Y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 519-527.

[192] REGALADO ORTEGA, M. C., MORENO BOLAÑOS, A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2010): "El Club Inglés Bella Vista, Minas de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica,* 15, 43-56; REGALADO ORTEGA, M.C.; MORENO BOLAÑOS, A.y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2014) *El Club Inglés Bella Vista, 135 años de Historia*. Club Inglés Bella Vista y Atalaya Mining, San Juan del Puerto.

[193] DELGADO DOMÍNGUEZ, A., REGALADO ORTEGA, M. C. Y MORENO BOLAÑOS, A. (2010): "Poblados Mineros desaparecidos... 1-11.

[194] LOSADA MARTÍN, E. (2006): "La Arquitectura Británica en Río Tinto: Viviendas, Club Inglés y Capilla Presbiteriana", en DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.), *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto,* Fundación Río Tinto, Sevilla, 157-162.

[195] DELGADO, A., MORENO, A., PÉREZ, J.A., GEMIO, G. y REGALADO, M.C. (2011) "Minería de Hierro en Río Tinto", *Boletín Geológico y Minero, 122/3*, 299-310.

[196] AGUILERA COLLADO, E. (1996):"Un ejemplo de difusión del Patrimonio en la Provincia de Huelva, el Museo Minero de Río Tinto" en M. MARTÍN ET AL. (Eds.) , *Difusión del Patrimonio Histórico,* Sevilla, 180 – 189; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018b): "Patrimonio Industrial de la Faja Pirítica Ibérica: La Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva – España)", en SUÁREZ SUÁREZ, J. y RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (Eds.), *Arqueología y Patrimonio en la Faja Pirítica Ibérica*, Actas de la I Jornada de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica, Asociación Herrerías, Huelva,55-84.

[197] AGUILERA COLLADO, E. (1998):"Arqueología Industrial. Zarandas en Minas de Río Tinto", *Artes y Costumbres y Riquezas de la Provincia de Huelva*, 50, Huelva, 793-808.

[198]ROMERO MACÍAS, E. y PÉREZ MACÍAS, J.A., -Eds.- (2004): *Metallum, La Minería Suribérica,* Universidad de Huelva, Huelva; CARVAJAL GÓMEZ, D.J.; GONZÁLEZ MARTÍNEZ, A. (2009): "Nuevas actuaciones que complementan la valorización del patrimonio minero de la Ruta de las piritas en Huelva (sector español de la Faja Pirítica Ibérica)", en PAÚL CARRIÓN, M. (Ed.), *Rutas Minerales en el Proyecto RUMYS, 1*, 63-75; ROMERO MACÍAS, E. (Dir.) (2007): *Los Ferrocarriles en la provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado,* Universidad de Huelva, Huelva; GONZÁLEZ, MARTÍNEZ, A. y CARVAJAL GÓMEZ, D.J. (2008): "Patrimonio geominero de la provincia de Huelva", *VI Congreso Internacional de Patrimonio Geológico y Minero*, León, 139-156.; ROMERO MACÍAS, E. -Coord.- (2010): *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo sostenibl*e, Universidad de Huelva, Huelva; CARVAJAL GÓMEZ, D.J. y GONZÁLEZ MARTÍNEZ, A. (2011), "La Ruta de las Piritas en Huelva dentro del Proyecto Internacional RUMYS Rutas Minerales y Sostenibilidad", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. Y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 339.364; ROMERO MACÍAS, E. M. (2011): "Patrimonio Minero Industrial de la Provincia de Huelva, el Plan Director de la CICE", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M. -Eds.- (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 301-320.

En Valverde del Camino (Huelva) se creó en 1998 el Centro de Interpretación del Patrimonio Industrial Casa Dirección en la antigua casa del General Manager de la United Alkali Company Limited, donde se muestran diversas actividades industriales y fabriles desarrolladas en ese pueblo que van desde el calzado, los muebles al pasado minero, etc. [199].



Foto 4 Locomotora 0 6 0, tipo I Chata nº 51, la Maldita. Construida en 1883, fue la primera locomota de vapor puesta en operación en el Fc. Turístico Minero en 1997. Foto ADD

En la Cuenca Minera de Tharsis (Alosno, Huelva) distintas Asociaciones han conservado su importante patrimonio, llegando a crear un Museo, y se han realizado diversos trabajos sobre el Patrimonio Minero de Tharsis[200].



Foto 5 Malacate Pozo nº 4 La Zarza (Huelva), Foto ADD

[199]GRANDE ÁLVAREZ, N. (2017): "La musealización del Patrimonio Industrial. Dos modelos de intervención en la provincia de Huelva: Casa Dirección en Valverde del Camino y Molino de Mareas "El Pintado" en Ayamonte", *Pasos, 15/3*, 659-672.

[200]SANTOFIMIA ALBIÑANA, M. y MOLERO DE LOS SANTOS, E. (2016): "Acercar el público al Patrimonio Insdustrial. Estrategias de desarrollo de audiencias en colecciones de Tharsis", *I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*, Sevilla, 485 – 500; SANTOFIMIA ALBIÑANA, M. et al. (2016): "Minas de Tharsis", *Guía digital de patrimonio industrial en las Minas de Sierra Morena*, en http://www.minasdesierramorena.es/guia-de-campo/conjuntos-mineros/tharsis-la-zarza-corrales/; SOBRINO SIMAL, J.; SANTOFIMIA ALBIÑANA, M. (2016):"Informe técnico de centros, museos e itinerarios de Patrimonio Industrial de Andalucía", en CASANELLES I RAHOLA, E.(Dir.), *Plan Nacional de Patrimonio Industrial,* IPCE, Madrid; ROMERO MACÍAS, E.M.; AGUILERA CARRASCO, R. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): "El Patrimonio Minero Industrial de Tharsis y su repercusión en la comarca del Andévalo Onubense", *De Re Metallica* 14, Madrid, 23-33.

En Puebla de Guzmán (Huelva), la Asociación Herrerías, Recuperación Histórica y Patrimonial Minera de Minas de Herrerías[201], lleva desde 2010 interveniendo en la conservación y difusión del patrimonio minero generado por las diversas compañías mineras que trabajaron en las minas de Herrerías y Cabezas del Pasto. Además de organizar las Jornadas sobre la Memoria Histórica de esas minas, ha organizado hasta la actualidad cuatro Jornadas sobre Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica. Ha publicado una veintena de libros relacionados con el Patrimonio Minero y Geológico hasta la arqueología clásica a la industrial. Ha realizado exposiciones itinerantes, como la dedicada al 50 En el Aniversario del Fc. del Guadiana. Está compilando el Archivo de Mina de Herrerías, digitalizando los fondos que hay en diversos Archivos, como el Provincial de Huelva, Archivo Histórico Minero, Archivo General de la Administración, Archivo del IGME, etc., junto con la documentación donada por particulares. En resumen, está constituyendo la colección del futuro Museo Minero de Herrerías. Por otro lado, ha apoyado a la administración en la redacción de la Declaración del Puerto de la Laja como Lugar de Interés Industrial y la documentación para la declaración de Bien de Interés Cultural de Cumbre de las Herrerías y Cabezas del Pasto. Por último, ha realizado trabajos de recuperación patrimonial como el ubicar el Malacate de la Mina de Cabezas del Pasto en la entrada de la Aldea de Las Herrerías, integrándolo en una zona minera y evitando que fuera cortado y vendido para chatarra.

Debido a la importancia y la entidad del Patrimonio Industrial onubense, y para evitar el peligro que corría en muchas ocasiones y conservarlo para futuras generaciones, ha llevado a que la Consejería de Cultura mediante su delegación en Huelva, la Administración competente en materia de Patrimonio, arbitrara la protección de los distintos bienes al amparo de la ley de Patrimonio de Andalucía, la última la 14/2007, que en su título VII está dedicado al Patrimonio Industrial en concreto.

[201] Sobre las actividades y publicaciones de la Asociación Herrerías ver https://www.asociacionherrerias.com/es/

Las primeras acciones acometidas fueron la protección de los muelles cargaderos de las Compañías de Tharsis[202] y Río Tinto[203], ambos en el Odiel, antes de que fueran desmantelados y vendidos para chatarra, y en el Barrio Reina Victoria, construido por Río Tinto Co. Ltd. para albergar a sus operarios en Huelva[204].



Foto 6 Malacate de Cabezas del Pasto rehabilitado por la Asociación Herrerías, Las Herrerías (Puebla de Guzmán, Huelva)

Posteriormente se procedió a proteger los bienes patrimoniales ubicados en las Cuencas Mineras de la Faja Pirítica Ibérica onubense. Así en 2005 se declaró Bien de Interés Cultural (BIC), con la categoría de Sitio Histórico la Cuenca Minera de Río Tinto[205], y en 2012 fue declarada Zona Patrimonial[206].

[202] Orden de 14 de octubre de 1997, por la que se resuelve con carácter específico en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, con la categoría de Monumento, el bien inmueble denominado Muelle de Carga de la empresa Compañía Española de Minas de Tharsis, en Huelva 1997, 13.619- 13.623.

[203] Decreto 73/2003, de 18 de marzo, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, el Muelle o Cargadero de Mineral de la Compañía Río Tinto, en Huelva, 2003, 7094-7099.

[204] Decreto 187/2002, de 25 de junio, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Conjunto Histórico, el Barrio Obrero Reina Victoria de Huelva, 2002, 14.657-14.660.

[205] Decreto 235/2005, de 25 de octubre, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Sitio Histórico, la Zona Minera de Río Tinto – Nerva, ubicada en los términos municipales de Minas de Río Tinto, Nerva y El Campillo (Huelva), 2005, 62-71; FONDEVILLA APARICIO, J.J. (2011):" EL B.I.C. Sitio Histórico de la Zona Minera Río Tinto-Nerva. Contextualización en el marco de la protección del Patrimonio Industrial Minero de la Provincia de Huelva", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 321-339.

[206] Decreto 504/2012, de 16 de octubre, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Zona Patrimonial, la Cuenca Minera de Río Tinto-Nerva, en los términos municipales de Minas de Río Tinto, Nerva y el Campillo (Huelva), 2012, 54-83.

La siguiente medida de protección fue la declaración de Lugar de Interés Industrial del Puerto de La Laja (El Granado, Huelva)[207].

En 2014 se declaró Zona Patrimonial La Cuenca Minera de Tharsis – La Zarza[208], y actualmente se está trabajando en la incoación para la declaración de Bien de Interés Cultural de Cumbre de las Herrerías y Cabezas del Pasto[209].

Para llevar a cabo las documentaciones técnicas que permitieron realizar las distintas protecciones fue necesario realizar una importante labor de inventario del Patrimonio Industrial de la Provincia de Huelva[210], pero es en este nivel donde se encuentra actualmente el estudio del Patrimonio industrial onubense, dedicado a investigar desde la Arqueología Industrial los procesos y bienes patrimoniales empleados en la obtención de cobre por vía húmeda y mediante metalurgia en la Cuenca Minera de Río Tinto.

Por último, también partió de la administración la realización de la primera obra de conjunto sobre el Patrimonio Industrial a nivel provincial[211], donde el autor de este trabajo tuvo el honor y el placer de colaborar, y trabajos sobre Patrimonio Minero Industrial transfronterizo en la Faja Pirítica Ibérica a ambos lados de la raya[212].

---

[207]Decreto 45/2011, de 22 de febrero, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Lugar de Interés Industrial, el muelle-cargadero y núcleo urbano del Puerto de la Laja, el antiguo trazado del ferrocarril minero y el poblado de la Cañada del Sardón, en El Granado (Huelva), 2011, 50-57.

[208]Decreto 108/2014 de 17 de junio, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Zona Patrimonial, la Cuenca Minera de Tharsis – La Zarza, en los términos municipales de Almonaster La Real, Alosno, Calañas, El Cerro del Andévalo, Gibraleón, Villanueva de los Castillejos, San Bartolomé de la Torre y Villanueva de las Cruces (Huelva) 2014, 1-20.

[209]RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (2018): "Los BIC de la Faja Pirítica: Minas de Cumbre de las Herrerías y Cabezas del Pasto", en SUÁREZ SUÁREZ, J. y RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (Eds.), *Arqueología y Patrimonio en la Faja Pirítica Ibérica*, Actas de la I Jornada de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica, Asociación Herrerías, Huelva,143-172.

[210]ROMERO MACÍAS, E.M.; RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2003): "Informe BIC sobre la Cuenca Minera de Río Tinto para su declaración como Sitio Histórico, PH 45, 43-51.; ROMERO MACÍAS, E. M. RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2004): "Actuaciones sobre el patrimonio minero. Declaración Sitio Histórico de la Cuenca Minera de Río Tinto", *De Re Metallica*, 2, 23-29; REGALADO ORTEGA, M.C. (2009): *Elaboración de la Documentación Técnica para la Declaración del Club Inglés Bella Vista como BIC Monumento. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Huelva*, inédito; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2009): *Elaboración de la Documentación Técnica sobre el Patrimonio industrial Minero del Sitio Histórico B090579V21HU,* Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Cultura Huelva, inédito; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; RIVERA JIMENEZ, T.; PÉREZ MACÍAS, J.A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2013): "La Catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Río Tinto mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfico (SIG)", *De Re Metallica* 20, 83-95; GHISLANZONI, M y ROMERO DACAL, M. (2014): "La zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Río Tinto-Nerva como modelo de protección de un paisaje cultural", *VII Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*, Madrid, 1-15.

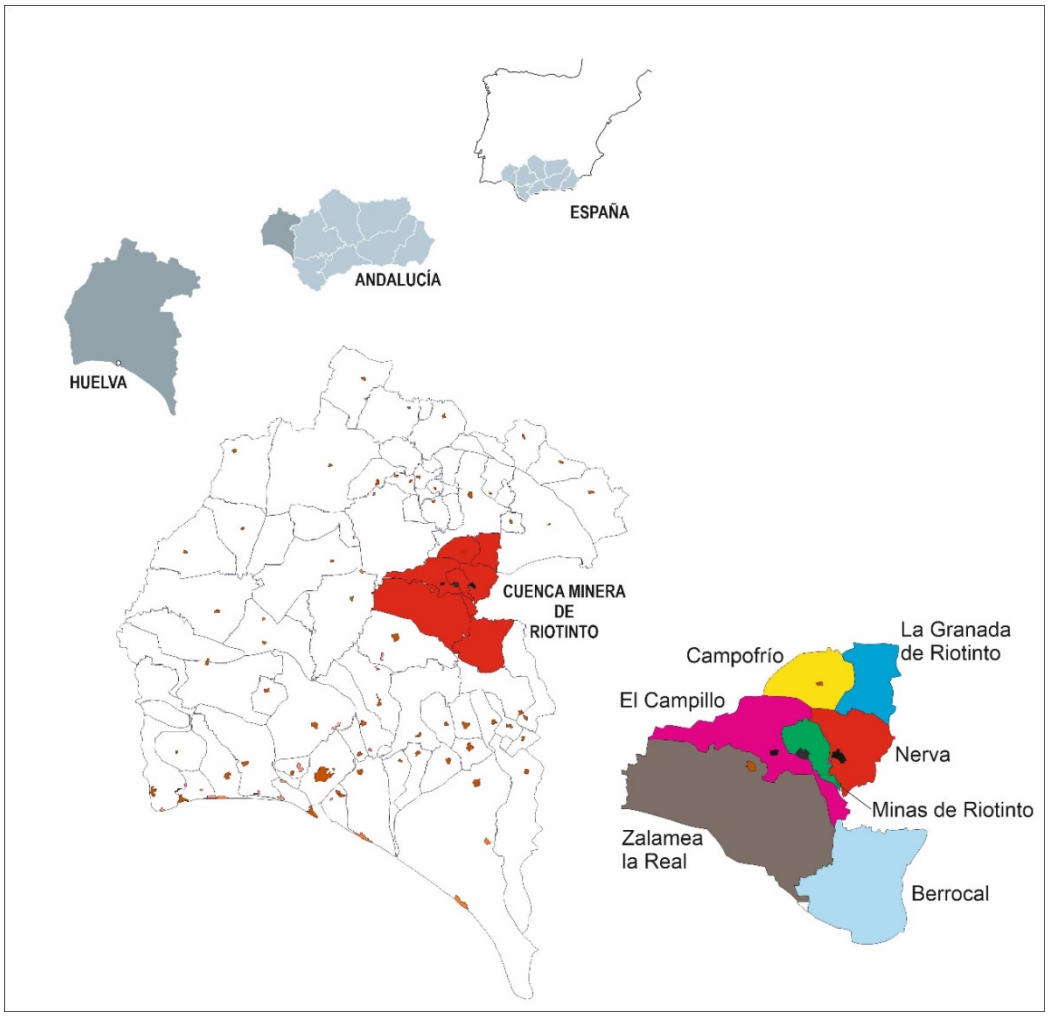
[211]VVAA (2015), P*atrimonio Industrial y Técnico de la Provincia de Huelva, Estrategias e instrumentos de tutela patrimonial*, Junta de Andalucía, Sevilla.

[212]ORCHE AMARÉ, P.; MARTÍNEZ GIRÓN, A.; y VÁZQUEZ MORA, M. (2019): "Recorridos para conocer el Patrimonio Geológico y Minero en el entorno de la Faja Pirítica Ibérica: Una forma de conectar España y Portugal gracias al Proyecto Interreginal POCTEP GEO – FPI", *II Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública,* FUPIA, Sevilla, 363-377.

3. LA CUENCA MINERA DE RÍO TINTO

3.1. GEOGRAFÍA

La Cuenca Minera de Río Tinto está situada en la zona central Este de la provincia de Huelva, limita con la de Sevilla, y formada por siete términos municipales, Berrocal, El Campillo[213], Campofrío[214], La Granada de Río Tinto, Minas de Río Tinto, Nerva y Zalamea La Real[215]. Tiene una superficie de 622,71 kms, siendo el 6,13% de la superficie de Huelva.



Plano 4 Ubicación de la Cuenca Minera de Río Tinto y los pueblos que la componen. Elaboración Propia.

[213] Incluye en su término municipal la aldea de Traslasierra.
[214] Incluye en su término municipal la aldea de Las Ventas de Arriba.
[215] Incluye en su término municipal las aldeas de El Villar, El Pozuelo, EL Buitrón, Las Delgadas, Montesorromero, Marigenta y el Membrillo.

Topográficamente, la Cuenca Minera de Río Tinto es una penillanura de 622, 71 kms delimitada por los ríos Tinto y Odiel. El norte de la comarca está compuesto por las estribaciones surorientales de Sierra Morena y los valles de las cabeceras de los ríos Tinto y Odiel, y presenta importantes pendientes en los términos municipales de Campofrío, La Granada de Río Tinto y el norte de Nerva, que supera ampliamente los 500 metros sobre el nivel del mar, con el punto más alto el cerro del Padre Caro con 698,10 metros. La zona central está caracterizada por un paisaje homogéneo, dedicado a la explotación minera y al aprovechamiento agroganadero. Por último, en la zona sur, en los tramos medios del valle de los ríos Tinto y Odiel, el relieve en más suave y está dedicado al aprovechamiento agropecuario[216].

El clima es mediterráneo continental, la temperatura media es de 18º, con inviernos suaves. Los meses de mayor rigor invernal son los de diciembre y febrero donde las temperaturas medias no suelen bajar de los 10, 5º C y las mínimas no suelen bajar de los 5, 5º, con un bajo riesgo de heladas, del 0,16%, que no suelen superar las tres horas de duración. Los veranos son muy cálidos, con temperaturas medias que superan los 28 -30º y pueden sobrepasar los 45º en los meses de julio y agosto. Los días de lluvia al año oscilan entre los 75 y 100 y los índices de insolación están en 2900 horas de sol al año. Los vientos dominantes son de componente SSO y NNO. Pluviométricamente, presenta precipitaciones abundantes de entre 700 mm en la zona norte, que pueden incluso superarse, y 500 mm en la zona Sur. La pluviosidad se concentra en los meses de otoño y primavera, siendo los más lluviosos noviembre y marzo. Los mínimos absolutos se documentan en los meses de julio y agosto[217].

Aunque forma parte del bosque esclerófilo mediterráneo, la vegetación de la Cuenca Minera de Río Tinto es pobre. El estrato arbóreo está formado principalmente por pinos con zona de monte bajo y eucaliptos de repoblación, aunque en el norte se conservan dehesas de encinas y alcornoques. Como nota única conserva un endemismo, el brezo de las minas o *erica andevalensis*.

[216]ROMERO BARRERO, E. M.; ANTELO GONZÁLEZ, Mª. A. y REYES LÓPEZ, M. A. (2009): *Estudio de Mercado Laboral en la Cuenca Minera, Nuevos Yacimientos de Empleo*, Mancomunidad Cuenca Minera, Nerva.

[217]CAPEL MOLINA, J. J. (1987): "El clima de Andalucía" en CANO GARCÍA, G. (Dir.), *Geografía de Andalucía*, ediciones Tartessos, Sevilla, 167 -168. MAYORGA RAMOS, R.; ORDOÑO RODRÍGUEZ, C. J.; SÁNCHEZ DÍAZ, F. J. (1988): *Marcha por el Tinto,* Asociación Arrayán, Sevilla, 5-7.

La zona que nos ocupa está ubicada entre la Sierra y la Campiña-Costa, lo que favorece las comunicaciones con el interior de Huelva y las provincias limítrofes de Badajoz al norte, Sevilla al este y la región del Algarve al oeste. Las dos principales vías de comunicaciones son la carretera N-435 hacia el sur y el norte y la A-461 en sentido Este y Oeste[218].

En cuanto a la población (ver tabla) ha bajado mucho desde 1910, cuando sólo Nerva superaba los 19.000 habitantes y el total de la cuenca minera superaba los 48.000. El cambio comenzó cuando en 1970 se llevó la fundición y la fábrica de ácido a Huelva, ya que el 50% de la plantilla fue trasladada allí con sus familias. La desactivación de la minería desde mediados de los años ochenta y el cierre en 2001 de la actividad minera determinó que Minas de Río Tinto, El Campillo y Nerva fueran los pueblos de España que más población perdieran. Actualmente, los siete pueblos juntos superan los 15.000. Al descenso de población se le une el envejecimiento, con una edad media de 47,17 años, pues la población que emigró era joven y en edad de procrear.

Municipio	Superficie km^2	Población (2018)	Edad Media	Renta Media	Tasa Desempleo
Berrocal, El	124,60	319	53,30	12.157	23.42
Campillo, El	90,29	2.036	45,90	13.539	27,28
Campofrío	46,16	702	46,90	13.400	25,73
Granada de Río Tinto, La	44,12	235	45,70	6.568	31,10
Minas de Río Tinto	23,84	3.866	45,70	16.679	25,10
Nerva	56,12	5.303	45.60	14.061	27,53
Zalamea la Real	239,58	3.090	47.10	14.124	25,81
Total Cuenca minera	**622,71**	**15.551**	**47,17**	**12.932,6 €**	**26,53**

Fuente: IEA, 2010. García y Delgado 2011, 465, SIMA 2018 y Elaboración Propia.

Si bien desde la reapertura de la actividad minera desde abril de 2015, económicamente este sector vuelve a tener mucha importancia por generar 500 empleos directos, siendo el 78% de la Cuenca Minera, y puede multiplicar por 4 el empleo indirecto e inducido. Hay otros sectores que generan buena parte del empleo, como la actividad agrícola basada en los frutales o el sector servicios, pues el Hospital de Río Tinto también genera un importante número de empleos directos e indirectos. Por último, el turismo, inexistente hace 30 años, ha ayudado a crear una incipiente actividad dedicada a la restauración, aunque no es capaz aún de asumir el número de visitantes que trae el Parque Minero de Río Tinto. A pesar de todo, la Cuenca Minera

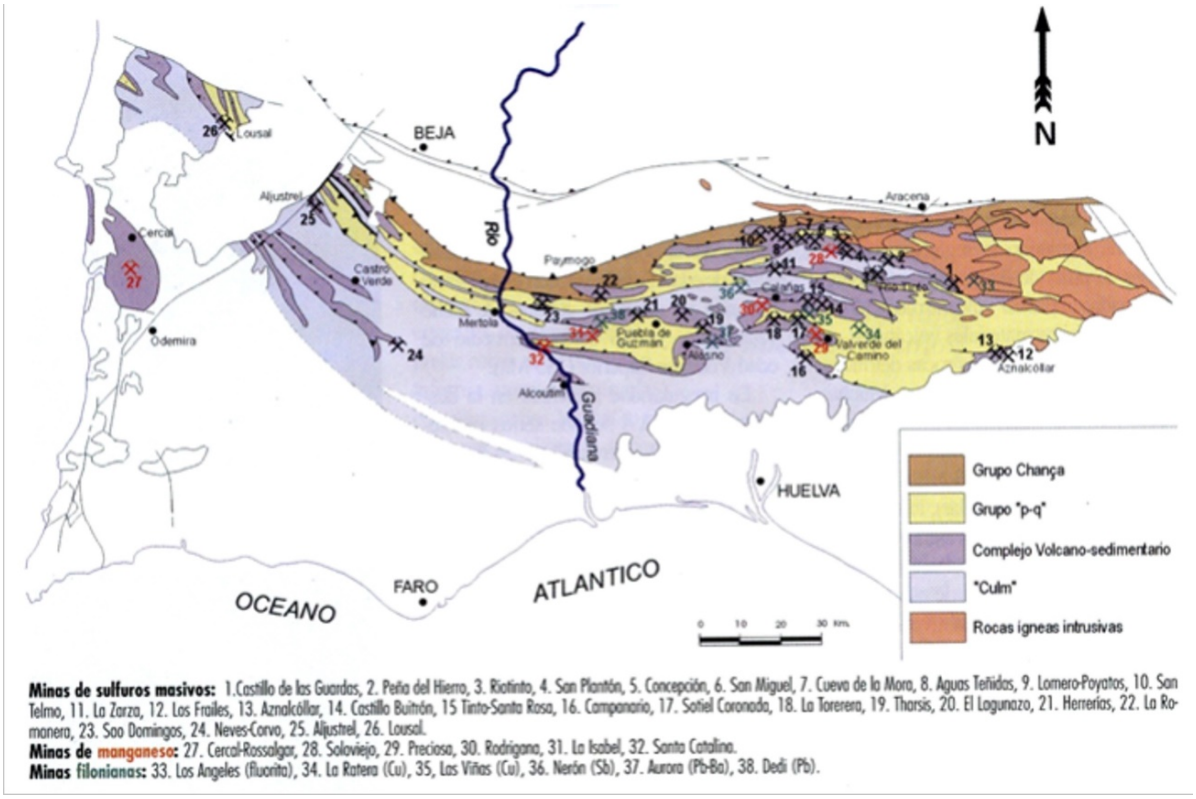
[218]ROMERO BARRERO, E. M.; ANTELO GONZÁLEZ, Mª. A. y REYES LÓPEZ, M. A. (2009): *Estudio de Mercado Laboral en la Cuenca Minera, Nuevos Yacimientos de Empleo*, Mancomunidad Cuenca Minera, Nerva.

tiene un alto índice de paro, con una tasa media de desempleo que supera el 26%, y un alto índice de paro juvenil y femenino.

3.2. GEOLOGÍA

Geológicamente la cuenca minera de Río Tinto pertenece a la Zona Geológica Surportuguesa, concretamente a su zona central, denominada Faja Pirítica Ibérica [219]. Formada entre el Devónico y el Carbonífero, con una extensión de 250 kilómetros de largo y 45 kilómetros de ancho, empieza en Caveira, a unos 20 kilómetros de Lisboa, y llega al este de la provincia de Sevilla, y ocupa toda la parte central norte de la provincia de Huelva, coincidiendo con la comarca de El Andévalo.

El Cinturón Ibérico de Piritas es una de las provincias metalogenética más importantes del mundo, y contiene la mayor concentración de sulfuros masivos volcanogenéticos de la corteza terrestre, entre 15.000 y 20.000 toneladas de sulfuros masivos por hectárea[220].



Plano 5, Mapa Geológico de la Faja Pirítica[221]. Fuente Fernando Palero 1999.

[219]Como obra general de referencia para la zona Sudportuguesa Ver GARCÍA CORTES, A. -Ed.- (2011): *Cartografía de recursos minerales de Andalucía*. IGME , Consejería de Economía, Innovación, Ciencia de la Junta de Andalucía, Madrid. Sobre la Provincia de Huelva Ver FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES (Ed.) (2009) Geología de la Provincia de Huelva, Lugares de Interés Geológico, Universidad de Huelva.

[220]TORNOS ARROYO, F. (2008), "La geología y la metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica", *Macla* 10, Madrid 13-23; ADAMIDES, N. G. (2013): "Río Tinto (Iberian Pyrite Belt): a worldclass mineral field reopens", *Transaction of Institution and Mining and Metallurgy, 122/1*, London 2-15.

[221] PALERO FERNÁNDEZ, F. (1999): "Geología y Metalogenia, Río Tinto Cuna de la minería", *Bocamina 4*, 12-26.

Estos sulfuros polimetálicos contienen actualmente 34.9 toneladas de zinc, 14,6 millones de toneladas de cobre, 46.100 toneladas de plata y 880 toneladas de oro[222]. Entre sus 82 minas alberga 14 yacimientos de "clase mundial", el 22% de todos los conocidos en la Tierra[223]. De ellos siete tienen más de 100 Mt: Tharsis (115 Mt); Aljustrel (189 Mt); Sotiel-Migollas (133 Mt); Aznalcollar (161 MT); La Zarza (164 Mt); Neves Corvo (219 Mt); Río Tinto (500 Mt de sulfuros masivos y 2000 Mt de Stockwork con baja ley de cobre) [224]. Además, aparecen otros siete lugares con menos de 100 Mt y más de 30 Mt: Masa Valverde (92.3 Mt); Concepción (55,9 Mt.); Lousal (50 Mt); Las Cruces (42,7 Mt.); Aguas Teñidas (35,4 Mt); La Romanera (34 Mt) y São Domingos (30 Mt). A los anteriores hay que añadir diez criaderos minerales de entre 10 Mt - 5Mt, 20 yacimientos entre 5Mt - 1Mt de mineral; 204 prospectos de mina con reservas menores de 1Mt y más de 300 yacimientos de manganeso[225].

De todos estos yacimientos minerales sólo cinco minas no fueron trabajadas por los romanos, ni por los británicos, pues no fueron halladas hasta el último tercio del siglo XX con el empleo de nuevos sistemas de prospección: Neves Corvo y Lagoa Salgada en Portugal; y Las Cruces, Los Frailes y Mina Magdalena en España.

Río Tinto[226], con unas reservas conocidas y probadas de 500 Mt de sulfuros masivos y 2000 Mt de Stockwork con baja ley en cobre[227], es el mayor yacimiento de las 82 minas del Cinturón Ibérico de Piritas[228]. Esta riqueza mineral ha determinado que desde la Edad del Bronce hasta la actualidad la minería y la metalurgia hayan sido las actividades principales de esta zona. Los dos periodos más importantes de explotación son el romano entre el siglo III a.C.-IV d.C., y el periodo británico, objeto de este trabajo.

Las masas minerales creadas por vulcanismo submarino y la actividad hidrotermal fueron transformadas por dos factores que han dado lugar a su estado actual. El primero,

[222] ALMODOVAR, G. R.; SÁEZ, R.; PONS, J.; MAESTRE, A.; TOSCANO, M.; PASCUAL, E. (1998): "Geology and génesis of the Aznalcollar massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Spain", *Mineralium Deposita,* 37, 684-703; LEISTEL, J. M.; MARCAUX, E.; y DESCHAMPS, Y. (1998): "Chert in the Iberian Pyrite Belt", *Mineralium Deposita, 33*, 59-81.; SÁEZ, R.; PASCUAL, E.; TOSCANO, M.; y ALMODÓVAR, G. R. (1999): "The Iberian type ofvolcano-sedimentary massive sulphide deposits", *Mineralium Deposita,* 34,549-570; CARVALHO, D.; BARRIGA, F. J.; y MUNHA, J. (1999): "Bimodal siliciclastics systems – the case of the Iberian Pyrite Belt.", *Review in Economic Geology* Vol. *8,* 375-408; TORNOS ARROYO, F. (2006), "Envitoment of formation and styles of volcanogenic massive sulphides: The Iberian Pyrite Belt", *Ore Geology Review* 28, Madrid, 259-307; ADAMIDES, N. G. (2013), "Río Tinto… 2-15.

[223]LAZNICKA, P. (1999): "Quantitative relationships among giants deposits of metals", *Economic Geology* ,94, 455-473.

[224] MELLADO, D.; GONZÁLEZ CLAVIJO, E.; TORNOS, F.; y CONDE, C. (2006): "Geología y estructura de la Mina de Río Tinto (Faja Pirítica Ibérica, España)", *Geogaceta* 40, 231.

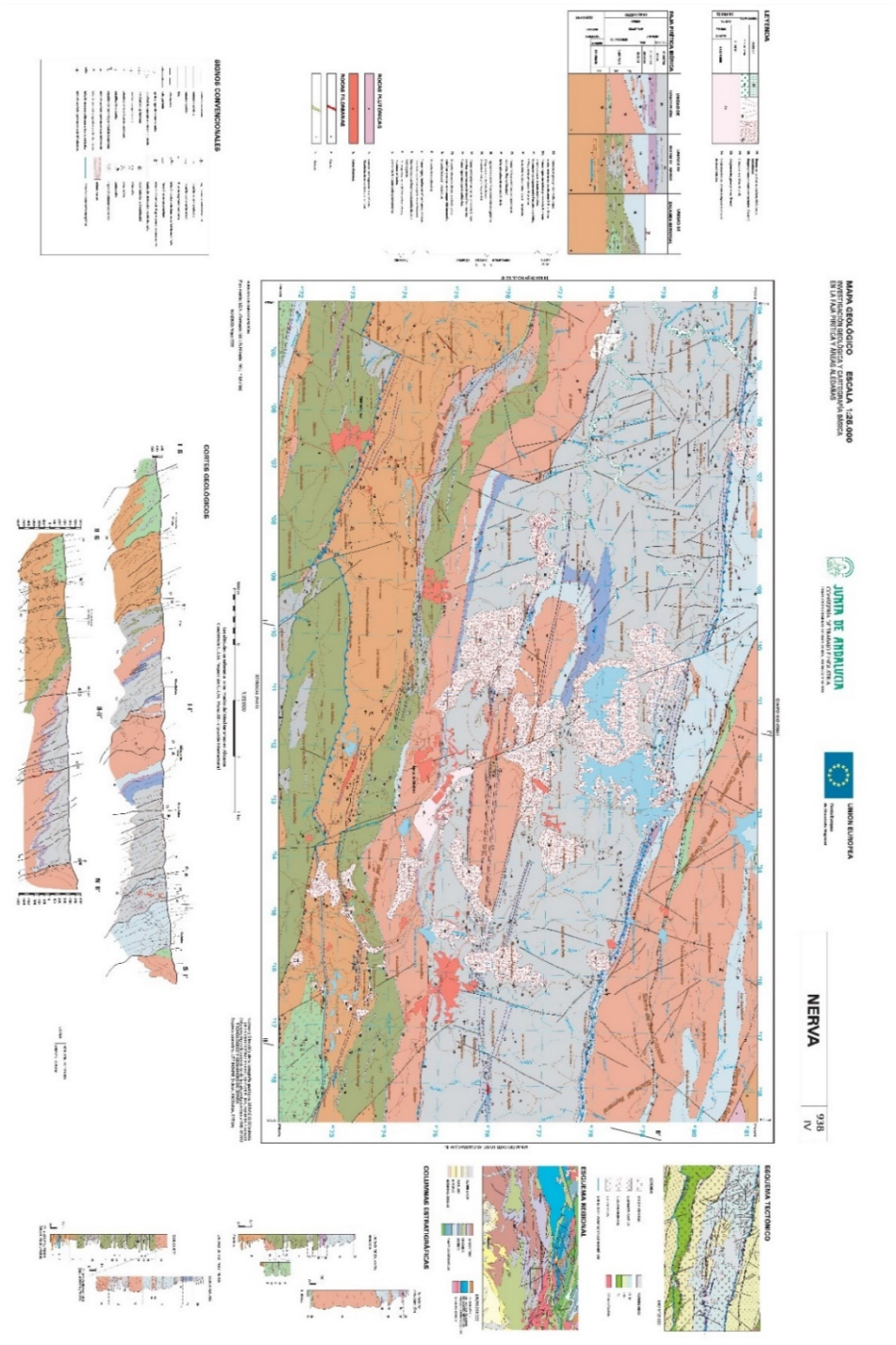
[225] MELLADO, D.; GONZÁLEZ CLAVIJO, E.; TORNOS, F.; CONDE, C. (2006): "Geología y estructura…, 231.

[226] Sobre las mineralizaciones en Río Tinto ver LOCUTURA, J. (2011): "Descripción de las mineralizaciones de la zona Sudportuguesa. Dominio septentrional. Bloque Central (Minas de Río Tinto, escama Nerva)", en GARCÍA CORTES, A. (Ed.), *Cartografía de recursos minerales de Andalucía,* IGME – Consejería de Economía, Innovación, Ciencia de la Junta de Andalucía, Madrid, 153-160.

[227] ADAMIDES, N. G. (2013), "Río Tinto… 2-15.

[228] MELLADO, D.; GONZÁLEZ CLAVIJO, E.; TORNOS, F.; y CONDE, C. (2006): "Geología y estructura…, 231.

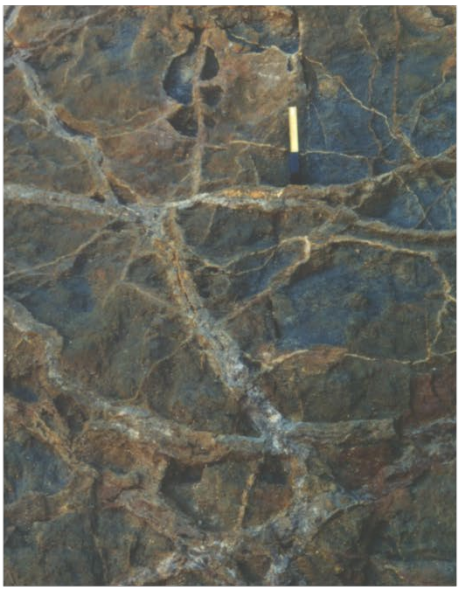
la deformación propiciada durante el varisco. El segundo, la alteración supergénica de los minerales que, tras la orogenia alpina, propició la erosión permitiendo la exposición de los sulfuros a los agentes atmosféricos, principalmente el agua, que los oxidó y lixivió.



Plano 6, Mapa Geológico Nacional, hoja 938 IV.



Sulfuro masivo (Pirita), Corta Atalaya. (Riotinto).



Stockwork, Corta Atalaya. (Riotinto).



Montera de Gossan sobre masa de sulfuros, Corta Lago, 1985. (Riotinto).

Foto 6.

Esto dio lugar a mineralizaciones complejas y explica porque cada mina incluye varias masas, tanto porque su génesis hubiera sucedido en varias subcuencas independientes, como en Neves Corvo (Portugal), como porque una masa mineral se disgregó en varias, como parece que ocurrió en Río Tinto durante el varisco[229]. De este modo, cada una de estas masas contienen mineralizaciones diferentes, y se han podido beneficiar para obtener distintos metales, como ha sucedido en Río Tinto, donde se han explotado Filón Sur, Masa Planes y Masa San Dionisio para cobre desde

[229]TORNOS ARROYO, F. (2008), "La geología y la metalogenia…, 18.

época romana hasta casi la actualidad, mientras Filón Norte fue laborada para extraer plata en época romana y plata y oro entre 1970 y 2001[230].



Foto 7 Foto ADD. Museo Minero de Río Tinto

Los minerales cobrizos contenidos en los criaderos fueron lixiviados por las aguas ácidas y precipitados en la zona de enriquecimiento supergénico, ubicada en las cercanías del nivel freático, en forma de mineralizaciones secundarias con leyes altas de cobre y zinc (covellina, calcosina y tetraedrita) [231], los famosos cobres negros y grises de Río Tinto, explotados desde mediados del siglo XVIII, pero sobre todo entre el último tercio del siglo XIX y primer tercio del s. XX por Río Tinto Co. Ltd. La ubicación de estas mineralizaciones de cobre se presenta a profundidades mayores de treinta metros, pero se han documentado también a más de 300 metros, aunque la cota normal sea a 150 metros[232]. Esto llevó a que en época romana se tuvieran que emplear distintos sistemas de drenaje: bomba de Ctesibio, cóclea, poleas de cangilones y norias[233]. Estas últimas fueron las más utilizadas en la Faja Pirítica, donde se han hallado 73 *rotae aquariae* de las 126 documentadas en todo el Imperio romano[234]. A partir de 1873 se emplearon bombas accionadas por vapor y desde mediados de la primera década del s. XX bombas con motores eléctricos.

[230]WILLIAMS, D. (1934): "The geology of the Río Tinto Mines, Spain", *Bulletin of Institution of Mining and Metallurgy* 335, 634; PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva*, *su historia, minería y aprovechamiento*, editorial Summa, Madrid, 45 - 94; GARCÍA PALOMERO, F. (1980): *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Río Tinto*, Instituto de estudios onubenses "Padre Marchena", Excma. Diputación Provincial de Huelva, Huelva, 114-154.

[231] PÉREZ MACÍAS, J. A.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2007b): "Tecnología metalúrgica en Río Tinto y el SO Ibérico desde la Edad del Bronce a la Edad Media", *Coloquio Annaberg (Alemania)*, 283 - 286.

[232]WILLIAMS, D. (1934): "The geology of the Río Tinto Mines, Spain", *Bulletin of Institution of Mining and Metallurgy* 335-634; PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva...,* 114-154; GARCÍA PALOMERO, F. (1980): *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas* …., 45-94.

[233] LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. (1968): "Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular". *Archivo Español de Arqueología,* 41, 101-120.

[234] DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; REGALADO ORTEGA, Mª C. (2010): "Rotae urionensis. Las norias romanas de Río Tinto (Huelva, España)", *Patrimonio Geológico y Minero. Una apuesta por el desarrollo local sostenible*, Huelva, 659-676; DELGADO, A.; MONGE, A.; y QUEIROZ, P. F. (2013): "La datación por radiocarbono de los elementos de las norias romanas de madera de Filón Sur (Minas de Río Tinto, Huelva)", *Onoba,* 1, 275-284.

Esta compleja génesis de los minerales cobrizos dio lugar a unos minerales también complejos que determinaron las operaciones hidrometalúrgicas y metalúrgicas entre 1725 y 1954.

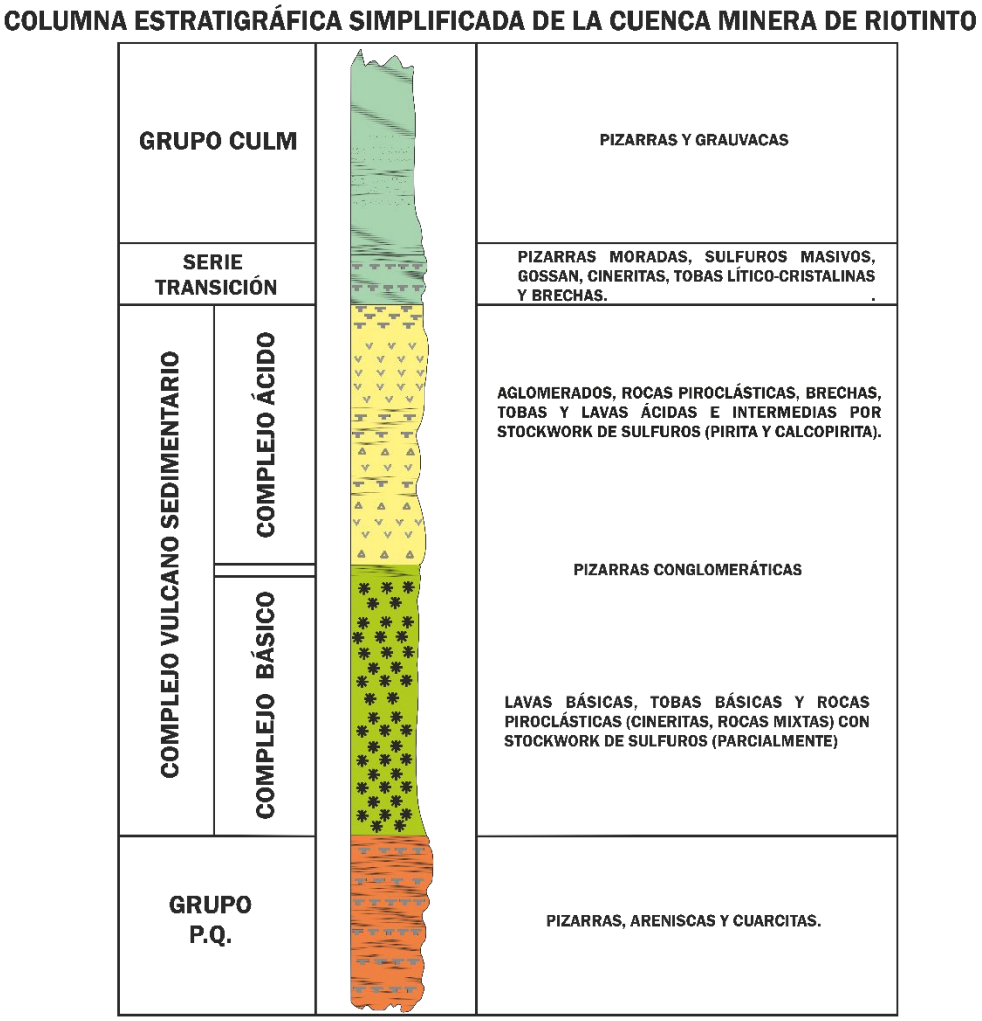


Foto 8 Elaboración propia.

4. ENCUADRE HISTÓRICO

4.1. PREHISTORIA Y PROTOHISTORIA

Aunque existen alusiones sobre el Neolítico en Río Tinto[1], no está contrastado arqueológicamente. Los vestigios más antiguos de trabajos mineros y metalúrgicos en el Cinturón Ibérico de Piritas hasta la actualidad son los documentados para la obtención de cobre en Cabezo Juré en Alosno (Huelva)[2], con una cronología de entre el 3200 y 2200[3].

En la Cuenca Minera de Río Tinto la mina más antigua donde se ha extraído y fundido cobre es en Cuchillares (Campofrío, Huelva), cuya cronología se situó en el Calcolítico, documentada durante la Exploración Arqueometalúrgica de Huelva[4] y de las que se conservan herramientas mineras en el Museo Minero de Río Tinto.

La presencia de restos metalúrgicos es escasa en los dólmenes[5], pues como se ha expuesto "*no existen argumentos arqueológicos ni metalúrgicos que conduzcan a suponer que las poblaciones megalíticas del Andévalo surgieron en este territorio por la búsqueda y fundición de minerales de cobre"* [6].

---

[1]WHISHAW, E. M. (1929): *Atlantis in Andalucia*, Rider & Co., London.

[2]Sobre este particular ver: NOCETE CALVO, F., -Coord.-, 2004: *Odiel. Proyecto de investigación arqueológica para el análisis del origen de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica,* Monografías de Arqueología 19. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla; NOCETE, F., LIZCANO, R. y ORIHUELA, A., 2004: "La excavación de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)", en NOCETE, F., Ed.: *Odiel: Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*, Monografías de Arqueología 19, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla, 107-127; NOCETE, F., ORIHUELA, A. y PEÑA, M., (1993): "Odiel. 3000-1000 A.N.E. Un modelo de análisis histórico para la contrastación del proceso de jerarquización social", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1991*, vol. II, 259-266; NOCETE, F., LIZCANO, R., ORIHUELA, A., LINARES, J. A., OTERO, R., ESCALERA, P., PARRALES, P. y ROMERO, J. C., (1999ª): "I campaña de excavación arqueológica de Cabezo Juré (Alosno, Huelva), 1995", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1994*, vol. II, 86-92; NOCETE, F., LIZCANO, R., LINARES, J. A., ESCALERA, P., ORIHUELA, A., PÉREZ, J. M., RODRÍGUEZ, M., GARRIDO, N., AQUINO, N., ALCÁZAR, J.M. y ÁLEX, E., (2001): "Segunda campaña de excavación arqueológica sistemática en el yacimiento de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1997*, vol. II, 107-111; NOCETE, F., LIZCANO, R., NIETO, J. M., ÁLEX, E., INÁCIO, N., BAYONA, M. R., DELGADO, A., ORIHUELA, A. y LINARES, J. A., 2004: "La ordenación espacio- temporal de Cabezo Juré", en NOCETE, F., (Ed.): *ODIEL: Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*, Monografías de Arqueología 19. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla, 129-239; NOCETE. F., SÁEZ, R., NIETO, J. M., CRUZ-AUÑON, R., CABRERO, R., ÁLEX, E. y BAYONA, M. R., (2005a): "Circulation of silicified oolitic limestone blades in South- Iberia (Spain and Portugal) during the third millennium ANE: an expresión of a core/periphery framework", *Journal of Anthropological Archaeology*, 24, 62-81; NOCETE F., ÁLEX E., NIETO J.M., SÁEZ R. y BAYONA M.R., (2005b): "An archaeological approach to regional environmental pollution in the south-western Iberian Peninsula related to Third millennium BC mining and metallurgy", *Journal of Archaeological Science,* vol. 32, 1566-1576; SÁEZ, R.; NOCETE, F.; NIETO, J.M.; CAPITÁN, M.A.; ROVIRA, S.; RUIZ CONDE, A. y SÁNCHEZ, A. (2001): "Metalurgia del Cu en cabezo Juré (Alosno), estudio mineralógico de escorias del 3er milenio a.n.e.", Boletín de la Sociedad Española Española de Mineralogía, 24,2, 171-179; SÁEZ, R., NOCETE, F. y CÁMALICH, D., (2004): "La captación de materias primas para la metalurgia en Cabezo Juré", en NOCETE, F., (Ed.), *Odiel. Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*, Monografías de Arqueología 19, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla, 265-272.

[3] NOCETE, F. y NOCETE, F.J. (2015): *Mil años de historia escrita en cobre y oro*, Fundación Atlantic Copper / Universidad de Huelva, Huelva, 10-11.

[4]BLANCO, A. y ROTHENBERG, B. (1981): *Exploración arqueometalúrgica de Huelva*. Río Tinto Minera S.A., ed. Labor, Barcelona, 81-83.

[5]GARCÍA, C.; RUFETE, P. y FERNÁNDEZ, J. (2006): "Del Calcolítico a la Cultura Tartésica", en DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.): *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto*, Fundación Río Tinto, 61; LINARES CATELA, J.A. (2011): *Territorios, Paisajes y Arquitecturas Megalíticas, Guías del Megalitismo en la Provincia de Huelva*, Consejería de Cultura, Sevilla.

[6]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996): *Metalurgia extractiva prerromana…*, 184.



Mina de Cuchillares (Campofrío, Huelva). Foto FRT



Restos de malaquita, Mina Cuchillares, (Campofrío, Huelva), Foto FRT



Martillo de minero, Mina Cuchillares, (Campofrío, Huelva). Foto ADD. Museo Minero de Río Tinto



Dolmen de la Lancha (Nerva, Huelva). Foto FRT



Vaso con mamelón, dolmen de la Lancha (Nerva, Huelva) Foto ADD. Museo Minero de Río Tinto.

Fotos 9

En los poblados calcolíticos excavados no se han encontrado tampoco apenas objetos metalúrgicos, pues dicha actividad no tenía importancia en la economía de los mismos[7].

Durante el Bronce Pleno la minería y metalurgia comenzará a tener más importancia, como se demuestra en algunos poblados como El Trastejón (Zufre, Huelva) o el Polideportivo de Puerto Moral, aunque no se corresponden con la riqueza minera de la Faja Pirítica Ibérica[8]. En el Bronce Pleno se documenta la aparición de los primeros artefactos de plata[9] y en la Cuenca Minera de Río Tinto se documentó en la Parrita (Nerva, Huelva) un crisol con restos que demuestran trabajos metalúrgicos de plata con una cronología de mediados del II milenio a.C.[10]. La metalurgia de plata se continúa documentando para el tercer cuarto del II milenio a.C. en el Cerro de las Tres Aguilas, como demuestra el tipo de escorias registradas, de sílice libre[11]. Estos primeros trabajos metalúrgicos para obtener plata se produjeron como resultado del tratamiento de mineralizaciones tipo gossan con enriquecimiento en plomo y plata[12] y gossan jarosítico[13].





Foto 10a (izquierda) mina chinflón, (zalamea la real, huelva) foto FRT. Foto 10b (derecha) rodillera de corcho, mina chinflón, (Zalamea la Real), foto ADD.

[7]GARCÍA, C.; RUFETE, P. y FERNÁNDEZ, J. (2006): "Del Calcolítico a la Cultura Tartésica", en DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.): *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla, 61.
[8]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 186.
[9]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 187.
[10]PÉREZ, J.A. y FRÍAS, C. (1989): "La necrópolis de la Parrita (Nerva, Huelva) y Los inicios de la metalurgia de Plata en las minas de Río Tinto" en Cuadernos del Suroeste nº1, Huelva, 11-22; PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 52-66.
[11]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 56 - 66.
[12]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 195 - 196.
[13]PÉREZ, J. A.; DELGADO, A. (2007b): "Tecnología metalúrgica en Río Tinto y el SO Ibérico desde la edad del bronce a la edad media", en *Coloquio Annaberg (Alemania)*, 287.

La mina de Chinflón (Zalamea La Real, Huelva), excavada por Rothenberg y Blanco, y el poblado por Pellicer y Hurtado[14], en un principio fue catalogada como de la Edad del Cobre, pero otras estas intervenciones arqueológicas la cronología se retrasó al Bronce Final Inicial y es hasta el momento la única mina de la Edad del Cobre excavada en España.

Durante el periodo Orientalizante la llegada de pueblos orientales, en un primer momento, fenicios, y, posteriormente, griegos, supondrá un aumento de la producción de plata en la zona minera, que se comercializaba y trataba posteriormente en Huelva[15] y San Bartolomé de Almonte[16] antes de su embarque. Durante este periodo los núcleos urbanos adquirieron importancia gracias a que fue en ellos donde se produjeron los intercambios, como afirma Pérez Macías, "*la metalurgia de la plata y comercio de metales puede significarse como uno de los elementos principales en la articulación del territorio antes que las colonias fenicias de occidente contribuyeran a su afianzamiento y ejercieran la influencia necesaria para su desarrollo urbanístico*" [17].

Foto 11a y 11 b



Cabeza de Melkart, Isla Saltés (Huelva), fines del s. VII a.C. Olpe de Clitias, c/ Puerto 10, Huelva, primer tercio s.VI a.C. Foto ADD. Museo de Huelva.

[14]ROTHENBERG, B. y BLANCO, A. (1980), "Ancient mining and smelting at Chinflón (Huelva, SW, Spain)", *Scientific Studies in Early and extractive metallurgy* (P.T. Craddock, Ed.), British Museum Occasional Paper, 20, 41-62.; PELLICER, M. y HURTADO, V. (1980): El poblado metalúrgico de Chinflón (Zalamea la Real, Huelva), Sevilla.

[15]MARTÍN HERNÁNDEZ, C. (2017): "Metal trade of the Phoenicians in Huelva", *2 Conferencia sobre Minería en la Historia Europea, actividades mineras antiguas y su impacto en el Medio Ambiente y las Sociedades Humanas*, Innsbruck, 191-199.

[16]FERNÁNDEZ JURADO, J. y RUIZ MATA, D. (1986): *El yacimiento de metalúrgico de San Bartolomé de Almonte (Huelva)*, Huelva Arqueológica, 8, Huelva.

[17]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 206.

En la Cuenca Minera de Río Tinto los yacimientos más importantes en este periodo son Cortalago[18], desde el siglo IX a. C. y Cerro Salomón desde el siglo VIII a. C., donde se documentó poblamiento desde época Orientalizante hasta el siglo IV a. C. [19], y una ocupación posterior en época romana e islámica. En sus cercanías se encontraba el poblado de Quebrantahuesos[20] con una cronología similar a la de Salomón, con un máximo de producción en el siglo VII a. C.

Pero la producción de plata y por ende la pujanza de los poblados, donde se documenta una importante cultura material fenicia en el siglo VII a.C., no se percibe en el siglo VI a.C. La llegada de los griegos en la segunda mitad de esa misma centuria ayudó a mantener la demanda de plata, pero el cierre del estrecho tras la batalla de Alalia en el 535 a.C. y la puesta en operación de las minas de Laurion en la misma centuria[21], determinaron que se rompieran las relaciones comerciales entre Oriente y Occidente[22], como se ha detectado en el yacimiento de Cerro de Salomón (Río Tinto)[23]. Esta crisis de principios del siglo VI a. C. no fue común a otras minas de la Faja Pirítica Ibérica, pues otras minas, como Tharsis (Alosno), continuaron en operación en los siglos VI a. C. y IV a. C.[24].

La producción minera y metalúrgica no se recuperará en la Cuenca Minera de Río Tinto hasta el siglo III a. C., con la política Barcida, que necesitada abastecerse en Hispania tras la pérdida de Sicilia en la Primera Guerra Púnica, que introdujo sistemas de ingeniería minera helenística para el laboreo minero[25], como para solventar uno de los principales problemas en minería, el desagüe[26].

[18]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 79 - 97.
[19]BLANCO, A., LUZÓN, J.M Y RUÍZ, D. (1970): *Excavaciones arqueológicas en el Cero Salomón* (Río Tinto, Huelva), Sevilla.; PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 106.
[20]BLANCO, A., LUZÓN, J.M Y RUÍZ, D. (1970): *Excavaciones arqueológicas en el Cero Salomón…*Sevilla; PELLICER CATALÁN, M. (1983): "El yacimiento protohistórico de Quebrantahuesos (Río Tinto, Huelva)", *Noticiario Arqueológico Hispánico,* 15, 59 -91. Madrid; PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva…* 106.
[21]ARDAILLON, E. (1897): *Les Mines du Laurion dans l'Antiquité*, Fontemoing, Paris, 1897; CONOPHAGOS, C. (1980): *le Laurion antique et la technique greque de la production de l´argent*, Athenes.
[22]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996): *Metalurgia extractiva…* 207; GARCÍA, C.; RUFETE, P. y FERNÁNDEZ, J. (2006): "Del Calcolítico a la Cultura Tartésica",67.
[23]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996): *Metalurgia extractiva…* 207.
[24]PÉREZ MACÍAS, J. A (1999), "Pico del Oro (Tharsis, Huelva). Contraargumentos sobre la crisis metalúrgica tartéssica", *Huelva en su Historia,* 7, 71-98.
[25] Sobre sistemas de laboreo minero en la antigüedad Ver PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011) Ingeniería minera antigua y medieval … 3-16.
[26] Sobre los sistemas de desagüe Ver LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. (1968): "Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular", *Archivo Español de Arqueología,* 41, 101-120; OLESON, J.P. 1984. *Greek and Roman Mechanical Water-lifting devices: The History of a Technology,* University of Toronto Press, Toronto.



Foto 12a

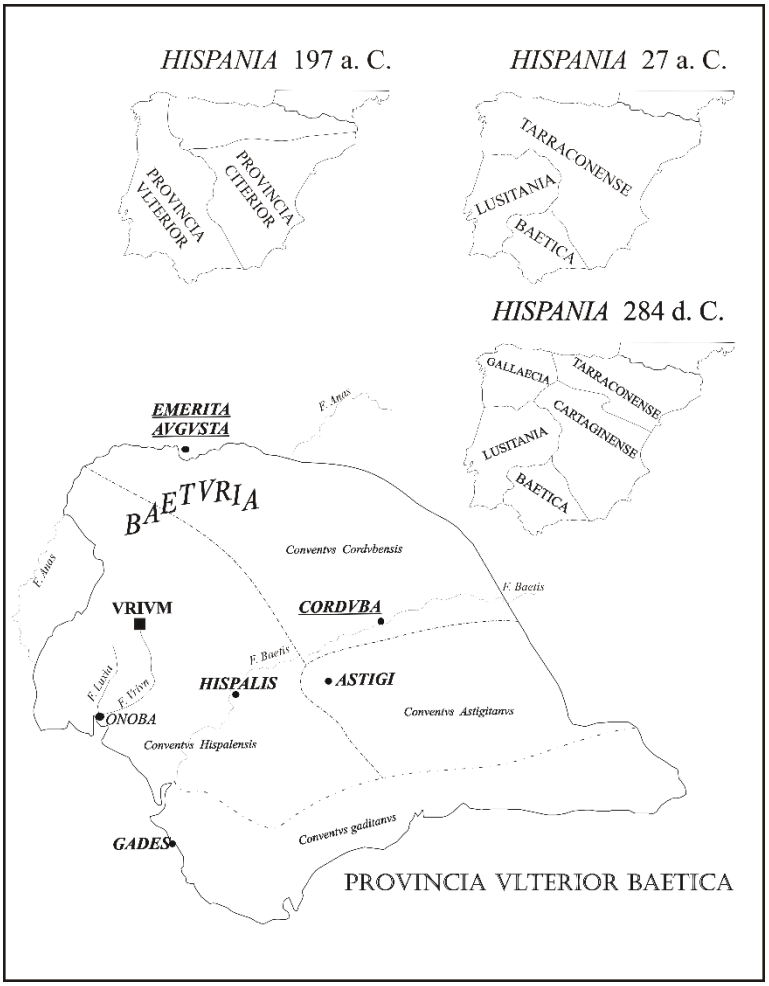
Foto 12a, Plato fenicio de engobe rojo, s. VII a. C. (arriba) y Foto 12b (abajo) plato de cerámica gris orientalizante, s. VII a. C., Cerro Salomón (Río Tinto – Huelva). Foto ADD. Museo Minero de Río Tinto.



Foto 12b

4.2. ÉPOCA ROMANA

En el año 206 a. C., con el final de las operaciones militares de la II Guerra Púnica en la Península Ibérica, se produjo la llegada de Roma y el fin del dominio púnico, comenzando la conquista y la romanización de *Hispania*, periodo durante el cual Roma dominará y organizará el territorio peninsular, sacando el mayor beneficio posible[27]. Este proceso no fue uniforme, ni en intensidad ni en el tiempo, pues fueron romanizados más rápidamente aquellos territorios que habían tenido contacto con los pueblos orientales, fenicios y griegos.



Plano 7 Provincia Ulterior Baetica, Elaboración propia.

Para controlar un territorio tan extenso como la Península Ibérica, Roma utilizó un sistema basado en la división del territorio en provincias, que ya había empleado con éxito en Sicilia y Cerdeña. Así en el año 197 a. C. el Senado romano dividió *Hispania* en

[27] Sobre el contexto del control y explotación de los recursos minerales Ver BLÁZQUEZ, J.Mª. (1996): "Las explotaciones mineras y la romanización de Hispania", Blázquez, J.Mª. y Alvar, J. (Eds.) *La Romanización en Occidente*, Actas, Madrid, 179 – 200.

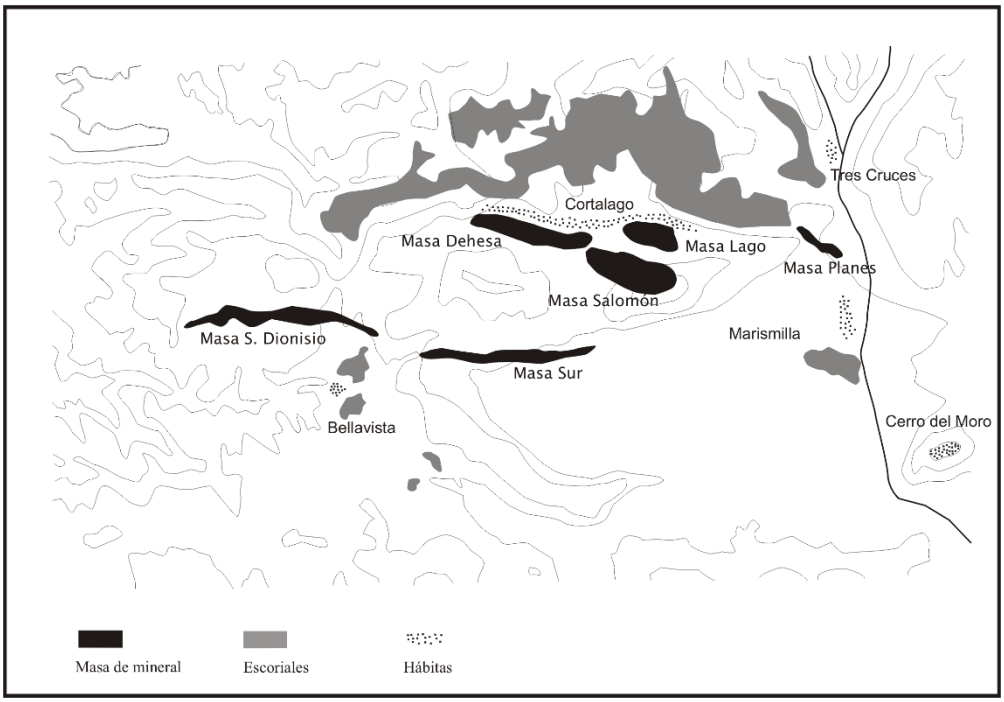
dos provincias: *Citerior* y *Ulterior*. A ésta última es a la que pertenecerá el territorio donde se ubica la Cuenca Minera de Río Tinto. Esta división en dos provincias se mantendrá hasta el año 27 a. C., cuando Augusto por razones militares las reestructuró. La *Citerior* pasó a denominarse como *Tarraconense*, con capital en *Tarraco* (Tarragona), mientras que la antigua *Ulterior* se dividió en dos, *Provincia Ulterior Lusitania* con capital en *Emerita Augusta* (Mérida) y *Provincia Ulterior Baetica* con capital en *Corduba* (Córdoba). También fueron subdivididas las provincias entre senatoriales e imperiales, siendo las senatoriales aquellas que por estar pacificadas quedaron bajo jurisdicción del senado, quien elegía también al proconsul que las gobernaba, mientras que las imperiales eran aquellas que no estaban totalmente pacificadas, disponían de un importante contingente militar y estaban administradas por el emperador que nombraba un legado imperial que gobernaba la provincia. De las tres provincias hispanas, la única que tuvo la consideración de senatorial fue la Bética, por ser la más pacificada y romanizada de las provincias hispanas. Esta división permanecerá, casi sin variaciones, hasta principios del s. III d. C., cuando Caracalla (198-217 a. C.) creó la *Gallaecia*, desgajada de la *Tarraconense*. En el año 284 d. C. el territorio peninsular se volverá a dividir en seis provincias: *Lusitania, Tarraconense, Cartaginense, Bética, Mauritania Tingitania* (Norte de África) e Islas Baleares.

A mediados del siglo I d. C. Plinio el Viejo realiza la siguiente descripción de las diversas partes de *Hispania*.

"En él la primera de las tierras es la Hispania llamada Ulterior y asimismo Bética y luego Citerior y asimismo Tarraconense desde el límite Murgitano hasta las alturas del Pirineo. La Ulterior está dividida longitudinalmente en dos provincias, ya que, adyacente al costado septentrional de la Bética se extiende la Lusitania, separada por río Anas...La Tarraconense, por su parte, que adosada al Pirineo, discurre por entero a su lado y se ensancha transversalmente hasta el Océano Gálico desde el mar Hibérico, queda delimitada de la Bética y de la Lusitania por el monte Solorio y por los montes Oretanos, Carpetanos y de los satures». (N. H., III 2, 6.)

Cada provincia estaba a su vez subdivida en *conventus*, asamblea de ciudadanos romanos que, reunidos por el gobernador en las ciudades importantes para administrar justicia. Los conventos se desarrollaron en época tardorepublicana y de forma plena en época imperial. Este término también se aplicó a las ciudades donde se reunían las

asambleas y a los distritos donde tenían jurisdicción estas asambleas. Así, la provincia Bética fue dividida en cuatro *conventus*: *Astigitanus* (Écija, Sevilla)*, Cordubensis* (Córdoba)*, Gaditanus* (Cádiz) e *Hispalensis* (Sevilla).



Plano 8, Asentamientos, masas minerales y escoriales, Cuenca Minera de Río Tinto, Fuente Pérez y Delgado 2007

El territorio que actualmente ocupa la Cuenca Minera de Río Tinto, perteneció en principio a la provincia *Ulterior*, a partir del año 27 a. C., a la senatorial *Provincia Ulterior Baetica* y dentro de ésta al *conventus hispalenses.* Las fuentes escritas romanas son muy parcas sobre este distrito minero, la ciudad y el río *Urium*. Si exceptuamos la mención de Plinio referida al río Tinto[28], las dos únicas que conservamos son del geógrafo Ptolomeo (II, 4,10), que sitúa la ciudad entre los grados 5º 40´ - 30º 20´, a una latitud equidistante entre *Onoba* (Huelva) e *Italica* (Santiponce), y el Anónimo de Rávena (IV, 45, 16) [29], que menciona "Urion" como una estación en la ruta *Onoba – Arucci*. Estos dos datos por sí solos no pueden situar con exactitud el lugar mencionado como *Urium*, pero sí nos pueden permitir asignar este topónimo a un área concreta, la actual Comarca Minera de Río Tinto.

[28]N.H. III, 7. *"*Entre los lugares dignos de mencionar, o fáciles de enunciar en legua latina, partiendo del Anas (Guadiana) y en la costa del Océano, se encuentra la población de Onoba (Huelva), apellidada Estuaria en la confluencia del Luxia (Odiel) y el Urio (Tinto)*"*. El mismo autor cita el término "Urium" entre otros términos mineros, en este caso para determinar un tipo de barro. "*Vitium lavandi est si fluens amnis lutum imporlet, id genus terrae urium vocant; ergo per silices calculosve ducunt et urium evitant"* (N.H. XXXIII, 21, 75).

[29] Obra de autor desconocido, cuya fecha de redacción es el siglo VII d. C. Es un catálogo sobre las vías del imperio romano donde se mencionan cada una de las estaciones.

La conquista debió de ser rápida en la costa y la campiña, quizás poco después del 206 a. C., mientras que la *Baeturia* tardó más por el carácter montaraz de sus habitantes frente al invasor romano. Si bien los minerales fueron una de las riquezas más buscadas por Roma desde su conquista, no será hasta época Sertoriana (83-72 a. C.) cuando se lleve a cabo el primer intento serio de control de la zona minera de Río Tinto[30]. Pocos años después, durante el mandato de César en la Bética[31], quien pacificó la región, se produjeron importantes cambios, se crearon ciudades *ex novo* y se construyeron *castella*, desde donde el ejército protegía el transporte del metal extraído en las zonas mineras hasta las zonas de recepción[32], controlando los pasos, vados y otros posibles accidentes que favorecieran los robos[33].

En época republicana conocemos que las minas de Río Tinto y la mina de Umbría de Palomino (Campofrío) eran las únicas dos minas en operación[34], y en Río Tinto de esta época disponemos de menos datos que para época imperial, los asentamientos de El Castillejo[35] y Cortalago[36].

Será durante el gobierno de Augusto (27 a. C. – 14 d. C.) cuando se produzcan cambios en el sistema de administración de las minas, pues pasarán a estar gestionadas de forma directa por medio del ejército, quien se encargaría de llevar a cabo labores de planificación minera y metalúrgica, además de asegurar el abasto y el control de las vías de comunicación. La zona central de la Cuenca Minera de Río Tinto es donde se encontraba la zona minera y metalúrgica, mientras que el resto del territorio que hoy la

[30] CHIC GARCÍA, G. (1981): "La actuación político-militar de Q. Sertorio durante los años 83 a 80 a. C.", *Actas del I CAEC.* Jaén.
[31] Fue cuestor en el 69 a. C. y pretor (gobernador) en el año 68 a. C.
[32] Sobre el papel del ejército en las minas PÉREZ MACÍAS, J. A. (2018): "El ejército en las minas", *Fortificaciones romanas en el área minera de Huelva*, Universidad de Huelva, Huelva, 31 - 50.
[33] Sobre las fortificaciones romanas en las zonas mineras onubenses Ver PÉREZ MACÍAS, J.A. (2018): *Fortificaciones Romanas…* Huelva y sobre el control que este tipo de fortificaciones ejercieron sobre el territorio ver PÉREZ, J.A.; MACÍAS, R. y RABADÁN, M. (2019): Fortificación romana y minas en el Barranco Abadejo (Paterna del Campo, Huelva), *Onoba,* 7, 237 – 253.
[34]PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva…* 210-211.
[35]PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011a): "El *castellum* de El Castillejo (El Campillo, Huelva): explotación romano-republicana en Río Tinto", en J. A. PÉREZ – A. DELGADO – J. M. PÉREZ – F. J. DELGADO (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 45-75.
[36] Sobre Cortalago ver: LUZÓN, J. Mª – RUIZ, D. (1970): "El poblado minero romano de Río Tinto", *Habis,* 1, 125-138; PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): «El poblado minero de Río Tinto (Huelva). Determinantes de su dispersión", *Arqueología Espacial, 10*, 135-145; AMORES CARREDANO, F. (1988): "El yacimiento arqueológico de Cortalago (Río Tinto, Huelva): Datos para una síntesis", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto*, Nerva, 741 -743; PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva…* 108 – 140; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2012): "Paisaje y territorio de Río Tinto en época romana", en M. ZARZALEJOS – P. HEVIA – L. MANSILLA (Eds.), *Paisajes Mineros Antiguos en la Península Ibérica. Investigaciones y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue*, 47-67; PÉREZ MACÍAS, J. A. – MARTINS, A. – BUSTAMENTE, M. – DELGADO, A. (2009): "De *Praesidium* a *vicus metallum.* El poblado minero en el Suroeste peninsular", *Andalucía Romana y Visigoda. Ordenación y vertebración del territorio*, Roma, 37 -64; HERAS MORA, F.J. (2018), *Implantación Militar Romana en el Suroeste Hispano (s. II – I a.n.e), Anejos de GLADIUS*, Madrid, 437, retrotrae 50 años los niveles más antiguos romanos de Cortalago.

forma estuvo destinada a suministrar los abastos necesarios para la vida cotidiana de los operarios mineros y metalúrgicos[37].

El contingente militar, que quizás estuvo bajo el mando de un prefecto, que sería el administrador de la explotación, habitaría en el Cerro del Moro (Nerva, Huelva) [38], siendo éste el momento en que se produciría la reactivación de la producción de plata y el comienzo de la producción de cobre. Esta intensa actividad minera y metalúrgica hizo de foco de atracción para diversas poblaciones peninsulares que se desplazaron a la zona minera de Río Tinto, especialmente desde *Gallaecia, Lusitania* y *Celtiberia*[39].



Foto 13 Jabalí de bronce, hallado en 1925 por Mr. Kenworthy en el escorial romano junto a la antigua fábrica de ácido. Probablemente un emblema de una unidad militar romana Foto FRT.

Durante el principado de Tiberio (14 d. C.-37 d. C.) se continuaría con el control directo de las zonas mineras por parte del emperador. En este sentido Tácito relata como este emperador desposeyó a Sexto Mario de sus concesiones mineras situadas en Sierra Morena mediante falsas acusaciones (*Ann*. VI, 19, 1). El principado de Claudio (41-54 d. C.) traerá nuevos cambios, se abandona el Cerro del Moro, el destacamento militar pasa a ocupar Marismilla[40] y la población minera se concentra en Cortalago, posiblemente siendo en este momento cuando se podría haber introducido en las minas

[37] Para la Cuenca Minera de Río Tinto contamos con dos trabajos sobre las zonas fuera del coto minero propiamente dicho, uno sobre Campofrío, PÉREZ MACÍAS, J.A.; MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, F. y FRÍAS GÓMEZ, C. (1990): *Explotaciones romanas de Campofrío, fundos metalúrgicos y vías romanas en el Cinturón Ibérico de Piritas,* Ayuntamiento de Campofrío, Lepe; y otro sobre Zalamea La Real, GÓMEZ RUÍZ, A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2019): *Zalamea Romana*, Ayuntamiento de Zalamea La Real y Non plus Zalamea, Zalamea.

[38] Sobre el Cerro del Moro ver: PÉREZ MACÍAS, J.A. (1990): *El cerro del Moro. Campaña Arqueometalúrgica de 1984*. Nerva; PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva…* 102 – 106; PÉREZ, J. A. – DELGADO, A. (2007a): "Los *metalla* de Río Tinto en época julio-Claudia", *Las minas de Río Tinto en época julio-claudia*, J.A. PÉREZ – A. DELGADO, (eds.), *Las minas de Río Tinto en época Julio-Claudia*, Huelva, 37-185.

[39] PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva en la Antigüedad…* 217.

[40] PÉREZ, J. A. – DELGADO, A. – REGALADO, C. (2012): "El asentamiento romano en el paraje de Marismilla (Río Tinto-Nerva, Huelva)", en J. A. PÉREZ - J. L. CARRIAZO - B. CEBALLOS (eds.), *Paisajes, Tiempos y Memoria*, Huelva, 45-83.

administradores civiles (*procuratores metallorum*) [41], que están ya documentados para época Flavia, como en el caso de *Pudens*[42].

Foto 14a (izquierda) y b (derecha)



Excavación de Cerro del Moro (Nerva, Huelva), 1984.



Yacimiento de Marismilla (Minas de Río Tinto/Nerva).

Esta *restitutio* devolverá a Cortalago el lugar central de la Cuenca Minera de Río Tinto, siendo uno de los poblados mineros metalúrgicos más importantes de Europa, el que marca la pauta para el conocimiento de la Cuenca Minera de Río Tinto. Este yacimiento ha sido estudiado desde los años 70[43], con campañas continuadas en los años 80 y 90[44], y desde la reapertura de la mina en 2015 está siendo excavado desde 2017.

Desde época de Claudio se inició un fuerte impulso en la explotación minera-metalúrgica que se mantuvo hasta la primera mitad del siglo II, siendo durante el gobierno de los emperadores antoninos hispanos (Trajano 97-117 d. C. y Adriano 117-138 d. C.) cuando se produjo el máximo periodo de beneficio de los minerales de Río

[41]PÉREZ, J. A. – DELGADO, A. (2007a): "Los *metalla* de Río Tinto en época julio-Claudia"… 37-185.

[42] Sobre este particular ver GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, J. (1989): *Corpus de Inscripciones latinas en Andalucía…* 77-79 ; REMESAL RODRÍGUEZ, J. (1998) "Epigrafía y política en el siglo XVIII. La inscripción dedicada a Nerva en Río Tinto. CIL II 956". *Florentia Lliberritana* 9, 499-517; PÉREZ MACÍAS, J.A. (2020): "Gestión y producción en *los metalla caesaris* de la faja pirítica ibérica: epigrafía y arqueología", Onoba 8, 17-34.

[43]LUZÓN, J. Mª – RUIZ, D. (1970): "El poblado minero romano de Río Tinto"…. 125-138; LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. 1975. Antigüedades romanas en la provincia de Huelva. *Huelva, Prehistoria y Antigüedad*, Madrid, 269 – 320; JONES, G.D.B. (1980): "The Roman mines at Río Tinto". *Journal of Roman Studies*, LXX, London. 146-165.

[44]PÉREZ MACÍAS, J.A. 1985. Excavaciones de Urgencia en la necrópolis romana del Stock de Gossan (Río Tinto, Huelva). *Anuario Arqueológico de Andalucía/1985, III*. Sevilla, 187-192.; ROTHENBERG, B. Y PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): "Excavaciones en Corta del Lago, (Río Tinto, Huelva), Campaña de 1985", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1985 II,* Sevilla, 380-388; PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): «El poblado minero de Río Tinto (Huelva). Determinantes de su dispersión. 135 – 145; ROTHENBERG, B.; PÉREZ, J. A. (1987) "Excavaciones en la Corta del Lago (Río Tinto, Huelva). Campaña de 1986." en Anuario Arqueológico de Andalucía/1986, II. Sevilla, 380-388; AMORES CARREDANO, F. (1988): "El yacimiento arqueológico de Cortalago (Río Tinto, Huelva): Datos para una síntesis", 741 -743; FÉRNANDEZ-POSSE ARNAIZ, M. D.; SÁNCHEZ PALENCIA, F. J. (1996): "Río Tinto: La memoria antigua desde la actualidad", *Clásicos de la Arqueología de Huelva* 6, 50-86;
PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva en la Antigüedad…* 108 – 140.

Tinto. Esto se reflejará en la extensión del poblado[45] y la necrópolis de Río Tinto[46]. Además de zona de hábitat[47], Cortalago tenía incluso una zona dedicada al culto imperial, como quedó de manifiesto con el hallazgo de las esculturas togadas de Claudio y Livia[48].



Foto 15 Yacimiento de Cortalago (Minas de Río Tinto, Huelva) desde el Sur, 1985. Foto Pérez Macías.



Foto 16 Esculturas togadas de mármol halladas en 1986 durante los trabajos mineros. La masculina pertenece a Claudio y la fenemina a Livia. Museo Minero de Río Tinto.

[45]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): «El poblado minero de Río Tinto (Huelva)…, 135-145; PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva…* 108 - 140.

[46] PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): «El poblado minero de Río Tinto (Huelva)…, 135-145; PÉREZ MACÍAS, J.A. 1985. Excavaciones de Urgencia en la necrópolis romana del Stock de Gossan… 187-192; PÉREZ MACÍAS, J. A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2012): "Las cupae de Río Tinto (Huelva)", Andreu Pintado, J. (ed.) *Las Cupae hispanas: origen, difusión, uso, tipología*, UNED Tudela, 301 – 340.

[47]PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva…* 108 - 140.

[48]PÉREZ, J. A. – SCHATTNER, TH. G. – GIMENO, H. – STYLOW, A. U. (2008): "¿Claudius und Livia in Urium? Ein Statuenfund im Erzrevier von Río Tinto (Prov. Huelva)", *Madrider Mitteilungen*, 49, 302-340.

A partir de la segunda mitad del siglo II d. C. se va a producir un colapso de la producción minera, quizás debido a la dificultad de encontrar grandes partidas de minerales beneficiables[49]. A esto habría que unir que en ese mismo momento están en explotación otras zonas mineras argentíferas en *Britannia* y *Dacia.* Junto con razzias lusitanas y las incursiones de los *Mauri*[50], producidas en 172 y 176 d. C., durante el gobierno de Marco Aurelio, provocarán el abandono del aprovechamiento minero en Río Tinto. Durante el siglo III d. C., la explotación minera se paralizará, no reactivándose hasta el siglo IV, cuando se reconstruya por última vez el poblado de Cortalago[51], manteniéndose hasta el siglo V d. C., cuando, tras las invasiones bárbaras, se paralice la extracción de minerales a gran escala hasta la reapertura de las mismas en época borbónica.



Foto 17 Cámara de extracción y Pozo, Cueva del Tabaco, 1985. Minas de Río Tinto, Foto Pérez Macías.

La minería romana, como afirma Pérez Macías, siguió la estela de las operaciones mineras de época púnica, aunque se implementó mucho a partir de época altoimperial con el sistema de galería, pozo y cámara[52].

La época romana fue el primer gran periodo de explotación minero metalúrgico de Río Tinto, que fue la mina de plata más importante del Imperio Romano y a partir de

[49] PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva*....217.
[50] PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva* ….218.
[51] LUZÓN, J. M y RUÍZ, D. (1970): "El poblado minero romano de Río Tinto"»… 125-138 ; PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998): *Las Minas de Huelva* ….218.
[52]Sobre minería romana en Río Tinto ver: PÉREZ, J.A., GÓMEZ, F., ÁLVAREZ, G., y FLORES, E. (1991): *Documentación de la minería antigua en las minas de Río Tinto*. Huelva; WILLIES, L. (1997): "Roman mining at Río Tinto", *Bulletin of the Peak District Mines Historical, Society* 13/3; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011):"Ingeniería minera antigua y medieval en el Suroeste Ibérico"…, 3-16. Sobre los sistemas empleados de desagüe empleados en Río Tinto Ver: LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. (1968): "Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular"…101-120; OJEDA CALVO, R. (2006): "La Rota del Museo de Huelva: apuntes sobre el origen, adscripción, uso y funcionalidad de una rueda de evacuación de agua hallada en Minas de Río Tinto". *Rueda elevadora de agua de las minas de Río Tinto: Memoria de Intervención,* Cuadernos PH, 18, 10-39.; OLESON, J.P. 1984. *Greek and Roman Mechanical Water-lifting devices….*, Toronto; DELGADO, A. – REGALADO, Mª C. (2010): "Rotae urionensis. Las norias romanas de Río Tinto (Huelva, España)"… 659-676; DELGADO, A. – MONGE, A. – QUEIROZ, P. F. (2013): "La datación por radiocarbono de los elementos de las norias romanas de madera de Filón Sur…., 275-284; DELGADO, A. y GUISANDE, P. (2014): "La noria del Museo de Huelva, un unicum de la arqueología romana", *De Re Metallica*, 24, 33-43.

Augusto también una importante mina de cobre, como prueban los millones de toneladas de escoria[53] y el plomo isotópico documentado en Groenlandia[54].



Foto 18 Galería romana nº 10 de Masa Dehesa (Minas de Río Tinto, Huelva), cota 417,09 hallada en febrero de 2019.



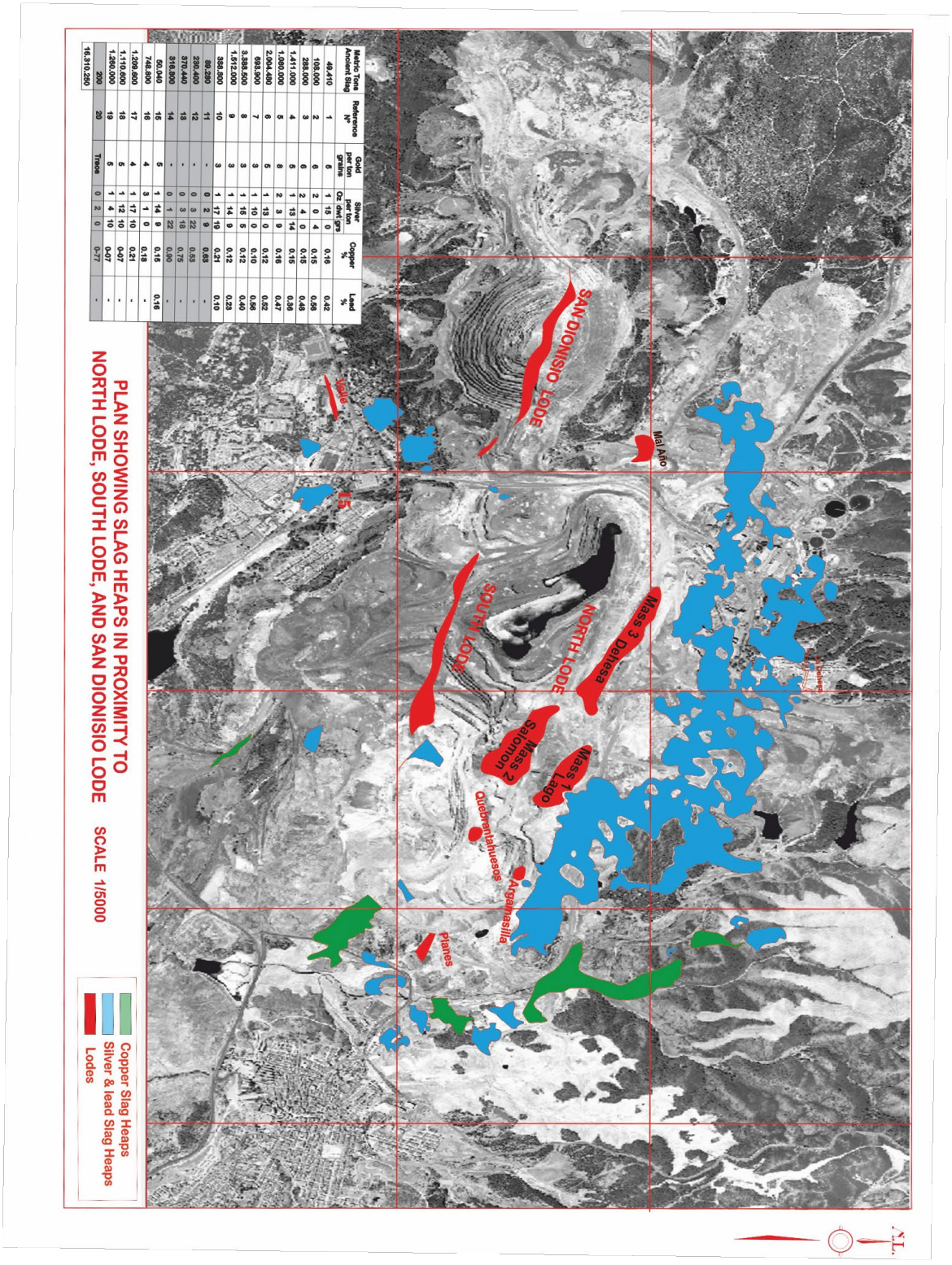
Foto 19 Escorial en Filón Norte (Minas de Río Tinto, Huelva), foto ADD

[53] Sobre metalurgia romana en Río Tinto ver: ANGUILANO, L. (2012): *Roman lead silver smelting at Río Tinto. The case study of Corta Lago*, University College London, London; ANGUILANO, L.; REHREN, T.; MÜLLER, W.; y ROTHENBERG, B. (2010): "The importance of lead in the silver production at Río Tinto (Spain)", *ArcheoSciences, revue d'archéométrie,* 34, 269-276.; CRADOCCK, P.T., FREESTONE, I.C., GALE, N.H., MEEKS, N.D., ROTHENBERG, B., y TITE, M.S. (1985): "The investigation of a small heap of silver smelting debris from Río Tinto, Huelva, Spain", *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity,* British Museum Occasional Paper, 48, 199-214.; HUNT ORTÍZ, M. A. (1988):" Consideraciones sobre la metalurgia del Cobre y del Hierro en época romana en la provincia de Huelva, con especial referencia a las minas de Río Tinto", *Habis,* 18-19, Sevilla: 601-612.; PÉREZ MACÍAS, J.A. 1998. *Las Minas de Huelva* …Huelva; PÉREZ MACÍAS, J. A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2007b): "Tecnología metalúrgica en Río Tinto… 281 – 308; PÉREZ MACÍAS, J.A. (2019): Metalurgia del escorial número 6 de Río Tinto… 79 – 114; ROTHENBERG, B.; GARCIA, F.; BACHMANN, H. G. Y GOETHE, J. (1990): "The Río Tinto Enigma", *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas I*, Madrid. 57-70*;* SALKIELD, L. V. (1970): "Ancient slag in the south west of the Iberian Península", *La minería Hispana e Iberoamericana. Contribución a su estudio*, León, 85-99.

[54]ROSMAN, K. J. R.; CHISHOLM, W.; HONG, S.; CANDELONE, J. P. y BOUTRON, C. F. (1997): "Lead from Carthaginian and Roman Spanish Mines Isotopically Identified in Greenland Ice dated from 600 B.C. to 300 A.D.", *Environemental Science & Technology* 31, 3413- 3416.



Foto 20 Escorial RT 19, Masa Dehesa (Minas de Río Tinto, Huelva). Foto ADD.



Metric Tons Ancient Slag	Reference N°	Gold per ton grains	Silver per ton Oz. dwt. grs	Copper %	Lead %
49.410	1	6	1 16 0	0.16	0.42
108.000	2	6	2 0 4	0.15	0.66
288.000	3	6	2 4 0	0.15	0.48
1.411.000	4	6	1 13 14	0.15	0.38
1.080.000	5	8	2 3 9	0.16	0.47
2.004.480	6	6	1 13 0	0.12	0.52
693.000	7	3	1 10 0	0.10	0.56
3.888.000	8	3	1 15 5	0.12	0.40
1.512.000	9	3	1 14 9	0.12	0.23
358.800	10	3	1 17 19	0.21	0.10
89.280	11	-	0 2 9	0.63	-
230.400	12	-	0 3 22	0.53	-
370.440	13	-	0 3 18	0.75	-
816.800	14	-	0 1 22	0.90	-
50.040	15	5	1 14 9	0.15	0.16
748.800	16	4	3 1 0	0.18	-
1.209.800	17	4	1 17 10	0.21	-
1.110.000	18	5	1 12 10	0-07	-
1.490.000	19	5	1 4 10	0-07	-
200	20	Trace	0 2 0	0-77	-
16.310.280					

Plano 9, Ubicación de los escoriales romanos en Río Tinto, fuente Salkield, Pérez y Delgado 2013.

4.3. EDAD MEDIA Y MODERNA

Con la llegada de contingentes provenientes del norte de África en el año 711 comenzó la dominación islámica de la península ibérica hasta 1492 y en la Cuenca Minera de Río Tinto hasta mediados del s. XIII. Desde el inicio de la dominación hispanomusulmana esta zona perteneció a la kora de Niebla[55], por lo menos hasta el siglo XI, cuando debió de pasar a la de Sevilla, pues tras la conquista cristiana en 1248, pasó a manos del Arzobispado de Sevilla[56].

La minería y la metalurgia islámica para el SO peninsular ha estado poco estudiada hasta hace pocos años. En la provincia de Huelva gracias al trabajo desarrollado por los investigadores de la Casa Velázquez y el Museo de Huelva podemos exceptuar el caso de Saltés[57]. Para otras zonas de Huelva en general y de la Cuenca Minera de Río Tinto son imprescindibles los trabajos de Pérez Macías[58], que están permitiendo solventar la laguna que suponía el conocimiento de la minería y metalurgia islámica. De este modo, conocemos que se explotaron los crestones ferruginosos de las minas de la zona de Ossa Morena, como el Llano de la Torre en Aroche, y en la zona Sudportuguesa, como la Cerca Alta en el Cerro del Andévalo, desde el s. IX d.C. Esta metalurgia dedicada a obtener hierro se extendió a la explotación de las "costras ferruginosas" de la Campiña onubense, como en el caso del Cabezo de la Mina I (Lucena del Puerto)[59]. A fines del siglo XI d. C. se detecta un cambio en la producción, estos asentamientos se abandonan y la producción de hierro en épocas almorávide y almohade va a continuar en yacimientos como Cerro Salomón en Río Tinto y Castillo de Buitrón en Zalamea La Real[60]. Pero no sólo se produjo hierro en época Islámica, también

[55]Kora= Comarca, distrito, país; significa como término distrito administrativo o circunscripción territorial que tenía por capital la ciudad de cierta importancia en la que residía un gobernador. Ver MAILLO SALGADO, F. (1987): *Vocabulario básico de Historia del Islám.* Madrid, 99.

[56] LADERO QUESADA, M.A. (1992): *Niebla de reino a condado. Noticias sobre el Algarbe andaluz en la Baja Edad Media.* Excma Diputación de Huelva, Huelva.

[57] Sobre este particular ver: BAZZANA, A. y CRESSIER, P. (1989): *Shaltish/Saltés (Huelva), Une ville médievale d' Al-andalus*, Madrid; TRAUHT, N. (1996): "Les produits métallurgiques du site médival de Saltés (Huelva – Andalousie", Archéologie Islamique 6, 77 – 88; BAZZANA, A. y TRAUHT, N. (1997): "L´ille de Saltés (Huelva). La ville islamique, centre d´une metallurgie de concentration au Moyen Âge", *Académie des Incriptions et Belles Lettres, Comptes rendus des séances de l´anne 1997*, Paris, 47 -74; BAZZANA, A. y BEDIA GARCÍA, A. (2009): *Saltés. Un asentamiento islámico en les Marismas del Odiel (siglos IX-xIII)*, Huelva Arqueológica, 21, Diputación de Huelva, Huelva.; BAZZANA, A. (2011): "Minería en época islámica", en PÉREZ, J. A., DELGADO, A., PÉREZ, J. M. y GARCÍA, F. J. (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Universidad de Huelva y Fundación Río Tinto, Huelva, 173 -194.

[58]PÉREZ MACÍAS, J.A. (1999): "Cerro Salomón y la minería hispanomusulmana en el Garb Al Andalus", *Arqueología Medieval, 6*, 19-37; PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus", en CANTO GARCÍA, A. y CRESSIER, P. (2008), *Minas y metalurgia en al-Andalus y Magreb occidental, explotación y poblamiento*, Casa de Velázquez, Madrid, 179 – 207.

[59]PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus"… 206-207.

[60]PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus"….,207.

hay indicios sobre la producción de cobre (Rotura)[61] y de plata, como demuestra el crisol de plata hallado en Mértola (Portugal)[62].

También se han documentado indicios que llevan a pensar que durante época islámica se transportaron minerales desde el Andévalo hasta la campiña y la costa, donde se desarrollaron buena parte de los trabajos metalúrgicos en contextos urbanos, según se deduce de la presencia de sulfuros de hierro, cobre y sulfuros complejos en las escorias,[63].

La minería islámica está muy mal conocida[64]. Al ser las labores mineras (galería, cámara y pozo) similares a las empleadas en época romana, que fueron de las mismas características a las que se emplearon hasta la primera mitad del siglo XIX, es muy difícil adscribirles una cronología concreta sin el hallazgo de restos arqueológicos. En Río Tinto pertenecen a esta época los candiles hallados en galerías, que se conservan en el Museo Minero de Río Tinto[65] y el Museo Histórico Minero D. Felipe de Borbón y Grecia[66]



Foto 20 Candil de piquera hallado en Río Tinto, siglos XII-XIII. Museo Minero de Río Tinto.

[61]PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus"…207.
[62]Da SILVA, L. (1992): "O candinho de ourives de prata de silo nº 5 de Mértola", *Arqueología Medieval,* I, 35-37.
[63]PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus"…207.
[64]PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus", Op. cit.,185-190; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011): "Ingeniería minera antigua y medieval en el suroeste ibérico"…3-16.
[65]; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2006): Catálogo, en DELGADO DOMÍNGÜEZ, A. (Coord.) *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla, 222.
[66]BERNARDEZ, M. J.; Guisado, J. C. y Ruiz, S. (1996): "Cuatro candiles inéditos de Río Tinto en el Museo de la Escuela de Minas de Madrid. Nuevos datos para el conocimiento de la minería musulmana en la zona", I Jornadas sobre la Minería y la Tecnología en la Edad Media peninsular, Madrid,162-179; AYARZAGÜENA SANZ, J.A.; BERNÁRDEZ GÓMEZ, M.J.; GUISADO DI MONTI, J.C.; PUCHE RIART, O. (2004): *Fondos Arqueológicos del Museo Histórico Minero, D. Felipe de Borbón y Grecia*, Madrid, 68-72.

Además de los metales, en épocas medieval y moderna tuvo mucha importancia otras substancias minerales, como el aceche, acije, caparrosa o zay, extraídos por los pobladores del distrito de Río Tinto. El acije era empleado para dar un color rojizo a los tejidos, pero sobre todo como mordiente[67].

Los textos de época islámica no son muy abundantes sobre la zona que nos ocupa[68], pero mencionan y refrendan la explotación de estos dos minerales para este periodo. Ahmad-Al-Razí es la fuente más importante al describir los veneros que fluyen al río Tinto y los minerales que se obtenían.

"*E yaze sobre el rrio de Laxer que muchos le llaman rRío Tinto. E rRío Tinto sale del monte de Araçena e naçcen ay tres fuentes de que se faze el rrio. E una de las fuentes ha nonbre Laxer, e esta echa mas agua e mas duçe que ninguna de las otras. E la segunda fuente nasçe mucho ahume* [alumbre] *e toda el agua es ahumada. E la tercera fuente nasçe mucho azije e por eso canbian las aguas e no saben bien"* [69].

Esta misma información es de nuevo transmitida por otros autores con pequeños matices[70]. Así Al-Udrí hace referencia a que la segunda fuente manaba alumbre (*al-sabb*); Ibn Galib afirma que la segunda fuente es de aguas sulfúricas y que la tercera contenía sulfato de hierro[71].

El yacimiento islámico más importante de la Cuenca Minera de Río Tinto relacionado con trabajos mineros y metalúrgicos fue Cerro Salomón. Aunque se intervino arqueológicamente a fines de los años 60 en dos campañas por la Universidad de Sevilla con permiso de Río Tinto Patiño S.A.[72], los trabajos arqueológicos se centraron en los niveles protohistóricos, y pesar de documentarse niveles islámicos, el posterior avance de las operaciones mineras hizo que no se pueda tener un buen conocimiento de los niveles medievales. En cuanto a su cronología, los materiales no parecen indicar una ocupación anterior a época almorávide-almohade, perdurando hasta la conquista cristiana a mediados del siglo XIII.

Durante los trabajos de la Exploración Arqueometalúrgica de la Provincia de

[67] Sustancia que ayuda a la fijación de los colores en los tejidos.
[68] Para fuentes islámicas sobre la Cuenca Minera de Río Tinto ver ROLDÁN CASTRO, F. (1988): "Los yacimientos mineros de Río Tinto en época musulmana, estado de la cuestión", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto,* Nerva, 251-265.
[69] CATALÁN, D. (Ed) (1965): *Crónica del Moro Rais.* Madrid, 90-91.
[70] Yaqut, autor de fines del siglo XII y principios del siglo XIII e Ibn-al-Sabbat, autores del siglo XIII, transmiten la misma afirmación que Al-Rázi, pero sin aportar ningún dato nuevo.
[71] VALLVÉ, J. (1975): "Una descripción de España de Ibn Gâlib", *Anuario de Filología* I, Barcelona, 37 -72.
[72] BLANCO, A.; LUZÓN, J. Mª., y RUIZ, D. (1970): *Excavaciones Arqueológicas en el Cerro de Salomón …*, Sevilla.

Huelva a principios de los años 80 del siglo pasado se documentaron escorias de sangrado con una composición similar a la de las escorias siderúrgicas[73], que han sido interpretada por Pérez Macías como escorias medievales generadas por las operaciones metalúrgicas de época islámica[74]. No disponemos por tanto hasta la actualidad de ningún indicio de metalurgia de plata y cobre para Río Tinto, como los ya documentados para otros yacimientos del SO de la península ibérica. De todas formas, sí está claro que el asentamiento estaría dedicado al tratamiento de metales, al menos de hierro y de la caparrosa, pues su ubicación y la pobreza de su suelo impediría cualquier "*posibilidad de desarrollo en una economía agroganadera*"[75].



Foto 21 Fragmento de teja con decoración digitada hallado en Cerro Salomón (Minas de Río Tinto), Museo Minero de Río Tinto. Siglos XII-XIII. Foto ADD.

En los años 90 del siglo pasado durante los trabajos mineros en Cerro Salomón se produjo el hallazgo casual de un tesorillo de dirhems[76], con una cronología de fines del siglo XI y principios del siglo XII d.C. , cuya traducción es la siguiente:

[73] BLANCO, A.; ROTHENBERG, B. *(1981): Exploración Arqueometalúrgica de la provincia de Huelva…* 89-100.
[74] PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus"… 182; PÉREZ MACÍAS, J.A. (2019): "La Minería Metálica en Al-Andalus" en DELGADO PÉREZ, Mª. M. y PÉREZ AGUILAR, C. G. (Eds), *Economía y trabajo, las bases materiales de la vida en el Al – Andalus*, Ed. Alfar, Sevilla, 121 – 138; PÉREZ MACÍAS, J.A. (2020): "Los distritos mineros de Al-Andalus", Palma, M.F. y López, V. (Eds.) *O territorio e a gestão dos recursos entre la antiguidade tardía e o periodo islámico.* Editorial Alhulía, Nakla Col. Arqueología y Patrimonio, Granada, 361-398.
[75] PÉREZ MACÍAS, J.A. (1999): «Cerro Salomón y la minería hispanomusulmana en Garb-Al-Andalus»… 25.
[76] AGUILERA COLLADO, E., e IGLESIAS GARCÍA, L. (1996): "Minería en la Franja Pirítica de Huelva, El caso de Cerro Salomón", *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media Peninsular,* 131; DELGADO DOMÍNGÜEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2006): Catálogo… 222

Anverso: *Alláh es nuestro señor. Mahoma nuestro enviado, Al-Mahdí nuestro imán.*

Reverso: *No (hay) dios sino Alláh. El mando de todo es para Alláh. No hay poder sino en Alláh.*



Foto 22 Dirhem, Vives tipo 2088 hallado en Cerro Salomón (Río Tinto), Museo Minero de Río Tinto, foto ADD.

No disponemos de muchos datos sobre nuestra zona de estudio tras la reconquista cristiana, pero si conocemos del interés de los distintos monarcas por controlar la minería. Según el principio *dominium privatum o reale*[77], las minas eran una regalía más de los monarcas[78].

Desde el siglo XII los reyes de los distintos reinos de la Península Ibérica legislaron con el fin de asegurar su dominio sobre los recursos mineros. La primera mención sobre minería se encuentra en el Fuero Viejo de Castilla que se promulgó en las Cortes de Nájera, en el que se recogía que *"...todas las minas de oro e plata e plomo e de otra guisa cualquiera que minera sea, en el Senyorio del Rey, ninguno non sea de labrar en ellas sin mandato del Rey"* [79].

Se establecía la reserva y explotación de las minas del rey, pudiéndose considerar que esta reserva es el principio del dominio en la legislación minera. También se establece como se accede a la concesión minera, que es a través de la corona mediante *mercedes*[80].

[77]Frente al sistema fundiario, basado en el Derecho Romano TEJADA HERNÁNDEZ, F. (2015): *El Derecho Minero Romano ante la Ilustración Española y Americana*, Tesis Doctoral Inédita, Universidad Pablo de Olavide, 54. El propietario del suelo era también propietario del subsuelo, pues la mina /metallum se considera como una accesión a la superficie, MUÑIZ COELLO, J. (1982): *El régimen Fiscal de la España Romana, República y Alto Imperio*, Pórtico, Madrid, 197.

[78]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería, Propuestas para una Actividad Sostenible*, Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla, 40.

[79]FERNÁNDEZ ESPINAR, L. C. (1997), *Derecho de Minas en España*, Comares, Granada, 11-12.

[80]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 40

La siguiente mención está recogida en tres leyes del Código de las Siete Partidas de Alfonso X El Sabio[81], "*que las rentas de las salinas, de las terrenas y de los oíros metales son de los reyes, para atender á los gastos del Estado*" [82.] Es la base de la legislación regalista a favor de la Corona[83].

En la primera de ellas se declara el señorío inalienable del soberano a las minas (Ley V, Título XV, Partida 2ª): "Cómo el Rey ó todos los del reino deben guardar que el señorío sea siempre uno, é no lo enagenen ni lo departan." En ella se recogía que las minas eran regalías reales, y no podían enajenarse ni dividirse. La ley V se complementaba con Ley XI, título XVIII de la Partida 3ª, "En cuales cosas los emperadores e los reyes han señorio propiamente*",* que explica que los monarcas ostentaban el señorío sobre las ferrerías y las minas. Esta ley a su vez se matizaba en la Ley XI, Título XXVIII, Partida 3ª), donde se reconocía al rey el señorío sobre "*que falla oro, ó aljafar, ó piedras preciosas en la ribera de la mar*" .

Pero las minas eran propiedad real, si se encontraban en un predio del monarca, si estaban en una propiedad privada eran de propiedad particular, pero había obligación de pagar tributos si las ponían en explotación[84].

En las disposiciones del Ordenamiento de Alcalá (1348), durante el gobierno de Alfonso XI, se recogía que ninguna mina, ni salina, se pudiera labrar por nadie sin licencia real[85], por lo que, como afirma Flores Caballero, las regalías eran concesiones reales con la finalidad de obtener recursos para sus arcas, no para fomentar un recurso económico[86].

Será casi medio siglo después cuando Juan I de Castilla en las Cortes de Briviesca de 1387 sentó las bases del derecho minero español tradicional[87], emanado del derecho romano, diferenciaba la propiedad del suelo y del subsuelo[88].Permitía como una merced que sus súbditos pudieran explotar las riquezas minerales, pero pagando a la corona dos

[81]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera, lecciones de legislación de minas y de economía industrial con aplicación á la minería, explicadas en la Escuela de minas,* Imprenta Lapuente, Madrid, 113.
[82]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera, lecciones de legislación de minas ….* 113..
[83]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 44
[84]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 45-46
[85]FLORES CABALLERO, M. (1983): *La Rehabilitación borbónica … .* 12.
[86]FLORES CABALLERO, M. (1983): *La Rehabilitación borbónica…* 12..
[87]Sobre este particular Ver FLORES CABALLERO, M. (1983): *La Rehabilitación borbónica … .* 12; CALDERÓN BERROCAL, M. C. y ROMERO MACÍAS, E. M. (2011): "La Minería en la Historia. Sobre el Derecho de los Reyes en las minas de oro, plata y otros metales, aguas y pozos de sal", *Hastial, 1*, 285 – 320.
[88]Lo recogido en las Cortes de Briviesca de 1387 determinará que 486 años después, cuando suceda la venta de la Reales Minas de Río Tinto, la entidad que la compró se asegure de adquirir suelo y subsuelo, art. 2 Ley de 14 de junio de 1870 Decretada y Sancionada por las Cortes Constituyentes sobre la Enajenación de las Minas de Río Tinto.

terceras partes de los beneficios netos y obteniendo como ganancia como una tercera parte.

*"*otrosí por faser gracia é mercet á los de los nuestros regnos, así fijosdalgo é perlados, como cibdades é villas dellos, es nuestra mercet que por que en los previllejos que los reys onde nos venimos é nos avenios dado fasta agora, relevamos en ellos mineras de oro, é de plata é de asogue é de estanno, é de piedras é de otros metales es nuestra voluntad que de aquí adelante qualesquier personas de nuestros regnos puedan cavar en sus tierras é eredades las dichas mineras ó qualquiera dellas, ó en otros lugares qualesquier, non fasiendo perjuysio unos á otros en lo cavar sin licencia de su duenno, é que de todo lo que fallaren de qualquier metal de las mineras susodichas se parta en esta manera: primeramente que toda la costa que se fesiere en lo cavar ó sacar, que se entregue en ella, é lo al que sobrare demás, que sea la tercia parte para el que lo sacare, é las otras dos partes para nos*"* [89]*.*

Este intento de promover la minería no tuvo el resultado previsto, pues a pesar de la libertad de poner en explotación las minas, el que la corona se llevase 2/3 partes de los beneficios, era una carga fiscal muy alta para los posibles empresarios mineros, "además del atraso industrial y a las luchas y trastornos" que sufría el país[90]. En este sentido Fernandez Gómez del Castillo afirma: "Juan I comprendió que el abandono de esta industria no se debía a la falta de riquezas del país, sino a la falta de libertad para buscarlas y explotarlas" [91].

Juan II, nieto de Juan I, volvió al sistema de mercedes, como en el caso de la explotación de hierro en las minas de Somorostro en Vizcaya. Los Reyes Católicos volvieron a emplear la legislación de Juan I y promulgaron nuevas disposiciones, como las de 1487, 1499 y 1503 para favorecer la minería y controlar la exportación de metales[92], aunque también recurrieron a las mercedes para la explotación de las minas, como en caso de la merced otorgada a Suárez y Ponce de León para la explotación de minas en los los obispados de Córdoba, Sevilla, Jaén, Ciudad Rodrigo, Salamanca y otros pueblos, ciudades, villas y aldeas[93].

[89]*Cortes de Bribiesca celebradas en el año de 1387*, Juan I, Madrid 1826. Biblioteca digital de la Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, 2009-2010, 25-26.https://bibliotecadigital.jcyl.es/es/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=10068551.; FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 48-49
[90]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera, lecciones de legislación de minas …*113.
[91]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 48
[92]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 113.
[93]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 113.

La conquista de América supuso que los frutos de Eldorado, ya fuera el oro del Perú o la plata de Potosí o Méjico, vinieran a España, aunque acabaron en Génova o en la caja de caudales de los Fugger. Los esfuerzos de la Corona se centraron en cobrar el quinto real proveniente del Nuevo Mundo, si exceptuamos el caso del cinabrio de Almadén, pues el mercurio era necesario para la amalgama y obtener plata. El descubrimiento de la mina de cinabrio de Huancavelica en 1564 hizo que la importancia de Almadén decayera.

El inicio del gobierno de Felipe II, en una coyuntura de déficit financiero, hizo que la corona buscara todos los recursos disponibles para hacer frente a los pagos de la Real Hacienda. Así, el 18 de septiembre de 1553 la corona otorgó al alemán Johann Xedler licencias y mercedes para prospectar y poner en operación las minas que hubiere en el "territorio de las órdenes militares de Santiago, Calatrava, Alcántara y otros partidos" por diez años[94]. El resultado de esta campaña de prospección y sondeos fue el descubrimiento de las minas de plata de Guadalcanal (Sevilla) en 1555[95].

Este éxito propició que el 24 de abril de 1556 Felipe II encomendara a Francisco de Mendoza formar una comisión para que "visite y reconozca y ponga a recaudo las minas del reino"[96]. A su vez mediante una cédula Mendoza facultó al clérigo Diego Delgado para la búsqueda de minas[97], y acompañado de Pero de Aguilar en julio de 1556 inició su trabajo en Zalamea la Vieja.

Se instalaron en *"un monte a unas casas que dicen Nuestra Sra. de Río Tinto" (la actual Nerva)* y desde allí visitaron y describieron los restos mineros antiguos, cuevas (cámaras), pozos, "ruinas", y sobre todo la cantidad de escoria que había en la mina, lo cual daba muestra de la gran cantidad de mineral extraído[98].

Una de las cosas que más le llamaron la atención fue el río Tinto, porque los habitantes le explicaron dos de sus características; la primera es que se podía deshacer el hierro y la segunda que no tenía vida como otros ríos. Por último, describe el acije, su

[94]GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): *NOTICIA HISTÓRICA DOCUMENTADA DE LAS CÉLEBRES MINAS DE GUADALCANAL, DESDE SU DESCUBRIMIENTO EN EL AÑO DE 1555, HASTA QUE DEJARON DE LABRARSE POR CUENTA DE LA REAL HACIENDA* (1780 – 1833) TOMO 1, MADRID, 15.
[95]GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): *Noticia histórica documentada… Tomo 1*, Madrid, 28
[96]GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, 143 -148.
[97]GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): Noticia histórica documentada…Tomo 1, Madrid, 153. "Cedula de su Magestad facultando á los contadores mayores, para que puedan concertar en su Real nombre con cualesquier personas que puedan buscar y descubrir minas en los términos de Guadalcanal, Cazalla, Galaroza y Aracena".
[98] GONZÁLEZ, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, 265-267.

empleo y como se recogía en agosto para pagar impuestos al Arzobispo de Sevilla, señor jurisdiccional de la zona:

"El cual se dice Río Tinto; la causa por qué nace por veneros de caparrosa, que por otras partes se dice aceche, de lo que sirve para la tinta; y ansi todas las orillas de éste río están llenas de aceche, principalmente el mes de agosto y ansí todos los lugares por donde pasa éste río o cercanos son obligados cada concejo de enviar sus cuadrillas de mujeres y mozas é mozos, en todo el mes de agosto, a coger éste aceche, y con este pagan al Arzobispo de Sevilla ciertos tributos" [99].

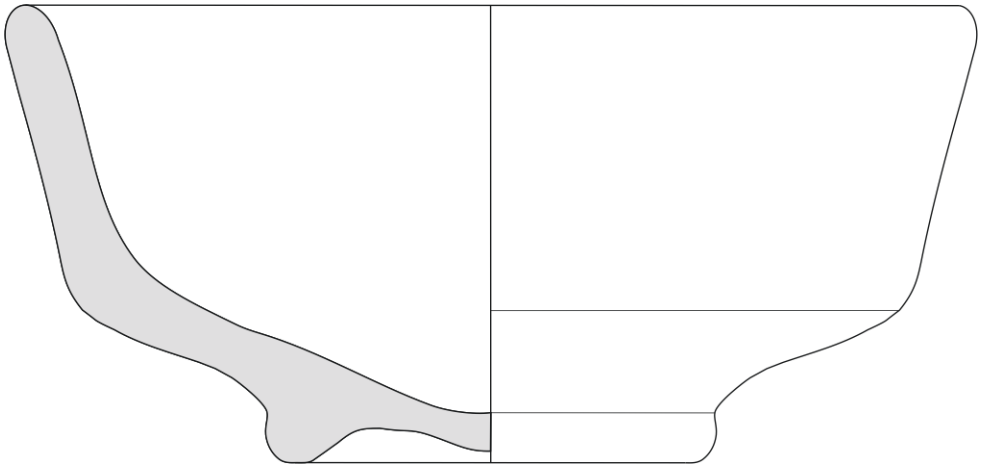


Foto 23 Cuenco *Columbia plain*, s. XV hallado en el Cerro del Ochavo Nerva. Museo Minero de Río Tinto.

Sobre la antigüedad y quienes habían trabajado las minas, Delgado preguntó a las gentes del lugar: "Preguntando a muchas gentes viejas que habían oído decir que aquellos edificios tan antiguos, respondieron que habían oído decir que España solía antiguamente dar a los romanos ciertos talentos de plata y oro en tributo, y que de allí lo llevaban y no sabían más" [100]. Los estudios arqueológicos realizados desde mediados del siglo XX hasta la actualidad han corroborado esas afirmaciones.

El informe para Francisco de Mendoza fue redactado el 16 de agosto, quien lo hizo llegar al rey Felipe II. Dadas las buenas perspectivas que se planteaban, Francisco de Mendoza indicó a Diego Delgado que volviera a la Cuenca Minera de Río Tinto, que "En Zalamea la Vieja donde había otras minas antiguas, dejó ordenado don Francisco

[99] GONZÁLEZ, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, 268.
[100] GONZÁLEZ, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, 268.

que se cave y ahonde el metal allí ha parecido por ser en cantidad, para ver si sale de provecho: si saliera tal, ponerse a recado en ella" [101].

Durante cincuenta días Diego Delgado realizó varias catas encontrando "una vena muy gruesa y de gran cantidad de metal" [102], y se asombró de la técnica empleada por los antiguos. Envió un segundo informe al rey por carta el 10 de junio de 1557[103], donde incluyó unos "granos de plata" que envió en un lacre junto con la carta:

"*Acompañan á esta carta original tres granos de plata fundida, encarcelados en unas pastas de cera encarnada semejante á lacre, de los cuales hace el mismo Delgado la siguiente explicación:*

1º Este grano pesa seis granos[104], es de la vena que está junto á Aracena, camino de Zalamea: corresponde por quintal tres marcos y medio; tendrá harto metal en vena.

2º Esta vena del Cerro Pelado; este grano pesa cuatro granos; corresponde por quintal de metal hundido tras marcos de plata: esta vena dará metal en cantidad.

3º Este grano pesa tres granos y medio; es de la vena de Zalamea; no tiene plomo; corresponde á marco y medio; hay una gran cantidad de metal; de aquí solian los antiguos sacar gran provecho, y se pagaban los tributos que España solía pagar á los romanos; en estas partidas descubrí grandes secretos, y hay, los cuales presenté en consejo" [105].

Esta carta no tuvo respuesta, Mendoza estaba en Flandes (actual Bélgica) y Diego Delgado murió en agosto de 1557.

Si bien estos trabajos no sirvieron para poner en explotación Río Tinto, sí pusieron de manifiesto la existencia de un yacimiento minero que tenía mucho potencial. Esto estuvo ayudado por la legislación minera propiciada por Felipe II. El 10 de enero de 1559 se promulgó en Valladolid por parte de Dª Juana, hermana de Felipe II, una ley por la que se incorporaban a la corona todas las minas de oro, plata y azogue,

[101] GONZÁLEZ, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, Madrid, 319.
[102] GOZÁNLEZ, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, Madrid, 379.
[103] GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, Madrid, 412-413.
[104] Un grano equivale a 0,06479891 gramos.
[105] GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): Noticia histórica documentada… *Tomo 1*, Madrid, 413.

denominada Ordenanzas Antiguas o Pragmática de Valladolid[106], que revocaba además todas las mercedes y privilegios anteriores[107]. El rey reformó esta ley en 1563[108].

Esta legislación tuvo como finalidad mejorar el apartado de las concesiones, imponía nuevas exigencias, y daba lugar a un sistema minero moderno, que reincorpó a la Corona todas las minas fueran públicas o privadas, cuyos dueños serían recompensados. Se podían explotar todas las minas menos en las de Guadalcanal (Sevilla), Cazalla (Sevilla), Aracena y Galaroza (Huelva) [109].

Estas Ordenanzas serán la base de la extensa labor legisladora en materia minera aprobada durante el reinado de Felipe II. El 18 de marzo de 1563, dicta una nueva Pragmática mejorando a la anterior, y en la que ya se garantizaba el goce del dominio privado sobre las minas. Toda esta legislación tuvo como resultado el aumento de las denuncias de minas en la zona: el 20 de septiembre de 1569 Juan Cabrera registró una mina situada debajo del castillo Viejo (Cerro Salomón) para mineral de oro y plata[110]; el 13 de enero 1570 Francisco Pérez de Canales, en nombre de Diego Blanco, registró los escoriales antiguos y la Cueva del Salitre[111]; y el 17 de junio de 1570 Bartolomé Hernández, en nombre de Juan del Valle, registró "una mina de cualquier metal en el término de Zalamea a la venta de la Gangosa en el camino Real á do dicen Puerto Rubio y por otro monte que llaman la cimada de Río Tinto" [112]. No tenemos conocimiento del resultado de estos registros y de su beneficio posterior.

Más tarde, Felipe II promulgó el 22 de agosto de 1584 en San Lorenzo *"La Real Ordenanza para la dirección y beneficio de las minas del Reyno"*, también conocidas como Ordenanza de Nuevo Cuaderno[113], que estuvieron en vigor 241 años, siendo considerada la más perfecta que hasta entonces se había conocido España[114]. Esta ley, de 84 artículos, reconocía que las minas eran propiedad de la Corona, es decir una regalía: El rey, dueño de las minas, las trabajaba por su cuenta o las concedía a particulares, pero siempre con el fin de obtener recursos para el tesoro real. Por eso las minas de oro y

[106]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 50
[107]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 118-119.
[108]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera...*119
[109]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 49-51
[110]DELIGNY, E. (1863): "Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXIV*, 185; RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la historia de las minas de Río Tinto*, Madrid, 128.
[111]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la historia…*, 128.
[112]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la historia…*, 128.
[113]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…* 52
[114]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 121.

plata son las que más impuestos pagaban. Los trámites para adquirir la concesión eran los mismo que promulgó Juana de Austria en 1559. La pertenencia se aumentó hasta las 160 varas castellanas de largo y 80 varas de ancho[115], y el primer descubridor que podía reunir todas las pertenencias que quisiese. Para las minas de oro las medidas eran de 80 varas de largo y 40 varas de ancho para el primer descubridor y otras medidas para los posteriores. Se obligaba a los registradores a tener en producción las minas en operación o podían perder la concesión. También debían mantener las minas pobladas al menos con cuatro personas, y si durante cuatro meses se mantenían despobladas se perdía la concesión. Incluso se regulaban los impuestos que debían pagar los explotadores de las minas, que variaban dependiendo del metal que se extraía; si eran de oro se pagaba el 50% o 12 onzas por quintal si eran de plata. Para la administración de las minas se recogía en nombramiento de los funcionarios dedicados al cuidado de las minas. El cargo de más importancia el de administrador general y le seguían los subalternos administradores de partidos y distritos, mientras los oficiales se encargaban de la recaudación de los impuestos, oficina de ensayos, afinadores, etc[116].

Con fecha 18 de agosto de 1607 Felipe III modificó por Real Cédula las ordenanzas de 1584 en favor de los explotadores: "Se dispuso que por el término de 10 años contados desde su publicación sólo se pagase de los productos de las minas de oro y plata y de los desmontes y escoriales, de 15 uno y el diezmo en los otros 10 años siguientes; pero sin deducir los gastos y en pasando 20 años volverían a subirse los derechos; pero sin que se excediesen del quinto de los productos y previa consulta del Consejo de Hacienda y Contaduría mayor" [117]. Esta ley no tuvo mucho efecto debido a que al pasar 20 años se aumentaban los tributos, y no era muy atrayente para los empresarios mineros tantas trabas fiscales y tributos.

Con fecha de 16 de enero de 1624 por Real Decreto de Felipe IV se creó la Junta de Minas[118] y a instancia de Juan de Oñate, Visitador General de las Minas de España, todas las autoridades quedaron obligadas a informar de las minas antiguas, desmontes y escoriales de sus territorios, debiendo de enviar muestras de las escorias para hacer

[115]Definido por el Diccionario de la RAE en su tercera acepción como "antigua unidad de medida del suelo para las concesiones mineras"
[116]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 121-124.
[117]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 125.
[118]La Junta de Minas, fue suprimida en 1645 volviendo sus competencias al Consejo de Hacienda, tras 29 años se restableció la Junta de Minas en 1672 al inicio del gobierno de Carlos II, aunque por pocos meses. Fue restablecida en 1677 hasta que en 1700 volvió a pasar las competencias al nuevo Consejo de Hacienda MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 125 -130.

ensayos y comprobar su posible beneficio[119]. Por eso se enviaron a la corte las muestras provenientes de Río Tinto y hubo mucho interés por "el metal blanco de las minas de Río Tinto" o "metal blanquillo" o "Speiss", un arseniuro de hierro procedente de los escoriales de plata de época romana, con alto contenido en arsénico y antimonio, que contiene cantidades beneficiables de plata. Hubo mucho interés por distintas personas en emplear este "nuevo material", desde para sacarle la plata hasta para hacer monedas como sustituto del vellón. Este interés finalizó cuando en 1629 la Junta de Minas emitió un informe donde lo describió como "*una escoria y no un metal*" [120]. El interés por la Cuenca Minera se mantuvo, pero no hubo ningún intento serio para poner las minas en operación.

El 3 de agosto 1637 se le otorgó cédula al capitán Francisco Moreno de Busto para beneficiar minas y socavones en términos del lugar de Río Tinto[121].

El segundo intento sucedió en 1661 cuando se le concedió licencia a Álvaro Alonso de Garfias "para que con agua del nacimiento del río Tinto, las escorias y metal blanquillo de Zalamea La Real y la Aldea de Río Tinto pudiese cuajar caparrosa y convertir el hierro en cobre, echándolo en dicha agua" [122].

Alonso Barba llegó a la zona de Río Tinto en 1659[123], al igual que Diego Delgado casi un siglo antes. Junto con sus colaboradores recorrió la zona y además del criadero mineral llamó mucho la atención la gran cantidad de escoria, porque de su estudio se podía determinar mediante "ensayos" que metales contenían los minerales beneficiados en época antigua, oro, plata y cobre.

El estudio de la escoria le permitió determinar tres tipos: *speiss* o metal blanquillo, escoria cobriza y escoria negra, muy similar a lo que hizo L. U. Salkield a mediados del siglo XX. Analizando las escorias extrajo oro de 24 kilates. De un quintal

[119]GARCÍA GARCÍA, F. (2011): "Minería en los siglos XVI y XVII en la Cuenca Minera de Río Tinto", en PÉREZ, J. A., DELGADO, A., PÉREZ, J. M. y GARCÍA, F. J. (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Universidad de Huelva y Fundación Río Tinto, Huelva, 203.

[120]GARCÍA GARCÍA, F. (2011): Minería en los siglos XVI y XVII …, 203.

[121] GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1832): Registo y relación general de minas…596.

[122] GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1832): *Registo y relación general de minas*, 596-597.

[123] Sobre Alonso Barba Ver ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio*. Madrid; ALONSO BARBA, A. (1640) *El Arte de los Metales*. Ayto de Lepe, Fundación Río Tinto y el Monte, 1995; BARNADAS, J Mª (1985): *Alvaro Alonso Barba (1569-1662) Investigaciones sobre su vida y obra,* Biblioteca Minera Boliviana, Bolivia; CALVO CALVO, F. (1985): *Alvaro Alonso Barba, un metalurgo del Siglo de Oro,* Discurso leído en solemne sesión de inauguración del curso 1985, Madrid 17 de enero de 1985, Instituto de España, Real Academia de Farmacia; DELGADO, A.; REGALADO, M.C. y LORENZO, J.P. (2019): "360 Aniversario de Alonso Barba, en la Cuenca Minera de Río Tinto", *Nervae*, 20-22; DÍAZ BLANCO, J.M. (2012): "Noticias nuevas sobre el metalurgista Álvaro Alonso Barba: negociación cortesana de 1660", *Llull, revista de la sociedad española de Historia de las Ciencias y de las técnicas* Vol 35, nº 76, 2º semestre, 317-338; GARCÍA FERNÁNDEZ, Mª R. (1997): *Encuentro con Álvaro Alonso Barba (1569-1662). Ilustre metalúrgico de la villa de Lepe en la Andaluzia.* Huelva; RÚA FIGUEROA, R. (1859)*: Ensayo sobre minas de Río Tinto…*Madrid; PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva….*Madrid.

(46,008 kg.) de speiss obtuvo de 2 a 5 onzas (56,68 a 141, 7 gramos) de oro de 24 kilates. De un quintal (46,008 kg.) de escoria cobriza recuperó 2 onzas (56,68 gramos) de oro de 24 kilates y de un quintal (46,008 kg.) de escoria negruzca extrajo 1 onza (28,34 gramos) de oro de 24 kilates.

Estos resultados determinaron que Alonso Barba centrara su trabajo en el *speiss* para obtener oro, lo cual hizo empleando caparrosa como reactivo para lixiviar oro, concentrándolo con mercurio y lo refinó mediante la copelación con plata. La buena marcha de estos trabajos llevó a que se le concediera la cédula ya referida[124]. Pero tras diversos informes al rey demostrando mediante sus ensayos la riqueza contenida en el criadero de Río Tinto no obtuvo respuesta sobre este particular, por lo que pidió permiso al rey para volver a América y reintegrarse a su puesto como Chantre de la Catedral de la Plata (actual Sucre en Bolivia). Murió en Sevilla el día 25 de octubre de 1662 a los 93 años, mientras esperaba embarcar[125].

Por último, en 1680 el capitán de caballería Sebastián Vallejo intentó beneficiar las minas de Río Tinto, pero un accidente que se cobró la muerte de varios operarios obligó a que se paralizaran las operaciones[126].

En el área minera la única población durante la Edad Modera fue la Aldea de Río Tinto o Sta. María de Río Tinto, la actual Nerva, un poblado dependiente de Zalamea la Real. Minas de Río Tinto no surgirá hasta 1748. La primera mención sobre Sta. María de Río Tinto está recogida en la Ordenanzas de Zalamea La Real de 1535[127]. La segunda mención la hace Diego Delgado durante su visita a Río Tinto[128], como ya hemos citado. La tercera mención escrita es el libro de bautismo de 1627 de la Parroquia de San Bartolomé; la parroquia es de 1599[129].

[124]GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1832): *Registo y relación general…*, 596-597: ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 18.
[125] DELGADO, A.; REGALADO, M.C. y LORENZO, J.P. (2019): "360 Aniversario de Alonso Barba… 22.
[126]ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 18.
[127]PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): *Proceso de emancipación de la villa de Nerva, a través de las fuentes documentales*, Ayuntamiento de Nerva, Nerva, 14.
[128]GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): Noticia histórica documentada…Tomo 1, Madrid, 153. *"Cedula de su Magestad facultando á los contadores mayores, para que puedan concertar en su Real nombre con cualesquier personas que puedan buscar y descubrir minas en los términos de Guadalcanal, Cazalla, Galaroza y Aracena".*
[129]PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): Proceso de emancipación…., 15.

4.4. RÍO TINTO (1725 – 1873)

A principios del siglo XVIII, con el fin de la Guerra de Sucesión y el comienzo del gobierno de Felipe V, se inició un periodo de estabilidad. En esta coyuntura política era necesario el cobre, para reconstruir la marina para la que era necesaria contar con cañones que se construían en bronce, como para otras necesidades del Estado, como la acuñación de moneda. Por esa razón en 1714, poco después del tratado de Utrech, se planteó la primera petición para explotar Río Tinto por parte de Juan Luis Ladrón de Guevara, pero se desestimó. Un lustro después Nicolás Vaillant presentó el 10 de mayo de 1719 solicitud de arrendamiento para la explotación durante 30 años de las minas de Guadalcanal, Cazalla, Galaroza, Aracena y Río Tinto, pero por un procedimiento administrativo no realizado por el peticionario se paralizó el expediente[130].

A la tercera fue la vencida, la petición realizada por Liberto Wolters Von Siohielm se aceptó y le corresponde el honor de haber sido el rehabilitador de Río Tinto en época moderna.

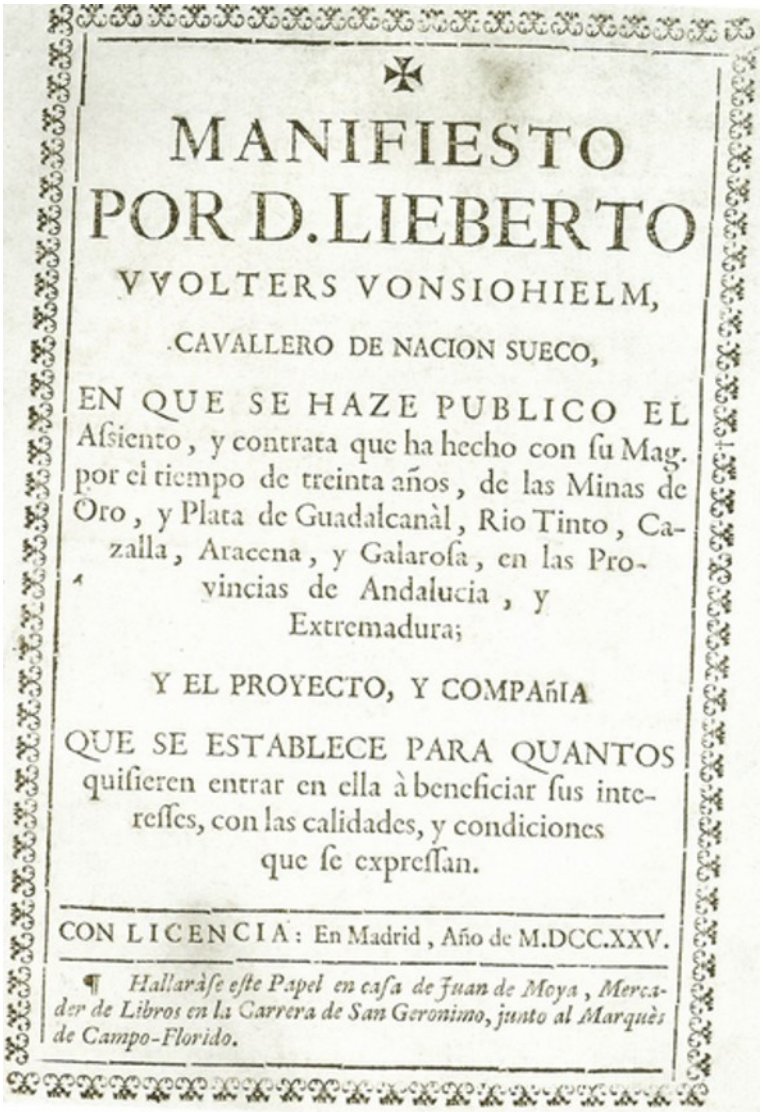
Este caballero, de nación sueca, había obtenido en 1719 el Asiento para recuperar los tesoros de la ría de Vigo, principalmente los provenientes de la Batalla de Rande (1702), que renovó en 1724[131].

Wolters tenía buenas relaciones en la corte y posiblemente conociendo la petición de Vaillant[132] presentó el 16 de agosto de 1724 el proyecto de explotación de esas cinco minas, que fue aprobado bajo la forma de Real Asiento de 16 de junio de 1725, que constaba de 18 artículos. Esencialmente, se recogía que el arriendo sería por 30 años para explotar las cinco minas. Se le permitía que no las pusiera en explotación por 18 meses hasta que organizara los establecimientos, pero una vez pasado este periodo no podían estar las minas paradas más tres meses[133]. Se le concedía autoridad sobre la masa arbustiva para la fabricación de carbón vegetal[134]. Además de que todo

[130]FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica …, 21; PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1. Producció i consum a l´era industrial,* Fundació La Farga / La Farga Group. Barcelona, 105.
[131]*Manifiesto por Liberto Wolters Von Siohielm, caballero de nación sueca* (1725).
[132]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 21.
[133]Real Asiento a favor de D. Lieberto Wolters, para el beneficio de las minas de Guadalcanal, Río-Tinto, Cazalla, Aracena y Galaroza (1725), art I.
[134]Real Asiento a favor de D. Lieberto Wolters…, art III.

yacimiento minero nuevo descubierto se explotaría en las mismas condiciones que las cinco minas referidas en el Manifiesto[135].

Según el acuerdo Wolters debía de pagar durante los primeros seis años el 20% de todas las producciones brutas. Hasta que una vez que se pusieran en operación las fundiciones, cuando los pagos se reducirían en un 50%[136].



MANIFIESTO
POR D. LIEBERTO
VVOLTERS VONSIOHIELM,
CAVALLERO DE NACION SUECO,
EN QUE SE HAZE PUBLICO EL Aſsiento, y contrata que ha hecho con ſu Mag. por el tiempo de treinta años, de las Minas de Oro, y Plata de Guadalcanàl, Rio Tinto, Cazalla, Aracena, y Galaroſa, en las Provincias de Andalucia, y Extremadura;
Y EL PROYECTO, Y COMPAñIA
QUE SE ESTABLECE PARA QUANTOS quiſieren entrar en ella à beneficiar ſus intereſſes, con las calidades, y condiciones que ſe expreſſan.
CON LICENCIA: En Madrid, Año de M.DCC.XXV.
¶ *Hallaràſe eſte Papel en caſa de Juan de Moya, Mercader de Libros en la Carrera de San Geronimo, junto al Marquès de Campo-Florido.*

Foto 24 Portada del Manifiesto de Wolters

El Asentista inició pronto las gestiones para la constitución de la Empresa con 700 acciones, y el 4 de noviembre de 1725 en Madrid comenzó los trabajos en Río Tinto. Tanto Wolters como sus sucesores dedicaron más tiempo a solventar pleitos en los juzgados que a explotar Río Tinto[137].

[135]Real Asiento a favor de D. Lieberto Wolters, para el beneficio de las minas de Guadalcanal, Río-Tinto, Cazalla, Aracena y Galaroza (1725), art VI.
[136]Real Asiento a favor de D. Lieberto Wolters…, art II.
[137]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 21.

Otro de los problemas que se encontró Wolters a su llegada a Río Tinto fue que su Real Asiento era una intrusión de facto en los asuntos de la villa de Zalamea La Real, sobre todo con los artículos 49 y 50 de las Reales Ordenanzas de 1584[138]. La oposición de la oligarquía zalameña contra "la mina" se mantuvo con todos los explotadores privados, como los asentistas suecos, Sanz o los ingenieros destinados en este establecimiento y pervivirán incluso hasta después de 1791, año en el que se hizo el deslinde y amojonamiento del coto minero[139].

Constituida la Compañía, se comisionó al ingeniero Roberto Shee para que hiciera un informe del estado de las cinco minas y su viabilidad. Este trabajo fue entregado a la Junta de la Compañía el 23 de marzo de 1726 y fue favorable al proyecto de Wolters. Destacaba que las dos fuentes metalíferas de Río Tinto eran los minerales contenidos en el criadero y el tratamiento de las escorias antiguas, principalmente romanas, tanto de cobre como de plomo/plata[140].

La necesidad de poner en explotación un yacimiento minero de la entidad de Río Tinto hizo que Wolters fuera a Alemania y Suecia, países punteros en ese momento en minería y metalurgia de cobre, para adquirir equipos y expertos, y entre éstos vino su sobrino y sucesor Samuel Tiquets.

Wolters inició los trabajos en el antiguo socavón de Filón Sur o Nerva denominado Sta. Bárbara, labores que compaginó con las primeras, edificaciones tanto industriales como de hábitats[141]. En cuanto a los trabajos pirometalúrgicos, si bien no pudo poner en funcionamiento una fundición, si comenzó su construcción[142]. Fue durante este corto periodo de gestión cuando comenzaron los trabajos hidrometalúrgicos, pues se obtuvieron cantidades de caparrosa verde y azul (sulfato ferroso y cuproso)[143]. Esto se produjo gracias a que los técnicos alemanes y suecos que trabajaban en Río Tinto eran conocedores del proceso de obtención de cobre por vía húmeda, también denominado Cementación Natural[144].

[138]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayos sobre la Histori….* 191-201.
[139]PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1…* 106.
[140]Apéndice II Informe que de Río Tinto dio D. Roberto Shee a la junta de la Compañía de minas, en FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 96-109.
[141] EZQUERRA DEL BAYO, F. (1852): *Memorias sobre las Minas Nacionales de Río Tinto*, Madrid, 22-23.
[142] Real Asiento de las Reales Minas de Río Tinto y Aracena, concedida a Samuel Tiquets, 14 de noviembre de 1727.
[143] Nuevo Real Asiento de las Reales Minas de Río Tinto, extendido a favor de Samuel Tiquets, 27 de julio de 1746. ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio*. Madrid, 10; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 27.
[144]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 27.

El Asentista no pudo hacer frente a los pagos que se le reclamaban, a lo que se le unió las discusiones con los otros socios de la Compañía, e incluso se llegó a plantear la disolución. Ante esta situación, el secretario de Hacienda Joaquín Ignacio de Barrenechea tomó la decisión salomónica el 4 de julio de 1727, dividir en dos lotes las propiedades de la Compañía. Wolters explotaría las minas de Río Tinto y Aracena, se quedaría con la máquina pequeña de desagüe, algunos de los técnicos extranjeros y quinientos doblones como compensación por los sueldos atrasados[145]. El resto de criaderos fue dado a los socios, junto con las dos mayores máquinas de desagüe y la mayoría de los técnicos extranjeros venidos a trabajar.

Wolters disfrutó poco de esta resolución que le permitía seguir con el laboreo de Río Tinto, pues aquejado de una enfermedad, posiblemente debida a todas las presiones, falleció el 26 de julio 1727. Fue enterrado en la mina que vino a abrir, en un lugar que todavía en 1859 era conocido como el "Hoyo de Liberto"[146].

La muerte de Wolters afectó a la continuidad de los trabajos en la mina. Pedro de Ocampo, alcalde de Zalamea, se personó con parte de la corporación y jueces para hacer inventario, paralizar los trabajos e incautar la documentación y los fondos que hubiera en el establecimiento[147].

Ante esto Samuel Tiquets dirigió al Consejo de Hacienda una petición donde expuso que como heredero de su tío solicitaba que se le reconociera los mismos derechos de su malogrado pariente en virtud del Real Asiento del 4 de julio de 1727, y que se desautorizaran las actuaciones del primer edil del concejo zalameño[148].

Con fecha de 14 de noviembre de 1727 el Consejo de Hacienda reconoció a Tiquets mediante Real Asiento como sucesor de su tío, y le concedió el derecho de explotación de Río Tinto con los mismos deberes y obligaciones obtenidas en 1725[149]. Además, se ordenó al alcalde de Zalamea que levantara el embargo que había efectuado en las minas y que en el futuro no interfiriera en el establecimiento minero.

Tras esto se retomó el laboreo de Río Tinto, continuaron las labores de cementación al igual que había hecho su antecesor, beneficiando el cobre de las aguas obtenidas en los Pozos Amargos y de la Cañería de San Roque, conocida también como

[145]Real Asiento de 4 de julio de 1727 citado en FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica…*, 26.
[146]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayos sobre la Historia…* 157.
[147] ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*160-165.
[148]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayos sobre la Historia…* 160-165.
[149] Real Asiento de las Reales Minas de Río Tinto y Aracena, concedida a Samuel Tiquets, 14 de noviembre de 1727.

Cañería Alta del Escudo del Carmen, con planchuela de Vizcaya[150]. Los trabajos de minería estuvieron destinados a la exploración del yacimiento, desagües y a la búsqueda de minerales beneficiables mediante vía seca o fundición, que necesitaban para sus operaciones minerales con un cuatro por ciento de cobre[151]. Los trabajos extracción se centraron en el sector Este de Cerro Salomón, Pozos Amargos y las galerías de San Roque y San Pedro[152].

La complejidad de los minerales planteó muchas dificultades a los fundidores alemanes, que desarrollaron los primeros trabajos metalúrgicos de época moderna[153]. Los trabajos metalúrgicos más antiguos documentados se remontan a 1737, año en el que se produjo por primera vez cobre negro con los minerales de la zona de Pozos Amargos[154]. Estos trabajos metalúrgicos se llevaron a cabo en la fundición denominada en un primer momento El Chorrito, más tarde Santa María. El cobre negro era transportado a Sevilla donde posteriormente era afinado[155]. Esta primera etapa de la gestión de Tiquets en Río Tinto abarca de 1727 a 1742, y es denominada por Flores Caballero "Periodo de Ensayos" [156], un periodo en el tuvieron lugar también los primeros trabajos de calcinación de minerales de cobre[157]. El alto costo de las operaciones desarrolladas en Río Tinto y el poco rendimiento obtenido con las escasas ventas de cobre obligaron a que Tiquets tuviera que vender gran parte de las acciones que había heredado de su tío.

El 9 de octubre de 1742, en los últimos años del gobierno de Felipe V, las competencias en minas, que estaban incorporadas al Consejo de Hacienda, fueron transferidas a una nueva Junta de Minas para la gestión de las minas de Río Tinto, Aracena, Guadalcanal, Cazalla, Galaroza y Puerto Blanco[158].

Sus socios, que se habían quedado con las minas de Guadalcanal, Cazalla y Galaroza, hicieron un contrato entre la Compañía Española de Guadalcanal, creada por ellos, con Mª Teresa Hebert de Powis para desaguar estas minas a cambio del 40% del

[150]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica…*, 31.
[151] GONZALO Y TARÍN, J. (1886): Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física y minera de la provincia de Huelva. Madrid. Vol II, 282-283.
[152] ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*51-71.
[153]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayos sobre la Historia…* 163.
[154]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayos sobre la Historia…* 312-314.
[155]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*60-61.
[156]FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…, 29.
[157]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*52.
[158]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 130.

producto líquido extraído[159]. En los últimos días de julio de 1732, con los trabajos de desagüe casi finalizados, la empresa rehusó hacer frente al monto por estas operaciones. Ante esta situación se disolvió la Compañía (7 de marzo de 1740), subrogándose en Mª Teresa y sus sucesores el derecho de las minas de Guadalcanal, Cazalla y Galaroza por Real Cédula con fecha de 24 de abril de 1742, con las mismas condiciones que le fueron otorgadas a Wolters en 1725 en el Real Asiento de 16 de junio.

Haciendo uso de su Real Cédula y de sus contactos en la corte Herbert de Powis tomó posesión de las cinco minas originales del asiento de Wolters, entre ellas la de Río Tinto. Tras varias consultas al Consejo de Hacienda[160], dos Reales Cédulas expedidas en 1742 y 1743 dieron la razón a la Condesa de Powis[161].

Tiquets no se arredró ante el poder de la Condesa de Powis[162], litigó desde el principio intentado hacer valer sus derechos, aunque perdió todos los recursos. El Consejo de Hacienda tomó en cuenta el informe de Montilla de Quiñones, segundo teniente de Sevilla, que en 1742 había sido comisionado para tomar muestras de los productos que se elaboraban en Río Tinto, vitriolos y caparrosa, quien comprobó que la situación del establecimiento minero no era la idónea. Los mineros volvieron al trabajo en septiembre tras el cambio de propiedad. El alcalde de Zalamea se había presentado en las minas intentando pescar en río revuelto, pero los trabajadores lo habían retenido en un cobertizo, huyendo tras esto. Ante posibles represalias los mineros no retomaron los trabajos hasta final del verano, aunque no al nivel anterior[163].

La posición de Tiquets comenzó a ser tenida en cuenta, a lo que ayudó el memorial que él mismo presentó a la Real Hacienda, pues demostró la baja calidad de la caparrosa y el ácido producido por Herbert de Powis, y que no se habían alcanzado ni la producción ni la calidad de éstos durante su gestión en Río Tinto. Expuso que si se le devolvía Río Tinto podría producir más de 100 toneladas de cobre si podía contar con más mano de obra y con nuevas instalaciones. El factor determinante fue la llegada al trono en 1746 de Fernando VI, quien apenas un mes más tarde de ser coronado otorgó a Samuel Tiquets el Real Asiento para explotar las Minas de Río Tinto y Aracena,

[159]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 31.
[160]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 31.
[161]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*33-36.
[162]AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria's birthday,* London, 43-44
[163]PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1…*106 - 107.

extendido con fecha de 27 de julio de 1746[164]. Se le concedía al sobrino de Wolters la explotación por treinta años en las mismas condiciones que a su desaparecido tío, se le permitió la emisión de 700 nuevas acciones y una sola condición, la instalación en la villa de Madrid de un almacén de caparrosa para surtir a las fábricas de tejidos de Guadalcanal siempre que fueran propiedad de la Real Hacienda[165].

A su vuelta a Río Tinto Tiquets encontró que la Condesa de Powis había despedido a los trabajadores, vendido todas las caballerías, herramientas y equipos, e incluso había mandado destruir los canales, piletas e instalaciones[166]. La situación que se encontró don Samuel fue muy cercana a la que halló su tío en 1725[167].

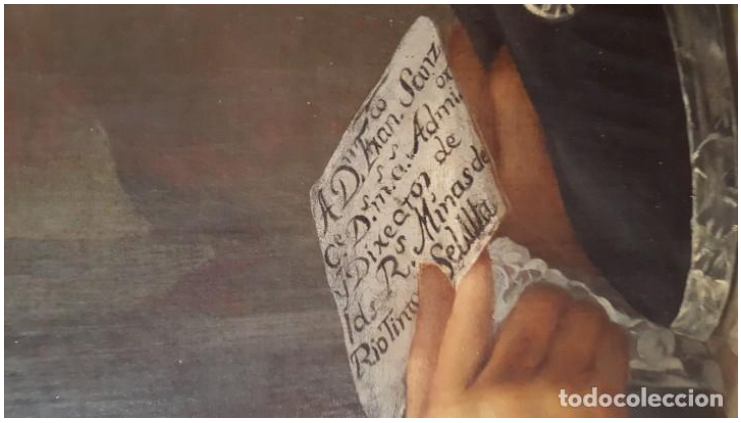
Coincidiendo en el tiempo con el retorno de Tiquets a Río Tinto, Fernando VI creó la Junta General de Comercio, Moneda y Minas. Esta segunda etapa en el establecimiento coincide con la llegada de Francisco Thomas Sanz, antiguo sastre valenciano, que al poco tiempo fue contratado como Administrador[168] e invirtió en el establecimiento el beneficio de la venta de unos bienes procedentes de la dote de su esposa.

Los trabajos en la mina se retomaron pronto, en 1750 estaba de nuevo la mina en producción. Los minerales que fueron beneficiados en ese momento tenían unas leyes superiores al 5%, lo cual favoreció las operaciones metalúrgicas[169]. En este sentido Gonzalo y Tarín apuntaba que los trabajos de fundición comenzaron en 1747 o 1748[170].

[164]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…. 174 -176; ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 33-36; AVERY, D. (1974): *Not on Queen…* 45-47; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 32.
[165]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 32.
[166]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 34; AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*46; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…4.
[167]PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1.*.106 - 108..
[168]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…,34.
[169]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 138-139.
[170]GONZALO Y TARÍN, J. (1886): *Memorias de la Comisión*… Vol. II, 270-271. PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1…*105.



Foto 25 Retrato de Francisco Thomás Sanz[171]



Detalle del cuadro donde se indica que el personaje retratado el Francisco Thomas Sanz es Administrador y Director de las Reales Minas de Río Tinto, por lo que el retrato debió de hacerse durante la etapa de Sanz al frente de las Reales Minas de Río Tinto entre 1758 y 1783.

En 1750 Tiquets inauguró la fundición de Nuestra Señora de los Desamparados en "Los Planes", donde se trataban los minerales calcinados, y las matas resultantes y los demás subproductos eran fundidos en la fundición antigua de El Chorrito[172]. En 1751 la fundición grande, como era conocida la de Ntra. Sra. de los Desamparados, fue dotada

[171]Retrato de Francisco Thomás Sanz, fuente https://www.todocoleccion.net/arte-pintura-oleo/escuela-espanola-siglo-xvii-retrato-don-francisco-thomas-sanz-director-reales-minas-Río Tinto~x137680318, consultado el 2/1/2020. Óleo de 100 x 80 cms. S. XVIII, segunda mitad de Escuela Española

[172]RÚA FIGUEROA, R. (1859): Ensayo sobre la Historia….162-164.

con un nuevo horno, lo que permitió duplicar la producción. Sus cuatro fuelles eran accionados mediante caballería. La producción no llegó a los niveles esperados debido a la falta de experiencia de los fundidores con los minerales de esta mina, pero la producción fue aumentando paulatinamente[173]. En 1752 el fundidor alemán Jorge Esler introdujo una innovación, que consistía en efectuar una sola calcinación en montones cónicos[174].

A pesar de estas mejoras y aumento de la producción, los costes de producción pasaron a ser altísimos. Por eso en 1751 el Asentista solicitó una reducción en los precios del plomo y la pólvora. En el mismo sentido en 1753 la Junta de Comercio acordó unos precios fijos para la venta de los distintos tipos de cobre en Sevilla[175].

Durante el periodo de Tiquets también se inició el problema con el manejo de la masa forestal de Río Tinto, pues el Asentista tuvo diferencias con el Juez de Montes. Debido a que necesitaba de esa madera y del monte bajo para las labores de fundición y diversos trabajos en el establecimiento, el es asentista prohibió en 1746 a los vecinos de las poblaciones cercanas la corta de árboles[176].

El 11 de septiembre de 1758 murió Samuel Tiquets. En su testamento, de fecha 9 de septiembre del mismo año, legó a su mano derecha sus utensilios personales y las mismas facultades que él mismo poseía en el Real Asiento de 1746[177]. También declaró a su madre y sus hermanas herederas de sus acciones en las minas, previa aprobación real, siendo los albaceas el comerciante Keers y el administrador Francisco Thomas Sanz.

Durante la administración de Sanz en Río Tinto, comenzó un nuevo periodo de 25 años en los que el establecimiento maduró, aunque a la muerte de Tiquets la mina estaba fuertemente endeudada

A las dos semanas de la muerte de Tiquets, Sanz solicitó al rey la continuación del Real Asiento a su nombre[178]. Por Real Orden de 24 de octubre de 1758 se ordenó

[173]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…158; ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 39; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…35.
[174]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…171.
[175]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 34; AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…46; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…4.
[176]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 40. Sobre la importancia del combustible ver FLORES CABALLERO, M. (2011): "La influencia del cambio energético y los avances tecnológicos del siglo XIX en la Faja Pirítica Ibérica", en PÉREZ, J.A.; DELGADO, A.; PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, 267-288.
[177]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 40-41.
[178]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 67.

que Martín Alonso Bolaños, Juez Conservador de las minas, hiciese las veces de Asentista y Francisco Thomas Sanz siguiera como administrador de las minas.

A partir de 1760 comenzaron los problemas entre Alonso Bolaños y Sanz, y ambos emitieron escritos a la Junta de Comercio, Moneda y Minas. El fiscal, vista la situación, propuso la destitución del Juez Conservador[179]. Por Real Cédula de 12 de junio de 1761 Carlos III ratificó lo recogido por Tiquets en su testamento, Sanz fue reconocido como sucesor en el Asiento y Alonso Bolaños fue destituido[180].

El periodo de gestión de Sanz en Río Tinto fue una etapa de crecimiento, sobre todo debido a las ventas de cobre roseta. En 1759 se produjeron 36 toneladas de este tipo de cobre, más que en 1756, el año más fructífero de Tiquets. En 1760 casi se duplicó la producción y en 1777 se obtuvieron 108 toneladas. La media de producción del periodo de Sanz fue de 75 toneladas anuales de cobre roseta. Todos los años fueron positivos con excepción de dos periodos, 1760 y 1761, por los problemas entre Alonso Bolaños y Sanz, y en 1764-1767 debido a los problemas con los vecinos de Zalamea por la corta de árboles[181].

Para producir unas 75 toneladas de cobre de media anual, Flores Caballero estima que había que extraer 3200 toneladas de mineral por año, a lo que hay que sumar el estéril, por lo cual había que extraer diez toneladas diarias y beneficiar 250 kilos de cobre diarios en las fundiciones[182].

Trabajos posteriores a la época de Sanz sobre el criadero de Río Tinto calcularon que las leyes del mineral extraído durante la gestión de Francisco Thomas Sanz fueron superiores al 7% de cobre[183], con un "cut-off" de cobre con una ley del 3 % de cobre[184]. Gonzalo y Tarín apuntó que la minería desarrollada en este periodo fue de "rapiña", sólo interesada en minar las partes con mayores leyes, sin emplear un sistema de laboreo minero sistemático, lo cual provocó debilidades y que zonas del "criadero" no pudieran ser trabajadas posteriormente[185].

[179]EZQUERRA DEL BAYO, F. (1852): Memorias sobre las Minas…24 ; ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 67-68, 63; FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…, 42.
[180]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 41.
[181]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 41-42.
[182]FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica… 43.
[183]ANCIOLA, A. y COSSIO, E. (1856): *Memoria sobre las Minas de Río Tinto,* Madrid, 37, 59 y 82.
[184]FLORES CABALLERO, M. (1988):"Análisis de los principales factores que han determinado las explotaciones de las minas de Río Tinto", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto, desde la historia hacia el futuro*, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Río Tinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, 643.
[185]GONZALO Y TARÍN, J. (1886): *Memorias*…. Vol. II, 272-273.

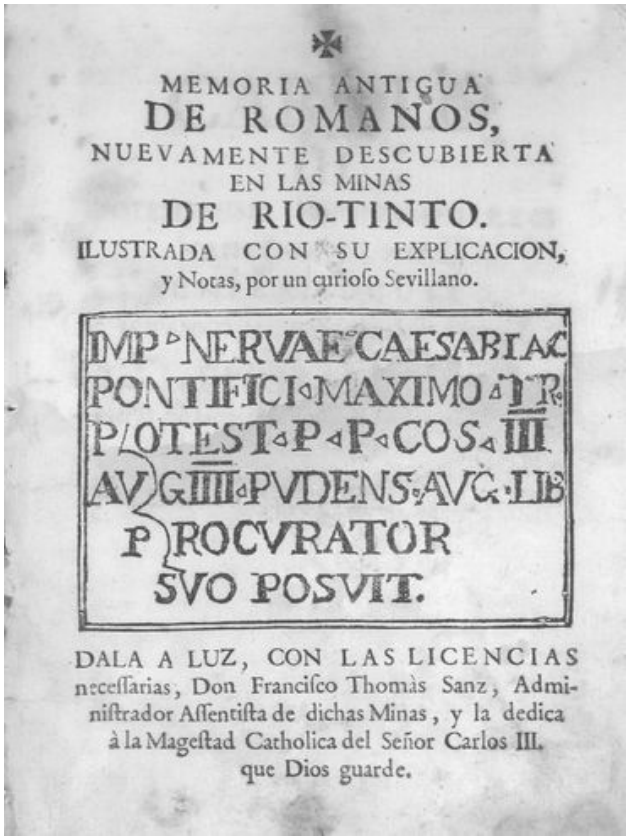
Las labores mineras de la época Sanz se centraron en la zona de Filón Sur o Nerva, a través de los pozos San Cristóbal, Sta. María y Sta. Bárbara. A boca de mina se ubicaron, tras realizar grandes desmontes, dos grandes plazas de calcinación y una tercera para depósito de leña[186].

Además de estos trabajos mineros también hay que destacar las importantes labores de limpieza e investigación del yacimiento, centrados sobre todo en la zona de Filón Sur o Nerva. Durante este tipo de labores el 31 de julio de 1762 fue hallada una inscripción en bronce en la Galería San Carlos, en las proximidades de Masa Planes[187]. Estaba dedicada por Pudente, *Procurator (Metallorum)*, al emperador Marco Cocceio Nerva[188].

Buena parte de los trabajos de limpieza estuvieron centrados en las galerías de desagüe romanas, que fueron fortificadas, como ocurrió en la galería del Escudo del Carmen o el socavón San Luis.

Las instalaciones del establecimiento minero tuvieron un importante avance. Fueron construidas las fundiciones de San José, San Francisco de Paula y San Francisco de Borja, y las fábricas de afino de San Gabriel y Ntra. Sra. del Rosario, además de almacenes y alpendes para cobre, madera y pólvora. Durante esta etapa se construyeron las represas y conducciones para los departamentos de trabajos hidrometalúrgicos y para accionar las fundiciones, junto con la creación del viario y pontones que facilitaban el transporte entre los distintos departamentos[189].

[186]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 71-72.
[187]CIL II, 956.
[188]Sobre la inscripción CIL II 956 y su hallazgo en Río Tinto ver: SANZ, F.T. (1762): *Memoria antigua de romanos, nuevamente descubiertas en las Minas de Río Tinto*, Sevilla; GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, J. (1989): *Corpus de inscripciones latinas de Andalucía*, *Vol. I. Huelva*. Sevilla. 77-79; FERNÁNDEZS-POSSE, M.D. y SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. (1996): "Río Tinto: La Memoria antigua desde la actualidad", *Memorias Antigua de Romanos*, Clásicos de la Arqueología de Huelva 6, Diputación de Huelva, 30 - 86; REMESAL RODRIGUEZ, J. (1998): "Epigrafía y política en el siglo XVIII.., 499 – 517
[189]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,72; FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…, 44; RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…168.



MEMORIA ANTIGUA
DE ROMANOS,
NUEVAMENTE DESCUBIERTA
EN LAS MINAS
DE RIO-TINTO.
ILUSTRADA CON SU EXPLICACION,
y Notas, por un curioso Sevillano.

IMP NERVAE CAESARI AC
PONTIFICI MAXIMO TR
POTEST P P COS III
AVG IIII PVDENS AVG LIB
PROCVRATOR
SVO POSVIT.

DALA A LUZ, CON LAS LICENCIAS
necessarias, Don Francisco Thomàs Sanz, Administrador Assentista de dichas Minas, y la dedica
à la Magestad Catholica del Señor Carlos III.
que Dios guarde.

Foto 26

Portada de la Memoria de Sanz en 1765. Emulando a Pudente colocó en la galería Sta. Bárbara la siguiente inscripción:

MDCCLXV
Reinando el S. D. Carlos III
spre. Augspre feliz. Siendo
su Adm. de estas Reales Minas el
S.D: Fran. Thomas Sanz se
hiso esta contramina. P.S.P.[190]

Una de las labores más beneficiosas desarrolladas por Sanz para el establecimiento de Río Tinto fue la siembra de pinos[191], en Cerro Salomón, Mesa Pinos

[190]FERNÁNDEZS-POSSE, M.D. y SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. (1996): "Río Tinto: La Memoria antigua…. 59. .
[191]ORTIZ, M.; FORTES, J.C.; ROMERO, E.; DÁVILA, J.M. y PRIETO, J.J. (2010): La metalurgia de Río Tinto durante el periodo de su rehabilitación (1725 – 1783). Romero Macías, E. (Eds.) *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo local sostenible*, 593-599.

o Pie de la Sierra[192], para lo que hizo traer piñones de Niebla. También plantó viñas y frutales para el consumo de los trabajadores del establecimiento[193].

Desconocemos con exactitud el número de trabajadores en este periodo, pues no disponemos de datos para todos los años. La cifra más alta documentada es de 450 operarios para 1770[194].

Como en etapas anteriores, Sanz volvió a tener problemas con el Ayuntamiento de Zalamea la Real por el uso de la masa forestal, sobre todo en los años 1763 y 1767. Se volvió a medir y señalizar la propiedad[195], aunque esto no acabaría con este problema, que aún tardaría 30 años en solventarse.

El 27 de julio de 1776 finalizó el Real Asiento para explotar Río Tinto, pero Sanz ya había pedido en 1769 que se le concediera el asiento. Varios técnicos y autoridades de la Junta de Comercio, Moneda y Minas fueron favorables a que Sanz continuara su gestión en Río Tinto, aunque se solicitaron varios informes e inventarios. Los herederos suecos elevaron su opción por medio del Embajador Sueco en Madrid[196]. Por Real Resolución de 20 de noviembre de 1778 las minas volvieron a la Corona nombrándose a Juan Antonio Cianca como contador y Sanz como Asentista administrador interino de las minas hasta el 1 de febrero de 1783[197], pero "sin la autoridad ni el control que antes ejerciera"[198].

Estos cinco últimos años de la gestión de Sanz fueron un periodo convulso, por las acusaciones de tráfico y nepotismo, de anormalidades en la producción[199], y de apropiación indebida de cobre[200]. El principal problema fueron las liquidaciones que adeudaba la Real Hacienda tanto a los herederos de los Tiquets como a Sanz, pues no se había hecho reparto de beneficio desde 1758. La corona no deseaba perjudicar a nadie,

[192]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*….169.
[193]CARAVANTES, F. (1840): *Memoria de la visita realizada a las minas de Río Tinto el 21 de febrero de 1840*, Madrid. Archivo Histórico Nacional. Expediente del Ministerio de Hacienda, Legajo 1999,21. Citado FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 44.
[194]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*123.
[195]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*68-81; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 44.
[196] Sobre el pleito entre Sanz y los sucesores de Tiquets y las liquidaciones que el gobierno concedió Ver FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 46-51 y 61-63. Fue una época convulsa en la que incluso se produjo un intento de asesinato de Sanz.
[197]ORTIZ, M. *et al*. *TODOS LOS AUTORES* (2010): La metalurgia de Río Tinto…. 593-598.
[198] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…50.
[199]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*11 y 109.
[200]Referido sobre todo a la ocultación hallada en 1852 en la Galería San Luis donde se documentó 2.600 arrobas de cobre y una pequeña cantidad de oro y plata. RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…. 213; ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*33-34; AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*67. Aunque siempre se le ha achacado a Sanz este "depósito", también podría provenir de ocultamientos de la época de la invasión napoleónica. Al no contar con elementos que nos permitan datarlo ambas posibilidades son plausibles.

y por Real Orden de 19 de noviembre de 1783 se ordenó a la Junta de Comercio, Moneda y Minas que concediera 45.000 reales y la entrega de sal por valor de 375.000 reales a los herederos de Tiquets. A Sanz se le concedió una compensación de 672.551 reales en "concepto de bienes de existencia de los minerales"[201]. Pero éste y sus herederos no estuvieron muy de acuerdo, pues no le pareció suficiente y estuvieron litigando casi por un siglo, incluso cuando las minas pasaron a estar gestionadas por Río Tinto Co. Ltd. a partir de 1873[202].

En 1783 se hicieron ensayos en la Real Fábrica de Artillería de Sevilla[203] para probar la calidad del cobre de apunto de artillería procedente de Río Tinto para fundir bronce para cañones de calibre 24, para lo que se empleo un 89% de cobre y un 11% de Estaño[204]. El resultado fue el siguiente: "*Los cobres de Río Tinto de que han sido fundidas son de superior calidad, por su acreditada dureza, nervio y compactación para la fundición de artillería*" [205].

Ante esta situación, la Junta de Minas envió comisionado a Manuel Aguirre y Horcasitas, como Subdelegado de las minas. En esta época se vuelve a prestar mucha más atención a la extracción de minerales y a los trabajos metalúrgicos. En este sentido, se rehabilitaron algunas fundiciones en mal estado, como San Francisco Javier o San Antonio, y se construyeron otras, como la de San Bruno en Los Planes, donde a partir de 1787 comenzó por primera vez la producción de cobre a punto de artillería en Río Tinto[206]. Se llevaron a cabo estudios para mejorar la recuperación de cobre de los minerales por fundición, y por indicación de Aguirre se realizaron las primeras pruebas para beneficiar minerales calcinados[207].

En 1785 Sanz volvió a plantear la cuestión de la liquidación. Se hicieron varias propuestas de los Directores de Rentas con el interesado sobre la cantidad a liquidar y otras para contentar al administrador Asentista interino, sin que ninguna lo satisficiera. Todo se complicaba además por las malas relaciones entre Sanz y Aguirre. Al final, el 1784 el Consejo de Castilla por Real Orden de 8 de diciembre de 1786 decidió jubilar a

[201]AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*110; PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure*...110.
[202]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*… 59.
[203]Sobre la Fábrica de Artillería de Sevilla ver AGUILAR ESCOBAR, A. (2010): *Cañones de bronce para el ejército, Historia de la Real Fundición de Sevilla en el siglo XVIII*, Madrid.
[204]AGUILAR ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones en química y metalurgia desarrolladas en el Real Colegio de Artillería de Segovia siglo XVIII*, Asociación Cultural Biblioteca de Ciencia y Artillería, Segovia, … 140.
[205]Archivo de la Fábrica de Artillería de Sevilla, Caja 166, Expediente de pruebas.
[206]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*154; FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…72.
[207]RÚA FIGUEROA, R. (1859): Ensayo sobre la Historia….185; FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…62.

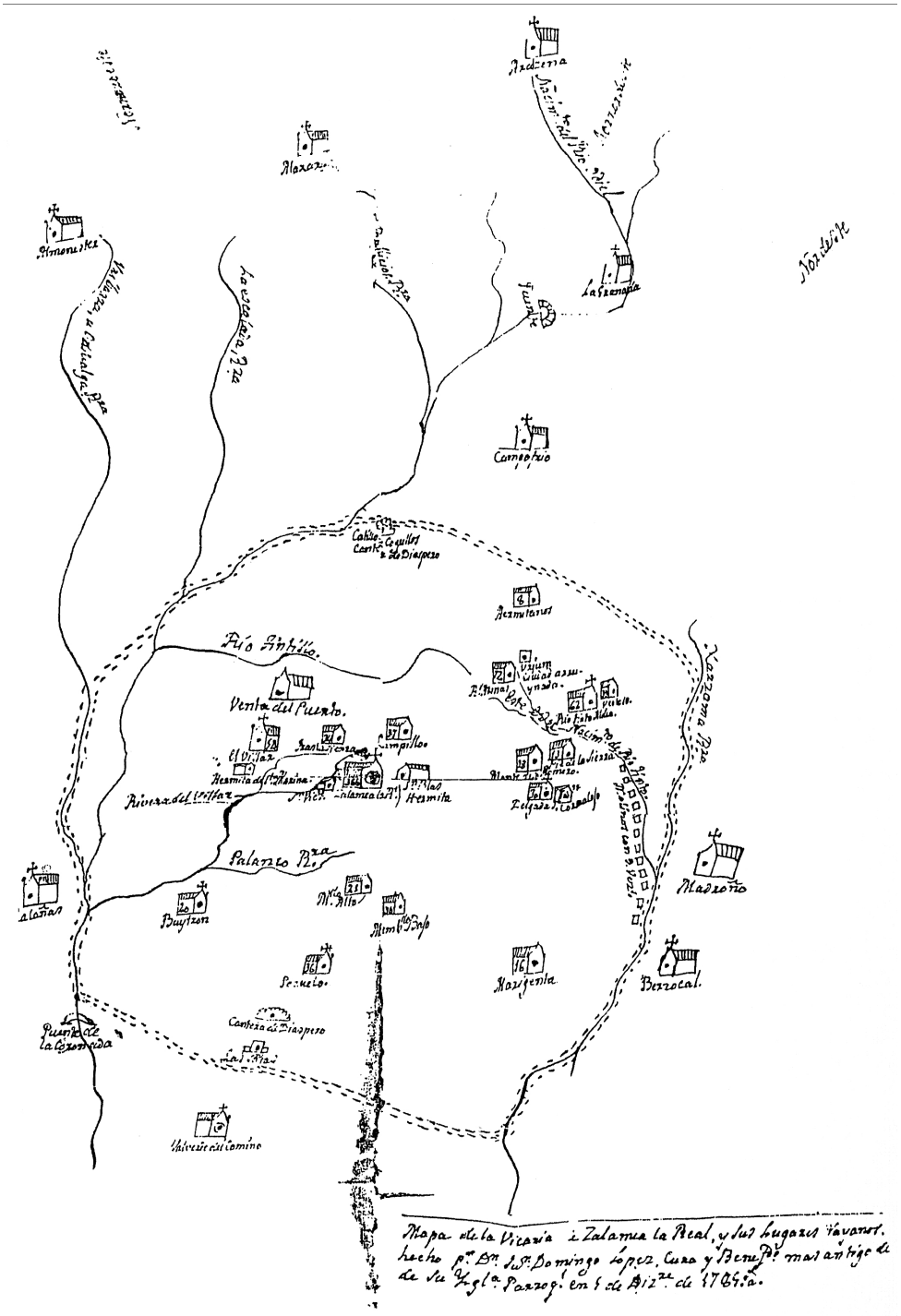
Sanz, que abandonó Río Tinto a principios de 1787, mientras que Aguirre retornó a su empleo de contador de las Salinas de Cádiz[208].

Para gestionar el establecimiento de Río Tinto, el ministro de Hacienda, Pedro López de Lorena, nombró a Melchor Jiménez administrador subdelegado del establecimiento y comisionó a Francisco Angulo para que girase visita de inspección y asesorara al administrador en las medidas a tomar[209].

Angulo visitó Río Tinto y otras minas de la Faja Pirítica onubense, como Tharsis, Buitrón y Sotiel Coronada[210]. Propuso mejoras en el sistema de explotación por contramina, en los sistemas de extracción con la instalación de un malacate, y que el mineral extraído estuviera en función de las "necesidades de consumo"[211]. Consideró vital contar con personal capacitado tanto en minería como en mineralurgia y metalurgia, para que con su trabajo pudieran convertir Río Tinto en una mina productiva[212]. En 1787 se contrató a los alemanes Leopold Stoutz y Heinrich Schnëll para que organizaran las labores mineras e industriales en el establecimiento. Stoutz y Schnëll lo cual hicieron entre enero y agosto de ese año y dejaron un plan de labores al administrador.

Angulo propició una importante mejora en los trabajos de calcinación al importar el tipo de horno de calcinación, que se conocerán posteriormente como "*hornos cónicos*", que había conocido de primera mano en las minas alemanas del Härz. Las labores de cementación fueron consideradas las más rentables y por tanto las más importantes de ese momento[213]. Incluso planteó mejoras en la organización de la jornada laboral y medidas sociales que iban desde la exención del servicio militar a la creación de un incipiente sistema de pensiones[214]. Por último, propuso mejoras en el manejo de la masa forestal que vinieran a solventar y a asegurar el deficiente suministro de madera, abasto muy necesario para el establecimiento minero de Río Tinto.

[208]Real Orden de 29 de diciembre de 1786; RÚA FIGUEROA, R. (1859): Ensayo sobre la Historia….184-185; ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*120, 184-185; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…62.
[209]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…62.
[210]GONZALO Y TARÍN, J. (1888): *Memorias*…. Vol. II, 206.
[211]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…67.
[212]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,148 -151; 279 y 280; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…67.
[213]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,156; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…70.
[214]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…71.



Plano 10, Mapa de la vicaría de Zalamea La Real y los lugares rayanos. Hecho por D. Domingo López, 5 de diciembre de 1785. Relaciones topográficas de Tomás López de Vargas y Machuca. Mss/7306. Cuestionario de Zalamea La Real. Biblioteca Nacional de España. Pérez López (2010), 86 - 87.

La estancia de Francisco Angulo finalizó en el último trimestre de 1787 y no duró lo suficiente para que las mejoras pudieran llegar a ser efectivas. A fines de 1787 Melchor Jiménez, aduciendo motivos de salud, solicitó su relevo pidiendo que para su puesto fuera nombrado Manuel Aguirre Horcasitas, que tras aceptar la propuesta fue nombrado administrador de las Reales minas con fecha de 14 de julio de 1788[215]. En ese mismo año se aprobó una instrucción y reglamento, donde se indicaban las competencias de cada uno de los empleados del Estado en el Establecimiento de Río Tinto[216].

Con el comienzo de la administración de Río Tinto por Aguirre (1788-1793) comenzó la década más floreciente de Río Tinto en el siglo XVIII, que continuó durante la gestión de su sucesor Melchor Jiménez (1793-1798)[217].

A partir de 1790 se comenzó a emplear el cobre de Río Tinto, junto con el cobre americano, que comenzaba a escasear debido a la Guerra Anglo - Española de 1796 – 1802, que dificulataba el comercio con América, pasándose de consumir 8.150 quintales[218] de cobre consumido en la década de los ochenta del siglo XVIII a 17.832 quintales[219] en la década de los años 90 de la misma centuria. A esto hay que añadirle que el empleo del cobre de Río Tinto era menos costoso en las fundiciones de Sevilla y Barcelona que el cobre americano, procedente de principalmente de México y Perú[220]. Pero como la producción indiana era mayor que la del yacimiento que no ocupa, siguió siendo la principal fuente de cobre para España hasta invasión napoleónica, cuando se paralizó el comercio con América.

La gestión de Aguirre fue exitosa en buena parte debido a que fue un hombre guiado por el sentido común y bien asesorado. Uno de los problemas a los que tuvo que hacer frente, endémico desde el primer Asentista, eran los continuos pleitos con el Ayuntamiento de Zalamea por el uso de pastos y arboleda. Aguirre, harto de las reiteradas injerencias de los zalameños y su concejo, consiguió que la Junta de Comercio convocase en enero de 1790 una reunión entre todas las partes interesadas para señalar los límites del coto minero, llegándose a un acuerdo firmado por todas las partes[221].

[215]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,169; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…73.
[216]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 293.
[217]ORTIZ MATEO, M. (2004): "Explotación de las minas de Río Tinto por la Real Hacienda 1783-1829", *De Re Metallica*, 4, 65-74.
[218]815.000 kilogramos
[219]1.783.200 kilogramos
[220]AGUILAR ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones …*, 142.
[221]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…195; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…76.

Entre los días 2 y 5 de noviembre de 1790 se delimitó el término minero bajo la supervisión del agrimensor sevillano Andrés Cañete, una superficie de 1922 hectáreas, 33 áreas y 47 centiáreas[222]. Este terminó minero estuvo vigente hasta 1918, cuando Zalamea La Real cedió al término de Río Tinto la zona de Zarandas a cambio de la construcción del ramal del Ferrocarril entre El Valle y Zalamea la Real.



Plano 11, Mapa de las Minas de Río Tinto y división de los términos de Zalamea La Real y Castillo de las Guardas 1788. Archivo General de Simancas GYJ/00790 Núm. de Registro 06/028.

[222]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,169; FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…76.

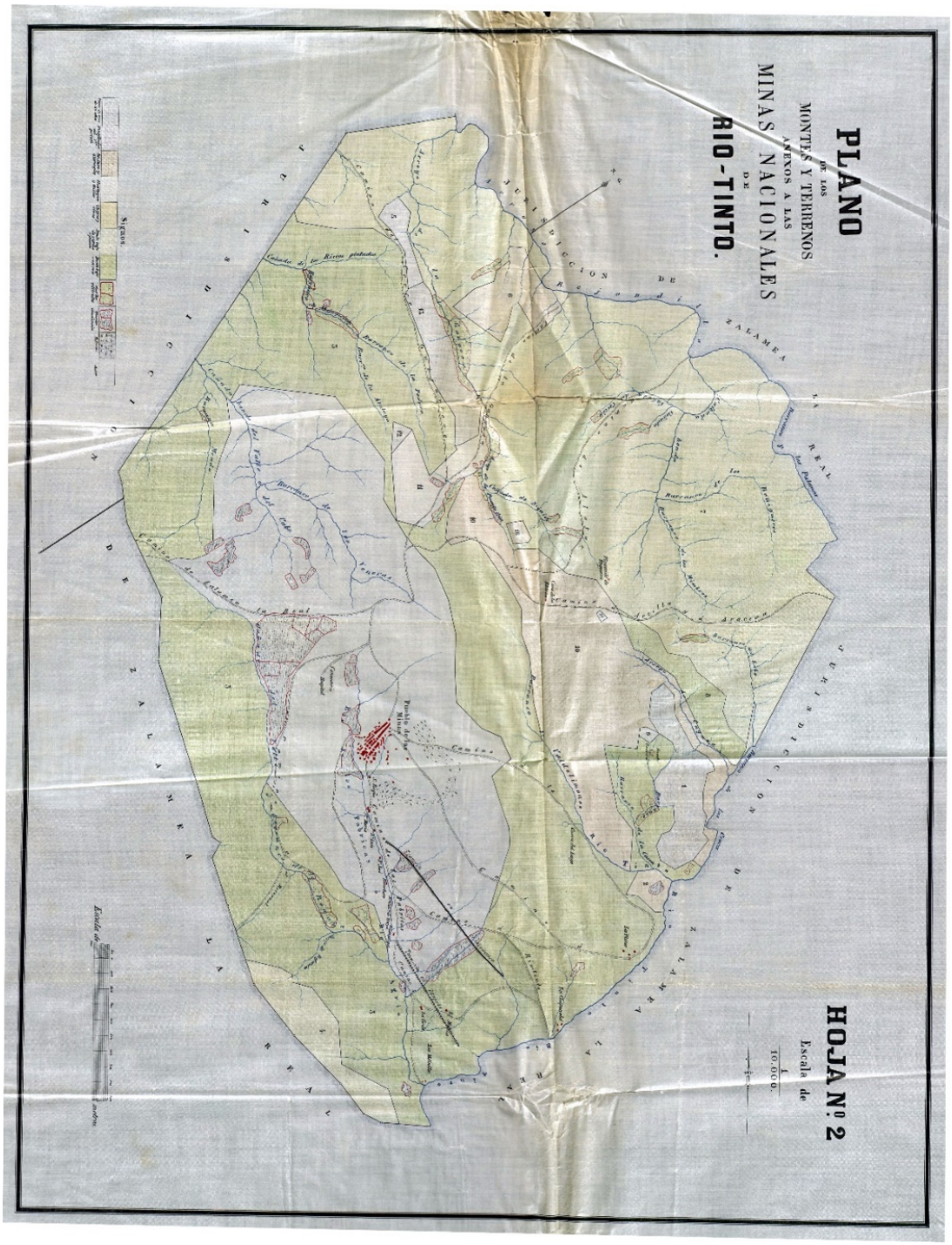
El trabajo de Cañete se plasmó en tres planos, uno destinado a Río Tinto, otro al Ayuntamiento de Zalamea y otro para la Junta de Comercio, Moneda y Minas, pero no se conserva ninguno de ellos. Este trabajo se reconoció por Edicto de fecha 7 de septiembre de 1791[223]. De los mojones que delimitaron el término actualmente sólo se conserva uno en estado ruinoso sobre el Cerro de las Tres Águilas.

Aunque existían viviendas cercanas a la zona de trabajo desde la segunda época de Tiquets, durante la gestión de Aguirre comenzó a adquirir forma el pueblo de Río-Tinto, que ya estaba entre los pueblos que constituyeron la Excma. Diputación de Huelva el 16/11/1835 BOP 184 18/11/1835, y que fue declarado municipio en 1841.

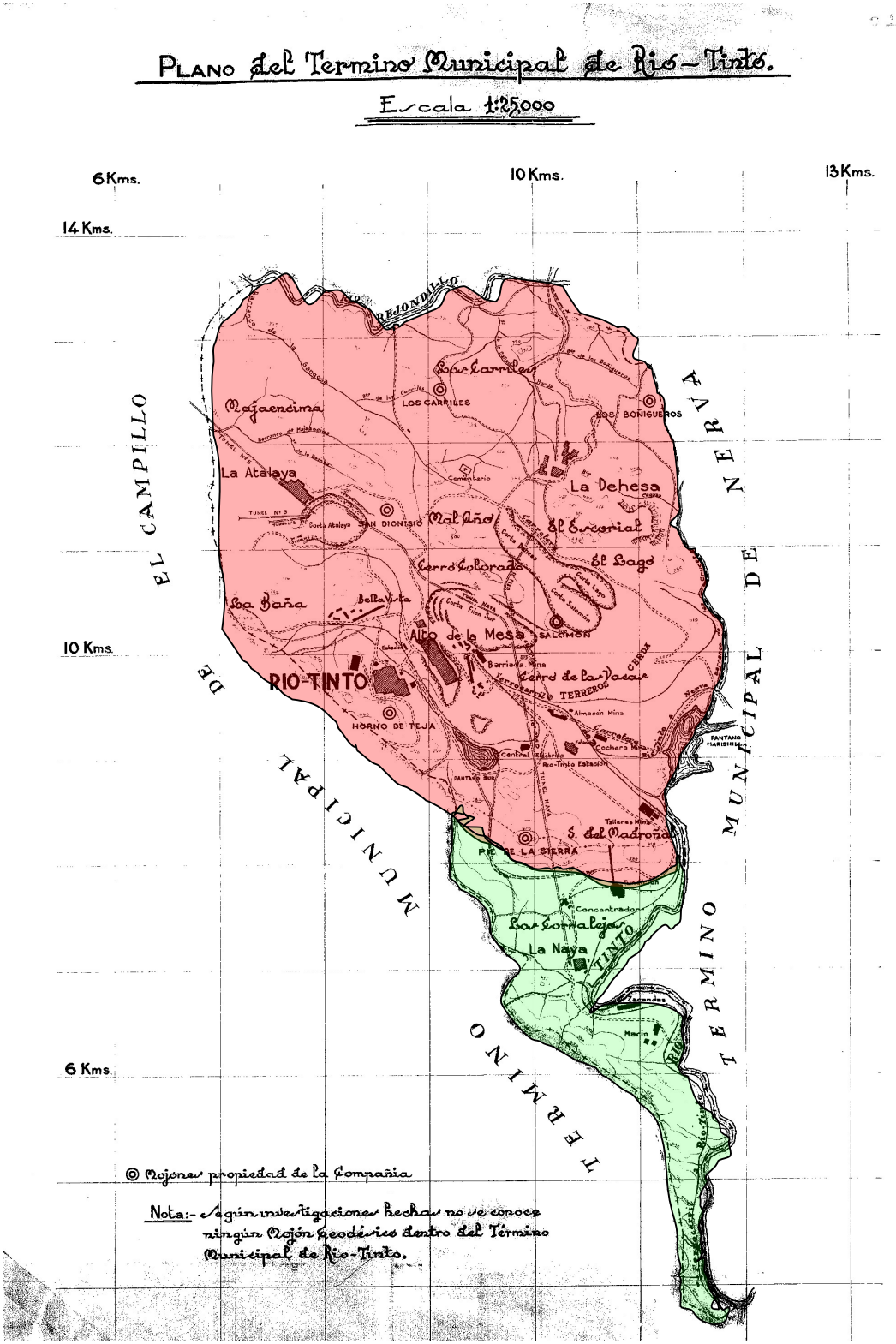
En esta época se incrementó la producción de cobre, sobre todo el de "a punto de artillería", pero, al elevarse el precio de los jornales y el combustible, aumentaron las pérdidas durante los procesos y por tanto los costes de producción[224], lo que hizo que el sistema de vía seca fuera menos competitivo que el de vía húmeda. De este modo, a partir de 1791 el establecimiento comenzó a ser menos rentable[225].

En febrero de 1793 Manuel Aguirre dejó su cargo en la persona de Melchor Jiménez. Desde el primer momento el nuevo Administrador impulsó las labores de calcinación, aunque no pudo hacer rentable ni mejorar las recuperaciones de cobre con las operaciones pirometalúrgicas, sobre todo por falta de personal cualificado. Ante esto, para conseguir mejores recuperaciones de cobre y por tanto una mayor rentabilidad, Melchor Jiménez hizo que Francisco Peringer y su hijo José vinieran a Río Tinto a transmitir a los operarios del establecimiento su *"know how"* sobre fundición y afino a punto de artillería o boca de fuego[226]. La estancia de estos técnicos se extendió entre octubre de 1793 a agosto de 1794, durante la cual se redujeron los costes de producción y con ello se mejoró la rentabilidad de los cobres de Río Tinto, a lo cual ayudó también una coyuntura económica positiva con unos altos precios para los metales cobrizos que se fabricaban[227].

[223]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…196; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…76.
[224]ORTIZ MATEO, M. (2004): "Explotación de las minas … 67.
[225]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*283-284; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…78.
[226]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*176-177.
[227]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…78-79.



Plano 12, Plano del término municipal de Río Tinto delimitado en 1791, fondo Federico de Botella, Archivo Histórico Nacional, DIVERSOS-TÍTULOS_FAMILIAS, 3189, N. 44_014. Años 60 del siglo XIX.



Plano 13, Término Municipal de Río-Tinto, tras la ampliación de 1918 (en verde), al anterior (en rojo) la delimitación de 1790. Plano A02321 AHFRT.

Otro de los aspectos que Jiménez intentó solventar durante su gestión fue el suministro de "carbón de piedra", que era muy necesario para un buen resultado de las fundiciones, pues su carestía y alto precio encarecía los cobres de Río Tinto. Se llegó a un acuerdo por el cual la Real Hacienda suministraría carbón a un precio de 4 reales la marquilla, pero esto no se cumplió siempre, y Melchor Jiménez llegó a pagar la diferencia de precio para adquirir el combustible necesario por su cuenta[228].

Ante el alto precio que se pagaba por el cobre americano frente al producido en Río Tinto, con fecha de 3 de octubre de 1798 la Dirección General de Rentas solicitó al rey un aumento en los precios del cobre del establecimiento onubense. El monarca realizó una consulta a Francisco Angulo, quien consideró razonable la propuesta de Jiménez y se propuso que se fomentaran las labores de obtención de cobre por vía húmeda, pues producía cobre de calidad a un coste menor[229].

El 11 de septiembre de 1798 Melchor Jiménez fue nombrado Superintendente de la Casa de la Moneda de Sevilla, que recomendó que Vicente Letona fuera su sucesor como Administrador de Río Tinto, gracias a su buena preparación [230].

La gestión de Letona coincidió con una época de crisis, en la que hubo una importante falta de financiación por parte de la Real Hacienda y de los abastos necesarios para el buen funcionamiento del establecimiento. A esto se añadió el cierre de la fábrica de cañones de Sevilla, lo cual propició una coyuntura negativa que duró hasta el final del primer cuarto de la siguiente centuria[231].

El inicio del siglo XIX fue un periodo de crisis debido a la Guerra de Independencia, donde además de las operaciones militares que afectaron a la zona[232], se sucedieron las presiones por hacerse con el cobre de Río Tinto, tanto por parte de los bonapartistas[233], que habían ocupado Sevilla, como por la Junta de Sevilla, que estaban

[228]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…78.
[229]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…78.
[230]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 180-181.
[231]ORTIZ MATEO, M. (2005): "Explotación de las minas …73.
[232] Sobre este particular Ver SEGOVIA AZCÁRATE, J. M. (1995): "Participación de las fuerzas armadas en la sierra de Huelva durante la Guerra de la Independencia", en *IX Jornadas del patrimonio de la Sierra de Huelva.* Huelva, Diputación Provincial de Huelva, 38 ; LANCHA GÓMEZ, Manuel (1993): "La ocupación francesa de Zalamea la Real", *Revista de Feria y Fiestas de Zalamea,* 47. PEÑA GUERRERO, M. A. (2000): *El tiempo de los franceses. La Guerra de la Independencia el suroeste español.* Almonte, Ayuntamiento de Almonte.; PEÑA GUERRERO, M.A. (1995): "Los efectos de la Guerra de Independencia" en *El tiempo y las Fuentes de su Memoria Historia Moderna y Contemporánea de la Provincia de Huelva, Tomo IV, La Provincia de Huelva en los siglos XIX y XX,* Huelva, 15 – 24; PEÑA GUERRERO, M. A. (2010): "¿Guerra de conquista o guerra de requisa? La Guerra de la Independencia en la provincia de Huelva", DELGADO, José Miguel (dir.): Andalucía en guerra, 1808-1814. Jaén, Universidad de Jaén, 187-197.
[233]Carta de Blas de Aranza, donde se requiere al Administrador de Río Tinto con fecha 24/9/1810 cobre para la fábrica de cañones de Sevilla y la respuesta de Eugenio Serrano contador de las minas, por estar ausente Letona, donde afirma que no podía conducir el cobre a Sevilla por hallarse rodeado de tropas Españolas. SALDAÑA FERNÁNDEZ, J. (2014): *Pueblo, nación y ciudadanía durante la*

refugiados en Ayamonte (Huelva) [234]. Letona, fiel a las autoridades de su país, llegó a organizar los mineros como resistentes y envió a Cádiz cobre afinado a punto de boca de fuego[235]. Esta coyuntura determinó la paralización de las operaciones en las minas el 1 de febrero de 1810[236].

A esto se sumó que en Río Tinto se sucedieron importantes diferencias entre los funcionarios encargados del Establecimiento Minero, debidas a las tensiones entre el Contador de las Reales Minas contra el Tesorero, yerno del Administrador Letona, al que se le acuso de una mala administración de las cuentas y de nepotismo, pues además de conceder otros cargos administrativos, había colocado a sus hijos como oficiales de 2ª y 3ª. El círculo de influencias se cerró con el Apoderado de las minas en Sevilla, que también pertenecía a la familia[237].

El cierre de Río Tinto, la pérdida de las colonias americanas y, por extensión, la fuente de metales más importante de la corona en ese momento, propiciaron la crisis económica de España[238].

Miñano afirmó en 1827 sobre la invasión francesa y su efecto en Río Tinto lo siguiente: "*Desde que el ejército francés invadió las Andalucías el año 1810, quedaron suspensas las labores, las cuales se han restablecido últimamente, sólo para aprovechar los metales que quedaron esplotados y calcinados en aquellas época; cuyo*

Guerra de la Independencia: la frontera sur hispano-portuguesa en los orígenes de la contemporaneidad (1808-1814), tesis doctoral inédita, nota 628, 245.

[234]En este sentido ver SALDAÑA FERNÁNDEZ, J. (2014): *Pueblo, nación y ciudadanía….*, nota 629, 245 - 246: "*Francisco de Copons y Navia dirigía una comunicación a José de Heredia apuntando que el administrador de las minas le había trasladado una orden remitida por el Secretario del Ministerio de Hacienda a la Junta Superior de Cádiz para que le fuesen franqueados mensualmente los más de catorce mil reales que eran necesarios para mantener la producción (Ayamonte, 29 de noviembre de 1810). El escrito de contestación firmado por Heredia refería que había comunicado al encargado del Ministerio de Hacienda lo conveniente para que se pusiese a disposición de Francisco de Copons la cantidad que mensualmente necesitaba la fábrica de Río Tinto, quien debía finalmente tomar las providencias oportunas para que esa cuantía llegase a manos del administrador de la misma (Isla de León, 10 de diciembre de 1810). RAH. CCN, sig. 9/6967, s. f.*"

[235]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*….208 -210, describe pormenorizadamente los hechos acaecidos en Río Tinto durante la Guerra de la Independencia y como tras enviar a Cádiz algunas arrobas de cobre e impedir que las tropas francesas acantonadas en Sevilla se pudieran abastecerse de cobre para hacer cañones de bronce y como al final el establecimiento de Río Tinto se arruinó. Sobre este particular ver también: PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1*….112-113; MARTÍNEZ NAVARRO, A. J. (2008): "La guerra en nuestra provincia" Huelva Información, 1 de mayo de 2008, https://www.huelvainformacion.es/opinion/articulos/guerra-provincia_0_145786041.html, consultado 27/12/2019.; SALDAÑA FERNÁNDEZ, J. (2014): *Pueblo, nación y ciudadanía* …. Por último, como fuente para este periodo consultar la *Gazeta de Ayamonte* en la Hemeroteca Digital de la Biblioteca Nacional de España, sección Periódicos // Periódicos anteriores a 1850 // Gacetas, ISSN 2171-0015, fechas 18/7/1810; 25/7/1810; 1/8/1810; 8/8/1810; 15/8/1810; 14/8/1810. http://hemerotecadigital.bne.es/results.vm?q=parent%3A0004377494&t=%2Bscore&lang=en&s=0, consultado 28/12/2019.

[236]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*….209 -210, aunque Rúa Figueroa sobre este particular apunta lo siguiente: *"desde 1810 hasta 1825, solo se obtuvieron algunas pequeñas cantidades de cobre fino procedentes de la labor de cementación, siendo de advertir que en la mayor parte de este largo periodo las ricas aguas de la mina se dejaron correr libremente á sepultar su riqueza en la inmensidad del Océano"*.

[237]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 40.

[238]FLORES CABALERO, M (1983): *Río Tinto, la fiebre minera del XIX*, Diputación de Huelva, Huelva, 15.

aprovechamiento ha durado hasta principio de febrero de 1827, hallándose en el día sin explotación ni otras labores, y para decirlo de una vez, en un estado paralítico" [239].

Pero la expulsión de las tropas francesas en 1813 por parte del ejército anglo-luso-español dirigido por Arthur Wellesley no supuso el reinicio de las operaciones mineras y metalúrgicas en Río Tinto. Aunque se propuso la reapertura de Río Tinto para poder cubrir la necesidad de cobre del Estado, la prioridad del gobierno español fue el restablecimiento de la autoridad del rey Felón. En abril de 1812 se ordenó al Comandante de Armas del Condado de Niebla, Pedro Grimarest, que visitara las minas para su inspección e informar de la situación en que se hallaba la zona. Propuso una serie de cambios en el personal, como el envío de un comisionado que intentara esclarecer las acusaciones presentadas. En noviembre de 1812 se comisionó por parte de la regencia al contador de rentas Domingo Ibarrola para que elaborara un informe sobre Río Tinto[240], en el que se recogió que toda la documentación financiera del establecimiento generada entre 1801 y 1812 fuera auditada por un organismo que se determinara, reafirmando lo expuesto por Grimarest. Propuso también que la administración cobrara los pagos que se le debían y la venta de las fincas rústicas por un precio justo. Ibarrola era partidario de que fuera la Real Hacienda la explotadora de Río Tinto y redactó un plan de rehabilitación del establecimiento, en el que se valoraba que harían falta cuatro años y una buena dotación económica para ponerlo en operación. Indicó incluso que, si no se iba a contar con los medios para tal fin, antes de alquilarlas habría que asesorarse por los técnicos competentes en la materia, que eran el director de la Real Fundición de Artillería de Bronces de Sevilla y el Administrador de la Aduana de Cádiz[241].

Tras este informe la Dirección General de Rentas encargó a Melchor Jiménez, antiguo Administrador de las minas y Administrador de la Aduana de Cádiz, otro informe sobre las reclamaciones presentadas y las medidas propuestas por Ibarrola. En su escrito Jiménez no quiso entrar en el cruce de acusaciones entre los funcionarios que trabajaban en Río Tinto, y, al contrario de lo que hizo Ibarrola, no estimó oportuno la inversión de grandes sumas de capital en la rehabilitación de las minas en la coyuntura

[239]MIÑANO Y BEDOYA, S. (1827): *Diccionario geográfico – estadístico*….333.
[240]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 222-236; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*,…16.
[241]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 220, 229-230. FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*,…16.

de aquel momento, tras una guerra, las arcas hundidas, y con el cobre procedente de ultramar más barato que el que se podía producir en Río Tinto. Jiménez planteó que el capital fuera el mínimo necesario para mantener la explotación y vender las fincas rústicas, como ya se había propuesto[242]. El 14 de septiembre de 1813 la Dirección General de Rentas tuvo en consideración el informe de Jiménez al pie de la letra. Pero esta decisión no convenció a los funcionarios de minas, de forma que la Dirección de Rentas recibió varios escritos de José Domínguez Moyano, Oficial Mayor de la Contaduría, donde se retomaron las propuestas de Ibarrola. Se consultó de nuevo a Melchor Jiménez, que no consideró oportuno contestar los escritos, pues los argumentos eran los mismos que ya expuso Ibarrola. Estas ideas debieron esperar a otra coyuntura más propicia, y en el mismo sentido contestó la Dirección General de Rentas[243].

Sin embargo, había necesidad de cobre. La Armada planteaba la reapertura de la Fábrica de Cobrería de Jubia para la fabricación de planchas, pernos y clavos de cobre, que desde su rehabilitación parcial en 1811 no satisfacía la demanda[244], y las fábricas de moneda de Madrid y Segovia también necesitaban de cobre.

La llegada al poder de Fernando VII en el sexenio absolutista en 1814 no supuso un cambio para Río Tinto en principio, pues la máxima prioridad era la represión de los liberales. Pero la grave crisis económica que sufría el país, tanto por las destrucciones como por la pérdida de las colonias americanas y con ello la fuente de metales, junto con que no se puso en marcha la reforma fiscal, hizo perentorio que Río Tinto volviera a producir cobre para varios usos, desde cañones de la armada hasta moneda. En esta línea, el Superintendente de la Casa de la Moneda elevó dos escritos al Ministro de Hacienda en abril y julio, quien con fecha 23 de septiembre de 1814 le pidió un extracto del expediente de la situación de Río Tinto y comisionó a Jacobo de Parga, ministro del Consejo, para que girara una visita a estas minas e hiciera un informe para valorar la posibilidad de su reapertura.

La Dirección General de Rentas solicitó a su archivo lo referente que hubiera sobre Río Tinto. Una vez comprobado que no había nada al respecto y que el informe de

[242]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 230-234. FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*,…,17.
[243]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 220, 229-230. FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…17.
[244] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…18 y nota nº 25, 45.

Parga no había sido entregado, se envió solo la información relativa a la necesidad de cobre de la Real Casa de la Moneda de Madrid, por lo que se autorizó la libertad de compra de cobre por parte del Superintendente de la Casa de la Moneda de Madrid[245].

El informe de Parga no llegó hasta el 4 de febrero. Compartía lo expuesto por Ibarrola, y esto llevó a la Dirección General de Rentas a poner en explotación las minas, acabando con el estado de abandono en que éstas se encontraban. Tras consultar con el rey se encargó otro memorandum a Pío Laborda, intendente de Sevilla, y a Gregorio Azaola, profesor de química y Director de Obras de Canal de Sevilla. Fue entregado el 28 de enero de 1817, y coincidió con el de Ibarrola en cuanto al desorden en la administración de las Reales Minas y que se cobrasen los pagos atrasados. Recogía que debía de continuarse la explotación, no sólo para cubrir las necesidades de cobre del Estado, sino como yacimiento de empleo para los habitantes de la zona. Reconoció también la falta de personal cualificado para las labores mineras, metalúrgicas y mineralúrgicas. Se propuso, como ya había hecho Moyano, la posibilidad de traer hierro viejo de calidad para la cementación, llegándose a plantear la posibilidad de la instalación de una fábrica de ácido en Río Tinto. Y concluía que para ponerla en servicio era necesario contar con al menos 100.000 reales mensuales en los primeros cuatro años y 200.000 los siguientes, y volvía a advertir que si no se iban a explotar por parte del Estado habría que alquilarlas. No faltaron las propuestas, como las que presentaron en 1805 los nietos de Francisco Thomas Sanz, Joseph Sanz y Joseph Muñoz Arzas, la de Thomas en agosto 1817, y la de Argüelles Solís en 1818[246].

Debido a la presión del Ministro de Hacienda, la Dirección General de Rentas recopiló a mediados de 1818 un extracto con todos los informes donde se estimaban desfavorables para el Estado las propuestas del contrato de Thomas y Argüelles. La Dirección General de Rentas determinó finalmente que el Establecimiento de las Reales Minas de Río Tinto debería de explotarse directamente por la Real Hacienda, y serían gestionadas por un Director Facultativo bajo los auspicios de la Junta de Comercio, Moneda y Minas[247].

[245]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 219, 230. FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*,…18.
[246]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 236-237. FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*,…18.
[247]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*284 -285; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*,…21.

Los trabajos se reiniciaron en Río Tinto en 1817, aunque centrados en las labores de cementación natural en el socavón de San Roque[248]. En 1818, aún estando vigente seguía vigente el reglamento del 14 de mayo de 1788, se separó por primera vez la parte administrativa de la facultativa[249].

El Consejo de Hacienda resolvió con fecha 24 de junio de 1818 que las minas se pusieran en explotación. Así el 5 de agosto se promulgó un Real Decreto en el que se recogía que Río Tinto pasaba a depender de la Junta de Crédito Público. Los nombramientos realizados separaron, por primera vez en la historia moderna de estas minas, las labores administrativas de las técnicas. José Miaja Pingarrón fue nombrado Director Facultativo, Juez Ordinario Conservador y Jefe del Centro, Letona siguió como Administrador, mientras que José Martínez Marcos era adjunto a Miaja [250].

Al Director Facultativo le fue encargado con fecha 21 de diciembre de 1818 la realización de una memoria sobre situación de las minas en ese momento. Cuando este trabajo no había sido finalizado se planteó por parte del Superintendente de la Fábrica de Moneda de Cobrería de Jubia, Manuel Fernández Flores, que se explotara Río Tinto para garantizar a las fábricas y a la Armada en cobre necesario que hasta hacía poco provenía de América. Para tal fin se solicitó a la Comisión de Crédito Público dos millones de reales, hasta que esta entidad demostró que no era posible esa consignación presupuestaria. Ante esto planteó que las minas fueran incardinadas a la administración de la Fábrica de Jubia[251] y que con sus beneficios se restableciera Río Tinto, pero no fue fue tenido en cuenta.

Ante la necesidad de poner en funcionamiento una fundición para proveer de artillería al Estado, el ministro de la Guerra comisionó a Agustín Vidal, fundidor de la Real Fundición de Artillería de Bronces de Sevilla, para informar sobre el particular. Vidal propuso que se rehabilitaran las instalaciones de Sevilla y que Río Tinto fuera puesto en servicio y se rehabilitaran quince hornos[252].

[248]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…. 213.
[249]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 293.
[250]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 287; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…21.
[251] Sobre la Fábrica de Jubia Ver: RÚA FIGUEROA, R. (1840): *Noticias sobre la Fábrica de Cobrería y Antigua Casa de Moneda de Jubia*, Madrid, 4-6, 17-19; MARTÍNEZ ARIZA, J. (1849*): Reflexiones sobre la utilidad de la permanencia de la Casa de la Moneda y Cobrería de Jubia*, Madrid; FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto, …,22; CARMONA, J. y NADAL, J. (2005): *El Empeño industrial de Galicia 250 años de historia (1750 – 2000)*, Fundación Pedro Barrié de la Maza, La Coruña. 109- 112.
[252] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…18-22.

Miaja Pingarrón presentó su informe con fecha de cuatro de julio de 1820. Estaba compuesto por cuatro partes: 1ª) Descripción de las Minas; 2ª) Situación de las mismas a fecha de la elaboración de la Memoria; 3ª) El plan de rehabilitación del Establecimiento Minero, donde expuso una rehabilitación progresiva partiendo de la cementación natural hasta llegar a los trabajos de extracción siempre que se contara con un plan de trabajo organizado y coherente y 4ª) Estrategia de comercialización de los cobres de Río Tinto[253].

El trienio liberal (1820 – 1823), instaurado tras el pronunciamiento de Rafael de Riego, supuso para la provincia de Huelva el inicio de su configuración gracias a la aplicación de la Constitución de 1812, que reconocía a las Diputaciones distintas competencias de carácter económico, fomento, etc. La Diputación de Huelva inició su andadura en enero de 1822[254], y estaba operativa desde el 7 de julio de 1822. El inicio de la década ominosa puso fin a esta incipiente Diputación, y se dispone de poca documentación, pues la caída de gobierno liberal llevó aparejada la destrucción de sus actas capitulares[255].

En esta coyuntura, Zalamea la Real, municipio al que pertenecieron las minas hasta el deslinde del coto minero en 1791, continuó entorpeciendo constantemente el normal desarrollo de los trabajos mineros con injerencias de todo tipo. Presentó un escrito el 26 de febrero de 1821 para que se integrara de nuevo Río Tinto en su término y ayuntamiento. Se basaba en la Ley de 9 de octubre de 1812, en el que se recogía que, cuando el número de vecinos no llegaba a 70, las pequeñas poblaciones se podían unir conformando otras mayores, aun cuando algún tiempo hubieran gozado de privilegios exclusivos[256], quizás con la pretensión de volver a poder controlar la zona minera en un momento en que se preveía su reapertura.

Este escrito fue contestado a petición del Rey por Antonio Joaquín Acosta, Director interino de Río Tinto, en el que se exponía que los habitantes de la zona minera eran 1199. Proponía que, basándose en el ordenamiento jurídico vigente en ese momento, que se conformaran dos ayuntamientos: Zalamea La Real, que englobaría El Villar, El Buitrón y El Pozuelo; y Río Tinto, incluyendo la Aldea de N$^{tra.}$ S$^{ra.}$ de Río Tinto

[253] ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 287-288; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…23.
[254] PEÑA GUERRERO, M.A. (1995): *El tiempo y las Fuentes de su Memoria* …28.
[255] https://web.archive.org/web/20080914114006/http://www.diphuelva.es/contenido_basico.asp?idContenido=55, consultada 11/1/2020.
[256] FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…23.

(actual Nerva), El Ventoso, Las Delgadas, Corralejos y El Monte Sorromero[257]. Ambos escritos durmieron el sueño de los justos en algún cajón de la lenta y poca operativa administración decimonónica.

Los problemas que se derivaron de la apertura de Río Tinto a principios de los años veinte del siglo XIX determinaron que en enero de 1823 la Junta de Crédito Público comisionará a don Fausto Elhuyar y Suavisa para que realizara un informe sobre las Reales Minas y Fábricas de Río Tinto. Elhuyar proyectó acometer el canaleo del socavón de cementación, por ser la más barata, la más rápida y la que mayor beneficio podía reportar al establecimiento con un menor costo.

En abril de 1823, con la expedición de los 100.000 hijos de San Luis al mando del Duque de Angulema, volvió al trono Fernando VII y se inició la década ominosa (1823-1833). En Huelva, aunque se produjeron algunas acciones militares, si exceptuamos Campofrío, el resto de la Cuenca Minera de Río Tinto no se vio afectada[258]. Durante la década ominosa (1823 – 1833) el gobierno estuvo centrado en reprimir el liberalismo y restaurar el absolutismo. El nuevo gobierno absolutista también intentó contraer el gasto público y, sobre todo, crear nuevas fuentes de riqueza. Por eso el trabajo de Elhuyar tuvo repercusiones positivas para Río Tinto, sobre todo para los trabajos de obtención de cobre por vía húmeda[259]. La Dirección de Rentas envío 3.000 quintales de planchuela de hierro y 10.000 reales para ampliar las instalaciones de cementación[260]. Aldana apunta que entre las medidas que se tomaron para mejorar la producción estuvo el nombramiento de José Martínez Marcos como responsable de las labores de cementación con la categoría de subdirector por Real Orden de 7 de julio de 1824[261]. Durante el gobierno bonapartista en España no se llegó a dictar legislación sobre minas, si exceptuamos un Real Decreto de 6 de febrero de 1809, en el que se indica que las minas, minerías y canteras pasaban a depender del ministerio de Interior[262].

En 1824 también se concedió a Juan Santana Bolaños el aprovechamiento de las aguas vitriólicas por un montante de 500 reales diarios, que serían descontados de la

[257]ELHUYAR, F. (1854):"Relación de las minas de cobre de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* V, 8. RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…. 213; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…23.
[258]PEÑA GUERRERO, M.A. (1995): *El tiempo y las Fuentes de su Memoria …38 - 40.*
[259]FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…29.
[260]EZQUERRA DEL BAYO, F. (1852): *Memorias sobre las Minas Nacionales…*. 30-31.
[261]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 287-305. Sobre este particular ver FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…29.
[262]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 138 .

deuda que Hacienda tenía con él[263]. Esta concesión se paralizó en 1825, volviendo a ser autorizada en la misma anualidad, pudiendo beneficiar las aguas y el afino de las cáscaras obtenidas. Tras el fallecimiento de Santana Bolaños su hijo Bruno se encargó de liquidar el contrato con la Dirección General de Minas.

Pero a pesar de todos estos intentos Río Tinto no dio los rendimientos esperados, por lo que pronto comenzaron a aparecer empresarios interesados en explotarla. El 22 de diciembre de 1823 el Sr. Rollac presentó una petición de información para solicitar el arrendamiento de las minas de Río Tinto y Guadalcanal. Con fecha 12 de febrero de 1824 los señores Rollac, Jorge, Charles y Cía, presentaron una solicitud para la explotación del establecimiento, donde se propuso un pago al gobierno del 8% de todo el cobre obtenido[264]. Pero las condiciones que pretendían estos industriales no fueron aceptadas por el gobierno, pues no las consideraron beneficiosas y como tal lo expresó por escrito por Real Orden de 27 de julio de 1824[265].

No se disponía del capital, ni de los operarios formados que lo hicieran rentable, sobre todo en lo referente a los procesos metalúrgicos, pues los cobres no eran rentables ni de la suficiente calidad para la Real Fundición de Artillería de Sevilla[266].

Por todo lo anterior Fausto Elhuyar, Director General de Minas, y la Real Hacienda plantearon el arriendo del establecimiento de Río Tinto frente a su explotación directa por parte del Estado. El mismo Elhuyar preparó la Ley de Minas de 4 de julio de 1825[267], secundado y apoyado por el ministro de Hacienda, Luis López Ballesteros. Esta ley no tuvo en cuenta la Constitución de 1812[268], que declaraba las minas como pertenecientes a la Corona y señorío real en supremo dominio, sin que nadie pudiera beneficiarlas sin adquirir una concesión del soberano[269], manteniendo el sistema de regalía que estaba en la ley de 1584[270].

[263]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 287.
[264]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 287.; FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…29-30.
[265]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 266-269.
[266]FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…33-34.
[267]Antes de la Ley de minas de 1825, Elhuyar hizo una Memoria sobre la formación de una ley orgánica para el gobierno de la minería en España, dirigida con una esposición al Sr. Secretario de Estado del despacho Universal de Hacienda superintendente general de ella, por D. Fausto de Elhuyar, director de minería de Méjico, *Anales de Minas,* I, 1838, 1-154. Esta Memoria sirvió como base para la ley de 4 de julio de 1825. Real Decreto de 4 de julio de 1825 y su consecuente instrucción provisional por S.M. en 18 de diciembre del mismo año para el gobierno de la minería, Anales de Minas 1, 1838, 156.
[268]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*58.
[269]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 152.
[270]ARCENEGUI FERNÁNDEZ, I.E. (1975) "Nuevo derecho de Minas" Revista de la Administración Pública, 78, 117 -138.

"Art 1 Perteneciendo a mi Corona y Señorío Real el dominio supremo de las minas de todos mis Reinos, nadie tendrá derecho a beneficiarla sino aquellos que ya hayan adquirido por especial concesión que le hubiera hecho mis augustos predecesores y esté confirmada por Mi, y los que en lo sucesivo lo obtengan en virtud del presente decreto." [271].

Esta ley diferenció entre rocas[272] y minerales[273], y regularizó y ordenó la forma de solicitar y obtener las concesiones. Se ensanchó la extensión de éstas, mejorando la forma de estacarlas, se fijaron con más claridad los derechos de los mineros, se estableció que autoridad había de conocer los asuntos mineros, tanto en la vía administrativa, judicial y contenciosa[274], y establecía Río Tinto entre los criaderos mineros reservados para la Real Hacienda[275].

Se proyectó que el cobre producido en Río Tinto fuera producido para ser consumido por los establecimientos del Estado, desde la Real Fundición de Artillería de Bronces de Sevilla, que había sido rehabilitada en 1820, la Fábrica de Jubia y las Casas de la Moneda y la fundición de Barcelona[276]. Esto hizo que las operaciones de extracción y de obtención de cobre por vía térmica se reiniciaran en 1825, llegando a producir en el bienio 1827 – 1828 una cantidad estimable de cobre, a niveles del siglo XVIII, pero a unos costes muy elevados, tanto que los responsables de la Real Fundición de Sevilla pusieron en conocimiento de las autoridades que seguir empleando los cobres de Río Tinto resultaba poco competitivo. Ante la tesitura de que Río Tinto fuera gravosa para las arcas estatales, se empezó a pensar en la posibilidad de arrendarlo[277].

En esta coyuntura, Santiago García presentó el 18 de septiembre de 1825 una propuesta de arrendamiento, siendo sus condiciones que los primeros diez años pagarían a la Real Hacienda anualmente 200.000 reales y la última década 300.000

[271]Real Decreto de 4 de julio de 1825 y su consecuente instrucción provisional por S.M. en 18 de diciembre del mismo año para el gobierno de la minería, Anales de Minas 1, 1838, 156.
[272]Real Decreto de 4 de julio de 1825… 156. *"Art2 Las producciones minerales piedras silíceas y construcción, las arenas, las tierras arcillosas y magnesianas y las piedras y tierras calizas de toda especie, continuaran como hasta ahora de aprovechamiento común o particular, según los terrenos, en que se encuentren, sin necesidad de concesión".*
[273]Real Decreto de 4 de julio de 1825… 156. *"Art 3. Las piedras preciosas y todas las substancias metálicas, combustibles y salinas, ya se encuentren en las entrañas de las tierras, ya en su superficie, son el objeto especial del ramo de la minería con arreglo al presente mi Real decreto".*
[274]VVAA (1875*): Legislación de Minas*, comprende la ley de 4 de marzo de 1868 y su reglamento, anotados con las modificaciones introducidas por las bases generales aprobadas en 29 de diciembre de 1868 y ley de 24 de julio de 1871; se insertan también integras por apéndices las referidas disposiciones y las leyes de minas de 1825 y 1849, las resoluciones posteriores al año 1868 y las leyes sobre sociedades por la redacción de el consultor de los ayuntamientos, segunda edición, Imprenta de Enrique de la Riva, Madrid, 4-5.
[275]*Anales de Mina* I, 1838, 1, art. 32, 62; VVAA (1875): *Legislación de Minas*… art 32, 162.
[276]AGUILAR ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones …*, 138.
[277]PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1*….114 – 115.

reales. Además, se comprometía a descontar el 10% a la administración en las compras de cobre, y proponía el mantenimiento de la arboleda y las instalaciones[278]. Esta propuesta fue desestimada por considerarse que era insuficiente[279].

El 6 de diciembre de 1827 por Real Orden se mandó que se arrendaran las Reales Minas de Río Tinto y sus dependencias, lo cual fue refrendado por el Edicto de la Dirección General de Minas con fecha 21 de abril de 1828, en el que se indicaba que las ofertas se podían enviar hasta el 31 de diciembre y que debían quedar bajo la aprobación real[280]. Incluso se procedió a dar publicidad al arrendamiento en el extranjero[281].

En ese mismo momento se encargó a Joaquín Ezquerra del Bayo que visitara Río Tinto y que realizara un levantamiento del establecimiento minero en el que se incluyera el yacimiento, el poblado y las instalaciones industriales[282].

Con las condiciones del edicto de 21 de abril sólo llegaron a 30 de agosto de 1828 tres propuestas. La primera por parte de José Infantes Vallecillo, la segunda de Juan Villar y Hoyos, y la tercera de Gaspar de Remisa i Mialons[283].

Por acuerdo de la Junta de Minas de fecha de 27 de noviembre de 1828 se aceptó como más ventajosa y se aprobó la oferta de Remisa. Según las condiciones del arrendamiento se le solicitó la fianza de medio millón de reales, y la empresa Remisa solicitó depositar un depósito por un millón de reales, pero en vales reales consolidados. Fue aceptado y se realizó el depósito de 667 vales reales por valor de un millón en enero de 1829[284]. El 24 de abril de 1829 se efectuó la entrega a la empresa Remisa de las Reales Minas de Río Tinto[285].

Pronto la empresa Remisa impuso sus normas, presionando desde el principio para cambiar la dirección del establecimiento minero. Por la Real Orden de 6 de mayo de 1830 José Martínez Marcos fue relevado por Bernardo Larrea y por parte de la

[278]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 307; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…34.
[279] RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayos sobre la Historia..*, 219.
[280]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…37.
[281]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*326; AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*, 85. Se publicó el concurso el 21 de mayo de 1828 en los diarios *Du Commerce* y *Le Constitutionel* en París , *Times* y *Morning Post* en Londres.
[282]EZQUERRA DEL BAYO, F. (1852): *Memorias*…3-4.
[283]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*…227-232; ALDANA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*325,331; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto*…37. Sobre el Marqués de Remisa Ver SAN PEDRO, J.M. (1953): *Biografía de D. Gaspar de Remisa, Marqués de Remisa*, Banco Atlántico, Barcelona.
[284] RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia...*, 232; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*40.
[285]GONZALO Y TARÍN, J. (1886): *Memorias….* Vol. II, 283.

empresa fue designado Alejandro Ezpeleta[286]. También se advirtió por la empresa arrendataria que la ley de los minerales era menor que la que se pretendía[287], lo cual se demostró falso por el análisis realizado por el profesor José Duró[288]. Además, se documentó por parte de Bernardo Larrea que se estaba llevando a cabo una tala indiscriminada de la arboleda y que no se estaban reponiendo los árboles, siendo el manejo forestal de esta reserva estratégica casi inexistente. Esto llevó a que se abriera un expediente, que no tuvo ninguna consecuencia, pues *"los problemas planteados por el arrendatario unidos a los problemas políticos derivados de la sucesión de la Corona Española, provocaron un auténtico descontrol por parte de la Real Hacienda sobre la vida económica de las minas"*[289].

El periodo del arrendamiento de la empresa de Remisa podemos dividirlo en dos fases. La primera abarca el periodo entre 1829 y 1837, cuando se retomaron los trabajos metalúrgicos, que apenas se habían llevado a cabo en el periodo anterior al arrendamiento. Los trabajos hidrometalúrgicos pasaron a un segundo plano y fue durante la segunda época (1837 -1849) cuando se produjo el "estrangulamiento" de Río Tinto, en buena parte debido a la tala incontrolada de árboles, que no fueron replantados, un problema para obtener combustible para los trabajos metalúrgicos[290].

Remisa supo obtener del Gobierno medidas proteccionistas que favorecieron los cobres de Río Tinto frente a los provenientes del extranjero. La Orden 1 de junio de 1830 se estableció que los Cuerpos del ejército se vistieren, pertrecharan y armaran con géneros producidos en España con arreglo a la Real Orden de 17 de julio de 1817. A esta medida se le añadió la Real Orden de 17 de julio de 1830, por la que se le imponía a las importaciones de cobre un arancel de 23%[291].

Además de esta legislación, que favoreció a los cobres de Río Tinto frente a los foráneos, la empresa arrendataria supo conseguir contratos estatales que le permitieron "*tener garantizada la venta de sus productos durante un periodo lo suficientemente amplio como para no sufrir anormalidades en el funcionamiento*

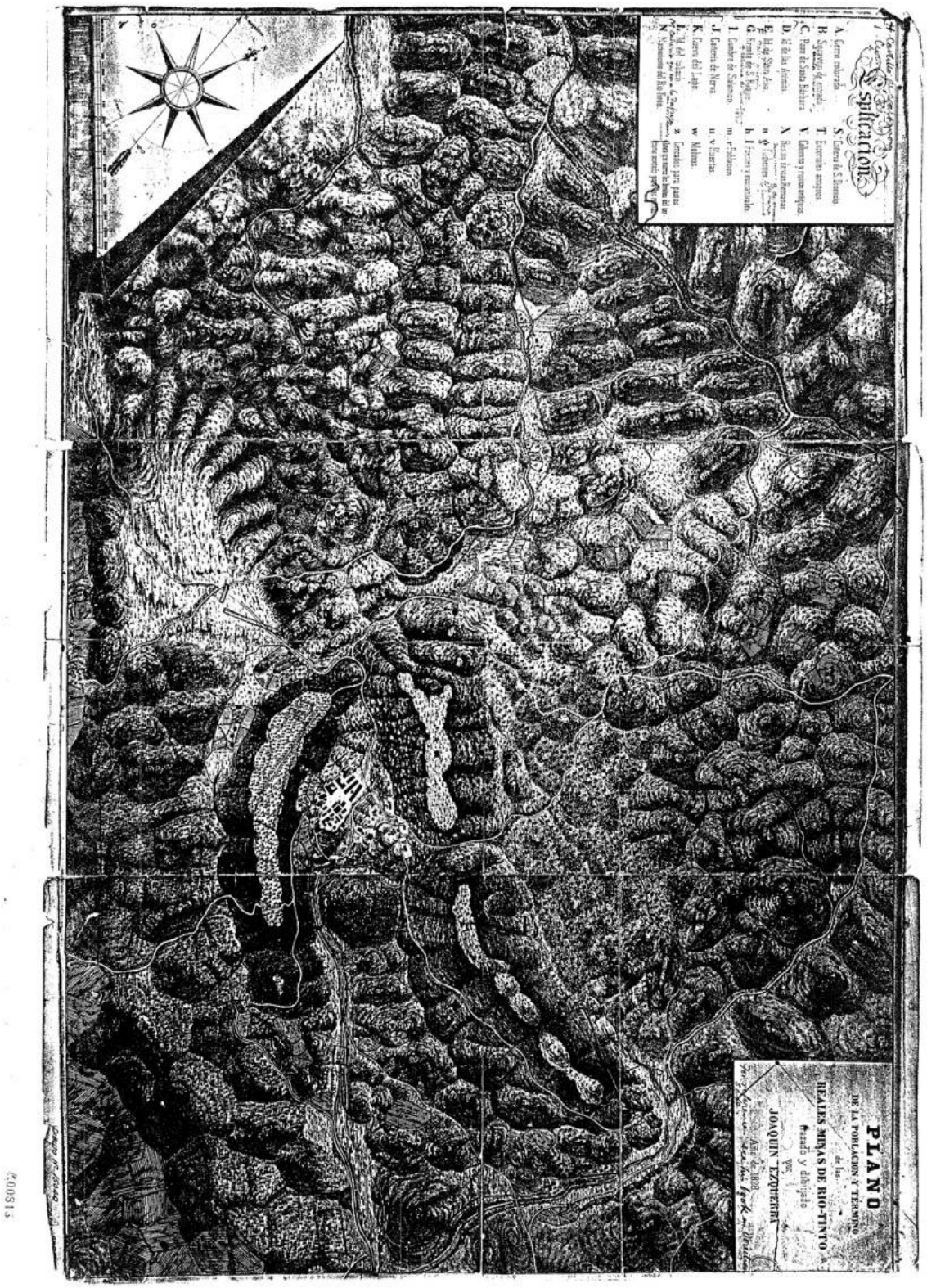
[286]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*335-342.
[287]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*335-337.
[288]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*337-338.
[289]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*53-54.
[290] Sobre el combustible empleado en Río Tinto el manejo forestal hasta el comienzo de la explotación por parte de RTCL Ver ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería y metalurgia de Minas de Río Tinto desde la antigüedad al siglo XIX*, Universidad de Huelva y FLORES CABALLERO, M. (2011): "La influencia del cambio energético…267-288.
[291]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*54.

minero-industrial"[292]. También consiguió el suministro a la Real Fundición de Artillería de Bronces de Sevilla por diez años por medio de la Real Orden de 29 de agosto de 1831[293]. Tres años más tarde obtuvo el contrato para suministrar cobre para la Fábrica de Moneda y Cobrería de Jubia durante seis años (1834 – 1839) [294]; la empresa Remisa fue la única que se presentó a la subasta pública, y firmo el contrato por 500 reales el quintal de cobre, corriendo el transporte por cuenta del suministrador[295].

Para poder hacer frente a estos contratos se hizo necesario mejorar las instalaciones metalúrgicas. Para tal fin se instalaron en Río Tinto por primera vez hornos de reverbero para el afino de cobre en 1831[296].

El combustible para estos hornos fue un problema, pues sólo se disponía de la masa forestal del Establecimiento Minero y su manejo no fue el más adecuado, como había puesto de manifiesto tras la visita de Ezquerra del Bayo en 1837, cuando se detectó la tala abusiva y se comenzó a intentar limitar la explotación de la masa forestal reduciendo las cortas anuales.

[292]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tint,…*55.
[293]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*340.
[294] La fábrica de Jubia fue creada a 6 kms del Ferrol para la fabricación de planchas y forros para la armada y la marina mercante. RUA FIGUEROA, R. (1858): Noticia sobre la fábrica de cobrería…,. Pero Río Tinto no pudo suministrar a Jubia todo el cobre que necesitaba, por lo que tuvo que importarlo. Sin embargo, para 1858 Río Tinto pudo suministrar los 4000 quintales de cobre afinado necesario. PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1…* 97.
[295]MARTÍNEZ ARIZA, J. (1840): *Reflexiones sobre la utilidad de la permanencia de la Casa de la Moneda y Cobrería de Jubia,* Madrid, 4. Citado por FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*55
[296]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia….* 234.



Plano 14, Plano de Río Tinto 1828, Joaquín Ezquerra del Bayo.

La inspección de Ezquerra fue seguida de otras que intentaron controlar el manejo de la masa arbórea, como las de Caravantes y Sales García[297]. No fue hasta que Casiano del Prado recibió Río Tinto tras el fin del arrendamiento cuando se conoció realmente el daño producido por la tala masiva y la ausencia de repoblación por parte de la empresa arrendataria. Por su trabajo conocemos que de 444.000 pinos existentes en 1829 al comienzo del arrendamiento por la empresa Remisa al finalizar el contrato en 1849 había sólo 95.784 pinos. El control por parte del Estado desde 1837 y la necesidad de contar con combustible para distintas operaciones mineras y sobre todo metalúrgicas llevó a que incluso se comprara leña fuera de la Cuenca Minera de Río Tinto, pues nunca se pudo disponer de un suministro suficiente y constante de "carbón de piedra"[298].

La empresa Remisa fue durante todo el periodo del arriendo muy opaca, no solo con sus operaciones en el Establecimiento Minero, como ocurrió con el aprovechamiento forestal o el de los vitriolos, sino en cuanto a sus beneficios, como refiere Madoz: "*Los productos en cobre de estas minas no es muy fácil averiguarlos, porque la empresa no ha tenido á bien publicarlos*"[299]

La falta de combustible, que estaba estrangulando la producción de cobre de Río Tinto, llevo realizar cambios en los procesos industriales en Río Tinto, dando lugar al segundo periodo de Remisa, entre 1837-1849. A principios de este periodo se sucedió un cambio en los cargos directivos, tanto por parte de la empresa Remisa, cuando fue sustituido Alejandro Ezpeleta por Vicente López Prebe, como por parte de la Real Hacienda, en la que Bernardo Larrea lo fue por Ignacio Goyanes. En este periodo la obtención de cobre por vía seca comenzará a tener menor importancia frente a la obtención de vía húmeda, sobre todo a partir de 1839, con el comienzo de los trabajos de cementación artificial y el aprovechamiento de los sulfatos del interior de la mina. El avance más importante fue la introducción de las "teleras", un sistema de calcinación

[297]CARAVANTES, F. (1840): *Memoria de la visita realizada a las minas de Río Tinto el 21 de febrero de 1840*, Madrid. Archivo Histórico Nacional. Expediente del Ministerio de Hacienda, Legajo 1999,21, citado por FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*60 ; SALES GARCÍA, F. (1841): Memoria de la visita a Río Tinto, practicada por Orden de la Dirección General de Minas en Junio de 1841 Archivo Histórico Nacional, Expediente del Ministerio de Hacienda, Legajo 1999,21, citado por FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*60; FLORES CABALLERO, M. (2011): "La influencia del cambio energético…267-288.

[298] Sobre el combustible empleado en Río Tinto el manejo forestal hasta el comienzo de la explotación por parte de RTCL Ver ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería y metalurgia de Minas de Río Tinto desde la antigüedad al siglo XIX*, Universidad de Huelva YA ESTÁ CITADA, ABRÉVIALA y FLORES CABALLERO, M. (2011): "La influencia del cambio energético… 267-288.

[299]MADOZ IBÁÑEZ, P. (1849): *Diccionario Geográfico – Estadístico – Histórico de España y sus posesiones de Ultramar, Tomo* XIII, Madrid, 496.

que supuso una importante reducción del costo de mano de obra, de combustible y un mejor resultado en los cobres tratados.

La regencia de María Cristina (1833 – 1840) y de Espartero (1840 – 1843) no supuso grandes cambios para Río Tinto, pues coincidió con el arriendo de Remisa y se cumplieron por parte del estado todos los acuerdos de venta firmados, no pudiéndose decir los mismo del arrendatario, como veremos a continuación. Fue una época de inestabilidad política a nivel nacional, de un régimen que se iba consolidando. Esto puede verse reflejado en Huelva, en la que entre 1834 – 1844 hubo nueve gobernadores[300].

Durante los primeros años de la regencia de María Cristina se articuló mediante Real Decreto de 25 de diciembre de 1835 el territorio del Estado en provincias gobernadas por Diputaciones, Gobernador y Consejo Provincial. La Diputación de Huelva se instauró el 16 de noviembre de 1835[301], formada por 75 municipios y articulada en seis partidos judiciales: Ayamonte, Aracena, Huelva, La Palma y El Cerro del Andévalo, que unos años después pasará a Valverde[302].

La Cuenca Minera estaba compuesta en ese momento por Zalamea La Real[303], Berrocal[304], Campofrío[305] y Minas de Río Tinto. Aunque aparece en diversa documentación que Río Tinto se independizó de Zalamea La Real en 1841, como afirma Alfredo Moreno Bolaños[306], esta población estaba deslindada *de facto* de Zalamea y su término municipal amojonado desde el edicto de 7 de septiembre de 1791[307]. La prueba palmaria de que era un municipio es que se cita entre los que constituyen la Diputación de Huelva, que por número de habitantes tenía que tener un libro de registro de 100 páginas[308]. Río Tinto fue mencionado como municipio integrante de la provincia de

[300]PEÑA GUERRERO, M.A. (1995): *El tiempo y las Fuentes de su Memoria …38 - 40.*

[301] Constitución de Diputación Boletín Oficial de la Provincia de Huelva, 18/11/1835 nº 184, página 402. Archivo Municipal de Huelva. Fondo BOP Hemeroteca Histórica.

[302] MADOZ IBÁÑEZ, P. (1849): Diccionario Geográfico…, 14.

[303] Zalamea La Real era una población que en 1279 por cesión de Alfonso X el Sabio pasó a manos del Arzobispo de Sevilla. En 1579, se auto compró y pasó a realengo, por carta de privilegio de 15 de junio de 1592 otorgada por Felipe II pasó a denominarse Zalamea La Real. https://huelvapedia.wikanda.es/wiki/Historia_de_Zalamea_la_Real, consultada 10/1/2020.

[304]Berrocal era independiente por privilegio otorgado por Felipe IV el 25 de agosto de 1658. http://www.berrocal.es/es/municipio/historia/, consultado el 10/1/2020.

[305]Campofrío, que aparece también en la documentación como Campo Frío, por privilegio de Fernando VI con fecha 5 de abril de 1753 se había independizado de Aracena NUÑÉZ, J. (1936): *Apuntes históricos de la Villa de Campofrío,* Diputación de Huelva, edición facsímil, 64 -67. Aunque a diferencia del resto de los seis pueblos de la Cuenca Minera que pertenecen al partido judicial de Valverde del Camino, por haber pertenecido a Aracena sigue perteneciendo a su partido judicial.

[306]Información trasmitida en conversación.

[307]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia*….196; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…76.

[308]9/12/1835 nº 190, Boletín Oficial de la Provincia de Huelva página 402, Archivo Municipal de Huelva, Fondo BOP Hemeroteca Histórica.

Huelva con anterioridad a la constitución de la propia Diputación, pues aparece citado entre los pueblos obligados a la suscripción del periódico Anales Administrativas.

Todo lo anterior nos lleva a postular que Minas de Río Tinto estaba funcionado como municipio y estaba reconocido como tal, tras la Constitución de 18 de junio de 1837, cuyo título XI "De Diputaciones y de los ayuntamientos", artículos 70 y 71, y la Ley de organización y atribución de los Ayuntamientos por Decreto de la Regencia de 13 de octubre de 1840. Lo que ocurrió con Minas de Río Tinto en 1841, como afirma Moreno Bolaños[309], es que se formó el primer Ayuntamiento con arreglo a la legislación vigente, con alcalde y con el resto de la corporación.



VIVA ISABEL II CONSTITUCIONAL. VIVA LA LIBERTAD.

(Núm. 190.) Miércoles 9 de diciembre de 1835. (8 cuartos)

Este periódico sale los domingos y miércoles de cada semana, y se suscribe á él en la oficina de su Redaccion, calle de las Monjas núm. 8. El precio de suscricion en la capital es 8 reales al mes y 21 por trimestre; recibiendo gratis los señores suscritores los suplementos y estraordinarios.

Fuera de la capital es el precio de suscricion 9 rs. al mes y 24 por trimestre, franco de porte. Los avisos y artículos se remitirán á la Redaccion francos de porte, sin cuyo requisito no se recibirán; y se insertarán sin devengar costo siendo de alguno de los señores suscritores.

BOLETIN OFICIAL
DE LA
PROVINCIA DE HUELVA.

ARTÍCULO DE OFICIO.

GOBIERNO CIVIL DE LA PROVINCIA DE HUELVA.

El Escmo. Sr. Secretario de Estado y del despacho de lo Interior con fecha 21 de noviembre último me comunica la real órden siguiente:

»Por el ministerio de la Guerra se ha circulado con fecha 16 del corriente la real órden que sigue. ==S. M. la Reina Gobernadora se ha servido dirijirme con esta fecha el real decreto siguiente.== En el aumento que va á recibir el ejército por consecuencia de mi real decreto de 24 de octubre último, toca una parte importante al arma de caballería, que tan útiles servicios ha prestado y debe seguir prestando á la causa del trono legítimo y de la libertad. Mas siendo imposible adquirir pronta y facilmente, por medio de compras, el número de caballos necesarios al efecto; y vejatorio y espuesto á graves inconvenientes el sistema de requisiciones; ansiosa siempre de procurar los medios que la guerra ecsije con el menor perjuicio posible de los pueblos, he venido en decretar á nombre de mi augusta hija Dª Isabel II, despues de haber oido al Consejo de Ministros, lo que sigue.=Art. 1.º Quedarán libres para siempre del servicio ordinario del ejército y milicias provinciales todos aquellos á quienes habiendo tocado en el presente alistamiento la suerte de soldados entreguen un caballo de buen servicio y mil rs. de vn., en la inteligencia de que el caballo ha de tener la edad de cuatro á ocho años, y ser de siete cuartas y un dedo cumplido de alzada, sin defectos de conformacion, y con las anchuras, fortaleza y sanidad que requiere la fatiga á que se destina.=Art. 2º La entrega de que trata el artículo anterior ha de verificarse en la capital de la provincia precisamente antes del dia 15 de diciembre próximo, en cuyo tiempo deberá presentarse el caballo al oficial comisionado al efecto por el inspector del arma, y consignarse los mil reales en la administracion militar de la misma capital.=Art. 3.º Para la admision de estos caballos deberá preceder un reconocimiento hecho por los mariscales que la Diputacion provincial, ó Comision de armamento y defensa que la sustituya, deberá nombrar entre los mas inteligentes y de mas acreditada providad del pueblo. Los derechos de cada uno de estos peritos serán diez rs. de vn. por reconocimiento, pagaderos por el interesado; y si por consideraciones mal entendidas, soborno ú otras causas semejantes resultase que habia dado por útiles caballos que no lo fuesen, quedarán sugetos á la responsabilidad consiguiente á este fraude, la cual podrá ser ejecutiva

cia oficial, y tres de registro para los nacidos, casados y muertos, segun se espresa en los artículos 1.º y 2º de la circular de 8 de noviembre último, prevengo á los que corresponden á los partidos de Aracena y el Cerro se presenten por medio de sus encargados á surtirse de ellos en esta capital é imprenta del Boletin oficial en los dias desde el 20 al 25 del corriente, y á los de Ayamonte, Huelva, Moguer y La-Palma desde el 25 al 28, en inteligencia, que si fenecidos estos términos no hubieren parecido por dichos libros, se les remitirán por el correo á su costa, y para el cobro de su valor se despacharán comisionados.

Cada libro de los de registro lleva el número de folios proporcional al vecindario de los pueblos, por lo que se hallan divididos en tres clases: 1ª de 150 folios á 34 rs.: 2ª de 100 á 27 rs. y 3ª de 50 á 20 rs.; determinándose en la lista siguiente la que corresponde á cada pueblo. Los de correspondencia oficial todos tienen á 200 folios á precio de 28 rs.

Dios guarde á VV. muchos años. Huelva 8 de diciembre de 1835.=P. A. D. S. G. C.= *Manuel Arias.*=Sres. de los ayuntamientos de esta provincia.

De 150 folios para

Alajar, Almonte, Alosno, , Aracena, Aroche, Ayamonte, Bollullos del Condado, Calañas, Cartaya, El Cerro, Cortegana, Encinasola, Gibraleon, Huelva, Lepe, Moguer, La-Palma, Puebla de Guzman, Trigueros, Valverde del Camino, Villanueva de los Castillejos, Zalamea la Real.

De 100 folios para

El Almendro, Almonaster la Real, Beas, Bonares, Cabezas Rubias, Cala, Campofrio, El Castaño, Carrion de los Céspedes, Chucena, Corte-Concepcion, Cumbres Altas, Cumbres bajas, Escacena del Campo, Puenteheridos, Galaroza, El Granado, Higuera junto Aracena, Hinojos, Isla Cristina, El Jabugo, Linares, Lucena del Puerto, Manzanilla, Los Marines, Niebla, Paimogo, Palos, Paterna del Campo, La Redondela, Rociana, Las Minas de Rio Tinto, Santa Olaya, San Bartolomé de la Torre, San Juan del Puerto, Valdelarco, Villablanca, Villalba del Alcor, Villarrasa.

De 50 folios para

Aljaraque, Arroyo Molinos, Berrocal, Cañaveral, Cortelazor, Cumbres de enmedio, Hinojales, La Nava, Puerto Moral, Santa Ana la Real, Santa Bárbara, Sanlúcar de Guadiana, San Silvestre, Villanueva de las Cruces, Zufre.

EDICTO.

En cumplimiento de lo determinado por la Direccion general de Rentas del Reino, y á virtud de providencia del Sr. Superintendente de las reales fábricas de tabacos de esta ciudad, se celebra contrata de las pieles de cueros de reses bacunas al pelo que en el tiempo de dos años se necesiten en el espresado real establecimiento, para cuyo acto está señalado el dia diez del próximo enero, ó el siguiente habril, si aquel no lo fuese, en el despacho de la Superintendencia de la misma fábrica. Sevilla 2 de diciembre de 1835.= *Carlos Groisyard.*

El Esmo. Sr. D. Juan Alvarez y Mendizabal, Presidente del Consejo de Ministros, en crédito de sus deseos de que se realizen los beneficios y mejoras anunciadas por el Gobierno á la nacion, y de que tanto necesita esta, ha dirigido por provincias á los Sres. Procuradores á Córtes la carta que con notable atraso fue comunicada, y hasta anteayer no ha llegado á mis manos; cuyo tenor á la letra es el siguiente:

»Muy señores mios: cuando me decidí á aceptar el Ministerio que la Reina Gobernadora se ha dignado confiarme, no conté tanto para su desempeño con mi ardiente anhelo de contribuir á la felicidad de la pátria, como con la eficaz cooperacion de cuantos españoles se encuentren animados de los mismos sentimientos; y muy especialmente con la de los Sres. Procuradores á Córtes, como que son los elegidos por la nacion para encomendarles sus mas preciosos intereses. »Esta es la razon que me hace dirigirme á V. SS. para pedirles, que entendida la urgencia con que la industria y el comercio reclaman las grandes medidas de que por fortuna son susceptibles, tengan á bien indicarme los medios que su propia esperiencia y sus conocimientos locales de la provincia que tan dignamente representan les suguiera, para romper las trabas que entorpecen el desarrollo de esos dos poderosos elementos de la riqueza pública. Al recurrir á V. SS. con tal objeto, no debo desaprovechar esta ocasion de vindicarles el aprecio y gratitud con que recibiré siempre la comunicacion que tengan á bien hacerme de cualquiera idea dirigida á mejorar los ramos puestos á mi cargo; pues me hallo íntimamente convencido de que la ilustrada cooperacion de V. SS. será en todo caso la mejor garantía del acierto á que aspiro.=Dios guarde á V. SS. muchos años. Madrid 30 de setiembre de 1835.=Juan Alvarez y Mendizabal. ==Sres. Procuradores á Córtes por la provincia de Huelva.

Tan apreciable comunicacion no ha hecho mas que inspirar algun aliento á los deseos ardientes de que siempre me he sentido animado por la felicidad general de nuestra desventurada y por largo tiempo maltratada pátria, y por los adelantamientos y mejoras de esa provincia que me vió nacer; deseos que no era dado á mi escasa capacidad y á mi triste suerte el poder satisfacer; y deseos que

de Huelva
Ayuntamiento de Huelva

Foto 27 9/12/1835 nº 190, Boletín Oficial de la Provincia de Huelva páginas 400 y 402. Archivo Municipal de Huelva. Fondo BOP Hemeroteca Histórica.

[309]Información trasmitida en conversación.



(Núm. 111.) Lunes 9 de marzo de 1835. (8 cuartos.)

Este periódico sale los lunes y viernes de cada semana, y se suscribe á él en la oficina de su Redaccion, calle de las Monjas núm. 8. El precio de suscricion en la capital es 8 reales al mes y 21 por trimestre; recibiendo gratis los señores suscritores los suplementos y estraordinarios.

Fuera de la capital es el precio de suscricion 9 rs. al mes y 24 por trimestre, franco de porte.

Los avisos ó artículos se remitirán á la Redaccion francos de porte, sin cuyo requisito no se recibirán; y se insertarán sin devengar costo siendo de alguno de los señores suscritores.

BOLETIN OFICIAL
DE LA
PROVINCIA DE HUELVA.

ARTÍCULO DE OFICIO.

GOBIERNO CIVIL DE ESTA PROVINCIA.

El Excmo. Sr. Secretario de Estado y del Despacho de lo Interior con fecha 17 de febrero último me comunica la real órden siguiente:

«Convencida S. M. la Reina Gobernadora de que una de las causas que mas han contribuido al considerable atraso que se esperimenta en la recaudacion de los fondos con que los pueblos de doscientos vecinos deben contribuir por las suscriciones al periódico titulado *Diario de la Administracion*, hoy *Anales Administrativos*, ha consistido en la incertidumbre en que se han hallado por algun tiempo los gobernadores civiles acerca del verdadero vecindario de muchos pueblos; inconveniente que á muchos de ellos no les ha sido dable vencer por las dificultades que ofrecen la rectificacion de aquellas noticias, y los graves y urgentes negocios que les han ocupado desde su establecimiento, se sirvió resolver S. M. que en el ministerio de mi cargo se formase un catálogo general de los pueblos que con arreglo á la nueva division territorial resultan en cada provincia con el espresado vecindario, teniendo para ello presentes las noticias que sobre este punto han remitido muchos de aquellos gefes, las que se conservan en la contaduría general de Propios, y otros reunidas con el propio objeto. Concluido este prolijo trabajo, ha tenido á bien disponer S. M. dirija á ese gobierno civil la adjunta lista respectiva á esa provincia para que la haga publicar en su boletin oficial, y le sirva de norma en la recaudacion de las cantidades en que estuvieren en descubiertos los pueblos que en ella se citan al suprimido *Diario de la Administracion* y *Anales Administrativos*, y de las que adeudan en lo sucesivo. Y deseando S. M. que á este periódico todo se suscriban los pueblos que tengan el vecindario espresado, y que las suscriciones se hagan con puntualidad para evitar los considerables perjuicios que la morosidad de muchos causa á los intereses del empresario, y simplificar al propio tiempo los trabajos de la citada contaduría, encargada del ramo de contabilidad de esta empresa, se ha servido resolver lo siguiente:

1.º Los pueblos que teniendo el vencindario espresado y demas circunstancias prevenidas en la real órden de 16 de agosto del año próximo pasado no se hayan suscrito al citado periódico, lo verificarán inmediatamente. Estos pagos los harán en la administracion de correos de esa capital, cuya oficina les entregará las correspondientes cartas de pago, anotando las cantidades que reciba respectivas á suscriciones desde 1.º de enero hasta fin de julio de 1834 en un libro que se titulará del *Diario de la Administracion*, y las pertenecientes á suscriciones desde 1.º de agosto adelante en otro libro que se denominará de *Anales Administrativos*, cesando por consecuencia las tesorerías y depositarías de rentas en el percibo de los fondos correspondientes al primero de dichos periódicos.

2.º El administrador de correos dará á ese gobierno civil un parte semanal duplicado de las cantidades que recaude por ambos conceptos, á fin de remitir un ejemplar de él al contador general de Propios, como está prevenido en el artículo 4.º de la real órden de 28 de febrero del año último.

3.º A pesar de la escrupulosidad con que se ha procedido en la formacion de las listas es muy posible: 1.º que se hallen comprendidos en ellas algunos pueblos que no tengan doscientos vecinos; 2.º que falten otros que realmente los tengan, y 3.º que esten incluidos otros que correspondan á alguna de las provincias limítrofes. Si los ayuntamientos de los primeros reclamasen, instruirá ese gobierno civil el oportuno espediente, y con noticia cierta del vecindario consultará con su parecer al ministerio de mi cargo: á los que se hallen en el 2.º caso comunicará las órdenes oportunas para que se suscriban, y el gobernador civil respectivo remitirá nota de aquellos que hubiesen sido omitidos en su lista, para que proceda con arreglo á lo dispuesto en esta real órden, dando los vistos oportunos á esta secretaría del despacho en cualquiera de los dos últimos casos indicados.

4.º En todos los demas procederá ese gobierno civil con arreglo á lo prevenido en las reales órdenes de 28 de febrero y 16 de agosto del año próximo pasado, promoviendose S. M. del celo de V. S. que adoptará todas las medidas que esten en sus facultades para activar la recaudacion á fin de que puedan cumplirse las condiciones de la contrata y no se desatiendan los importantes objetos de instruccion y beneficencia á que estan destinados los productos del periódico referido.»

Lista de los pueblos de esta provincia obligados á la suscricion del periódico Anales Administrativos.

Huelva.
Ayamonte.
Alajar.
Almonaster la Real.
Almonte.
Alosno.
Aroche.
Aracena.
El Almendro.
Bollullos del Condado.
Bonares.
Beas.
Calañas.
Cartaya.
Carrion de los Céspedes.
Cortegana.
Cumbres Mayores.
Campofrio.
Castaño del Robledo.
Chucena.
Cumbres de San Bartolomé.
Encinasola.
Escaena del Campo.
Fuenteheridos.
Galarosa.
Gibraleon.
Higuera junto Aracena.
Hinojos.
Jabugo.
Lepe.
Lucena del Puerto.
Manzanilla.
Moguer.
Minas del Rio Tinto.
Niebla.
Paimogo.
Palma.
Paterna del Campo.
Puebla de Guzman.
Palos.
Rociana.
San Juan del Puerto.
Santa Olaya.
San Bartolomé de la Torre.
Santa Bárbara.
Sanlúcar de Guadiana.
Trigueros.
Isla Cristina.
Valverde del Camino.
Villalba del Alcor.
Villanueva de los Castillejos.
Villarrasa.
Villablanca.
Zalamea la Real.
Cerro del Andévalo.

Los pueblos que á continuacion se espresan han sido comprendidos en la anterior lista remitida por el gobierno como obligados á la citada suscricion, y por lo mismo si alguno de ellos no contase dos cientos vecinos, el ayuntamiento procederá inmediatamente á instruir el oportuno espediente, acreditando el verdadero vecindario para consultarlo con mi parecer á S. M.; en la inteligencia que pasado el mes de la fecha no oiré ninguna reclamacion sobre el particular.

Campo Frio.
Castaño del Robledo.
Chucena.
Cumbres de San Bartolomé.

Foto28, 9/3/1835 nº 111, Boletín Oficial de la Provincia de Huelva página 82 y 84. Archivo Municipal de Huelva. Fondo BOP Hemeroteca Histórica.

La Granada de Río Tinto ya tenía la categoría villazgo desde 1753 y en 1920, con su alcalde empleado de Río Tinto Co. Ltd., añadió "de Río Tinto" al nombre del pueblo[310].

Nerva se convirtió en villa independiente de Zalamea La Real el 7 de agosto de 1885[311], y El Campillo lo hará en 1931[312], según la Gaceta de Madrid nº 100, 9 de julio de 1931, página 269, con el nombre de Salvochea, que mantendrá hasta 1936, cuando pasará a denominarse El Campillo.

La primera Guerra Carlista (1833 – 1840) no afectó directamente a Río Tinto, ni con la expedición del general Miguel Gómez Damas, ni las acciones de la guerrilla carlista en la Sierra de Aracena y Picos de Aroche y la baja Extremadura[313]. Pero sí dificultó el

[310]Ver CASTILLA SORIANO, J. C. y SÁNCHEZ CORRALEJO, J. C. (1990): *La Granada de Río Tinto, Plan de organización de Archivos Municipales de la Excma. Diputación Provincial de Huelva*, inédito. https://sede.diphuelva.es/portalweb/archivos_municipales/documentos/814.pdf, consultado 12/1/2020.

[311]Sobre este particular Ver PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): Proceso de emancipación… Nerva.

[312]Sobre la emancipación de El Campillo ver HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2007): *El Campillo el gran desconocido*, Ayuntamiento de El Campillo y Grupo de Desarrollo Local Cuenca Minera de Río Tinto, 73 -138. y FERRERO BLANCO, Mª. D.; GARCÍA GARCÍA, C. y VÁZQUEZ LAZO, J.M. (2007): *El Campillo, de la independencia a la democracia*, Universidad de Huelva, Huelva, 75 -115.

[313]La guerrilla carlista estuvo operativa entre octubre de 1836 y agosto de 1838 en la baja Extremadura y el norte de Huelva y Sevilla. RECIO CUESTA, M. (2017): "Carlismo y guerras carlistas en la baja Extremadura", *Actas XVI Jornadas de Historia de Fuente de Cantos*, 13

tráfico a Río Tinto y desde la zona minera, y por consiguiente el abasto de materias primas necesarias para la producción de cobre y del transporte de este principalmente a Sevilla.

Volviendo a Río Tinto, el aprovechamiento por parte de la empresa Remisa de los vitriolos, la fabricación de caparrosa verde (sulfato de hierro o melanterita) y el inicio de los trabajos de calcinación al aire libre[314], llevaron a que la recientemente constituida Diputación de Huelva reclamó ante estas actividades, que no estaban recogidas en el contrato, y llegó a solicitarse su rescisión. Las gestiones y la influencia que Remisa tenía en el gobierno hicieron que al final todo fuera sobreseído[315].

En 1845 la Empresa Remisa, sin conocimiento de las autoridades, hizo un subarriendo a Felipe Prieto, quien tenía un "privilegio por la invención de un descubrimiento químico para utilizarlo para beneficiar minerales cobrizos"[316], para el desarrollo de los trabajos mineralúrgicos en la zona de los Planes, que ya se venían realizando desde 1838. Felipe Prieto amplió las operaciones a la fundición de "escorias y desperdicios de afino", Empresa de los Planes[317], aunque como apuntan Pascual y Nadal, sin que esté claro si el contrato firmado entre la empresa Remisa y el Estado lo permitía[318]. Remisa subcontrató el transporte hasta los Planes a una empresa que creó para tal fin. Además, hubo un compromiso para afinar el cobre precipitado que se produjeran a un precio de 57 reales y medio por cada arroba de cobre[319].

En 1849, ante la vuelta de Río Tinto a manos de la Real Hacienda, la empresa de los Planes presentó en agosto al Ministerio de Hacienda una proposición para que el arriendo continuase, pero de forma directa[320]. El 28 de enero de 1849 se llegó a un acuerdo entre la Real Hacienda y Los Planes para la explotación de la cementación artificial[321]. El gobierno abonaría según este contrato a Los Planes 4,86 reales por kilo, cuando el precio de mercado en ese momento era de 8,69 reales el kilo[322]. La Real

[314]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*63.
[315]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*65.
[316]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 5. En la Nota nº2 se critica el sistema iniciado por Prieto, cementación artificial por ser de más aprovechamiento el haber fundido el mineral para la obtención de cobre , no siendo este método muy provechoso cita a SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines, des fonderies*. Le tout augmenté de plusieurs procédés & observations, publié par M. Hellot. Vol. II, 2nd. ed. Hérissant & Pissot, 1764, Paris, 100-105.
[317]EZQUERRA DEL BAYO, F. (1852): *Memorias sobre las Minas*... 74.
[318]PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure 1….* 120.
[319]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*65.
[320]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*67.
[321]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 354-367.
[322]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*68.

Hacienda se comprometió también a la entrega de 1.000 quintales de sulfatos y vitriolos a Los Planes. Prieto cedió su derecho exclusivo de explotación de obtención de cobre por vía húmeda, la cementación artificial, comprometiéndose también a transmitir el "know how" de este procedimiento al personal de gobierno[323]. El contrato de los Planes continuó hasta 1862[324].

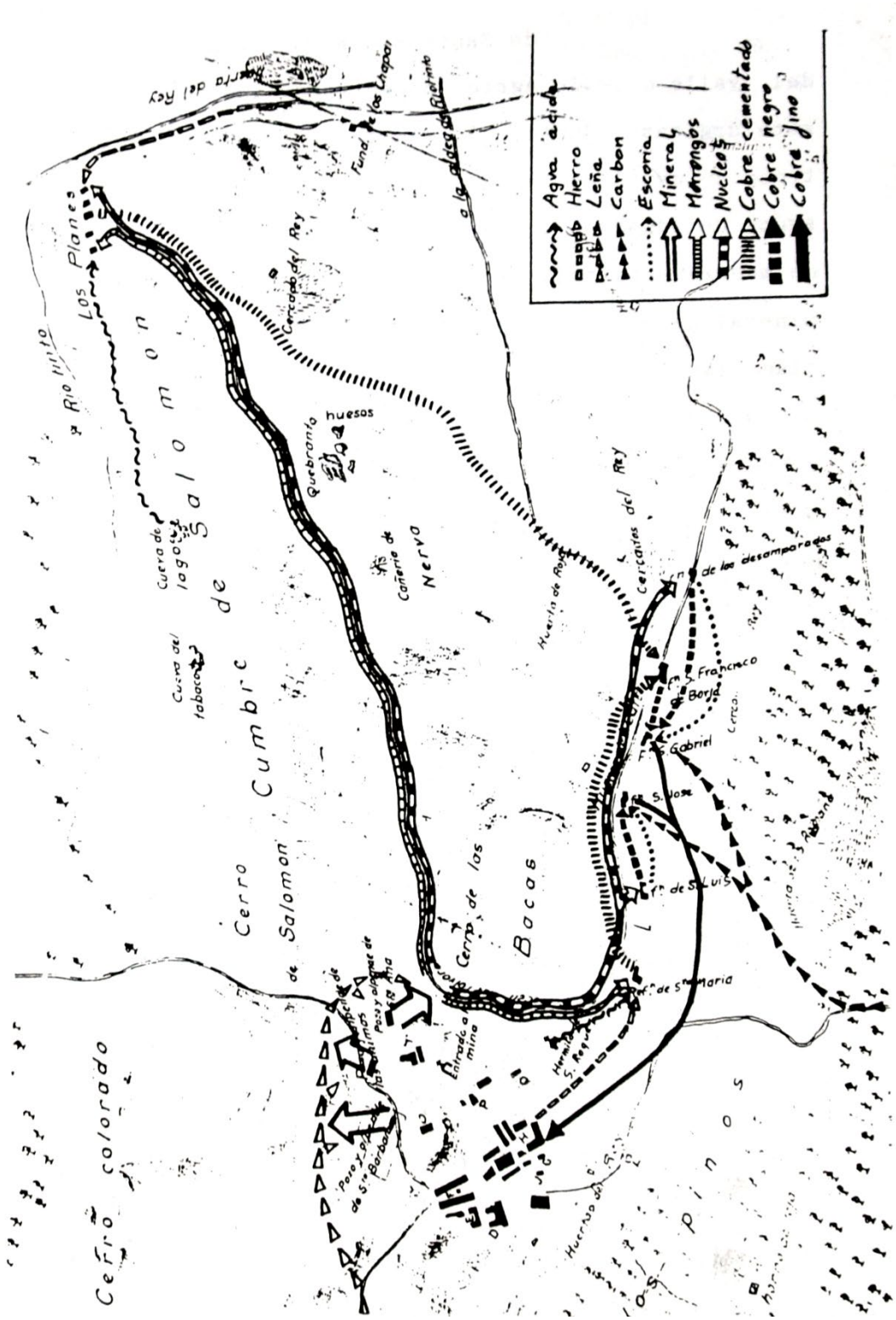
El 24 de abril de 1849 finalizó el arriendo del Establecimiento minero de Río Tinto, siendo comisionado por parte de la Dirección General de Minas para recibirlo el Ingeniero de Minas Casiano del Prado[325]. La Real Hacienda no previó los fondos necesarios para la continuidad de los trabajos, aunque las operaciones no se paralizaron gracias a los fondos conseguidos por Casiano del Prado en Sevilla, tanto por sus aportaciones propias, como por el empleo de su garantía personal[326]. El inconveniente más importante al que tuvo que enfrentarse la nueva dirección fue el mal estado de las labores mineras, fruto del desarrollo de una minería enfocada en extraer del yacimiento los minerales más rentables, pero no una explotación sistemática de la masa mineral. Eran unas labores poco seguras que estaban necesitadas de trabajos tanto de saneamiento y fortificaciones.

Las operaciones necesarias para solventar estos problemas fueron las que centraron los primeros meses tras el fin del arriendo de la Empresa Remisa, y no permitieron extraer mineral en cantidad suficiente para cumplir con el contrato de Los Planes. A principios de octubre de 1849 Casiano del Prado dejó el cargo de Director de Río Tinto en la persona de Andrés Pérez Moreno[327].

En 1849 se realiza un segundo contrato a Mariano de la Cerda y Moya, inventor de un método electroquímico que podía ser muy ventajoso para Río Tinto[328]. Este contrato fue firmado en agosto de 1849 en contra de la opinión técnica de Casiano del Prado, anterior director del establecimiento[329]. En este documento se recogía que la Real Hacienda se comprometía a entregar la mitad de los minerales extraídos, una vez satisfecho el contrato de la empresa de Los Planes. La compañía de la Cerda recibiría

[323]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*68.
[324] ALDANA y GOITEA, L (1875): *Las Minas de Río Tinto…*401
[325] PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…53-54.*
[326] PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*11.
[327] PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*12.
[328] Sobre este particular, la originalidad, la efectividad del mismo y las disputas mantenidas por la Cerda con los ingenieros de minas del Estado ver el punto. La Cementación en Río Tinto 1725 – 1873.
[329]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*60.

4,34 reales por kilo de cobre obtenido, debiendo de entregar el cobre correspondiente al mineral que le fue entregado.



Plano 15, Plano de flujo en el proceso productivo en 1856. Fuente Casiano del Prado 1856. Elaborado por Frías y Sánchez 1988, 487.

Con unas labores poco aseguradas que estaban necesitadas de trabajos tanto de saneamiento y fortificaciones.

La pérdida de los pleitos en sede judicial frente a los ingenieros de minas que pusieron en tela de juicio la originalidad del método, refrendada por las quejas de los establecimientos obligados a comprarle su cobre de escasa calidad, y sobre todo sus resultados contribuyeron a la petición de rescisión del contrato en 1857, obteniendo una compensación de medio millón de reales por los años de contrato que restaban.

En 1849, coincidiendo con todos los cambios ya expuestos en Río Tinto, se promulgó la Ley de 11 de abril de 1849[330] dictando disposiciones sobre el ramo de minas. El primer cambio con respecto a la legislación anterior es que se reconoce que la propiedad de las minas pasa de la corona, una regalía, al dominio público [331] , es decir al Estado, como se indica en el art. 2:

"Art. 2.° Es propiedad de las sustancias designadas en el artículo anterior[332] *corresponde al Estado, y nadie podrá disponer de ellas sin concesión del Gobierno, en la forma que se dispone en esta ley* [333]."

Esta nueva ley definió mejor las substancias inorgánicas que eran objeto de la minería[334], aumentó la extensión de las pertenencias en el triple[335], para adquirir las pertenencias diferenció la forma de adquirirlas por medio del registro y la investigación[336], estableció claramente la forma de conservar las concesiones mineras y como podían perderse[337], distinguió la acción administrativa de la contenciosa, facultativa y rentística[338], y seguía incluyendo Río Tinto entre las minas pertenecientes al Estado[339]. Algunos autores opinaban que esta ley no fue más que la codificación de las disposiciones que legisló España entre 1825 y 1848, que compiladas dieron lugar a la ley[340]. Con posterioridad a esta ley se dictaron disposiciones en 1852 y 1854 para

[330]VVAA (1875): Legislación de Minas…. 106. *Ley de 11 de Abril de 1849 dictando disposiciones sobre el ramo de minas*.
[331]Definido como "bien de titularidad pública sometido a un régimen especial de utilización y protección" por el Diccionario del Español Jurídico, https://dej.rae.es/lema/demanio, consultado el 29/12/2019.
[332]"Art.1 *Son óbjeto especial del ramo de minería todas las sustancias inorgánicas que se presten á una explotacion, sean metálicas, combustibles, salinas ó piedras preciosas, ya se encuentren en el interior de la tierra, ya en su superficie".* VVAA (1875): *Legislación de Minas*…., 105.
[333]VVAA (1875): *Legislación de Minas*…. 105.
[334]VVAA (1875): *Legislación de Minas*…. 106. Artículos nº1 y nº3
[335]VVAA (1875): *Legislación de Minas*…. 109. Artículo nº 11.
[336]VVAA (1875): Legislación de Minas…. 107 - 110. Artículos nº 4 - 13.
[337]VVAA (1875): Legislación de Minas…. 112. Artículos nº 22 - 24.
[338]VVAA (1875): Legislación de Minas…. 114 -115. Artículos nº 33 - 37.
[339]VVAA (1875): Legislación de Minas…. 113. Artículos nº 32.
[340]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 183. En este sentido FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*58. Afirma que : *"la Ley de 1849 mantenía los mismos criterios de 1825: se conservaba la clásica distinción entre minas reservadas al Estado y minas objeto de concesión a particulares, el acceso al derecho de explotación particular continuaba*

corregir los "vicios notados", incluso se redactó un proyecto de ley que no llegó a aprobarse por falta de la sanción real[341].

El periodo que va desde el fin del arriendo de Remisa en 1849 a 1853 fue una etapa de continuo crecimiento de la producción[342]. Pero a partir de 1854 se invertirá la tendencia debido a una importante epidemia de Cólera-Morbo que asoló el suroeste peninsular. Aunque no afectó en cuanto a pérdidas personales a la Cuenca Minera de Río Tinto, la dejó incomunicada, dificultando tanto la llegada de abastos necesarios para las operaciones como la salida de cobre obtenido[343].

El ambiente enrarecido por la resolución judicial contrarias a la Cerda llevó a que el Director General de las Casas de Moneda, Minas, y Fincas del Estado designara a Lorenzo Corralón como Comisario Regio mediante una Real Orden de enero de 1854, que llegó a Río Tinto en febrero de 1854.

Durante el mandato de Corralón se sucedieron distintas actuaciones encaminadas a mejorar la producción y el beneficio de Río Tinto. Aunque no tuvo en cuenta en cuenta las indicaciones en las que se le comunicaba que consultara y obtuviera el visto bueno de los ingenieros, en julio de 1854 se introdujeron en las operaciones hidrometalúrgicas de cementación natural planchas de hierro dulce en vez de las de hierro colado, que eran las que se habían empleado hasta ese momento, con unos resultados contrarios a los esperados[344]. Otra de las innovaciones introducidas durante su mandato fue el empleo de los Terreros, ya apuntados por Martínez Alcíbar[345], aunque como recoge Aldana de esto último sólo tenemos conocimiento de que el Comisario presenció el 21 de junio de 1854 el encendido del horno, prometiendo dar cuenta de las operaciones, cosa que Lucas Aldana afirma que no hizo[346].

Tras el fin del arriendo con la empresa Remisa debido al bajo rendimiento que se obtuvo de Río Tinto, se ofrecieron por esta mina la insignificante cifra de 4.500.000 reales. Ante esta tesitura se comenzó a proyectar la venta de Río Tinto por parte del

sometido al doble procedimiento del registro o la denuncia81 y el derecho de los concesionarios seguía considerándose como cualquier otro derecho de propiedad, enajenable y transmisible a título privativo, pero sometidos a causas de pérdida y caducidad, y a la necesidad de cumplir una serie de prescripciones legales para poder suspender los trabajos. Las concesiones se realizaban por tiempo ilimitado mientras no se incurriese en ninguna causa de denuncia o caducidad".

[341]VVAA (1875): Legislación de Minas…., 6.

[342]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto,…*97.

[343]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto,…*97.

[344]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 152;

[345]MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853): Nuevos procedimientos….617-639.

[346]ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*, 411-412;

Estado. El primer intento se produjo el 30 de enero de 1851, cuando el gobierno de Bravo Murillo presentó un proyecto de ley para enajenar las minas de Río Tinto, Linares, Falset y Marbella, con un plazo de 90 días para la subasta y 5 años para pagar la cantidad que se fijara[347]. No se llevó a cabo por varias razones, entre las que destacamos dos. La primera es que en ese momento existían dos contratos del gobierno con dos empresas para beneficiar cobre, contratos heredado de la época de Remisa, por lo que hubiera sido complicado obligar al nuevo comprador a seguir con los contratos y muy gravoso para el estado su rescisión por las indemnizaciones[348]. El otro gran problema fue la tasación de Río Tinto, tanto porque no se conocía bien el yacimiento, ya que faltaban masas por descubrir, como porque se tenía que valorar esta tasación. Esto dependía de la Ley de Desamortizaciones del 1 de mayo de 1855, que incluía todas las minas del Estado, menos Almadén[349], aunque en el artículo 32 de la ley de minas de 1849 incluía a Río Tinto entre las minas del Estado. Para favorecer que los posibles compradores pudieran ofertar sobre Río Tinto, por Real Orden de 9 de mayo de 1855 se autorizó a todos los que quisieran concurrir a la enajenación de las minas nacionales que hicieran copias de los planos de las minas o que levantasen los que consideraran necesarios para poder hacer una tasación del criadero minero, siempre bajo supervisión y vigilancia del director facultativo[350].

Pero como afirma Maffei, pronto se percibió que el reglamento general para desamortizaciones de los bienes del Estado no debía de aplicarse a las minas en general y a Río Tinto en particular. Este reglamento recomendaba que se dividieran las fincas todo lo posible para poder sacar mayor rendimiento, lo cual no era conveniente en el caso de las minas, pues estas perdían parte de su valor y en ese momento sería un error separar las minas de los montes, donde se encontraba la madera empleada para muchas operaciones en las minas. Pero lo más determinante fue lo complicado de la tasación de Río Tinto. En primer lugar, según la ley de desamortizaciones la tasación debía de hacerse primero según el producto de los últimos 5 años, pero esto no era aplicable, pues ese lustro no fue muy productivo en la mina y su precio no debía de tomarse como base para el cálculo del precio. En segundo lugar, había que tener en cuenta era la renta

[347]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 294.
[348]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 294.
[349]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 295.
[350]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 296.

de los últimos de los últimos diez años, pero, por lo mismo que se ha dicho en el primer punto, no debían aplicarse pues Río Tinto había sido explotada a un nivel inferior a la importancia del yacimiento minero, pues además los números de la empresa Remisa no fueron muy transparentes. Lo tercero recogido en la Ley de Desamortización era que la tasación se realizase por un perito, pero esto se encontraba con el problema que según la legislación vigente en ese momento esto estaba limitado al 5% de las rentas para fincas rústicas y el 4% para fincas urbanas, lo cual no iba a reportar grandes beneficios al Estado[351]. Además de todo lo expuesto, un hecho determinante para no enajenación de Río Tinto fue que este yacimiento era el único que surtía de cobre al mercado nacional en ese momento[352]. Todo lo anterior determinó que se modificara la ley de desamortización por la ley del 13 de julio de 1856 donde se recogía que las ventas de las minas del Estado, recogidas en el art. 32 de las leyes de 1825 y 1849[353], que serían objeto de leyes especiales.

Como apunta Flores Caballero, todos estos proyectos de enajenación de Río Tinto hay que enmarcarlos dentro de la lucha desarrollada entre el partido conservador, que la veía como una propiedad del Estado a proteger y explotar por el alto valor estratégico la producción de cobre, y el Liberal, que proponía una explotación basada en el libre mercado, ya que para ellos el Estado era el peor empresario y la mejor manera de hacerla rentable era venderla al mejor postor[354], lo cual se llevaría a cabo en 1873, durante el gobierno de Figueras en la Primera República.

La privatización de la mina volvió a considerarse durante el bienio progresista, con la promulgación de la ley General de 1 de mayo de 1855 de Madoz[355]. El Conde de Duero planteó que se excluyera al igual que Almadén, y se llegó a plantear una enmienda para que no se vendiera, pues formaba un conjunto con la fábrica de Jubia. Sólo el cese del gobierno impidió que la autorizada venta se hubiera llevado a cabo[356].

[351]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 296 - 297.
[352]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*102; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild y la venta de las minas de Río Tinto en el proceso de la Ley General de Desamortización de Madoz*, Huelva, 49-68
[353] También en el art. 32 de la Ley de Minas de 1859.
[354]FLORES CABALLERO, M. (1988):"Análisis de los principales factores…. 645.
[355]Sobre este particular Ver FLORES CABALLERO, M. (2008): "El desarrollo de la Ley General de Desamortización de Madoz para vender las Minas de Río Tinto", en NAVARRO DOMÍNGUEZ, E.; RON VAZ, P.; GUINEA ULECIA, E. (Eds.), *A real Civilization, el legado británico en la provincia de Huelva*, Huelva, 49 - 93.
[356]FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* 69-84.

Esto no hizo que decayera el interés de la iniciativa privada por la explotación de Río Tinto[357]. Ante ello el Ministro de Hacienda encomendó a la Dirección General de Loterías, Casas de Moneda y Minas la redacción de una memoria que fuera realizada por los ingenieros del Estado para tener una idea de la situación del establecimiento. Para tal fin fueron comisionados los ingenieros Antonio Luis Anciola y Eloy de Cossio en 1855. Además, se levantaron planos del sexto piso de la mina y del tercero[358].

Junto a la información y mejoras técnicas propuestas, el trabajo de Anciola y Cossio sirvió para que el gobierno tomara conciencia de que la venta de Río Tinto debía realizarse mediante una ley específica, como sucedió con la promulgación de la Ley de Desamortización de 11 de junio, en la que se recogía que la venta de las minas nacionales debía de realizarse con leyes especiales, aunque el proceso desamortizador finalizó con la llegada al gobierno de los moderados en 1857[359].

El 8 de abril de 1858 José de Aldama, Diputado e ingeniero de minas, presentó un proyecto de ley donde se recogía la enajenación inmediata de las minas de Marbella, Falset, de las minas de Almadén, Linares y Río Tinto tras una tasación. Destacó en su proyecto de ley y en sus intervenciones lo atrasado que estaban y los bajos rendimientos que se obtenían en las minas estatales y que por parte del Estado se podían conseguir mejores rendimientos si se privatizaban. Este proyecto fue retirado tras las promesas del ministro del ramo de mejorar las minas estatales, lo cual no sucedió[360]. Como afirma Maffei "la opinión más estendida era favorable a la enagenación de estas minas; pero no todos convenían en punto á la oportunidad de la venta, pes mientras unos querían que fuera inmediata, otros, quizás el mayor número, deseaban que antes se hicieran las labores y obras necesarias para aumentar sus productos y que el Estado obtuviera mayores ventajas". [361]

La falta de concordancia entre la ley de 1849 y el reglamento y la larga tramitación para otorgar la propiedad minera[362], entre otros, hizo que se nombrara por Real Orden de 15 de agosto de 1854 una comisión para un proyecto de ley de Minas,

[357]Sobre este particular Ver Boletín de Comercio, Industria y Agricultura, Sevilla 15 de junio de 1855 y V.V.A.A. (1855) *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil VI*, Madrid, 413-414; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*108.
[358] ANCIOLA, A. y COSSIO, E. (1856): *Memoria….* 168 y (1854): "Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil V*, 415 - 417; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*108; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* 83-104.
[359] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*109.
[360]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…*297.
[361]MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…*300.
[362] Para lo que se elaboró la *Real Orden de 8 de marzo de 1852 por la que se acordaban reglas acerca de los denuncias y registro de minas.*

que tras cinco años de largos trámites fue aprobada tras incluir variaciones por el Senado y el Congreso y sancionada por la reina el 6 de Julio de 1859[363].

Esta ley, considerada como una ley reglamentaria[364], conservaba los principios esenciales de la legislación minera, como el mantenimiento de que los recursos mineros eran de dominio público, mantuvo el sistema del registro y la denuncia como acceso a la concesión, y distinguió entre la fase de petición de pertenencias para investigar y la de concesión definitiva, estableciendo todos los trámites. Se redujo la cuantía de los impuestos mineros y su impago constituía la caducidad de la concesión. Se estableció que la minería no podría estar sometida a otro impuesto que los contenidos en la Ley de Minas, y una de las principales novedades fue la consideración de las pertenencias mineras, cuyas medidas se expresaban en metros cuadrados, se amplió su tamaño y se permitió que, bajo ciertas condiciones, se permitiera la acumulación de grandes superficies o cotos mineros[365].

En su relación con la industria minera, según el nivel de intervención que ejercíó la administración pública, que ya se había comenzado a establecer en la Ley de Minas de 1825 y en la Ley de 1859, las minas de cobre de Río Tinto se encontraban dentro de la industria minera monopolizada explotadas por el Gobierno[366]. Esto no impidió que en el mismo año de promulgación de la misma ley de minas se hicieran dos proposiciones de arriendo de Río Tinto, uno a perpetuidad y otro temporal, siendo ambos rechazados por el gobierno[367].

A pesar de los intentos por hacer rentable Río Tinto, el coste de transporte del mineral fue un importante factor que encareció el precio de la venta del cobre. Para intentar solventar esto desde el fin de la empresa Remisa en 1849 hasta 1860, el cobre fue vendido a pie de fábrica y el comprador se hacía cargo del costoso transporte hasta

[363] Sobre la tramitación de la ley de 1852 ver MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera…* 187-189; NAHARRO QUIRÓS, E- (2005): La legislación de minas y la regulación de sociedades en la segunda mitad del siglo XIX. La ley de sociedades especiales mineras de 6 de julio de 1859, *Anuario de la Facultad de Derecho, vol. XXIII*, 388 – 389.

[364] VVAA (1875): *Legislación de Minas*..., 6; NAHARRO QUIRÓS, E- (2005): *La legislación de minas*…390..

[365] VVAA (1875): *Legislación de Minas*..., 6; NAHARRO QUIRÓS, E- (2005): *La legislación de minas*…390-391. FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*65 - 66.

[366] Las minas que según la ley de 1859 el Estado se reservó su explotación, que ya estaban indicadas en las leyes de minas de 1825 y 1849 en el art. 32., son: *"las de azogue de Almadén y Almadenejos; las de plomo de Linares y Falset; las de Azufre de Hellín y Benamaurel; las de grafito o lápiz plomo que radican en el partido judicial de Marbella; las de hierro que en Asturias y Navarra están destinadas al surtido necesario de las fábricas nacionales de armas y municiones. Las de carbón situada en los Concejos de Morcin y Riosa de la provincia de Oviedo, acotadas para el servicio del establecimiento de Trubia y las de sal que se beneficiaban en diferentes puntos del reino*". Todas estas minas, incluida Río Tinto, mantuvieron la superficie de sus explotaciones. No estaba permitido desarrollar ninguna labor ni de investigación, ni de explotación sin orden y cuenta del Gobierno, no pudiendo establecerse labores a menos de 600 de la linde de la propiedad estatal. Los terreros y escoriales de las minas del Estado no podían ser beneficiados por particulares. MAFFEI Y RAMOS, E. (1879): *Economía Minera…* 279 – 280.

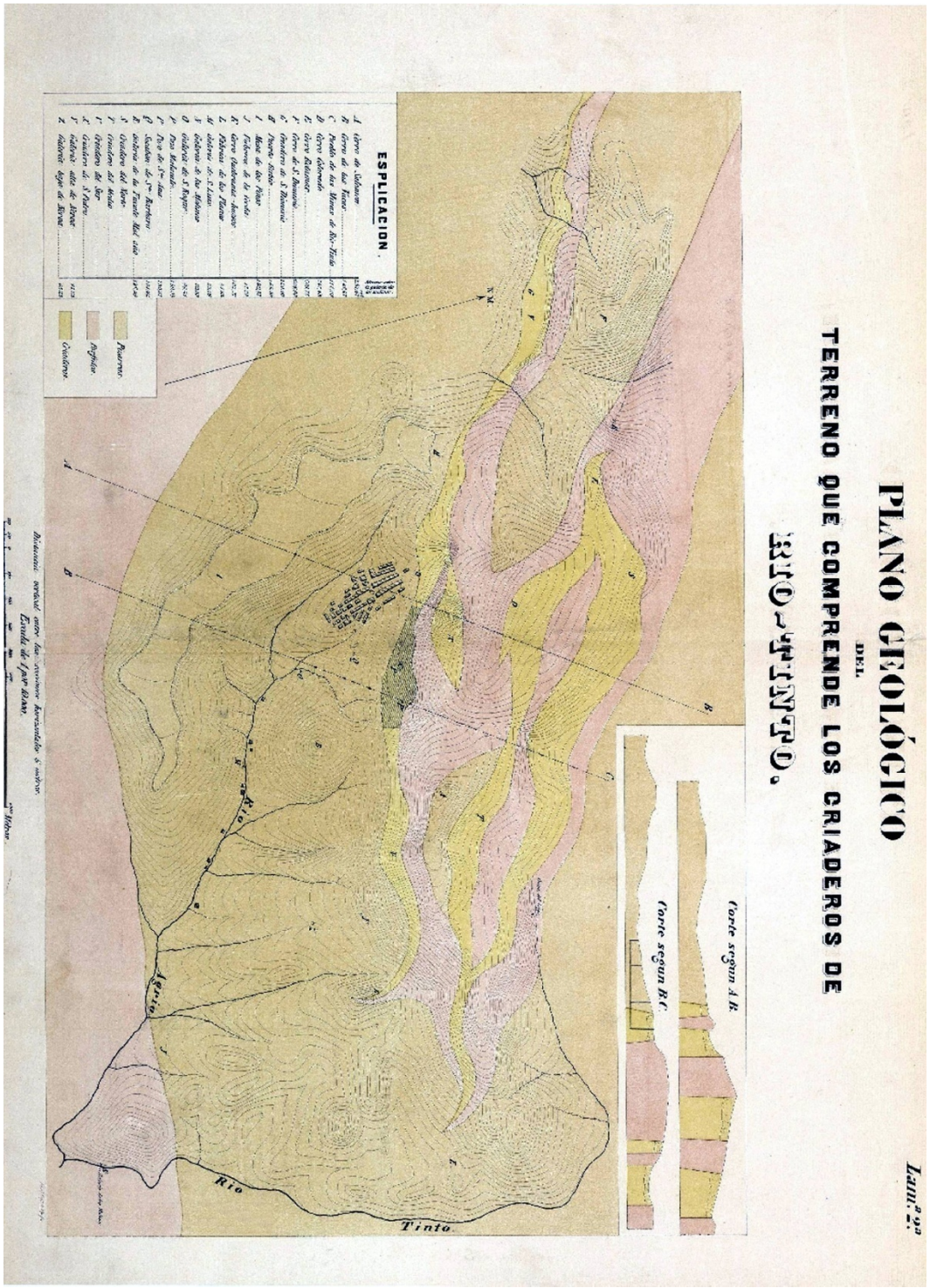
[367] MAFFEI Y RAMOS, E. (1879): *Economía Minera…* 297.

Sevilla, lo cual incluyó importantes riesgos, como el de robo. Este método trajo aparejado que en la venta de cobre se aplicaron importantes descuentos para compensar el gasto del transporte. Este sistema dejó de utilizarse en 1861, año a partir del cual la Real Hacienda se hizo cargo del transporte hasta Sevilla, y en el que a la vuelta se llevaba hierro para la cementación. Flores Caballero ha calculado que el coste de transporte fue de 217 reales por tonelada a Sevilla o Huelva, mientras que si se hubiera transportado por ferrocarril, hubiera supuesto un ahorro de entre un 8 a 10%[368].

Al costo del transporte del cobre se le sumó el hecho de que la profundización de las labores mineras determinó que los costes de extracción aumentaran, lo que hizo que el Establecimiento de Río Tinto fuera menos productivo. Pero lo que llevó a la gran crisis en la producción de la mina, a pesar de todo el trabajo que se venía desarrollando por parte de los ingenieros de minas del Estado, fue el hundimiento que se produjo el 23 de diciembre de 1863 en el piso sexto de Filón Sur, que afectó a la estabilidad de varios pisos, destruyó a uno de los malacates y costó la vida a seis mineros[369]. Tras este incidente se produjo un importante y progresivo descenso de la producción de esta mina, lo que ocasionó que una década después fuera vendida a un consorcio extranjero, que la explotarán durante 81 años.

Todo lo expuesto se vio agravado por las crisis en que se encontraba el Estado Español en ese momento[370], que llevó al establecimiento minero onubense al "colapso de su rendimiento" debido a la falta de inversión e introducción de avances técnicos[371], por falta de inversión, no de conocimiento técnico ni de personal formado.

[368] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*153.
[369]VVAA (1864): "Hundimiento en las minas de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XV*, 24-25; ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio,* Madrid, 427.
[370] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*153.
[371] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*155.



Plano 16, Plano de Río Tinto, donde se recogen los criaderos, instalaciones y galerías de desagüe. Anciola y Cossio 1856, lam. 2ª.

La última década de Río Tinto en manos estatales fue un periodo en el que se percibió la presión de consorcios extranjeros, conocedores de la riqueza de Río Tinto, sobre los políticos españoles. Entre 1859 y 1861, dentro de la política del gobierno de Unión Liberal de favorecer la actividad económica, el General O´Donnell concedió autorización al ingeniero británico Joseph Lee Thomas para visitar Río Tinto[372] y realizar un informe, que posteriormente publicó en Londres[373].

El estancamiento, que había comenzado a mediados de los años cincuenta del siglo XIX, se vio reforzado por la falta de abastos necesarios para la producción de la mina, destacando la falta de hierro para la cementación. Esto no finalizó hasta las mejoras que introdujo la llegada de Ramón Rúa Figueroa como director a Río Tinto. Entre ellas destacan la instalación del primer laboratorio químico, que permitió la realización de 3000 análisis. Este magnífico e ilustrado ingeniero fue autor de dos obras de referencia indispensables para el conocimiento de la mina de Río Tinto[374].

La dirección de Rúa Figueroa convivió en el tiempo con el fin de los contratos con las empresas que operaban en Río Tinto. El de la Cerda terminó en diciembre de 1857, aunque la liquidación se retrasó hasta enero de 1860, cuando la Real Hacienda abonó a la empresa de la Cerda 438.458,38 reales[375]. El desfase entre la liquidación y el contrato se debió a las diferencias entre los técnicos de la empresa la Cerda y los asesores de Hacienda en incluir o no el valor económico de los terreros[376]. Situación parecida ocurrió con la empresa de Los Planes. Con esta última compañía la Real Hacienda prorrogó el contrato el 26 de septiembre de 1859 hasta 1862. Las instalaciones fueron entregadas en junio, y fue liquidada en septiembre por valor de 908.241,18 reales incluyendo los terrenos[377].

La lamentable situación de Río Tinto tras el hundimiento de 1863 en el sexto piso[378], llevó a que en 1867 por Real Orden de 8 de abril se nombrara una Comisión de Visita presidida por Ignacio Gómez de Salazar[379]. Esta comisión recibió la instrucción de

[372] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*156.
[373] THOMAS, J. L. (1862): "Notes on the mines of Río Tinto. Province of Huelva, Spain", *Mining & Smelting Magazine*. February, London, 112-119.
[374]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia….*, 213 y RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto estudio de la explotación y el beneficio de sus minerales*, Madrid.
375 ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 396
376 FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*133.
377 FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*133. PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1….* 129-130
378 VVAA (1864): "Hundimiento en las minas de Río Tinto", 24 – 25.
379ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto*, 427 – 428; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXI 187; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* 105 -118.

que se delimitase el coto minero, lo cual se hizo empleando los accidentes geográficos. También se le encargó que se hiciera una estimación de la riqueza del criadero, concluyéndose que éste estaba compuesto por las masas situadas al norte (San Dionisio, Dehesa, Mal Año, Argamasilla, Lago, Cerro Colorado y Salomón) y la del Sur, que es la que estaba en explotación desde 1725. Se estimó su extensión en 850 metros, una potencia media de 80 metros, una ley media de 3.50% de cobre[380]. Esta comisión estimó que las explotaciones en ese momento sólo alcanzaban el 10% del criadero y que sólo se beneficiaba el 38% del cobre extraído[381]. Por esas mismas fechas Eloy de Cossio descubrió la última masa conocida de Río Tinto, la Masa Valle[382], que no fue explotada hasta 62 años después, entre 1929 y 1936 por RTCL, extrayéndose en este periodo 193.037 toneladas de mineral cobrizo[383].

La Comisión dictaminó que el sistema de laboreo minero empleado hasta ese momento, el de huecos y pilares, no había sido el más idóneo para la explotación de Río Tinto, ya que sólo permitía la extracción de 1/5 partes del mineral. Por este motivo propuso la excavación en "orden abierto"[384] o corta. El sistema de beneficio de cobre por cementación artificial tampoco fue considerado por los comisionados como el más conveniente.

Tras la visita de los comisionados se propusieron una serie de mejoras para el correcto y lógico laboreo de Río Tinto. Algunos fueron puestos en marcha, como la rehabilitación del pozo San Luis, la apertura del pozo de los Desamparados el 28 de diciembre de 1870, y la construcción de una vía férrea del tram way que servía para transportar el mineral desde la zona de extracción a la de cementación o la construcción de las instalaciones para el proceso Cossio[385], que tras la venta fueron derruidos sin haber llegado a entrar en producción.

380GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"….187.

[381]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"… 189.

[382]V.V.A.A. (1868): "Descubrimiento de un nuevo criadero cobrizo en Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XIX*, 433 - 434.

[383]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído en Minas de Río Tinto 1725 – 2002", en PÉREZ, J.A.; DELGADO, A.; PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.): Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural, 761-772.

[384]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto"… 219. Como lo habían hecho con anterioridad ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 6, 67, 73.; MONASTERIO CORREA, J. (1870): *Observaciones sobre la venta de las Minas de Río Tinto,* Madrid, 15-18, 23.

[385]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 26, *"En los chaparrales (Concepción y San Carlos) hay un horno de obtención de esponja de hierro, en buen estado construido igual anteriores pero nuevo hay también seis pilones disolvedores y una pila cementadora del sistema Cossio todo aprovechable"*. En la página 73 se nos describe la Fábrica de Esponja: *"Está aislada se compone de una nave central con doce hornos y otras cuatro laterales, la del centro tiene 18, la cubierta de la nace central es de armadura de pares, todo formado con cartón mineral".*

En 1867, por medio de la Real Orden de 3 de Julio de 1867 se estableció que los minerales y metales procedentes de las minas del Estado estaban considerados libres de toda clase de impuestos mineros, y que en adelante por medio de subasta pública pasasen podían pasar a manos de particulares o sociedades e incluso pudieran ser exportados al extranjero, pagando los derechos consignados en la ley de presupuestos y esto debía de ser consignado en le pliego de condiciones de venta o arriendo de cada mina[386].

El 4 de marzo de 1868 se promulgó la nueva Ley de Minas, que fue desarrollada reglamentariamente el día 24 de junio del mismo año[387]. Las líneas fundamentales de esta nueva ley, inspirada por Laureano Figuerola, cuyo marcado carácter liberal se aprecia en dos conceptos, la propiedad privada y la libertad[388], estuvieron centradas en hacer más fácil los trámites para obtener la concesión minera y la seguridad de la posesión, ya que la concesión se podía entender que era a perpetuidad[389], constituyendo una propiedad separada del suelo, lo que no cambiará hasta la Ley de Minas de 1944. Esta nueva Ley clasificaba las sustancias minerales de manera muy similar a la actual. Esta ley suprimió el impuesto bruto sobre el producto bruto sustituyéndolo por una tasa que podía llegar al 3% de las exportaciones mineras. Esta ley declaraba Río Tinto como mina del Estado, al igual que otras como Almadén o Falset. Se puede afirmar que la Ley de 1868 fue la que desencadenó la fiebre minera del último cuarto del siglo XIX[390].

La revolución de 1868, que puso fin al gobierno de Isabel II, inició el sexenio revolucionario. En Huelva el alzamiento fue pacífico, se colaboró con el nuevo gobierno,

[386]MAFFEI Y RAMOS, E. (1879): *Economía Minera…* 284 .

[387]MAFFEI Y RAMOS, E. (1879): *Economía Minera…* 358 -361; ARCENEGUI FERNÁNDEZ, I.E. (1975) "Nuevo derecho de Minas" RAP 78, 131-134; FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*66 – 67.

[388]El código Civil de 1889, también de talante liberal en dos artículos trata sobre las minas, afirmando que eran bienes del dominio público, que pertenecían privativamente al Estado y que estaban destinadas al fomento de la riqueza nacional. FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*68 – 69.

Artículo 334 Son bienes inmuebles: (…) 8.- *Las minas, canteras y escoriales, mientras su materia permanece unida al yacimiento y las aguas vivas o estancadas*.

Artículo 339 S*on bienes de dominio público:*

1. Los destinados al uso público, como los caminos, canales, ríos, torrentes, puertos y puentes construidos por el Estado, las riberas, playas, radas y otros análogos.

2. Los que pertenecen privativamente al Estado, sin ser de uso común, y están destinados a algún servicio público o al fomento de la riqueza nacional, como las murallas, fortalezas y demás obras de defensa del territorio, y las minas, mientras que no se otorgue su concesión.

[389]"Aquella Ley había convertido a la concesión perpetuo para incentivar la formación de capitales minero" NADAL I OLLER, J (1975): *El fracaso de la Revolución Industrial en España* 1814 – 1913, Barcelona, 90 -93.

[390]FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…218 ; MOJARRO BAYO, A. M. y ROMERO MACÍAS, E. M., (2012): "El Puerto de Huelva y el resurgir de la minería (1873-1930)", *Boletín Geológico y Minero*, 123 (1): 3-15, 4.

se depuso y sustituyó al Gobernador Civil y se formó una Junta Revolucionaria, que estuvo operativa hasta su extinción el 21 de octubre de 1868 [391].

A pesar de las disputas políticas, los Ingenieros de Minas continuaron con su esfuerzo por hacer rentable Río Tinto, aunque el gobierno estuviera interesado en venderlo. En 1868 el Estado Español tramitó una hipoteca con la banca Rothschild en la que las minas ya formaron parte de la garantía hipotecaria[392].

Con el gobierno del sexenio revolucionario Río Tinto estaba de nuevo en el punto de mira del gobierno, pues la venta o la intención de venta de las riquezas del subsuelo como medio de combatir la crisis económica, para poder pagar los gastos de la Guerra de Cuba y, sobre todo, como una nueva fuente de riqueza. Tramitó una ley especial para la venta de las minas por las Cortes Constituyentes, la Ley de 14 de junio de 1870 sobre la enajenación de las Minas de Río Tinto[393], que se publicó como suplemento de la Gaceta de Madrid con fecha 11 de mayo de 1871. Fue la primera convocatoria, con un precio de licitación de 103.062.880[394].

Ley de 14 de junio de 1870, decretada y sancionada por las Cortes Constituyentes sobre la enajenación de las minas de Río Tinto

DIARIO DE SESIONES

DE LAS

CÓRTES CONSTITUYENTES.

Ley decretada y sancionada por las Córtes Constituyentes sobre enagenacion de las minas de Riotinto.

AL REGENTE DEL REINO.

Las Córtes Constituyentes de la Nacion española, en uso de su soberanía, decretan y sancionan lo siguiente:

Artículo 1.° Las minas de Ríotinto, reservadas al Estado en virtud del art. 76 de la ley vigente de minería, serán vendidas en públicas subastas en la forma prescrita por la presente ley.

Art. 2.° Por esta venta el Estado trasfiere el derecho de propiedad que tiene sobre el suelo y sobresuelo encerrados dentro del perímetro que se demarque á las minas, y en tal concepto comprenderá:

1.° El derecho exclusivo de explotar, beneficiar y exportar los minerales silíceos que se encuentren dentro del término que se señala á dichas minas.

2.° El aprovechamiento, así de las escorias, terreros y escombros contenidos dentro de dicho término, como de las aguas nitrolíticas procedentes de los mencionados crisoles y terreros.

3.° Las máquinas, aparatos, edificios, herramientas, pilones, canales y materiales de todas clases que de propiedad del Estado existan en el momento de la venta, destinados á las diferentes épocas de la explotacion y beneficio de minerales.

4.° Las casas, cuarteles y hospital de mineros que de propiedad del Estado existan en aquel establecimiento.

5.° La parte de los montes y terrenos pertenecientes al Estado que se exceptúe necesaria para las operaciones de explotacion y beneficio.

Art. 3.° Los montes y terrenos que quedasen exceptuados de la venta se someterán á la ley general de desamortizacion.

Art. 4.° Esta venta se entenderá á perpetuidad y sin perjuicio de someterse el comprador á las cargas y obligaciones que marquen las leyes y reglamentos vigentes de minería.

Art. 5.° Para llevar á cabo la venta se nombrará préviamente una comision compuesta de tres ingenieros del cuerpo de minas, nombrada de un ingeniero de montes y un arquitecto, á fin de que en un plazo máximo de seis meses verifique la demarcacion de las minas y la tasacion de las mismas, como tambien la de los edificios, efectos y terrenos comprendidos en los números 3.°, 4.°, 5.° y 6.° del artículo 2.°, con arreglo á las instrucciones que se le comuniquen por el Gobierno.

Art. 6.° La tasacion de las minas y terrenos se hará tomando por base la utilidad líquida anual que podrá obtenerse de una explotacion y beneficio ventajosamente dirigidos, teniendo en cuenta las circunstancias de los criaderos, su duracion probable, los gastos de preparacion, el tiempo invertido en el mejoramiento de la finca, las condiciones del mercado de cobres y todo cuanto tienda á influir favorable ó desfavorablemente en el tipo que se deduzca.

Art. 7.° La comision nombrada á este objeto presentará al terminar su cometido una Memoria científico-económica, que abrace circunstanciadamente todos los fundamentos de que se hubiere valido y las deducciones hábiles en cuenta para llegar á la apreciacion definitiva, sucesivamente de su trascurso avaluando y del plano del término que con arreglo al caso 6.° del art. 2.° la misma comision componga reconocido para la demarcacion de dichas minas.

Art. 8.° Las dietas y gastos que se originen en el apeo, y tasacion de la mina, levantamiento y rectificacion de planos y demás trabajos que deban practicarse por la comision indicada en el art. 6.°, se satisfarán con cargo á la seccion décima, capítulo 2.°, art. 3.° del presupuesto general de gastos.

Art. 9.° La Direccion general de propiedades y derechos del Estado relacionará por su parte el pliego de condiciones económicas que, unido á los anteriores que determina el art. 7.°, formará el expediente de venta: debiendo mediar seis meses entre el primer anuncio de la convocatoria con la publicacion del pliego de condiciones y el acto de la subasta.

Art. 10. El pliego de condiciones de que trata el artículo anterior deberá sujetarse á las siguientes reglas generales:

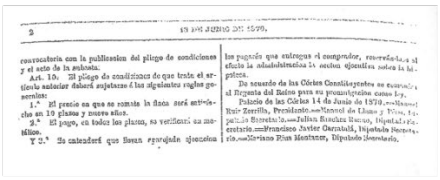
1.° El precio en que se remate la finca será satisfecho en 10 plazos y nueve años.

2.° El pago, en todos los plazos, se verificará en metálico.

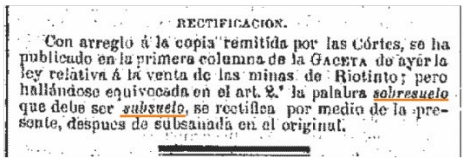
Y 3.° Se entenderá que llevan aparejada ejecucion los pagarés que entregue el comprador, renunciando al efecto la administracion la accion ejecutiva sobre la hipoteca.

De acuerdo de las Córtes Constituyentes se comunica al Regente del Reino para su cumplimiento como ley.

Palacio de las Córtes 14 de Junio de 1870.=Manuel Ruiz Zorrilla, Presidente.=Manuel de Llano y Persi, Diputado Secretario.=Julian Sinchez Ruano, Diputado Secretario.=Francisco Javier Garrastá, Diputado Secretario.=Mariano Rius Martanez, Diputado Secretario.



Rectificación del art. 2 con fecha 28/06/1870 de la Ley de 14 de junio de 1870, donde se indica que la palabra sobresuelo se sustituye por subsuelo.



RECTIFICACION.

Con arreglo á la copia remitida por las Córtes, se ha publicado en la primera columna de la GACETA de ayer la ley relativa á la venta de las minas de Riotinto; pero hallándose equivocada en el art. 2.° la palabra *sobresuelo* que debe ser *subsuelo*, se rectifica por medio de la presente, despues de subsanada en el original.

Foto 29

[391]PEÑA GUERRERO, M.A. (1995): *El tiempo y las Fuentes de su Memoria …42 - 43.*

[392] FLORES CABALLERO, M. (1981): *La venta de las minas de Río Tinto*, 41-61; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* anexo III, 287-291; FLORES CABALLERO, M. (2011b): "*La* fuerza de la revolución industrial", *La fiebre minera del XIX en el Suroeste ibérico,* Fundación para la Investigación Juan Manuel Flores Jimeno, Huelva, 37.

[393] Sobre este tema Ver MONASTERIO Y CORREA, J. (1870): "Sobre las ventas de las Minas de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XXI, 294 – 296; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* anexo V, 301-302. Hay que reseñar que en art.2 donde se reconoce la propiedad sobre "el suelo y sobrevuelo" es una errata que se corrigió con fecha 28 de junio de 1870 donde se sustituía la palabra sobresuelo por subsuelo.

[394] BOLETIN GENERAL DE VENTAS DE BIENES NACIONALES 1871. Suplemento especial de la Gaceta de Madrid, nº 71 duplicado; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…,* 247.

Por Real Orden del Regente, el 1 de julio de 1870 se nombraron a los miembros de la Comisión de Tasación y Valoración para la venta de las minas de Río Tinto, que presidió Luis de la Escosura.

Sobre el estado de Río Tinto en 1872, Tomás Rodríguez Pinilla, Director General de Propiedades presentó al Ministro de Hacienda el siguiente informe:

"*Los talleres de Río Tinto los representa alguna fragua de herrero, su maquinaria se reduce a una rueda hidráulica para el movimiento de las palas, el procedimiento de Cossío ha hecho llegar allí una pequeña máquina de vapor, que con dificultad funciona, los arrastres dentro y fuera de la mina, vienen haciéndose a fuerza de sangre, y con todo esto no llega a mil operarios los que sostiene y emplea (…) todo denuncia estrechez, atraso y rutina, y el asombro que causa la contemplación de su oculta riqueza, cuando se penetra en las entrañas de aquella tierra cubierta de crestones y materiales, se cambia en desconsuelo y amargura cuando se ven al exterior los inequívocos signos de la esterilidad, la pobreza y el silencio con su aspecto sombrío y desconsolador*[395]*"*

Tasadas las minas el 30 de noviembre de 1871, la primera convocatoria de la subasta pública de la venta de las Minas de Río Tinto que quedó desierta. El 27 de junio de 1872 Amadeo de Saboya convocó por Real Orden la pública subasta en segunda convocatoria[396], donde se rebajó el precio de venta en 10%. Con fecha el 26 de diciembre de 1872, en el art. 8 de la Ley de presupuestos de 1872 – 1873 se autorizó al Gobierno para que pueda adjudicar la venta de las Minas de Río Tinto con las condiciones de la 2ª convocatoria de la subasta pública. Con fecha de 4 de enero de 1873 por Real Orden de Amadeo de Saboya se abrió un periodo de 30 días para recibir nuevas convocatorias de adjudicación de Río Tinto. El 5 de febrero de 1872 un consorcio extranjero presentó una oferta de compra por 3,5 millones de libras esterlinas, (92,8 millones de pesetas). Tras la abdicación seis días después de Amadeo de Saboya, el gobierno de la I República, presidida por Estanislao Figueras, autorizó al Ministro de Hacienda José Echegaray a firmar el contrato de compraventa provisional con los representantes del consorcio adjudicatario. Ese mismo día se nombró una comisión

[395] Diario EL SOL, 20 de octubre de 1920 citado en ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina y Mineros, Río Tinto* (1873 – 1936), Universidad de Huelva, Huelva, 66, nota nº 6.
[396]Sobre las convocatorias desiertas ver FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…,* 205 - 228.

parlamentaria a la que se le encargó un dictamen sobre el particular, que dio su aprobación sin objeciones al día siguiente, 15 de febrero de 1873. El 16 de septiembre se presentó a la Asamblea Nacional la adjudicación definitiva, que el día siguiente, tras un breve debate, aprobó el Proyecto de Ley de 17 de febrero de 1873, decretada y sancionada por la Asamblea Nacional, que adjudicaba a la Casa Matheson y Compañía las Minas de Río Tinto. El día 18 de febrero se publicó en la Gaceta de Madrid[397]

Esta prisa por vender Río Tinto hay que contextualizarla en una coyuntura de crisis política, en la que el gobierno de la Primera República tuvo que hacer frente a la Tercera Guerra Carlista, las sublevaciones cantonalistas, la guerra de Cuba y las conspiraciones alfonsinas. El Estado necesitaba recaudar fondos para hacer frente a todas sus necesidades y de ahí la premura por vender Río Tinto. Esto hizo que fuera vendida sólo por el valor de Filón Sur, sin tener en cuenta el resto de las masas del criadero, a pesar de que todas las masas estaban descubiertas desde 1868, cuando se documentó Masa Valle. [398]



DIARIO DE SESIONES

DE LA

ASAMBLEA NACIONAL.

Ley decretada y sancionada por la Asamblea Nacional, adjudicando á la casa Mathesson y compañía las minas de Riotinto.

La Asamblea Nacional, en uso de su soberanía, decreta y sanciona la siguiente ley:

Artículo único. Se adjudican definitivamente en venta las minas de Riotinto á los Sres. William Edward Quentell, Ernest H. Taylor y Enrique Doetsch, por sí y en representacion de la casa Mathesson y compañía, de Lóndres, por la suma de 92.800.000 pesetas, al tenor de la proposicion garantida con el prévio depósito y aceptada por el Gobierno, en los términos que previenen las leyes de 25 de Junio de 1870; 26 de Diciembre de 1872, y el anuncio oficial de 4 de Enero del presente año. Se autoriza al Gobierno para la concesion á los compradores de las minas de Riotinto, Sres. Quentell, Taylor, Mathesson y compañía, de un ferro-carril que desde aquellas vaya al puerto de Huelva, declarándolo de utilidad pública, pero sin subvencion ni auxilio por parte del Estado, y con sujecion á la ley y reglamentos de ferro-carriles.

Lo tendrá entendido el Poder ejecutivo para su impresion, publicacion y cumplimiento.

Palacio de la Asamblea Nacional á 17 de Febrero de 1873.=Cristino Martos, Presidente.=Pedro José Moreno Rodriguez, Representante Secretario.=Cayo Lopez, Representante Secretario.=Eduardo Benot, Representante Secretario.=Federico Balart, Representante Secretario.

Foto 30 Ley de 17 de febrero de 1873, decretada y sancionada por la Asamblea Nacional, adjudicando a la casa Matheson y compañía las Minas de Río Tinto.

[397] FLORES CABALLERO, M. (1981): *La venta de las Minas*…65-76. FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* 83, - 104; 247 - 249.

[398]V.V.A.A. (1868): "Descubrimiento de un nuevo criadero cobrizo..., 433 - 434.

Foto 31



W. Sundheim



H. Doetsch

El establecimiento minero fue adjudicado por 3.500.000 libras a William Edward Quentell, Ernest H. Taylor y Heinrich Doetsch que a su vez pasaron la propiedad a un consorcio compuesto por Deutsche National Bank de Bremen (Alemania), que participaba en un 25%, Matheson & Co de Londres en un 20%, y Clark & Punchard, constructores de ferrocarriles, en un 20%[399]. El resto de las participaciones menores se repartieron entre: Smith, Payne & Smith de Londres; The Union Bank of Scotland; Heywood Sons & Co de Liverpool, Inglaterra; William Edward; Ernest H Taylor; y los dos agentes alemanes mencionados. Con este capital se constituyó en Londres The Rio Tinto Company Limited (en adelante RTCL) el 29 de marzo de 1873, con domicilio social en Lombard Street nº 3, con oficinas de representación en Ventura de la Vega nº 8 en Madrid, y una oficina de explotación en Río Tinto, Huelva. El primer presidente interino fue A. G. Dallas[400], y unas semanas después fue nombrado *Chairman* Hugh Matheson[401], que estuvo al frente de RTCL hasta su muerte en 1898.

[399] Sobre la Venta de Río Tinto Ver: ALDANA Y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto*…428-434; GONZALO Y TARÍN, J. (1886): *Memorias de la Comisión* … Vol. II, 320-321; AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…125-160; FLORES CABALLERO, M. (1981): *La venta de las minas de Río Tinto*, Huelva ; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*… 4-32; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild y la venta de las minas de Río Tinto…* 205 – 242; FLORES CABALLERO, M (2011): La fuerza de la Revolución Industrial ..., 267-288; CHASTAGNARET, G. (2017), *Humos y Sangre, Protestas en la cuenca de las piritas y masacre en Río Tinto (1877 – 1890)*, Universtitad D´Alacant, Alicante, 43 -45.

[400] Staff Books 1, 54. LMA.

[401] Sobre Hugh Matheson como monografías ver OSWALD DYKES, J (1899): *Memorials of Hugh Matheson*, Hodder & Stoughton, London; DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, C (2019): *Hugh Matheson, Un victoriano en las minas de Río Tinto*, Universidad de Huelva; AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…141-144; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*6-11.

Con el inicio de la gestión de Río Tinto por el consorcio extranjero comenzó el segundo gran periodo de producción esta mina, que llegó a convertirse en uno de los mayores productores de cobre y piritas del mundo.

Esta privatización de un bien nacional de la importancia de Río Tinto supuso la pérdida para España de "un complejo industrial que le hubiera supuesto el aprovechamiento de sus propias riquezas naturales, lo que a su vez hubiese provocado un verdadero boom de su agricultura con el uso de los fertilizantes químicos y la construcción de un auténtico desarrollo industrial"[402]. Aunque no es menos cierto que el Estado Español, a pesar de contar con técnicos mineros excelentes, no apoyó financieramente la explotación de esta mina, conformándose casi con cubrir gastos con su rendimiento. Tuvo más interés en su venta y capitalizar sus recursos que en explotarlos para generar una importante fuente de ingresos. Hasta que este consorcio extranjero no invirtió lo necesario, Río Tinto no fue explotada de forma moderna para ser una mina muy rentable.

[402]FLORES CABALLERO, M. (2011b): *Las fuerzas de la revolución industrial en la fiebre minera del XIX en el Suroeste ibérico.* Huelva: Fundación para la Investigación Juan Manuel Flores Jimeno, 41.

4.4.1. Investigaciones sobre Arqueología Industrial en Río Tinto, desde la Edad Moderna hasta 1873

Junto con Almadén (Ciudad Real), Río Tinto es una de las minas españolas que más ampliamente han sido tratadas por diferentes investigaciones en las diversas épocas y temáticas. En este epígrafe nos centramos en los autores que trataron los diversos sistemas de obtención de cobre desarrollados en Río Tinto desde el siglo XVI hasta 1873.

La primera obra que trata sobre Río Tinto fue el informe realizado por Diego Delgado en agosto de 1556 por encargo de Felipe II[1]. Tras la puesta en operación de las minas de Guadalcanal, que ya tenía restos romanos, la corona se interesó por otros yacimientos mineros con restos antiguos, sobre todo romanos, que indicaban que contenía minerales con leyes beneficiables. Junto a la descripción de esos restos antiguos, Delgado describe el uso para la industria tintorera que se le daba al acije[2] y una propiedad del río Tinto que determinará los trabajos de cementación, el consumo de hierro debido a la presencia de ácido sulfúrico:

> "Tiene otra propiedad, que sí le echan un hierro en el agua, en pocos días se consume"[3].

Fue a inicios de la segunda mitad del siglo XVII, cuando Álvaro Alonso Barba, uno de los más famosos metalurgos españoles de esa centuria, visitó Río Tinto y demostró mediante el análisis de las escorias que éstas todavía contenían oro, plata y cobre, poniendo blanco sobre negro que los criaderos de Río Tinto, a pesar de la intensa explotación en época antigua, contenían en el momento de su obra muchos metales:

"Tengo por cierto que la riqueza y abundancia de minerales de oro y plata, cobre, y los demás metales, tan celebrada en la antigüedad, en las historias divinas y profanas, no se agotó, ni se acabó con lo mucho que en los siglos pasados se sabe, se sacó de ellos, y de que dan aún muestras, la grande suma de minas labradas, que todavía se ven algunas en grande profundidad, y las muchas reliquias de oro y plata que se hallan, y recogen de las escorias de sus fundiciones" [4]

[1]PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva…* 47 – 52 ; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica…* 93-95.
[2]PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva…* 49.
[3]PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva*….49; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica…*, 94.
[4]ALONSO BARBA, B. (1659): *Memorial al Rey 1659 y 1662*, Archivo General de Indias, fondo Audiencia de Charcas, legajo 150. Sevilla.

Alonso Barba hace en sus trabajos referencias a temas relacionados con el presente trabajo de investigación, como la fabricación de caparrosa gracias a la abundancia de aguas ácidas:

*"*Esta agua dicha (la proveniente del río Tinto y de las galerías del interior de la mina) se ha de sacar por acequias a una, y otra vanda (del río) donde huviese comodidad, y hecharse en unas arcas o estanques, como quien quiere quajar sal y en pocos días de sol se cuajará en caparrosa" [5].

El 15 de mayo de 1624 durante el reinado de Felipe IV se creó en Madrid la Junta de Minas, con la intención de poder sacar provecho de los recursos minerales en las coronas de Castilla, León, Aragón y Portugal. Entre sus trabajos destacamos el control del arriendo de los Fuggers en Almadén (Ciudad Real), que se prolongó entre 1525 y 1645, cuando volvió a la Real Hacienda.

La segunda acción también tuvo como sujetos a los Fucares, y fue el control por parte de la Administración del Estado de las operaciones en la mina sevillana de Guadalcanal en la primera mitad del siglo XVII. El tercero y último es el que nos ocupa en este trabajo, la gestión de la petición de Liberto Wolters para el arriendo por treinta años de las Minas de Río Tinto, Guadalcanal, Cazalla, Aracena y Galaroza en 1724, lo cual fue concedido el 4 de septiembre de 1725, año en el que una vez constituida la Compañía se iniciaron los trabajos en Río Tinto[6].

En este contexto encuadramos el siguiente trabajo sobre Río Tinto, que fue realizado por el ingeniero Robert Shee por encargo de la Compañía de Wolters en 1726. Este reporte describe el estado de las labores mineras antiguas, de forma similar a lo que lo hizo Diego Delgado 170 años antes y cita los trabajos de Alonso Barba, aunque no a su autor, para mencionar la riqueza en metales de las escorias y por ende de los minerales de las masas. Con estos prometedores indicios Mr. Shee apoyó la apertura del establecimiento minero de Río Tinto[7].

El 3 de abril 1747 la Real Junta de Minas fue integrada en la Real Junta de Comercio, Moneda y Minas por Real Decreto de Fernando VI, que será la institución de

[5] ALONSO BARBA, B. (1661): *Copia de un papel que dio al señor inquisidor General,* Archivo Histórico Nacional, fondo Jesuitas 187, 20 – II – 1661, Madrid

[6]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII, Francisco Angulo (17..-1815), Primera Dirección General de Minas (1788 – 1815)", *Boletín Geológico y Minero, XCVIII-VI,* 142 -143.

[7]Apéndice II Informe que de Río Tinto dio D. Roberto Shee a la junta de la Compañía de minas, en FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…, 96-109.

la que dependerá la actividad minera en España hasta después de la Guerra de Independencia[8].

En la segunda mitad del siglo XVIII un trabajo importante sobre Río Tinto fue el opúsculo editado en 1762 sobre la placa de bronce hallada (CIL 956)[9] en la Galería San Carlos el 31 de julio de ese mismo año, aunque no contiene datos referidos a la investigación que nos ocupa.

Un hecho destacable en el último tercio del siglo XVIII fue la creación de la Academia de Minas de Almadén por Real Orden de 14 de julio de 1777, futura Escuela de Minas. Esta institución se gestó siguiendo el ejemplo de la primera escuela de minas del mundo, la de Freiberg en Alemania. A partir de ese momento se comenzaron a formar los ingenieros de minas que dirigieron los trabajos en los yacimientos mineros peninsulares y de los de la América española. Si bien el contenido de las obras de estos ingenieros no versa directamente sobre Arqueología Industrial, lo que en ellas se refleja es la mejor fuente para conocer cómo eran las instalaciones mineras y metalúrgicas, su evolución, mejoras y estado de conservación, etc., entre principios del siglo XIX y el primer tercio del siglo XX. Hay que destacar que buena parte de los trabajos fueron publicados en la Revista Minera, una publicación básica para el conocimiento de la minería en España y Río Tinto en particular, aunque hay que tener en cuenta que la información que ofrece, aunque muy variada, está centrada en describir instalaciones y métodos de laboreo. Aunque la información que ofrece es crucial para conocer el devenir del establecimiento minero de Río Tinto, desde el punto de vista de la arqueología industrial es parca.

Sobre la importancia del trabajo de los Ingenieros de Minas españoles en Río Tinto se pronuncia el Sr. Barrantes en la Revista Minera en 1882 con las siguientes palabras:

"Si alguna página honrosa puede ostentar el Cuerpo español de Ingenieros de Minas, es la que forman sus estudios sobre Río Tinto, cuya bibliografía desde el siglo pasado quizás no tiene rival en el terreno científico. Los resultados ciertamente no han

[8]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII…, 143.

[9]Sobre la placa de Nerva ver SANZ, F. T. (1762): *Memoria Antigua de Romanos, nuevamente descubierta en las Minas de Rio-Tinto*, Sevilla; y FERNÁNDEZ POSSE, M.D. y F.J. SÁNCHEZ PALENCIA (1996): Río Tinto: La Memoria antigua desde la actualidad" en *Memorias Antigua de Romanos*, Clásicos de la Arqueología de Huelva 6, Diputación de Huelva, Huelva, 30-86. Sobre el intento de utilización política por parte de Francisco Thomas Sanz para que Carlos III le favoreciera en su intento por el control directo del Establecimiento de la Reales Minas de Río Tinto ver REMESAL RODRÍGUEZ, J. (1998): "Epigrafía y política en el siglo XVIII….499 – 517.

correspondido a sus estudios; pero cúlpese a las imperfecciones de la organización oficial, al burocratismo incompatible con las empresas industriales, y más que a nada, á la parsimonia y a meticulosidad con que los Gobiernos tienen que proceder en los gastos e innovaciones cuya ineficacia podría acarrearles responsabilidad administrativa…casi ninguna de las fecundas innovaciones introducidas en el establecimiento desde el año 1873, que salió de las ruinosas manos del Estado, es debida exclusivamente á la iniciativa inglesa; pues todas, cual más, cual menos, fueron ya indicadas y propuestas, por nuestros Ingenieros de Minas, principalmente por Rúa Figueroa, por Anciola, por Cossío y otros muchos" [10].

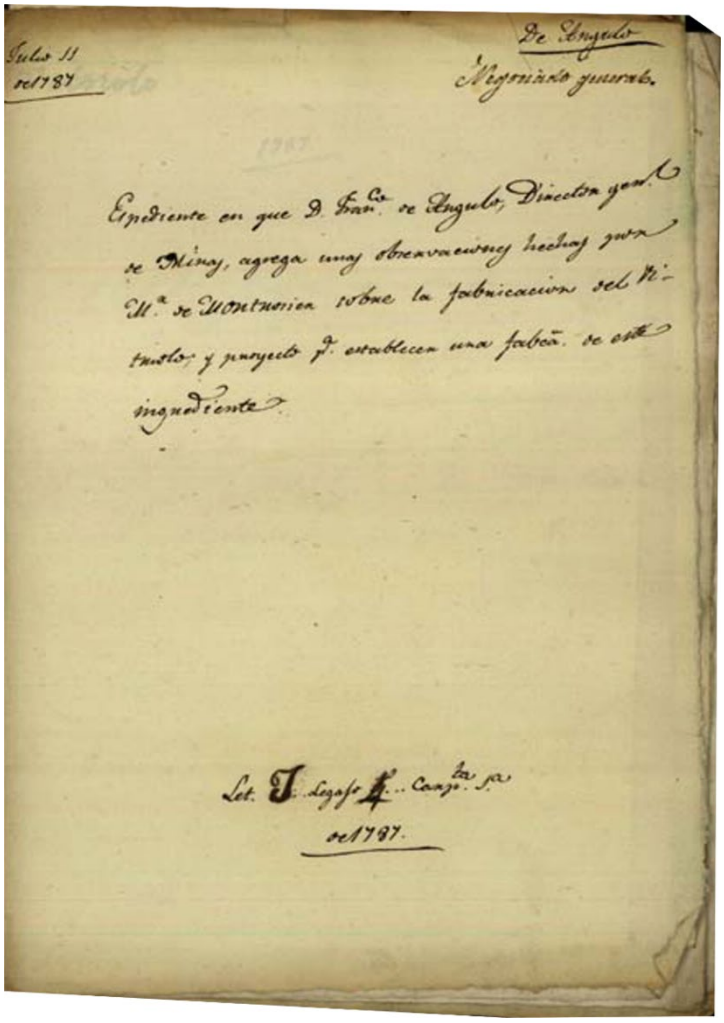
El primero de los técnicos que trabajaron en Río Tinto, del que se conservan algunos trabajos, es Francisco de Angulo, ingeniero de minas que se formó en Freiberg (Alemania), trabajó en minas en el Ducado de Saboya, y fue compañero de estudios de Elhuyar[11].

Angulo fue comisionado como presidente de un equipo técnico entre enero y julio 1787 para inspeccionar las minas y proponer las mejoras necesarias para ayudar que fueran rentables[12]. Durante esa comisión se propusieron mejoras en los trabajos en contramina[13], y se verificó la falta de personal cualificado para el desarrollo de las operaciones mineras y metalúrgicas, por lo que se contrataron técnicos alemanes[14]. La principal innovación que trajo la visita de Angulo fue el comienzo del empleo en Río Tinto de los hornos cónicos, un sistema de calcinación empleada en las minas del Harz[15]. Sin embargo, la estancia de estos técnicos no duró lo suficiente para que se implantaran todos los cambios propuestos. Angulo realizó muchos trabajos, pero la mayoría no se han conservado, pues estaban depositados en el Archivo General de Alcalá y se destruyeron durante la Guerra Civil. Entre ellos se encontraba el informe sobre las minas de Río Tinto de 1787[16]. Actualmente se conserva en el Archivo de Hacienda en el Legajo 1, carpeta 16 el documento "Apuntes de Angulo", una carta de fecha 11 de julio de 1787

[10]BARRANTES, V. (1882) *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXXIII, 285. Es una reproducción de un artículo del periódico *El Día*.
[11]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII…, 143 - 149.
[12]FLORES CABALLERO, M. (1983): *La Rehabilitación Borbónica…* 62.; LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII…, 146.
[13]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…67.
[14]ALDANA Y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,148 -151; 279 y 280; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…67.
[15]ALDANA Y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,156; FLORES CABALLERO, M. (1983): *Rehabilitación Borbónica*…70.
[16]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII…, 149.

que Angulo remitió a Monsieur Montrosier sobre el proyecto de construir una fábrica de Vitriolo en Sevilla y la contestación del técnico francés en fecha 31 de diciembre del mismo año donde se recoge como instalar dicha fábrica en Sevilla.

En 1788 Francisco Angulo fue nombrado Director General de Minas del Reino, dependiente de la Real Junta de Comercio, Moneda y Minas. Este cargo fue creado en 1785 pero que no fue cubierto hasta tres años después, y Angulo lo ocupó hasta 1815[17].


Julio 11
de 1787

De Angulo
Negociado general.

Expediente en que D. Fran.co de Angulo, Director gen.l de Minas, agrega unas observaciones hechas por M.a de Montrosier sobre la fabricacion del Vitriolo, y proyecto p.a establecer una fabca. de este ingrediente.

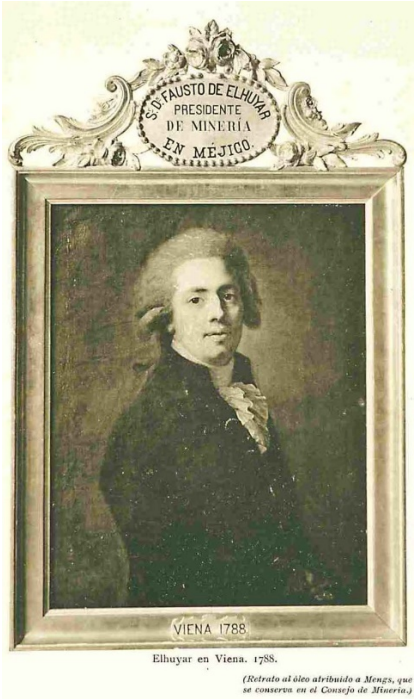
Let. J. Legajo 4.o Carp.ta 5.a
de 1787.

Foto 48 Expediente en que Francisco de Angulo se dirige a Montrosier sobre la posibilidad de instalar una fábrica de vitriolo en Sevilla, 1787.

En 1825 se reinstauró el cargo de Director General de Minas del Reino en la persona de Fausto Fernando Elhuyar de Súbice (1755 – 1833) por Real Orden de 18 de diciembre de 1825[18]. Nacido en Logroño en 1755, tras sus estudios en París fue catedrático de Mineralogía y Metalurgia en Vergara entre 1781 y 1785. Durante este tiempo se formó en Freiberg (Alemania), Upsala (Suecia) y Viena, donde se anunció el

[17]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII…, 143,149.
[18]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1988): "La Segunda Dirección General de Minas (1825 -1849)", *Boletín Geológico y Minero, XCIX-I*, 126.

descubrimiento de un nuevo metal junto con su hermano, el wolframio. Tras su renuncia a la cátedra de Vergara fue nombrado Director General de Minería de Nueva España en 1786, puesto que ostentó durante treinta años, hasta la independencia de México. Volvió a España en 1822 y fue nombrado en 1825 Director General de Minas con un sueldo de 40.000 reales. El 14 de septiembre se le solicitó informe por parte de la Junta de Crédito Público de las minas de Guadalcanal, Almadén y Río Tinto[19]. El de Río Tinto finalizó el 13 de febrero de 1823, aunque no fue publicado hasta más de treinta años después[20]. Este informe comenzaba haciendo una descripción de las labores antiguas, continuaba describiendo el estado de las minas tras la incipiente reapertura después de la Guerra de Independencia, y por último proponía una serie de mejoras para que fuera rentable. Entre ellas enumeraba las siguientes: mejorar la cementación; rehabilitar las fábricas de San José y San Francisco de Borja, que sólo necesitaban de reparaciones menores; suministrar carbón a la fábrica de Sta. María dedicada al afino de cobre; desarrollar trabajo de limpieza en las labores antiguas; optimizar el acarreo del mineral a las fundiciones; introducir cambios en la fundición de los minerales, para lo que proponía una doble fusión de los calcinados.



Elhuyar en Viena. 1788.
(Retrato al óleo atribuido a Mengs, que se conserva en el Consejo de Minería.)

Foto 49

[19]LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1988): "La Segunda Dirección General de Minas…, 124-125.
[20]ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto, en la provincia de Huelva, que D. Fausto Elhuyar, dirige a la Comisión especial de administración y recaudación del crédito público" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* V, 4 - 14; 44 - 56; 106 -120.

La falta de empresarios, de capital para invertir en las mejoras y de la mano de obra cualificada impedía que se produjera cobre de calidad para la Real Maestranza de Artillería de Sevilla, lo que llevó a que Elhuyar se decantara por el arriendo de Río Tinto. Tras cinco años y varios intentos la Junta de Minas aceptó en noviembre de 1828 su arriendo por parte de la empresa de Gaspar Remisa, que comenzó a operar en Río Tinto en 1829.

El tercero de los ingenieros cuyos trabajos sobre Río Tinto trataremos es Joaquín Ezquerra del Bayo (1793 – 1859) [21]. Nacido en La Coruña, comenzó estudios en la Escuela de Ingenieros de Caminos y Canales en 1821, pero sólo pudo terminar de obtener el título de auxiliar de ese cuerpo, pues la Escuela fue cerrada por Orden Real en 1823 y Ezquerra fue desterrado ese mismo año. Entre 1830 y 1834 cursó estudios en la Real Academia de Minas de Freiberg (Alemania). Posteriormente fue nombrado Inspector General del Cuerpo de Ingenieros de Minas y profesor de Laboreo de Minas y de Mecánica Aplicada en la Escuela de Minas hasta 1844, y escribió el primer manual de tecnología minera escrito por un español[22]. Tras dejar la cátedra trabajó en diversas comisiones de servicio para la confección de estudios y cartografía minera y geológica.



Foto 50 Joaquín Ezquerra del Bayo

[21]AMAR DE LA TORRE, R. (1859): "Biografía de Ilmo. Sr. D. Joaquín Ezquerra del Bayo, Inspector General de Minas", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil X*, 552 – 555.

[22]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1839): *Elementos de laboreo de minas precedidos de algunas nociones sobre geognosia y la descripción de varios criaderos minerales, tanto de España como de otros reinos de Europa,* Madrid. Fue reeditada en 1851, añadiendo tres láminas a las 13 de la edición original.

Su relación con Río Tinto se inició cuando se le encargó en 1828 que visitara esta mina, para que realizara un informe previo al arrendamiento[23] y un levantamiento cartográfico de este establecimiento minero, incluyendo el criadero minero, las instalaciones y el poblado y la descripción de los mismos[24]. Este plano de Río Tinto es el más antiguo que se conserva, pues los anteriores son croquis y no detallan las instalaciones, las bocaminas, los bosques, etc. Incluso llegó a tratar sobre tradiciones populares[25], sobre los metales preciosos contenidos en los minerales de Río Tinto[26] y producciones de cobre de fines del siglo XVIII[27].

También siguió haciendo informes tras el comienzo del arriendo de la empresa de Gaspar Remisa[28], fiscalizando las operaciones minero-metalúrgicas, controlando el estado de las instalaciones durante los veinte años que duró e indicando las medidas a tomar en cada momento[29]. Una vez que finalizaron las operaciones mineras de la empresa arrendataria, Ezquerra del Bayo realizó otro informe sobre el modo de gestionar Río Tinto[30], planteando que las dos maneras de hacerlo era o volver a arrendarlo a una empresa particular o por cuenta de la Hacienda Nacional bajo la dirección de Ingenieros de Minas del Estado. Además de todo lo anterior, Ezquerra del

[23]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Comisión para el reconocimiento facultativo de las Minas de Río Tinto en 1828, y correspondencia oficial con la Dirección General del ramo, 24 de septiembre de 1828", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto. Esplicacion razonada del plano topográfico de las minas de Rio-Tinto y de su término acotado por la Real Hacienda*, Madrid. 1-9; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852):"Observación sobre el Estado actual y mejoras de que son susceptibles las labores de beneficio de las minas de Río Tinto presentados a la Dirección General del ramo por D. Joaquín Ezquerra del Bayo, Madrid 24 de octubre de 1828", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...* 17-39; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852):"Condiciones bajo las cuales debe beneficiarse el arrendamiento de las Minas de Río Tinto, presentando a S.M. por la Dirección General del Ramo, 3 de abril de 1828", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...* 39-42; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1851b): "Observaciones sobre el actual estado y mejoras que admiten las labores de beneficio de las minas de Río Tinto, presentadas a la Dirección general del ramo por D. Joaquín Ezquerra y Bayo, octubre 1828", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil*, II 742 -743.

[24]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Descripción de las Minas de Río Tinto con arreglo al plano de ellas levantado por D. Joaquín Ezquerra del Bayo y redactado por él mismo", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto….* Madrid. 9-16;

[25]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Tradiciones vulgares sobre las minas de Rio-Tinto ", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, Madrid. 49-52.

[26]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Sobre los metales preciosos que contienen las Minas de Río Tinto. Por D. Joaquín Ezquerra, caballero page que fue de su majestad", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, Madrid. 54-60.

[27]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Tabla del Estado y liquidación del cobre beneficiado en Río Tinto entre 1794 - 1798", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, Madrid. 53.

[28]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Proyecto presentado al arrendatario D. Gaspar Remisa por D. Joaquín Ezquerra en 1829, para la administración y manejo de las Minas de Río Tinto, 1828", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, Madrid. 42-47.

[29]Tenemos documentadas las visitas del año 1834 en EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): "Recopilación de todas las noticias que se tienen del establecimiento nacional de las minas de Río-Tinto, su marcha progresiva en los tiempos modernos y medidas que deben de adoptarse en lo sucesivo para su mejor aprovechamiento, por el Inspector general de Minas D. Joaquín Ezquerra del Bayo, en cumplimiento de la Real orden de setiembre de 1834, comunicada por Excmo. Sr. Ministro de Fomento, D. Francisco Luxan", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* X, 37-51; año 1837 en EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Comisión de visita a Río Tinto en 1837, 5 de diciembre de 1837", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, 42-47, donde Ezquerra indicó el método de laboreo propuesto a la empresa Remisa y los cambios necesarios en la cañería de cementación; año 1845 en EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Visita al establecimiento de minas de Río Tinto en agosto 1845, el inspector general segundo D. Joaquín Ezquerra del Bayo", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, 72-96; y año 1848 en EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Visita del Sr. D. Joaquín Ezquerra del Bayo al establecimiento de las Minas de Río Tinto, en virtud de la Real Orden de 26 de agosto de 1848", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, Madrid. 97 – 99.

[30] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Sistema á que convendrá arreglar en lo sucesivo el establecimiento de las minas de Río Tinto", *Memorias sobre las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, 100 – 109.

Bayo hizo hincapié en que el principal tema pendiente para el establecimiento minero era mejorar y aumentar los trabajos de cementación[31], pues podían producir cobre de la manera más barata y competitiva. También se ocupó de tratar sobre los dos grandes hándicaps de Río Tinto, el transporte desde la mina con una descripción de los caminos[32] y el combustible para los hornos[33], haciendo una descripción del manejo forestal que se hacía de los montes del coto minero. Como consideraciones finales reconoce que el principal problema con que contaría la mina para ser rentable era el precio de venta del cobre en el extranjero, la disposición de capital para su explotación y la posibilidad de disponer de carbón. Aunque se decanta levemente por una gestión por parte de la Real Hacienda frente a otro arrendamiento, considera que el establecimiento minero debe depender de un solo ministerio[34].

Por último, también debemos a Ezquerra del Bayo la primera reseña histórica sobre Río Tinto y la compilación de todo lo conocido de esta mina hasta ese momento. Fue escrita en 1854 por Real Orden, pero no fue publicada hasta 1859[35].

Fernando Sánchez Caravantes (1788 – 1843) [36], nacido en Almadén (Ciudad Real), estudió en la Real Academia de Minas de Almadén, donde finalizó sus estudios con muy buenas calificaciones. Fue profesor de la Academia de Minas y Director de Almadén, y en 1831 nombrado Inspector de distrito de primera clase. En 1836 fue nombrado Subinspector General del Cuerpo de ingenieros, siendo el segundo en el escalafón. Con el fin de la regencia de Mª Cristina y el comienzo de la del General Espartero en enero de 1841 se cesó a Rafael Cavanilles, Director General de Minas, siendo nombrado Caravantes, que estuvo en el cargo hasta diciembre de 1843 con la llegada al gobierno de Narváez y el fin de la regencia de Espartero. Este ingeniero de minas fue otro de los técnicos, como Ezquerra, visitó Río Tinto durante el arriendo de Remisa, durante el periodo como Subinspector en 1840. Nos queda memoria escrita de su comisión[37], en

[31] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Sistema á que convendrá arreglar en lo sucesivo el establecimiento de las minas de Río Tinto", *Memorias sobre las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, 103 – 104.
[32] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Sistema á que convendrá arreglar en lo sucesivo el establecimiento de las minas de Río Tinto", *Memorias sobre las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, 104 – 106.
[33] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Sistema á que convendrá arreglar en lo sucesivo el establecimiento de las minas de Río Tinto", *Memorias sobre las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, 106 – 108.
[34] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): "Sistema á que convendrá arreglar en lo sucesivo el establecimiento de las minas de Río Tinto", *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto...*, Madrid, 108 - 109.
[35]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): "Recopilación de todas las noticias que se tienen de este establecimiento,…, 37-51; 66-79.
[36]LÓPEZ AZCONA, J.M. (1988): "La Segunda Dirección General de Minas… 128 – 129.
[37]CARAVANTES, F (1840): *Memoria de la visita realizada a las Minas de Río Tinto el 21 de febrero de 1840*, Madrid. Archivo Histórico Nacional, Expediente del Ministerio de Hacienda, legajo 1999.

la que refleja, por ejemplo, un deficiente manejo de la masa forestal del Establecimiento[38] o que no todos los hornos estaban en operación[39].

Otro ingeniero cuya obra es fundamental para el conocimiento de las operaciones en Río Tinto, sobre todo las metalúrgicas, fue Luis de la Escosura y Morrogh (1821 – 1878)[40]. Fue Inspector General del Cuerpo de Ingenieros de Minas, Director de la Escuela Especial de Minas, profesor en la misma y Catedrático de Química, Docimática y Analítica desde enero de 1844, con 23 años, y el primer docente que impartió esta asignatura "como cuerpo completo de doctrina científica". Además, ocupó los cargos de Superintendente de la Casa de la Moneda de Madrid, Presidente de la Junta Superior Consultiva Facultativa de Minería, y miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Física y Naturales y senador del reino.

Escosura está considerado uno de los más reputados metalurgos españoles del siglo XIX. Desde su cátedra en la escuela de minas difundió el uso de los métodos de análisis y ensayo sobre minerales y fue autor de numerosos trabajos de investigación referidos a ingeniería, química y metalurgia. Publicó en 1844 por orden de la Dirección General de Minas una memoria "De la Fundición de los minerales de las minas de Río Tinto"[41], obra clave sobre esta materia, donde hace una una breve introducción sobre el establecimiento, en la incluye que en ese momento era operada "por una empresa particular". Describe de forma pormenorizada cómo se desarrollaban en la fecha de redacción del artículo los trabajos de cementación[42], calcinación[43], de los que afirma que eran: "la operación más interesante de cuantas se ejecutan para beneficiar el cobre"[44], y analiza de forma exhaustiva y muy completa el desarrollo de trabajos metalúrgicos[45], detallando desde cómo se cargaba el horno, la forma de los mismos, el afino del cobre, y los problemas que planteaba el sistema empleado, sus bondades y sus dificultades. Además del texto incluye una tabla del cobre producido en Río Tinto por cementación y fundición entre el 1 de febrero de 1783 y el 24 de abril de 1829, indicando

[38]CARAVANTES, F (1840): Memoria de la visita realizada a las Minas de Río Tinto…, 21
[39]CARAVANTES, F (1840): Memoria de la visita realizada a las Minas de Río Tinto…, 29
[40]MAFFEI y RAMOS, E. (1878): "Biografía Excmo. Sr. D. Luis de la Escosura y Morrogh". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, X*, 379-380.
[41]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición de los minerales de las minas de Río Tinto" *Anales de Minas,* III, 351 – 374 y lámina V.
[42]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición …" *Anales de Minas* III, 353 – 359. Sobre este mismo particular Escosura posteriormente publicará análisis de las aguas empleadas en la cementación ESCOSURA de la, L. (1850): "Análisis de las aguas de cementación de las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* I, 299 – 302.
[43]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición …" *Anales de Minas,* III, Madrid, 359 – 365.
[44]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición …" *Anales de Minas,* III, Madrid, 361.
[45]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición …" *Anales de Minas,* III, Madrid,365 - 374.

que son los datos que se dispone en la contaduría desde el inicio del arriendo de la empresa Remisa. En la lámina V del tomo III de los Anales de Minas donde se editó el trabajo sobre la fundición, Escosura incluyó el dibujo de los hornos de fundición y de afinación establecidos en Río Tinto, siendo la representación más antigua conservada de los mismos y un documento excepcional para nuestro trabajo.

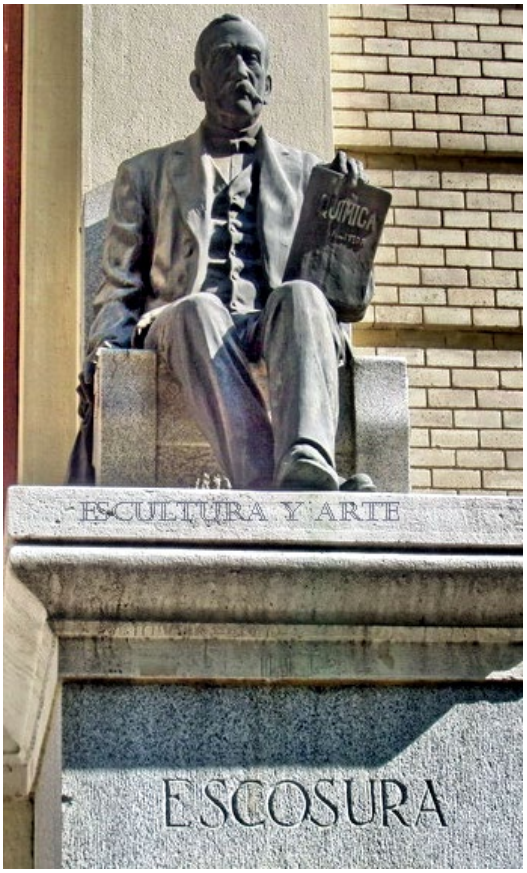


Foto 51 Escultura de Luis de la Escosura en la fachada de la Escuela de Minas en la c/Ríos Rosas en Madrid.

Un alumno de Escosura, Roberto Kith (1826 – 1908), realizó un trabajo monográfico muy interesante durante la estancia en la Escuela de Minas sobre el sistema de cementación empleado en Río Tinto, que fue publicado en los Anales de Minas[46], antecesora de la Revista Minera.

[46]KITH, R. (1846): "Descripción del método llamado cementación artificial según se acaba de plantear para el beneficio de la pirita ferruginosa cobriza, en el establecimiento de Río-Tinto, por el aspirante Don Roberto Kith, y adicionada por el ingeniero y profesor D. Luis de la Escosura", *Anales de Minas, IV*, 353 – 377.



Foto 52, Casiano del Prado

Casiano del Prado y Valle[47] (1797-1866) fue otro ingeniero de minas cuya vida profesional discurrió en Río Tinto y parte de su obra versó sobre este yacimiento. Nació en Santiago de Compostela, cursó estudios de matemáticas, y fue ávido lector de obras científicas, incluidas aquellas prohibidas por la Inquisición, por lo que fue encarcelado durante más de un año. En 1820 apoyó el levantamiento liberal y participó en los sucesos desarrollados en La Coruña en 1823, por los que fue recompensado con una medalla y un diploma de benemérito de la patria.

En 1829, con treinta y un años, aprobó el examen de ingreso a la Academia de Minas. Fue pensionado con 4.400 reales anuales en concepto de alumno, y durante su periodo de estudiante visitó varios establecimientos mineros de España, entre ellos Río Tinto. El 22 de agosto 1834, al finalizar sus estudios, fue nombrado Ingeniero de tercera clase.

[47] Sobre la biografía de Casiano del Prado Ver ARCINIEGA, J. (1866): "Biografía de Casiano del Prado". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XVII*, 499 – 455; MONESTERIO, J. (1866): "Necrológica de Casiano del Prado", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XVII, 417 – 419; LÓPEZ DE AZCONA, J.L. (1984): "Mineros destacados del siglo XVIII, Casiano del Prado y Valle (1797 – 1866)", *Boletín Geológico y Minero,* XCV-V, 494-499; PUCHE RIART, O. (2004): "Casiano del Prado y Valle", *Pioneros de la Arqueología en España del siglo XVI a 1912*, Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid, 79 – 86 y GONZÁLEZ FABRE, M. (2004): *Aporte científico del ingeniero de Minas D. Casiano del Prado y Valle (1797 – 1866)*, tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Archivo digital UPM, nº 416, formato pdf.

Cuando finalizó el arriendo de la Empresa Remisa en Río Tinto el 24 de abril de 1849, Casiano del Prado fue comisionado por la Dirección General de Minas para recibir este Establecimiento minero de vuelta a manos del Estado Español[48]. La continuidad de los trabajos mineros y metalúrgicos fue posible a las gestiones realizadas en Sevilla por del Prado[49]. Este ingeniero documentó que tras el arrendamiento de Remisa se había hecho por esa empresa un deficiente manejo de la masa forestal. Uno de los grandes hándicaps que tuvo Río Tinto tradicionalmente era la falta de una fuente de energía[50], pero el principal inconveniente era que las labores mineras no estaban en buen estado, pues durante el arriendo se había desarrollado una minería encaminada a explotar las zonas con leyes más altas y no un laboreo sistemático del yacimiento.

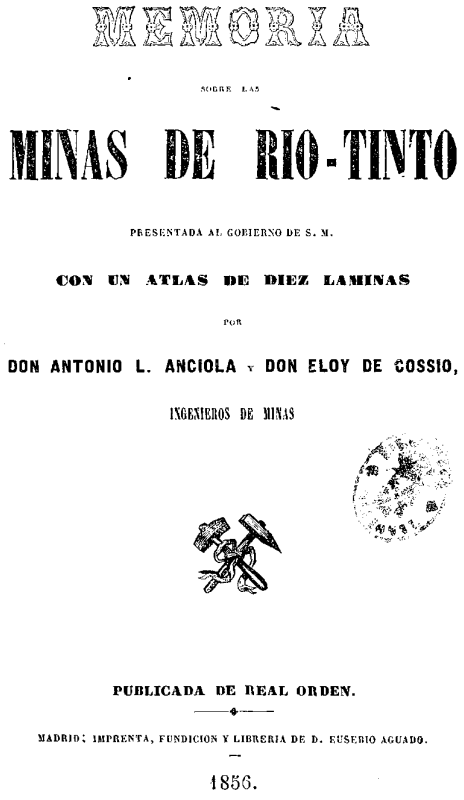
Del Prado dejo la Dirección de Río Tinto a principios de octubre de 1849, ocupando el puesto Andrés Pérez Moreno[51]. Su corto periodo en Río Tinto ocasionó que muchas de las mejoras que propuso no se llevaran a cabo, aunque mantuvo su relación con la mina, y estuvo en contra de la firma del segundo contrato con Mariano de la Cerda[52].

Las dos obras más importantes que realizó del Prado sobre Río Tinto fueron un artículo sobre el estado en que se encontraban en manos de Hacienda tras finalizar el arriendo[53] y la Memoria que editó en 1856, que hizo cuando la explotación volvió a manos del Estado en 1849[54].

En 1855, durante el bienio progresista, fue un momento en el que el gobierno pensaba que la mejor manera de hacer rentable Río Tinto era enajenarla mediante venta o arriendo[55]. En esta coyuntura el Ministerio de Hacienda encomendó en 1855 a la Dirección General de Loterías, Casas de Monedas y Minas la realización de una memoria que expusiera la situación en que se encontraba el establecimiento minero, para lo cual

[48] PRADO del, C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias sobre el estado que ofrecían sus diversas dependencias al finalizar la empresa que las había llevado en arrendamiento desde el 24 de abril de 1829, hasta igual día de 1849: las cuales fueron escritas y remitidas al ministerio de Hacienda para que pudiesen tenerse presentes en la liquidación final de la misma*, Madrid, *53-54.*
[49] PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*11.
[50]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…* 38.
[51] PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*12.
[52]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*60.
[53]PRADO del, C. (1851): "Minas de Río Tinto, de sus circunstancias e importancia" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* II, 97 – 112.
[54] PRADO del, C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias…*72 , Madrid.
[55]FLORES CABALLERO, M. (1988):"Análisis de los principales factores…., 645.

fueron comisionados los Ingenieros de Minas del Estado Antonio Luis Anciola y Eloy de Cossio[56]. Esta memoria fue editada por el gobierno en 1856 al precio de 24 reales[57].



MEMORIA

SOBRE LAS

MINAS DE RIO-TINTO

PRESENTADA AL GOBIERNO DE S. M.

CON UN ATLAS DE DIEZ LAMINAS

POR

DON ANTONIO L. ANCIOLA Y DON ELOY DE COSSIO,

INGENIEROS DE MINAS

PUBLICADA DE REAL ORDEN.

MADRID: IMPRENTA, FUNDICION Y LIBRERIA DE D. EUSEBIO AGUADO.

1856.

Foto 53, Portada de la Memoria sobre las Minas de Río Tinto realizadas por Antonio Luis Anciola González y Eloy de Cossio y Cos 1856.

Estos dos magníficos ingenieros de minas realizaron una profunda inspección del yacimiento minero, y comprobaron las condiciones en que se encontraba desde el punto de vista del laboreo minero, instalaciones, rendimientos, etc. Propusieron una serie de mejoras en las operaciones que en ese momento se estaban desarrollando: en minería indicaron que se rehabilitara el pozo San Luis[58]; en hidrometalurgia para aumentar la cantidad de cobre obtenido y aminorar los tiempos propusieron cambiar el uso de los

[56]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto,…*108; FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* 83-104.
[57]VVAA (1857): "Anuncios, Memoria sobre las Minas de Río-Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, VII*, 96.
[58]ANCIOLA, A. y COSSIO, E. (1856): *Memoria sobre las Minas de Río Tinto,* Madrid, 89.

lingotes de hierro por placas, con lo cual además de conseguir las mejoras deseadas sin aumentar el costo se disminuía el capital amortizado[59]; y para los trabajos metalúrgicos apuntaron que se dividieran los minerales según su ley en tres clases, y según ésta los pertenecientes a la segunda y tercera clase se destinarían a la cementación, mientras los de primera clase, junto con el mineral calcinado de segunda, las subsales de cementación (Papucha) y las escorias de afino pasarían a los hornos[60]. La obra de estos dos ingenieros es clave para conocer el estado de Río Tinto a mitad del siglo XIX, y la descripción de las instalaciones nos ayuda a ver la evolución posterior, hasta la venta en 1873. Además, el trabajo contaba con un atlas de diez láminas[61]

Al final de la Memoria Anciola y Cossio apostaron porque sería más rentable la venta o arriendo de Río Tinto, incluyendo en él todas las instalaciones y viviendas, para evitar errores como los cometidos en 1829 durante el arriendo de la empresa de Remisa[62]. Para ello recomendaron que era "forzoso convenir que para la venta de la mina de Rio- Tinto se necesita una ley especial" [63]. Estos resultados fueron tenidos en cuenta por el gobierno progresista que promulgó para ello la Ley de Desamortización de 11 de junio, en la que se recogía que la venta de las minas nacionales se debía realizar mediante leyes especiales. El cambio de gobierno y la llegada al poder de un gobierno conservador moderado puso fin a este incipiente proceso desamortizador[64].

Antonio Luis de Anciola González (1831 – 1875)[65], nació en Luarca (Asturias), en 1847 ingresó en la Escuela de Minas, y finalizó sus estudios en 1851. En 1852 ingresó en el Cuerpo de Ingenieros como supernumerario y fue destinado a Almadén. Tras realizar viajes de formación por Europa, en 1853 fue nombrado ingeniero de 2ª, siendo destinado a Río Tinto y después a Almadén, donde realizó mejoras en los hornos Bustamante. En 1855 se le comisionó junto con Eloy de Cossio en la visita a Río Tinto para la realización de la Memoria ya citada. Ese mismo año fue nombrado Secretario Interino de la Escuela de Minas y comisionado de nuevo junto con Cossio para conocer

[59]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*97.
[60]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 99. Esta propuesta de Anciola y Cossio es muy similar a la que indica RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto….* 130.
[61]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria sobre las Minas de Río Tinto, Atlas*. Madrid. Lámina 1 Croquis de la provincia de Huelva; Lámina 2 Plano Geológico del criadero de Río Tinto (en Color); Lámina 3 Plano del Primer Piso; Lámina 4 Plano del Segundo Piso; Lámina 5 Plano del Tercer Piso; Lámina 6 Plano del Cuarto Piso; Lámina 7 Plano del Quinto Piso; Lámina 8 Plano del Sexto Piso; Lámina 9 Corte del Criadero y del nivel freático y Lámina 10, Cortes y secciones del criadero, Telera y Hornos Estirianos.
[62]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 158 - 166.
[63]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 158.
[64] FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*109.
[65] MAFFEI y RAMOS, E. (1875): "Biografía D. Antonio Luis Anciola", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XXVI*, 61 - 62.

las operaciones que se desarrollaban en Europa en distintos yacimientos. A su vuelta fue destinado a Asturias y a Río Tinto como subdirector, en 1859 ejercio de profesor de la Escuela de Capataces de Asturias, donde realizó estudios sobre las comarcas carboníferas. En 1864 fue nombrado Ingeniero Jefe del distrito de Palencia. Entre 1866 y 1871 fue Diputado en Cortes. En 1872 giró visita de Inspección a Río Tinto junto con el Director General de Propiedades y Derechos del Estado, y a su vuelta fue nombrado Jefe de Minas el 8 de junio 1874. Murió el 21 de enero de 1875 en Becerril de Campos (Palencia).


MEMORIA

sobre las

MINAS DE RIO-TINTO

presentada al Gobierno de S.M.

por

Dn ANTONIO L. ANCIOLA Y Dn ELOY DE COSSIO,

Ingenieros de Minas.

ATLAS

Publicada de Real Orden.

Biblioteca Nacional de España

Foto 54, Portada del Atlas de la Memoria sobre las Minas de Río Tinto realizadas por Antonio Luis Anciola González y Eloy de Cossio y Cos 1856.

Eloy de Cossio y Cos (1831 – 1877), Ingeniero de Minas, fue comisionado junto con Anciola en 1855 para la realización de la Memoria que fue editada en 1856. Ese mismo año fue comisionado junto con Anciola para conocer de primera mano diversos yacimientos europeos. A su vuelta pasó a ser profesor de la escuela, impartiendo la

asignatura de Geometría Descriptiva. A principios de los años 60 estuvo en Río Tinto, donde realizó una importante aportación a las operaciones que se desarrollaban en Río Tinto, la aplicación de método Chenot similar al empleado en las minas de Thydal (Noruega)[66]. Este sistema consistía en reducir a hierro metálico una parte del material calcinado y emplear este hierro para cementar las legías[67]. Se conseguía una mayor superficie de cementación que con los lingotes[68]. En 1861 se le concedió a Cossio el privilegio de este método, que fue ensayado en 600 toneladas de mineral, y la viabilidad del sistema hizo que la Comisión de Visita de 1867 lo recomendara. Incluso se construyó una fábrica[69], aunque por la paralización de todas las operaciones a partir de 1870 no entro en producción. Tras la compra de Río Tinto por un consorcio extranjero fue destruida, sin haber cubierto el propósito para el que fue edificada.

Por último, Cossio descubrió con los medios disponibles en los años 60 del siglo XIX la última masa mineral documentada en Río Tinto hasta la actualidad, Masa Valle[70], explotada entre 1929 y 1936 por Rio Tinto Company, de la que extrayeron en esos siete años 193.037 toneladas de mineral de cobre[71].

Ramón Rúa Figueroa y Fraga (1825 – 1874) es otro de los Ingenieros de Minas cuya obra es de conocimiento obligado y fuente para conocer el desarrollo de la historia y las operaciones mineras y metalúrgicas en Río Tinto[72]. Nació en Santiago de Compostela, donde comenzó a cursar estudios que continuó en La Coruña. De carácter liberal, al igual que Casiano del Prado tuvo problemas con el Santo Oficio. Con veinte años, en 1845, aprobó el ingreso en la Escuela de Ingenieros de Minas con el número 347, y finalizó sus estudios en 1850. En enero de 1851 fue enviado a realizar las prácticas a Río Tinto, con la categoría de ingeniero sexto, hasta junio de 1852, cuando fue enviado a Linares. De este periodo son algunos de sus primeros trabajos publicados en la Revista

[66] V.V.A.A. (1857): "Cementación del cobre por medio de la esponja de Hierro", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XIII,* 695-697.

[67]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 11.

[68]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 99.; RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto….* 130; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"…189. Donde se recoge que el método del Sr. Cossío podía ser muy interesante al permitir recuperar gran parte del cobre contenido en la Mena permite duplicar la producción.

[69]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 26, *"En los chaparrales (Concepción y San Carlos) hay un horno de obtención de esponja de hierro, en buen estado construido igual anteriores pero nuevo hay también seis pilones disolvedores y una pila cementadora del sistema Cossio todo aprovechable"*. En la página 73 se nos describe la Fábrica de Esponja: *"Está aislada se compone de una nave central con doce hornos y otras cuatro laterales, la del centro tiene 18, la cubierta de la nace central es de armadura de pares, todo formado con cartón mineral".*

[70]V.V.A.A. (1868): "Descubrimiento de un nuevo criadero cobrizo en Río Tinto"… 433 - 434.

[71]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído en Minas de Río Tinto 1725 – 2002"… 761-772.

[72]MAFFEI y RAMOS; E (1874): "Necrológica Ramón Rúa Figueroa", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XXV, 409; LÓPEZ AZCONA, J.M. (1988b): "Mineros destacados del siglo XIX, Ramón Rúa Figueroa y Fraga (1825 – 1875)", *Boletín Geológico y Minero, XCIX – III,* 139 - 143.

Minera[73]. En marzo de 1853 fue nombrado ingeniero segundo. En octubre de ese año solicitó licencia para dedicarse a la empresa privada, en la que continuó hasta 1855, cuando volvió a estar empleado por el Estado y trabajó en una comisión en el distrito de La Coruña que finalizó en febrero de 1856, cuando fue destinado con Bernáldez en comisión a Almadén (Ciudad Real) para estudiar las mejoras que se pudieran introducirse. A fines de 1856 ocupó las plazas de Secretario y Bibliotecario de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas en Madrid.

En enero de 1859 fue ascendido a ingeniero primero y el 1 de abril fue nombrado director de Río Tinto. La llegada de Rúa Figueroa al yacimiento minero, que también conocía, supuso el inicio de una dirección sistemática de las operaciones. Se introdujeron diversas mejoras en las operaciones mineras y metalúrgicas y se instaló el primer laboratorio en Río Tinto[74]. Durante este periodo Rúa Figueroa escribió la primera historia de las minas de Río Tinto[75], en la que además de las fuentes modernas empleó fuentes clásicas. Hace una descripción geográfica de la comarca minera, con sus caminos, describe las labores antiguas, fenicias y romanas, y cuando finaliza la parte histórica incluye reflexiones sobre la industria minero-metalúrgica, o sobre la conveniencia de la administración del Estado en las minas. Para apoyar todo lo anterior, en nueve apéndices aporta documentación que englobaron desde la descripción de algunas monedas halladas en el término de las minas en Río Tinto [76], el asiento de Liberto Wolters en 1725[77], y finaliza con una tabla en la que recoge la producción de cobre en Río Tinto entre 1737 y 1859[78]. Esta magna obra ha sido la base para los autores que le sucedieron en el siglo XIX, como Lucas de Aldana o Gonzalo y Tarín y en el siglo XX como Nash, Pinedo Vara, Salkield o Avery.

[73]RÚA FIGUEROA, R. (1851):"Observaciones sobre la explotación de los minerales de cobre de las minas de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* II, 425 – 435; RÚA FIGUEROA, R. (1852): Estudio comparativo entre los métodos de cementación artificial y fundición, aplicados a los minerales de cobre de Río Tinto, DÓNDE SE PUBLICA,16 – 30; RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Observaciones sobre el procedimiento titulado electroquímico establecido en Río- Tinto por la empresa Cerda", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* IV, 422-427; RÚA FIGUEROA, R. (1853):"Comparación entre el sistema de cementación artificial y el titulado electroquímico y el titulado electroquímico del señor La Cerda", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, IV*, 437-443; RÚA FIGUEROA, R. (1854): "Necesidad de trabajos de investigación y probabilidades de un buen éxito en las Minas de Río Tinto. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* V, 129 – 145.

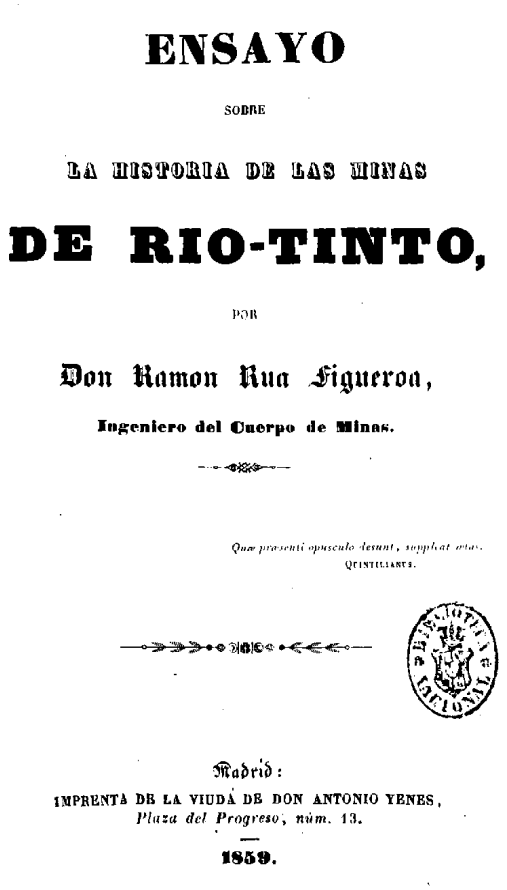
[74]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia…* 213 y RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto …* La Coruña.

[75]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia …* Madrid. El mismo año de la publicación de la obra de referida en la Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil en su tomo X se editaron dos artículos VVAA (1859):"Historia de las Minas de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* X, 611 – 616, recensión bibliográfica de la obra que incluye la reproducción del índice, en la sección de bibliografía una descripción más breve de la obra VVAA (1859): "Bibliografía", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* X, 666 – 667.

[76]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia….*,261.

[77]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia….*, 264.

[78]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia….*312-315.



ENSAYO

SOBRE

LA HISTORIA DE LAS MINAS

DE RIO-TINTO,

POR

Don Ramon Rua Figueroa,

Ingeniero del Cuerpo de Minas.

Quæ præsenti opusculo desunt, supplebit ætas.
QUINTILIANUS.

Madrid:
IMPRENTA DE LA VIUDA DE DON ANTONIO YENES,
Plaza del Progreso, núm. 13.

1859.

Foto 55, Portada del *Ensayo sobre la Historia de las Minas de Río Tinto*, Madrid, 1859.

Este ingeniero tuvo mucho interés por los estudios históricos. Se interesó por los objetos antiguos, hizo el primer estudio arqueométrico en España haciendo análisis de un "lacrimatorio" vidrio romano hallado en una sepultura en Río Tinto[79], y fue uno de los primeros en indicar la necesidad de conservar los bienes patrimoniales mineros antiguos en un Museo, afirmando lo siguiente: "Es sensible que en nuestra Escuela de Minas no se haya organizado todavía un nuevo museo arqueológico-minero, cuando tan numerosos como dignos de estudio serían los elementos que concurrirían a formarle, recogidos en nuestras comarcas mineras explotadas desde los tiempos más remotos" [80]. La afición por la historia y los objetos antiguos llevó a que fuera nombrado miembro de la Academia de Arqueología y Geografía del Principe Alfonso[81], institución que por estar considerada próxima al carlismo fue disuelta durante la gloriosa en 1868[82].

[79]RÚA FIGUEROA, R. (1864b): "Composición de un vidrio de la época romana*", Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XV*, 45 – 49.
[80]RÚA FIGUEROA, R. (1864): "Composición de un vidrio…, nota 1, 46.
[81]LÓPEZ AZCONA, J.M. (1988): "Mineros destacados del siglo XIX, Ramón Rúa Figueroa y Fraga…141.
[82]CALLE MARÍN, S. (2004):"La Academia perdida: La Real Academia de Arqueología y Geografía del príncipe Alfonso (1837 -1868), en GÓMEZ PANTOJA, J. (Ed.) *Excavando papeles, Indagaciones arqueológicas en los archivos españoles,* Alcalá de Henares, 121 – 152.

En julio de 1865 fue ascendido a ingeniero jefe de segunda y en agosto del mismo año fue cesado como director de Río Tinto y enviado a la Coruña. Durante su dirección siguió realizando trabajos sobre la mina[83], y fue también durante su periodo de gestión cuando sucedió uno de los peores accidentes, un hundimiento el 23 de diciembre de 1863 en el sexto piso en Filón Sur, en el que murieron seis mineros y se destruyó un pozo con su malacate[84], lo que según Maffei le causó a Rúa Figueroa grandes sufrimientos que deterioraron su salud[85].

En 1868 fue destinado a la Dirección General de Propiedades del Estado, en el Ministerio de Hacienda, pasando a la Junta General de Estadística en 1870, en el Instituto Geográfico y Catastral. Fue ascendido a Ingeniero Jefe de Primera a mediados de 1874 y murio en diciembre del mismo año[86].

En esta última etapa de su vida Rúa Figueroa escribió otra obra fundamental para el conocimiento de las operaciones mineras y metalúrgicas en Río Tinto. Editada en La Coruña[87], describe todos los procesos de forma pormenorizada en cuatro partes, las dos primeras están dedicadas a la explotación de los minerales y los trabajos de cementación, y concluye que el sistema que se desarrollaba era deficitario y propone mejoras. La segunda parte la centra en la fundición, y en ella diferencia los tipos de minerales para indicar que los minerales más ricos debían ser tratados directamente en los hornos, analizó y describió los otros productos que se debían llevar a los hornos, (papucha, cáscara de cementación), y estudió los fundentes y el combustible empleado. Esta memoria no es una justificación de su gestión en Río Tinto, sino un estudio serio donde incluyó las mejoras y los ensayos que hizo, describiendo incluso cuando no fueron favorables. Incluyó también sus reflexiones, comparaciones con las operaciones desarrolladas en otras minas en Europa, con el fin de hacer de Río Tinto una mina rentable. Por todo ello el trabajo de Rúa Figueroa es fundamental y de obligada consulta.

[83]RÚA FIGUEROA, R. (1854): "Necesidad de trabajos de investigación y probabilidades de un buen éxito en las Minas de Río Tinto. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* V, 129 – 145.

[84]VVAA (1864): "Hundimiento en las minas de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XV, 24-25; ALDANA Y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio*. Madrid, 427.

[85]LÓPEZ AZCONA, J.M. (1988): "Mineros destacados del siglo XIX, Ramón Rúa Figueroa…, 143.

[86]LÓPEZ AZCONA, J.M. (1988): "Mineros destacados del siglo XIX, Ramón Rúa Figueroa…, 141. Ramón Rúa Figueroa y Fraga, además de prolífico autor sobre trabajos históricos y relativos a la minería fue el iniciador de una saga de mineros cuya vida profesional estuvo muy ligado a Huelva donde desarrollaron su labor, tanto su hijo Ricardo Rúa Figueroa y Guzmán (1859 – 1914), como su nieto Ricardo Rúa Figueroa y Biava (1892 – 1940).

[87]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*La Coruña . Recensión bibliográfica publicada en la Revista Minera. MAFFEI y RAMOS, E. (1868):"Bibliografía Minas de Río Tinto estudios sobre la explotación y el beneficio de sus minerales por D. Ramón Rúa Figueroa", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XIX*, 212 -218.

En este sentido es necesario destacar el trabajo que realizó junto con su colega Eugenio Maffei, entre ellos la obra Apuntes para una biblioteca española, compilación de obligada consulta[88], que está considerada como el "el más importante repertorio bibliográfico escrito sobre la minería y mineralogía española" [89].

Los trabajos de Rúa Figueroa también estuvieron siempre destinados a mejorar los procesos y reducir costes para que la mina fuera rentable. Parte de su gestión casi coincidió en el tiempo con dos de los supuestos grandes inventos que revolucionaron la obtención de cobre, que lo único que consiguieron fue el gasto de miles de reales del erario público. Este ingeniero fue uno de los más combativos con los sistemas espurios, tanto con el "invento" de Felipe Prieto, que en 1845 consiguió del Estado el privilegio para su invento químico, que no era más que el sistema de cementación artificial[90] que se venía desarrollando en Río Tinto y otras minas[91]. Como con el segundo sistema electroquímico[92], cuyo inventor fue Mariano de la Cerda, antiguo teniente cura, que gracias a los contactos en la corte consiguió un contrato similar al de Prieto para hacer uso de ese sistema[93]. Rúa Figueroa y otros Ingenieros de Minas como Martínez Alcíbar, Ezquerra del Bayo, Barreda o Bernáldez, se opusieron y en distintos trabajos acusaron a Cerda de plagiar el sistema empleado en esos momentos[94], afirmando que la única diferencia era la planchuela de plomo entre los lingotes, que no se podía afirmar que el

[88]MAFFEI y RAMOS, E. y RÚA FIGUEROA, R. (1871) *Apuntes para una Biblioteca española de libros…*, tomo I, Madrid.;
MAFFEI y RAMOS, E. y RÚA FIGUEROA, R. (1872) *Apuntes para una Biblioteca española de libros…*, tomo II, Madrid..

[89]CASANOVA HONRUBIA, J.M. (2018) Eugenio Maffei y Ramos, Real Academia de la Historia, biografías, http://dbe.rah.es/biografias/19579/eugenio-maffei-y-ramos, consultada el 15 de septiembre de 2018.

[90]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…5. En la Nota nº2 se critica el sistema iniciado por Prieto, cementación artificial por ser de más aprovechamiento el haber fundido el mineral para la obtención de cobre , no siendo este método muy provechoso cita a SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines*...100-105.

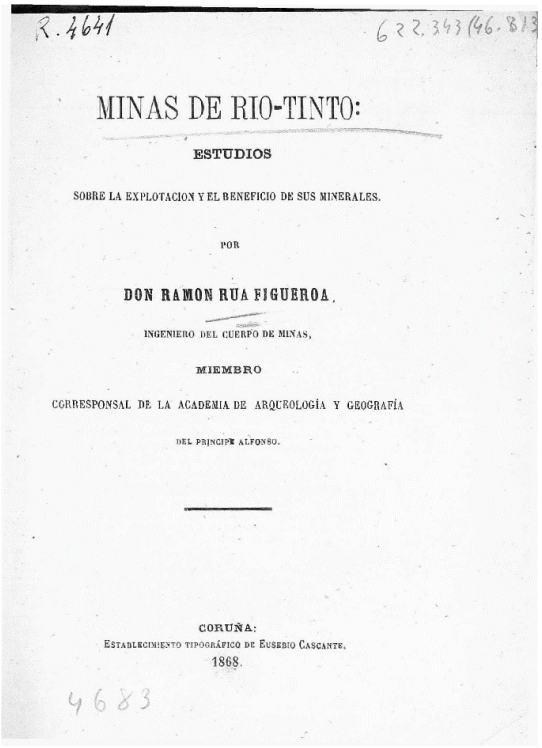
[91]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo…* 241-247.

[92]La mejor descripción del método de Prieto se encuentra en BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña sobre los cobres de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, III*, 155-156: Este método consiste en echar las aguas vitriólicas en los pilones de hierro, en los cuales se han colocado alambres sobre las barras de hierro recubriendo este par voltaico con una plancha de plomo para recoger la cáscara. Considerándolo como una mera modificación que el desarrollado por la Real Hacienda y los Planes desde 1845. Además, la cáscara de cobre obtenida tiene "corta diferencia" con la otras y presenta las mismas impurezas y además la calidad del cobre depende del proceso de afinación que dista mucho del obtenido por la Real Hacienda en las copelas alemanas y aunque entrega parte del cobre en torales, el punto de afino es muy similar al de las rosetas, pues se obtienen en la misma operación y bajo las mismas características de afino, variando únicamente en la forma que les ha dado el molde*."*

[93] Sobre las entregas de mineral de la empresa de la Cerda Ver ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): Memoria…92.

[94]Sobre la descripción y crítica constructivas realizadas a este método Ver V.V.A.A. (1852): "Mejoras en la cementación artificial establecidas en Río Tinto para el beneficio de los minerales de cobre". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* III, 367-370; RÚA FIGUEROA, R. (1853):"Observaciones…422-427. Sobre el mismo particular ver BERNÁLDEZ F. (1852): "Reseña…153-156; V.V.A.A. (1853): "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, IV*, 295-296. Se pide al señor La Cerda que publique la descripción de su procedimiento; V.V.A.A. (1853): "Variedades" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* IV, 429-434; V.V.A.A. (1853) "Defectos de la organización… *521-23;* V.V.A.A. (1853): "Variedades*". Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* IV, 1853, 626; V.V.A.A. (1855): "Variedades". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* VI, 414; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación de todas las noticias…37-51, 67-70; PRADO del C. (1856): Minas de Río-Tinto… 51; EZQUERRA DEL BAYO, J (1852): *Memoria…*85-87; V.V.A.A. (1855): "Variedades". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VI, 414; ANCIOLA, A. y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 92; GONZALO y TARÍN, J. (1888): Memoria de la Comisión…287-288; ALDANA Y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 345.

método fuera electroquímico y además era más costoso que el sistema empleado hasta ese momento[95] y encima producía el cobre de peor calidad de Río Tinto[96].


R. 4641
622.343(46.813

MINAS DE RIO-TINTO:

ESTUDIOS

SOBRE LA EXPLOTACION Y EL BENEFICIO DE SUS MINERALES.

POR

DON RAMON RUA FIGUEROA,

INGENIERO DEL CUERPO DE MINAS,

MIEMBRO

CORRESPONSAL DE LA ACADEMIA DE ARQUEOLOGÍA Y GEOGRAFÍA

DEL PRINCIPE ALFONSO.

CORUÑA:
ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE EUSEBIO CASCANTE.
1868.

4683

Foto 56, Portada de las *Minas de Río Tinto estudio de la explotación y el beneficio de sus minerales*, La Coruña.

Ante estos escritos Mariano La Cerda se querelló contra tres ingenieros, Martínez Alcíbar, Barreda y, cómo no, Rúa Figueroa, que fueron absueltos de todos los cargos[97]. La Cerda recurrió la sentencia y volvió a serle contraria. Esta sentencia, junto con las quejas de los establecimientos obligados a comprarle el cobre de mala calidad que producía, llevó a la rescisión del contrato en 1857.

Tras la vuelta de Río Tinto a manos del Estado en 1849, se va a producir una mejora en la dirección de las operaciones que se reflejó en un aumento en la producción. Aunque en los periodos moderados se postulará más por una explotación directa y que la explotación de las riquezas del subsuelo fueran gestionadas por el propio estado, durante los gobiernos liberales la política se decantaba por enajenar bienes nacionales, mediante venta o arriendo, y entre ellos se encontraba Río Tinto. En 1851 ya se produjo el primer intento de venta durante el gobierno de Bravo Murillo, que se desaconsejó,

[95] RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Observaciones…437-443."Por último por el procedimiento de La Cerda gasta 36 arroba y 8 libras de hierro más que el Planes y la Hacienda produciendo 34 arrobas y 9 libras menos de cobre proporcionalmente por lo que el "nuevo método" es más desventajoso que el antiguo".
[96] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación… 37-51, 67-70.
[97] V.V.A.A. (1854): "Variedades"… 317-319.

pues por un lado era necesario un mayor y mejor conocimiento del yacimiento, saber qué riquezas atesoraba en sus filones, y por otro porque sin lo primero no se podía tasar. Esto llevó a que varios ingenieros, además de los citados, trataran sobre Río Tinto en sus trabajos, sobre todos los dedicados a los distintos sistemas de beneficio para la obtención de cobre con mejor calidad y con un costo mejor. Otra buena parte de los trabajos de los años 50 del siglo XIX estuvieron dedicados a demostrar la poca efectividad de la aplicación de los sistemas patentados del Sr. Prieto y del Sr. De La Cerda, como ya se ha apuntado.

Agustín Martínez Alcíbar (1810 – 1872), ingeniero de minas, fue otro de los técnicos que a mediados del siglo XIX realizó trabajos sobre Río Tinto desde el punto de vista técnico, para proteger los intereses del estado frente a aquellos inventores que pusieron en operación métodos que no aportaron nada a la obtención de cobre, a los que ya hemos hecho referencia.

Nacido en Burgos, ingresó en 1839 en la Escuela de Minas, finalizó sus estudios en 1841, y fue destinado el año siguiente a las órdenes del Gobernador Civil de Toledo, pues carecían de ingeniero de minas en esa provincia. En 1842 se le dio destino en Almadén, donde ascendió a ingeniero ayudante de segunda. Tras lo cual estuvo en ultramar (Puerto Rico y Cuba), hasta 1847, cuando obtuvo plaza en Zamora y posteriormente en distrito de León, Salamanca y Valladolid, desde donde pasó a subinspector de minas de Galicia. En 1851 (R.O de 17 de julio de 1851), ya como ingeniero de tercera, fue nombrado director e inspector de Río Tinto, cargo que ocupó hasta 1853, y cuando ascendido a ingeniero de segunda fue trasladado a la jefatura de minas de Zaragoza. Durante su periodo como director en el coto minero de Río Tinto, realizó dos trabajos sobre Río Tinto publicados en la Revista Minera[98].

Juan Jorge Rieken y Gerdes[99], ingeniero alemán formado en Freiberg, llegó a España a mediados del siglo XIX, y primero recaló en Asturias. En 1857 comenzó a trabajar como Director de la Compañía Minera La Turdetana, con sede en Valverde del Camino, desde donde además de trabajar en diversas prospecciones realizó trabajos de investigación y difusión de los yacimientos de la Faja Pirítica Onubense y sobre Río

[98] MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853) "Sobre beneficio de los minerales de Río-Tinto*", Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* IV, 419-422; MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853): "Nuevos procedimientos para el beneficio de los minerales de cobre con ganga de pirita", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* IV, 617-639.

[99]Sobre Jorge Rieken, ver CARRASCO MARTIAÑEZ, I. (2015): *El Ferrocarril minero del Guadiana, historia de un tren olvidado*, Asociación Herrerías, Puebla de Guzmán (Huelva), 29 – 30.

Tinto[100], como criadero más importante de la provincia metalogenética. En este trabajo hace un estudio sobre el estado en el que se encontraba Río Tinto en esos años. Destacó al transporte como el principal hándicap para la rentabilidad de las minas onubenses, e incluso propuso trazados viarios entre las distintas zonas mineras hasta llegar a la ría de Huelva. Propuso también el beneficio de productos mineros que hasta ese momento no se aprovechaban en las minas, como el azufre, que se perdía durante las operaciones de calcinación, y la caparrosa, que se había dejado de emplear desde la edad Moderna. Treinta y siete años después Rieken realizó un interesante trabajo sobre las operaciones de calcinación desarrolladas en Huelva[101], en el que, tras hacer una reseña histórica de la calcinación y sus modalidades, natural y artificial[102], describe pormenorizadamente la calcinación[103]. Describe las operaciones de cementación natural y hace hincapié en el buen desarrollo de las llevadas a cabo en Sâo Domingos (Portugal)[104], lo cual refuerza en las conclusiones, en las que apuesta claramente por la cementación natural[105].

Aunque su labor profesional estuvo centrada en el flanco de poniente del Andévalo minero, en las minas de Cabezas del Paso y Las Herrerías (Puebla de Guzmán, Huelva), Rieken emparentó con la burguesía onubense al casarse con la hija de Fernando de la Cueva, y a la misma vez con Guillermo Sundheim[106], pues este empresario también alemán se casó con la otra hermana. De este modo Rieken se posicionó en un lugar excepcional para sus negocios mineros.

Río Tinto atrajo a varios ingenieros franceses. El primero que destacaremos será Édouard Cumenge (1828 – 1902)[107], ingeniero de minas, graduado en la École des Mines de Paris. Ingresó en el Bureau d´Essais de la École des Mines de Paris, donde tras un año solicitó una excedencia para trabajar en el sector privado, donde trabajará el resto de su vida. Se especializó en el sector del caucho, pero sobre todo fue consultor minero, y trabajó principalmente para el banco Mirabaud et Cie y bancos de la Casa Rothschild, lo que le permitió viajar por España, Italia, Grecia, Venezuela, Colombia, Estados Unidos, y

[100]RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto. Observaciones acerca de la importantica industrial de las antiguas Minas de cobre en el mediodía de España y Portugal*, Madrid.
[101]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras examinada desde el punto de vista de los intereses mineros", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XLV, 188-192; 199 -204; 212 – 214; 227-229.
[102]RIEKEN, J. (1894): La Calcinación en Teleras … 188-192.
[103]RIEKEN, J. (1894): La Calcinación en Teleras … 199 -204.
[104]RIEKEN, J. (1894): La Calcinación en Teleras … 212-214.
[105]RIEKEN, J. (1894): La Calcinación en Teleras … 227-229.
[106]PEÑA GUERRERO, M.A. (2007): Guillermo Sundheim y el ferrocarri… 53.
PEÑA GUERRERO, M.A. (2008): Capital extranjero y modernización económica…, 21-22.
[107]Sobre Édouard Coumenge, ver DE LAUNAY**,** L. (1903): "*Notice sur Edouard Cumenge*" *Annales des mines, 4*, 577-583.

México principalmente. Entre sus éxitos está el hallar la mina Boleo (Sta. Rosa, Baja California, México), que tras la inversión de Mirabaud et Cie se convirtió en la Compagnie du Boléo, de la que Cumenge fue el primer director y a la que estuvo adscrito hasta su muerte. Este ingeniero estuvo muy interesado por las Ciencias, sobre todo la mineralogía, y esto hizo que creara el Museo Nacional de Historia Natural en 1895. Los viajes a Río Tinto realizados por Cumenge, seguramente en representación de los Rotchschild, aunque no he podido documentarlo con seguridad, tuvieron su reflejo en dos obras. La primera, publicada en Paris en 1883[108], es un opúsculo de 56 páginas, donde, tras hacer una introducción sobre la historia y geología de Río Tinto, se centra en el beneficio de los minerales, los sistemas de fundición, cementación, dando mucha importancia a la documentación económica sobre la venta de mineral y cobre.

El año siguiente, en la Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería[109], publicó en español un trabajo en castellano que incluye un análisis del sistema Doetsch, que ya defendía que no era tan útil.

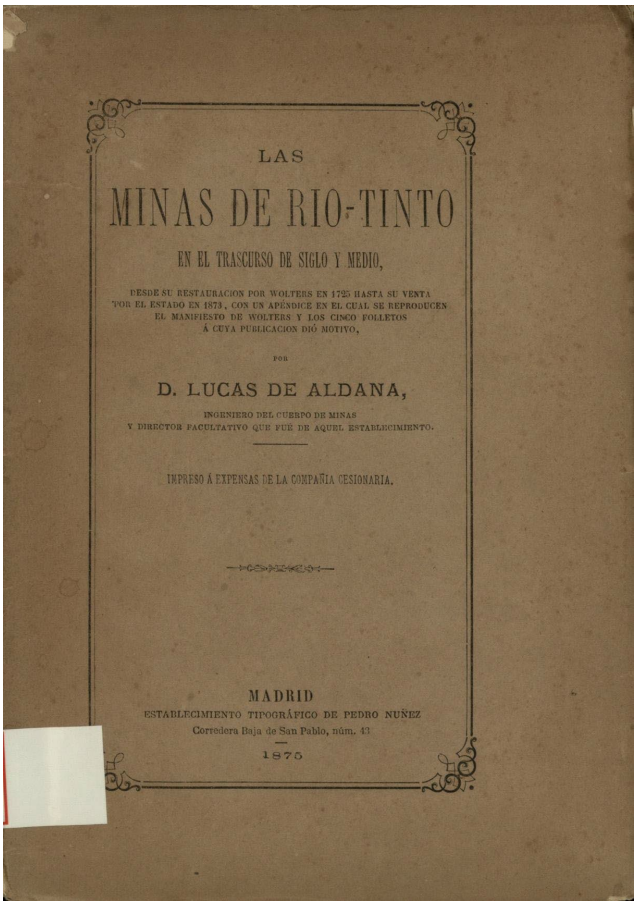
Lucas de Aldana y Goitea[110] (1815 – 1879), nació en Bilbao en 1815 y tras combatir en la Guerra Carlista ingresó en la Escuela de Minas de Madrid en 1839. Al finalizar sus estudios en 1845 fue destinado como ingeniero a Granada y Almería, y como inspector en Vizcaya, Almadén y Almería. En 1853 pasó como director a Río Tinto, donde prestó sus servicios junto a Anciola y Cossio. En 1858 fue destinado a Córdoba y en 1859 a La Coruña, hasta que pasó en 1861 a Madrid, donde desarrolló su labor en la Comisión del Mapa Geológico de Madrid. En 1872 fue ascendido a ingeniero inspector de 2ª clase y fue nombrado vocal de la Junta de Minería. Murió el 27 de enero de 1879.

Entre sus obras más destacadas están las que hizo sobre las minas de carbón de Utrillas[111] y la industria hullera en España[112] al principio de la segunda mitad el siglo XIX. También hay que señalar que tradujo del francés a Müller, J. (1848): Elementos de Cristalografía, Bilbao. Sobre Río Tinto publico varios trabajos en la Revista Minera[113],

[108]CUMENGE, E. (1883): Notes sur Rio-Tinto, imprimerie Chaix, Paris.
[109]CUMENGE, E. (1884): "Apuntes sobre Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XXXV, 135 - 146; 151-163, 173-184.
[110]Sobre Lucas de Aldana y Goitea ver: MAFFEI y RAMOS, E. y RÚA FIGUEROA, R. (1871) *Apuntes para una Biblioteca española de libros…* tomo I, Madrid; VVAA (1879:" Necrológica, D. Lucas de Aldana y Goitea", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XXX*, 33.
[111]ALDANA y GOITEA, L. (1862): *Memoria sobre depósitos Carboníferos de Utrillas y Gargallo,* Madrid.
[112]ALDANA y GOITEA, L. (1862): *Consideraciones generales sobre la industria hullera de España,* Madrid.
[113]ALDANA y GOITEA, L. (1855): "Preservativo del cólera-morbo", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* VI, 498-503

aunque su obra más importante sobre este establecimiento minero es las *Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio*[114].

Esta obra junto con la Rúa Figueroa son la base de la historia de Río Tinto. Si bien la de Rúa tiene algo más de ensayo, la de Aldana además de los datos históricos aporta la compilación de documentos. Es la obra de referencia para conocer la historia de la mina que nos ocupa entre 1860 y 1875.


LAS

MINAS DE RIO-TINTO

EN EL TRASCURSO DE SIGLO Y MEDIO,

DESDE SU RESTAURACION POR WOLTERS EN 1725 HASTA SU VENTA POR EL ESTADO EN 1873, CON UN APÉNDICE EN EL CUAL SE REPRODUCEN EL MANIFIESTO DE WOLTERS Y LOS CINCO FOLLETOS Á CUYA PUBLICACION DIÓ MOTIVO,

POR

D. LUCAS DE ALDANA,

INGENIERO DEL CUERPO DE MINAS
Y DIRECTOR FACULTATIVO QUE FUE DE AQUEL ESTABLECIMIENTO.

IMPRESO Á EXPENSAS DE LA COMPAÑIA CESIONARIA.

MADRID
ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE PEDRO NUÑEZ
Corredera Baja de San Pablo, núm. 43
1875

Foto 57, Portada de *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio*

ALDANA Y GOITEA, L. (1856): "Contestación al folleto A MIS AMIGOS y AL PAIS, acerca de la administración de las Minas de Río-Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, VII*, 1856, 529- 541.

[114]ALDANA Y GOITEA. (1875): *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio,* Madrid.

4.5. RÍO TINTO (1873 - 1954)

La segunda parte que se trata en este trabajo de investigación es la que se desarrolla entre 1873, la creación de Rio Tinto Company Limited, y 1954, cuando se produjo la venta de las minas a un consorcio de bancos españoles. Siguiendo en parte a Charles Harvey, cuya obra consideramos fundamental para el conocimiento de RTCL, dividiremos en dos los 81 de RTCL en España. El primer periodo será el comprendido entre 1873 – 1923 y el segundo entre 1923 y 1954.

4.5.1. De 1873 a 1923 nacimiento y consolidación de un gigante minero

Matheson mantuvo una magnífica relación con Canovas del Castillo, a quien visitaba en sus estancias en Madrid, y quien conoció Río Tinto en fecha tan temprana como el 26 de febrero de 1877[115].

La relación de D. Hugo con Alfonso XII también fue muy cordial y fluida, como quedó demostrado durante la visita a Huelva del monarca en marzo de 1882, en la que el rey estuvo acompañado de Matheson, Sundheim[116], Doetsch[117], directivos de la Compañía y diversas autoridades civiles y militares, tanto a las instalaciones de RTCL en Huelva como a Río Tinto, a donde se trasladó en el Río Tinto Railway[118]. El monarca quedó tan agradecido al *chairman* de RTCL por la acogida de la que fue objeto que dos años después le otorgó la Gran Cruz de la Orden de Isabel la Católica en reconocimiento de los méritos empresariales[119]. Esta buena sintonía entre RTCL y los diversos gobiernos españoles continuó durante toda la Restauración borbónica (1875 – 1902) y gran parte del gobierno de Alfonso XIII (1902 -1931), hasta la dictadura de Primo de Rivera (1923 – 1929). Cuando se enrareció la relación entre la todopoderosa Compañía y el Gobierno Español será con la llegada al poder del General Francisco Franco y los intentos de nacionalización de las minas, como veremos más adelante.

Antes de registrar el nuevo acuerdo, la última semana de marzo de 1873, RTCL envió a un consultor Ingeniero de Minas, David Forbes, para que hiciera un informe sobre el potencial de la mina, que entregó el 25 de abril de 1873 y que fue la base del prospecto publicado por RTCL el 8 de julio de 1873[120].

---

[115]La visita de D. Antonio Cánovas del Castillo, Presidente del Consejo de Ministros, fue recogido por el diario La Provincia con fecha22 de febrero de 1877. Archivo Municipal de Huelva

[116]Sobre Guillermo Sundheim y Giese y su papel en la historia de Río Tinto ver, PEÑA GUERRERO, M.A. (2006): "Guillermo Sundheim y el ferrocarril. Un modelo de inversor extranjero en el sector ferroviario español", en EMILIO M. ROMEO MACÍAS (ed.) *Los ferrocarriles de la provincia de Huelva: un recorrido par el pasado. Huelva: Universidad de Huelva*, 51-76.; PEÑA GUERRERO, M.A. (2008): "Capital extranjero y modernización económica: la agenda empresarial de Guillermo Sundheim (1840-1903)", en ELOY NAVARRO; PILAR RON, Y MERCEDES GUINEA (eds.), "A Real Civilization", *El legado britanico en la provincia de Huelva. Punta Umbría (Huelva)*, Huelva, 15-48.; PEÑA GUERRERO, M.A. (2015): "Wilhelm Sundheim y la recuperación del americanismo a finales del siglo XIX", *Actas de las Jornadas de Historia sobre el Descubrimiento de América, tomo III, Jornadas VII, VIII, IX y X,* UNIA y Ayuntamiento de Palos de la Frontera, 180 – 210.

[117] Sobre Heinrich Doetsch, aún no existen trabajos monográficos, aunque disponemos de documentación sobre el Staff ver Staff Book nº1, página 47; Staff Book nº2, 89 LMA; AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*10, 103,109, 111, 117, 140, 142, 175, 193,194,195, 234; Doetsch, tuvo mucha importancia en algunos procesos empleados en Río Tinto para la obtención de cobre que trataremos más adelante con su proceso HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*90-97

[118]Sobre la visita de Alfonso XII ver La Provincia con fecha 22 de febrero de 1877. Archivo Municipal de Huelva DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, C (2019): *Hugh Matheson*…171-175

[119]DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, C (2019): *Hugh Matheson*…176

[120] Legajo 100 B 1 Prospectus of Río Tinto Co. Ltd. 8 july 1873; AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…103; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*25-29; ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina…*66-70; ARENAS POSADAS, C. (2011): "Padre y Patrones, poder y Mercado en la Cuenca Minera de Río Tinto 1873 -1936" en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 231 - 241.

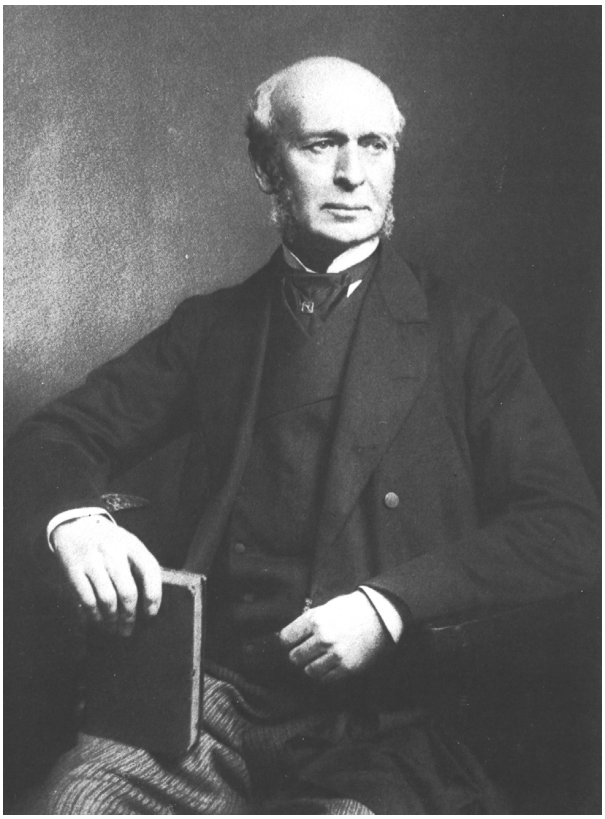


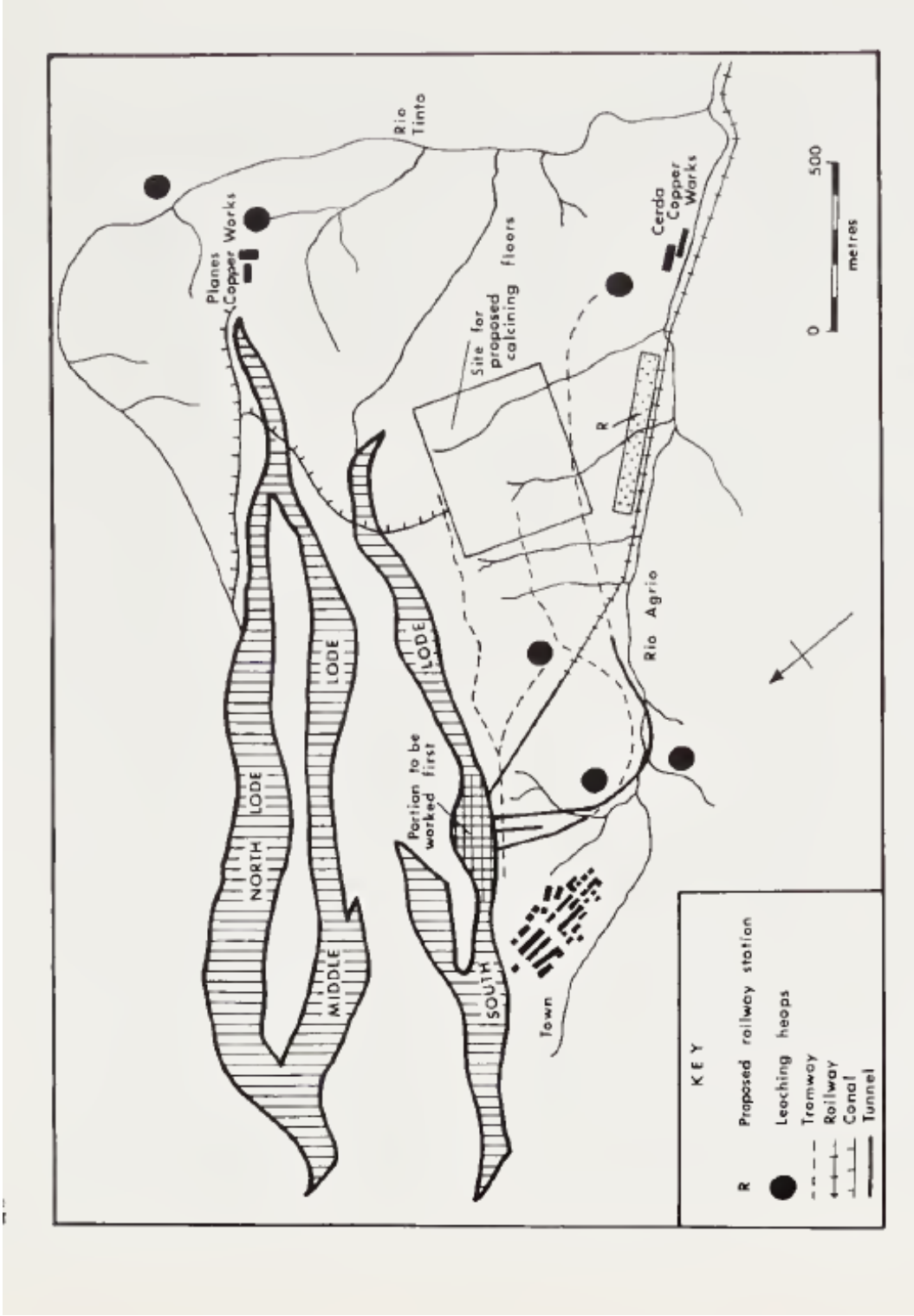
Foto 32 Hugh Matheson

Forbes describió el lamentable estado de las minas, que casi llevaban dos años sin operación, haciendo hincapié en el estado de las instalaciones hidrometalúrgicas, destacando que los dos principales hándicaps de Río Tinto para ser rentable eran el transporte, que se hacía a lomos de caballerías a Sevilla, y la falta de una fuente de energía que mantuviera unos costes de producción competitivos[121].

Forbes propuso tres líneas de actuación[122]. La primera que de los minerales de Río Tinto se podía obtener azufre además de cobre. La segunda cambiar el antiguo sistema de minería de interior o contramina por huecos o pilares por el sistema de roza abierta, que ya había sido propuesto con anterioridad por los ingenieros españoles[123], y, por último, el sistema de transporte debía de basarse en el ferrocarril, con una vía comercial o *main line* y con ramales o *mines lines*, aunque, como en el caso anterior, en

[121]Sobre este mismo particular ver FLORES CABALLERO, M (2011): "La influencia del cambio energético…., 267 - 289.
[122]AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…103; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*25-29; ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina…*66-70
[123]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto"… 219. Como lo habían hecho con anterioridad ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 6, 67, 73.; MONASTERIO CORREA, J. (1870): *Observaciones sobre la venta de las Minas….*, 15-18, 23.

época española se hicieron varios proyectos de construcción de la línea, pero la falta de financiación no permitió que se llevaran a cabo[124].



Plano 17, Mapa de los trabajos propuestos por Forbes, Harvey 1981, 26.

[124]PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2007): El Ferrocarril Minero de Río Tinto… 231 - 234.

Foto 33 *Prospectus* 8 de julio de 1873[125]

THE RIO TINTO COMPANY,

LIMITED.

SHARE CAPITAL £2,250,000.

PRESENT ISSUE £2,000,000, IN 200,000 SHARES OF £10 EACH.

The remainder is reserved for the present, and when issued will be offered in preference to the Shareholders.

PAYMENT ON APPLICATION £1 PER SHARE, AND ON ALLOTMENT £2. 10s. PER SHARE,

And the balance to be called up as required, it being intended that the calls shall be at intervals of not less than 2 months.

DIRECTORS.

HUGH M. MATHESON, Esq. (Messrs. Matheson & Co.), 3, Lombard Street, London, CHAIRMAN.

The Hon. T. C. BRUCE, 42, Hill Street, Berkeley Square, London, W.
ALEXANDER G. DALLAS, Esq., 3 Ennismore Gardens, London, S.W., and Dunain, Inverness, N.B.
PETER DENNY, Esq., Dumbarton, N.B.
HENRY DOETSCH, Esq. (Messrs. Sundheim & Doetsch), Huelva, Spain.
L. G. DYES, Esq. (Deputy-Chairman of the Deutsche National Bank), Bremen.
WILLIAM MACANDREW, Esq., Westwood, Colchester (late of Messrs. Graham, Rowe & Co., Lima & Valparaiso).
ALEXANDER MATHESON, Esq., M.P. (Messrs. Matheson & Co.), 3, Lombard Street, London, E.C.
G. A. SCHROEDER, Senr., Esq. (Messrs. G. H. & C. Primavesi), Bremen.
MARTIN RIDLEY SMITH, Esq. (Messrs. Smith, Payne & Smiths), 1, Lombard Street, London, E.C.

BANKERS.

Messrs. SMITH, PAYNE & SMITHS, 1, Lombard Street, London, E.C.
Messrs. ARTHUR HEYWOOD, SONS & Co., Liverpool.
The UNION BANK of Scotland, Glasgow and Branches.

MERCANTILE AGENTS.

Messrs. MATHESON & Co., 3, Lombard Street, London, E.C.
The DEUTSCHE NATIONAL BANK, Bremen.

SOLICITORS.

Messrs. FRESHFIELDS, 5, Bank Buildings, London, E.C.
Messrs. BIRCHAM, DALRYMPLE, DRAKE & Co., 46, Parliament Street, Westminster, S.W., and 79, Gresham House, Old Broad Street, London, E.C.

AUDITORS AND ACCOUNTANTS.

Messrs. TURQUAND, YOUNGS & Co., 16, Tokenhouse Yard, London, E.C.

BROKERS.

Messrs. MULLENS, MARSHALL & Co., 4, Lombard Street, London, E.C.
Messrs. P. CAZENOVE & Co., 32, Threadneedle Street, London, E.C.
Messrs. KERR, ANDERSON & Co., 132, St. Vincent Street, Glasgow.

ENGINEERS.

GEO. BARCLAY BRUCE, Esq., 2, Westminster Chambers, Victoria Street, S.W.
H. LEE SMITH, Esq., 6, Westminster Chambers, Victoria Street, S.W.

CONSULTING MINING ENGINEER.

DAVID FORBES, Esq., F.R.S., 11, York Place, London, W.

SECRETARY *(pro tem.)*

Mr. ROBERT M. MOIR.

OFFICES: 17, CORNHILL, LONDON, E.C.

PROSPECTUS.

THE RIO TINTO COMPANY, LIMITED, has been formed with the principal object of purchasing and developing the well-known mining property of Rio Tinto, in the Province of Huelva, in the South of Spain, containing the richest and most important of all the great mineral deposits which extend from Seville to beyond the mines of Santo Domingo in Portugal. The property is freehold in perpetuity, and contains 4,710 English acres in one connected tract, embracing nearly the whole of the town of Rio Tinto. The celebrated Tharsis Mine is situated on the same mineral range.

The distinctive feature of this undertaking, and in which it differs from almost all other mining adventures, is the undoubted fact that the enormous deposits of ore known and actually proved to exist in the Mines, fully secures their future against the usual risks attendant upon mining operations in general. It is merely a question of the demand and the cost of working. The Directors believe the first to be fully sufficient to ensure a sale at good prices; and that the second can, by judicious management be kept down to a point which will ensure a large return upon the capital employed.

[125]FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild…* 69-84.

When the works are in full operation, and the Railway completed, the annual revenue of £835,000 as above estimated, would be sufficient to meet the necessary annual outlays, and to pay a dividend of 18 per cent. to the Shareholders, even if the whole of the subsequent instalments due to Government were paid out of revenue. The Company, however, may, if thought expedient, provide the funds for meeting these instalments in whole or in part by the further issue of Debentures. After all the instalments are paid, the calculations promise, at the moderate prices assumed in this prospectus, a Dividend of fully 35 per cent. on the Share Capital.

The Tharsis Sulphur and Copper Mines, which lie on the same line of mineral deposit, about thirty miles to the west, are an illustration of the richness and profitableness of similar lodes when effectively worked. The dividend declared by the Tharsis Company for last year was 40 per cent. upon its Capital, notwithstanding that it is burdened with a royalty of 4s. 3d. per ton of ore exported, and 2s. 3d. on ore worked at the mine, from which this Company is free. If such a royalty existed upon the contemplated production of Rio Tinto, it would represent interest at 5 per cent. per annum on a capital of two and a half millions sterling. The £10 shares of the Tharsis Company are at present quoted at above £40.

An agreement has been made with Messrs. Matheson & Co. that as long as the Company shall carry on business they shall act as its agents for sales and purchases in Great Britain, Ireland, and France, and in all other countries not forming part of the Continent of Europe, at a commission of 1 per cent. for sales, and 2½ per cent. for purchases, and for the transaction of other mercantile business at the usual rates of commission.

A similar agreement has been made with the Deutsche National Bank of Bremen for all parts of the Continent of Europe, except France, Spain and Portugal.

It is proposed to pay interest at 6 per cent. per annum during construction, on the amount from time to time paid up on the Shares.

Applications must be made in the annexed Form, accompanied with a deposit of £1 per share applied for, and lodged with any of the following Bankers, viz.:—

Messrs. Smith, Payne and Smiths, London.
Messrs. Arthur Heywood, Sons and Co., Liverpool.
The Union Bank of Scotland, Glasgow, and Branches.

One million of the capital included in the present issue was subscribed for and registered prior to the conveyance of the property, in order effectually to secure the Mines, and to constitute the Company. Scrip of a uniform character will be delivered to all allottees, and definitive shares will be provided for by allotment or by transfer as may be necessary. The original shareholders will be applicants for a substantial portion of the capital now offered.

Where no allotment is made the deposit will be returned in full.

In case a less number of Shares is allotted than is applied for, the surplus of the deposit will be applied in whole or part, as the case may be, to the payment of the amount due on allotment. The failure in due payment of any instalment or call, will subject all previous payments to forfeiture.

The following Agreements and Contracts have been entered into by the Company, or are intended to be taken over by it:—

2nd April, 1873. Agreement between William Edward Quentell, Ernest Henry Taylor, Henry Doetsch, and Messrs. Matheson and Co., of the one part, and the Rio Tinto Company, Limited, of the other part.

24th June, 1873. Agreement between the same parties.

7th April, 1873. Cession by Messrs. Quentell, Taylor, and Doetsch, and Messrs. Matheson and Co., to the Company, executed according to Spanish Law.

5th April, 1873. Pagares given to the Spanish Government for the nine remaining instalments of the purchase-money.

May, 1873. Act between the Spanish Government and the Company on taking over the Mines.

12th June, 1873. Letter from Mr. R. M. Moir, the Secretary pro. tem. of the Company, to the City Offices Company, Limited, being an agreement to take a lease of the Company's offices.

7th July, 1873. Agreement between the Rio Tinto Company, Limited, of the one part, and Messrs. Matheson and Co., of the other part.

7th July, 1873. Agreement between the Rio Tinto Company, Limited, of the one part, and the Deutsche National Bank of Bremen, of the other part.

7th July, 1873. Indenture between the Rio Tinto Company, Limited, of the one part, and Messrs. Edwin Clark and William Henry Punchard, of the other part.

On and since taking possession of the Mines, the Company has necessarily entered into numerous contracts in the ordinary course of business with its servants and workmen in Spain, of which it is evidently impossible to give a complete list, and the applicants for Shares must renounce the right to a specification thereof given by the Companies Act, 1867.

A copy of the Memorandum of Association is printed on the back hereof, and copies of the law of 17th February, 1873, the contracts above specified, Mr. Forbes's report, the Government survey reports and plans, and the Articles of Association of the Company, can be inspected by any intending Subscriber, at the Offices of Messrs. Freshfields, 5, Bank Buildings, London, E.C., and Messrs. Bircham, Dalrymple, Drake, and Co., 79, Gresham House, London, E.C.

Prospectuses and Forms of Application can be obtained at the Company's Office, or of Messrs. Matheson and Co., 3, Lombard Street, London, E.C., or of the Company's Bankers and Brokers.

8th July, 1873.

A personal inspection of the property on behalf of the Company has been made by David Forbes, Esq., F.R.S., who has submitted an exhaustive report on its condition, and a plan for working the mines which the Directors have adopted. Most of the following particulars have been taken from this report.

The Lodes consist of masses of cupriferous iron pyrites, and are of enormous extent. Both Mr. Forbes and Dr. Roemer, the eminent German mineralogist, express their conviction, derived from a careful inspection of the ancient workings, and those which have been carried on since the beginning of the last century, that the supply of ore is practically inexhaustible and of extreme richness.

The modern workings have been upon the southern and smaller of the lodes shown on the accompanying plan. Their present greatest depth is 65 metres (71 yards), at which the width of the lode is still increasing, and Mr. Forbes estimates that the small portion marked upon the map with cross lines (on which the Company has commenced its works), will yield between the surface and the depth at which it is proposed to construct a horizontal outlet, no less than 11,700,000 tons of ore.

The Company has abandoned the old imperfect method of mining, and has adopted the system of "open cast" working, or quarrying, which is now proceeding satisfactorily. The overburden contains masses of brown hematite Iron ore, which can be easily turned to account in the manufacture on the spot of pig iron for the cementation works. The remainder of the overburden consists of clay, slate and porphyry.

In order to provide sufficient and economical means of transport, a railway is to be constructed by the Company, to connect the Mines with the seaport of Huelva, a distance of about 50 miles. The line will be a single one, of the gauge of 3 feet 6 inches, having uniformly favourable gradients to the terminus at the Port. Passing through a tunnel of about 500 metres long, it will give access to the lode at a depth of 85 metres (93 yards) below the surface of the mineral, or 20 metres lower than any of the present workings. This will provide not only for complete drainage, but also for the extraction and removal of the ore without any lifting power, an exceptional advantage derived from the natural formation of the ground, and of the highest importance in dealing with such large quantities.

Mr. Forbes estimates that on the completion of the railway, the Company will be enabled to quarry and deliver in the English, Continental, and other markets 500,000 tons of ore per annum. The demand for the Huelva Pyrites since its introduction into the chemical market has been large and steadily increasing. Mr. Forbes reports that the Rio Tinto ore contains on an average 48 per cent. of sulphur, and 2½ to 3½ per cent. of copper, and can be delivered in England at a cost of £1. 7s. per ton. Putting its selling price at £3. 3s. 3d. per ton, which may be taken as the average value of such ores, based on their sulphur and copper contents, for the last ten years, although considerably lower than the present market value, a net profit will be realised of £1. 16s. 3d. on each ton of ore exported from the Mines.

The Directors, however, have thought it well to put forward a still more moderate estimate of value, based upon sulphur at 7½d. per unit, and copper at 11s. 6d., which will yield a profit of £1. 11s. per ton. They have also omitted altogether from their calculation the richer copper ores, of which there are immense quantities.

Before the opening of the railway, the only profit will be from the manufacture of Copper by the cementation process. This was estimated by Mr. Forbes to yield £60,000 per annum, but from improvements in the mode of dealing with the minerals, this amount will, in all probability, be considerably increased.

The Net Revenue of the Company, when the Railway is completed, would, according to the preceding calculations, be

From Exportation of Pyrites Ore, 500,000 tons, at a profit of £1. 11s. ...	£775,000
From Manufacture of Copper, at the lowest estimate	60,000
	£835,000

The property was purchased from the Spanish Government by a combination of capitalists, among whom were some of the Directors of the present Company, and the purchase was sanctioned and confirmed by a law of the National Assembly of Spain, on the 17th of February, 1873, (which also authorised a concession for the construction of the railway,) for the price of 92,800,000 pesetas, payable in ten yearly instalments, together with 1,195,912 pesetas for the valuations of the plant, buildings, stock of minerals, &c., equal in all to about £3,850,000, more or less, according to the variations in the rate of exchange.

The first instalment, £374,680, together with the valuations of the stock, £48,000, has been paid. Pagarés, or obligations for the remaining instalments which fall due at Madrid annually on the 5th of April, have been since given to the Government on behalf of the Company.

The original purchasers have entered into an agreement with the Company to transfer to it the entire benefit of this purchase, and to bear all the expenses of forming and issuing the Company up to the date of allotment, (other than the Company's expenses of taking possession and managing the mines and obtaining the conveyance thereof,) for £150,000 in cash, with interest at 6 per cent. per annum from the date of public issue of the Company, and £600,000 in Debentures of the Company at par, bearing interest at 8 per cent. per annum from the same date, and with an accumulative sinking fund of 2 per cent. per annum, commencing four years later.

A Contract has been entered into with Messrs. Edwin Clark, Punchard, and Co., for the Construction of the Railway and Pier, including a Tunnel to the face of the Ore, and the necessary amount of Rolling Stock, for a sum not exceeding £775,000, under which Contract the whole of the works are to be completed in two years from their commencement.

The following is an estimate of the sum which the Directors believe will be required for capital expenditure during the first three years :—

	£
Three instalments of purchase-price and amount of the valuations	1,182,000
Construction and Equipment of the Railway, Tunnel, and Pier at Huelva ...	775,000
Mining Plant, New Works and removal of the Over-burden	200,000
Current Expenses and Contingencies	80,000
Cash to original purchasers	150,000
Amount required to pay Interest on Bonds and Shares during construction, less receipts from Copper sold	350,000
	£2,737,000

This amount will only be gradually required, and it is intended to raise it by the issue of the £2,000,000 of shares now offered and the remainder by Debentures.

THE RIO TINTO COMPANY,

LIMITED.

PROSPECTUS.

WATERLOW AND SONS, PRINTERS, GREAT WINCHESTER STREET, E.C.

MEMORANDUM OF ASSOCIATION OF THE RIO TINTO COMPANY,

LIMITED.

1. The name of the Company is THE RIO TINTO COMPANY, LIMITED.

2. The registered office of the Company will be situate in England.

3. The objects for which the Company is established are:

(A). Purchasing and acquiring certain copper, sulphur, and iron mines known as the Rio Tinto Mines, in Spain, formerly the property of the Spanish Government, and sold under a law of the National Assembly, dated the 17th February, 1873, to Messrs. William Edward Quentell, Ernest H. Taylor, Henry Doetsch, and Messrs. Matheson and Co., together with all the works, buildings, constructions, machinery, stores, materials, and appurtenances thereto belonging, and all other the property and rights included in the said purchase, and holding and working the property aforesaid or any part thereof:

(B). Procuring and carrying out a Concession or Decree from the Government of Spain, for constructing a railway from the port of Huelva in Spain, to the said Mines, and to Seville, or either of them, for carrying passengers or goods or both, and for constructing a wharf or wharves at the said port, and working and using the same.

(C). Applying for and procuring, or purchasing and taking over, any concessions, contracts, or decrees for the purchase, lease, or working of any mines, beds, quarries, or deposits of coal, iron, or any other mineral, whether in Spain or elsewhere, observing the terms and conditions of such concessions, contracts, and decrees, and holding or working all or any part of such mines, beds, or quarries.

(D). Carrying on the business of workers, producers, buyers, and sellers of copper, sulphur, and iron, and of all ores thereof respectively, or any other minerals or natural deposits, and of any combinations, manufactures, or products thereof or therefrom.

(E). Constructing, purchasing, taking on lease, or otherwise acquiring any furnaces, foundries, manufactories, or works of any kind, in any place whatever, for the melting, treatment, combination, or manufacture in any form of copper, sulphur, iron, steel, or the ores from which they may be obtained, or any other mineral, and working and carrying on the same.

(F). Acquiring by purchase, lease, or otherwise, any lands, railways, and buildings or other works, or constructing any buildings or other works necessary or expedient for any of the above purposes, and in particular constructing any railways, tramways, roads, wharves, quays, docks, and warehouses, whether in Spain or not, and whether on the land of the Company or not, and acquiring or constructing any plant, machinery works, buildings, stores, or materials thereon.

(G). Acquiring by purchase, sale, hiring, constructing, or otherwise, any steam or other ships, barges, or vessels for the purpose of conveying goods, whether belonging to the Company or not, or of conveying persons, and between any places whatever, and maintaining and running the same.

(H.) Constructing and maintaining, or contributing to construct and maintain any houses, buildings, churches, schools, hospitals, and other establishments, for the use and benefit of the workmen and others from time to time employed by the Company or on its works or property.

(I). Acquiring by grant, purchase, or license, and exercising any patents or patent rights, Brevets d'invention, or copyrights which may be desirable for the purposes of the Company.

(J). Doing all or any of the matters aforesaid, either alone or in conjunction with, or as factors, agents, or trustees for other Companies or individuals.

(K). Establishing and regulating branches or agencies (whether within the United Kingdom or abroad) for all or any of the aforesaid purposes.

(L). Selling, demising, leasing, letting out, or licensing the use of property of any kind whatever belonging to the Company in such manner and upon such terms and conditions and for such purposes as the Company shall think proper.

(M). Accepting and taking shares or stock in any Company, Society, or undertaking, or the stock or securities of any Government or State, whether British, Colonial, or Foreign, and either holding or selling such shares or stock.

(N). Borrowing on any terms and conditions any amount of money, upon the security of mortgages or pledges of or upon all or any part of the Company's property, or any calls on Shareholders made or to be made, or without any such mortgage or pledge.

(O). Procuring the Company to be constituted or incorporated as an anonymous society in any foreign country.

(P). Purchasing, taking over, and adopting all or any part of the goodwill, assets, and liabilities of any other Company, undertaking, or person carrying on all or any branches of the business mentioned in this Memorandum, and buying, holding, or selling any of the shares of such Company, and liquidating and winding up its business and affairs.

(Q). Making and carrying into effect arrangements with respect to the union of interests or amalgamation, either in whole or in part with any other Company, Corporation, or person carrying on any business similar to that of this Company; and upon the terms either that (so far as is consistent with this Memorandum) this Company or the Company or person with whom it shall amalgamate, or some other Company or person, shall carry on the amalgamated business; or selling to any Company, Corporation, or person all or any part of the Company's business or property; and for all or any of the said purposes, if necessary, establishing any new Company; and taking shares in any such new or other Company as partial or entire payment or consideration, and holding or settling such shares, or distributing or allotting them among the Shareholders of this Company.

(R). Doing all such other things as are incidental or conducive to the attainment of the above objects.

4. The liability of the Members is limited.

5. The capital of the Company is £2,250,000, divided into 225,000 shares of £10 each; which shares and any other shares of which the capital of the Company may from time to time consist, may be divided into different series and may have such guarantee, privilege, and preference, as between themselves as shall be determined by the regulations of the Company existing from time to time.

Arqueología Industrial en Río Tinto. La Producción Hidrometalurgia (1725 -1954) y sus paisajes culturales

Estas propuestas dieron resultado un año después. Se había iniciado el desmonte de Filón Sur, los trabajos hidrometalúrgicos se centraron en Cerda y se decidió que los minerales con leyes altas en cobre se llevaran a Reino Unido[126] y los de menor ley se fundieran en Río Tinto, incluida la "papucha", subsales con alto contenido en cobre que se obtenía en los canales de cementación. Para esto se puso en operación en 1874 la antigua Fundición San Luis[127], que estaba formada por un horno de manga de reverbero y un horno de afino. El horno de manga fue dotado de un soplante de vapor y fue empleado para obtener matas partiendo de minerales con leyes medias y altas de cobre y "papucha".

Los avances de las operaciones mineras fueron muy importantes, superaron las expectativas, permitiendo a Río Tinto producir en una década el 60% de la producción española, y convertirse en el mayor centro minero y productor de cobre y azufre a nivel mundial[128]. Los buenos resultados de las operaciones mineras no se pudieron trasladar a la bolsa, pues fue un fracaso la emisión de acciones, ya que se vendieron pocas acciones y al 30% de su valor nominal[129]. La desconfianza aumentó cuando Matheson intentó vender acciones en París y el banco Crédit Lyonnais dijo que RTCL era incapaz de hacer frente a su deuda, y tuvo que endeudarse para poder cumplir con sus obligaciones financieras[130].

El surgimiento de un nuevo gigante minero como Río Tinto supuso un cambio en el mercado internacional de cobre y azufre, ocupados al alimón por la Compañía de Tharsis Sulphur and Copper Company y por Mason & Barry, que operaba en Mina São Domingos. Las tres empresas firmaron un acuerdo en 1878 donde se repartieron el mercado. A Río Tinto le correspondió el 40% del mercado británico y el mercado europeo, a Tharsis el 33% del mercado británico, y a Mason & Barry el 26,66%. Este

[126] Primero en Cwn Avon y a inicios del siglo XX Port Talbot (Gales, U. K.) ver SALKIELD, L. U. (1971): "Recent history of Copper Smelting at Río Tinto", informe 13 de mayo (Inédito). Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto, 1-2

[127] SALKIELD, L. U. (1971): "Recent history of Copper Smelting at Río Tinto", informe 13 de mayo (Inédito). Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto, 1

[128] LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "Los Rosthchild en Río Tinto. Propiedad y control de un gigante minero", en GALÁN GARCÍA, A. (Ed.) *La Presencia "inglesa" en Huelva: entre la seducción y el abandono*, UNIA, 71 -101.

[129] COLL MARTIN, S. (1983): "Las empresas mineras del suroeste español, 1850 – 1914", en ANES, G. ROJO, L. A. y TEDDE, P. (Eds.) *Historia Económica y pensamiento social. Estudios en Homenaje a Diego Mateo Peral*, Alianza Editorial y Banco de España, Madrid, 410-411; LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "Los *Rosthchild en Río Tinto… 77*..

[130] *AVERY, D. (1974): Not on Queen Victoria´s*...119; LÓPEZ MORELL, M.A. y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios. Estrategias de los Rothschild en los mercados internacionales de los metales no ferrosos (1830 – 1940), en *Primer encuentro de la Asociación Española de Historia Económica*, Barcelona, 23; LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "Los Rosthchild en Río Tinto…, 82.

acuerdo se prorrogó por tres años más, hasta 1885 cuando finalizó el acuerdo[131]. A esto se sumó la llegada a escena de los productores norteamericanos de cobre y azufre, que comenzaron a ser unos serios competidores para los productores europeos.

El 4 de febrero de 1888 tuvieron lugar en Río Tinto los luctuosos acontecimientos conocidos como "el año de los tiros" [132], cuando en la Plaza de la Constitución de Río Tinto confluyeron dos manifestaciones, una de mineros acompañados de sus familias y otra de antihumistas, principalmente agricultores. Hubo unas descargas de fusilería por parte de los soldados del Regimiento de Pavía, que acababa de llegar de Huelva, sobre las personas congregadas frente al Ayuntamiento del antiguo pueblo de Río Tinto, y con esta tragedia surgió uno de los temas más tratados sobre la historia de Río Tinto. Este trabajo no vamos a tratar estos desgraciados acontecimientos, pero sí lo haremos sobre el sistema cementación artificial, del que la "telera" formó parte, de su funcionamiento, aprovechamiento y de su fin cuando se comenzaron a emplear sistemas pirometalúrgicos, la fundición Bessemer y fundición pirítica en los primeros años del siglo XX.

Mientras en Río Tinto se enfriaban los rescoldos de esta revuelta minera y campesina[133], Hyacinthe Secretan fracasaba en su intento de monopolizar el cobre a nivel mundial. En él, Matheson había sido partícipe al venderle al magnate francés la producción de Río Tinto de 1888, 1889 y 1890 a un precio superior al de mercado.

---

[131] CHECKLAND, S.G. (1967): *The mines of Tharsis. Roman, french and british enterprises in Spain. London,* 144; AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….119 -121; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*55-58; LÓPEZ MORELL, M.A. y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios…., 24; LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "Los Rosthchild en Río Tinto…, 83.

[132] Sobre el Año de los Tiros ver: AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…185 -2009; DE PAZ SÁNCHEZ, J. J. (2014) *Entre el puerto y la mina (I). Antecedentes del movimiento obrero organizado en Huelva (1870-1912)*. Universidad de Huelva. 2014; FERRERO BLANCO, M. D. (1994); *Capitalismo minero y resistencia rural en el suroeste andaluz. Río Tinto, 1873-1900*. Diputación Provincial de Huelva; (1998): "Los sucesos de Río Tinto de 1888 según los directores de la Rio Tinto Company Limited*", Revista de Historia Industrial* nº 14 , 43 -82; (2008): "El 4 de febrero de 1888: la primera gran huelga minero agrícola de la historia contemporánea", *Catálogo de la Exposición 120 Aniversario del Año de los Tiros, 4 de febrero de 1888 – 2008. "Las teleras". Conflictos Sociales, Causas y Consecuencias*, Nerva (Huelva), Diputación Provincial de Huelva, 11-27.; GIL VARON, L. (1984): *Minería y Migraciones, Río Tinto 1873-1973,* Sociedad Cooperativa Industrial Tipografía Católica, Córdoba; PÉREZ CEBADA, J.D. (2014): *Tierra devastada, historia de la contaminación minera*, editorial Síntesis, Madrid; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (1994): *Las Calcinaciones al aire libre: Las Teleras. Los conflictos sociales de febrero de 1888. Causas y Consecuencias*. Catálogo Monográfico nº 1. ed. Fundación Río Tinto. Minas de Río Tinto. (Huelva); PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2007b): "Antecedentes del movimiento obrero organizado en las Minas de Río Tinto "El año de los tiros", *Sindicalismo Minero en Huelva, la Huelga de 1913 en Río Tinto*, ADR Cuenca Minera, Huelva, 57 -75 ; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2008). *Los sucesos del 4 de febrero —Año de los tiros. A través del análisis de los acuerdos plenarios*. Ayuntamiento de Nerva. en *Catálogo de la Exposición 120 Aniversario del Año de los Tiros, 4 de febrero de 1888 – 2008. "Las teleras". Conflictos Sociales, Causas y Consecuencias*, Nerva (Huelva), Diputación Provincial de Huelva, 29 – 43. El número de trabajos sigue aumentando en los últimos años, tanto aquellos que son una mera recopilación del trabajo de varios investigadores, como CHASTAGNARET, G. (2017) *Humos y Sangre, Protestas en la cuenca de las piritas y masacre en Río Tinto (1877 – 1890)*, Universtitad D´Alacant, como aquellos que presentan nuevas aportaciones, como en el caso de MORENO BOLAÑOS, A. (2016): *Génesis del Anarquismo en Minas de Río Tinto, Maximiliano Tornet como paradigma y su papel en el "año de los tiros"*. Círculo Rojo, Almería, que además de presentar nuevos documentos y análisis ha puesto a disposición de los futuros investigadores una nueva fuente documental, el diario *El productor*, que recogía los artículos de puño y letra del propio Maximiliano Tornet, uno de los personajes más destacados en los acontecimientos del 4 de febrero de 1888.

[133] FERRERO BLANCO, M. D. (2008): "El 4 de febrero de 1888….11-27.

Secretan no calculó bien su capacidad para poder controlar el mercado subiendo los precios. Alphonse de Rothschild adelantó fondos a Secretan en los meses finales de su monopolio especulativo y se hicieron con miles de acciones de Río Tinto, convirtiéndose, al hundimiento de Secretan, en los principales accionistas de RTCL[134].

Como afirma López Morell, los Rotschild no tuvieron prisa en tomar el control de RTCL, esperaron a la salida de los consejeros, por motivos de salud, edad o deceso, como pasó por ejemplo con Matheson o Doetsch, que fueron siendo sustituidos por hombres de su confianza, como Charles Fielding[135], miembro del Consejo desde 1900, vicepresidente entre 1903 – 1904 y Chairman desde 1904 a 1922, que fueron tomando importantes decisiones técnicas y financieras[136].

Estas últimas se pueden resumir en tres. En mayo de 1895 consiguieron colocar 3.600.000 libras en obligaciones para disminuir la deuda de RTCL. Esto a su vez permitió amortizar los bonos antiguos que estaban en circulación, con lo que el pago anual de intereses se redujo de 200.000 a 74.000 libras. La casa Rotchschild añadió a lo anterior una operación de desdoble de las acciones ordinarias y preferenciales, que supuso un acicate para los accionistas, reforzó a la vez su control de RTCL y excluyó a los accionistas más conservadores. Todo esto junto con la ampliación de capital de 1905 permitió la liquidación de todas las deudas de RTCL, lo cual la liberó de cargas financieras hasta los años 30 del siglo XX[137].

En cuanto a las decisiones técnicas destaca el abandono del sistema Doetsch y del sistema de cementación artificial por el de cementación natural, como venían diciendo algunos técnicos de Río Tinto y se estaba haciendo en minas como Tharsis[138]. También se produjeron mejoras en los sistemas mineros, pues a instancias del Ingeniero R.E. Palmer el Consejo, con Fielding como abanderado, aceptó su propuesta de cambio

---

[134] Sobre este particular ver AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….120-122; HARVEY, C.E. (1981): *The RIO TINTO COMPANY…*68-72. SOBRE ESTE TEMA Y LOS ROTHSCHILD VER LÓPEZ MORELL, M.A. (2005): *LA CASA ROTHSCHILD EN ESPAÑA (1812-1941)*, MARCIAL PONS, MADRID, 312 – 318; LÓPEZ MORELL, M.A. Y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios… 23; LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "Los Rosthchild en Río Tinto…, 82; LÓPEZ MORELL, M.A. (2015): *Rothschild, una historia de poder e influencia en España*, Marcial Pons, MADRID.

[135] *Staff Book* nº 1, página 222: Staff Book nº 2, página 106; Staff Book nº 3, página 82 LMA. Fielding, era un hombre de empresa, que tras mostrar su gran valía en varios puestos en las Minas, como director de Cwn Avon y en la sede de Londres, llamó la atención de los Rothschild por su solvencia financiera y técnica AVERY, D. *(1974): Not* on Queen Victoria´s….207 -212; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*80-81, 95-97.

[136]LÓPEZ MORELL, M.A. Y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios…24; LÓPEZ MORELL, M.A. (2011):"Los Rosthchild en Río Tinto…, 82.

[137]LÓPEZ MORELL, M.A. Y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios…24.

[138]Sobre los avances empleados por Tharsis Sulphur and Copper Company ver CHECKLAND, S.G. *(1967): The mines of Tharsis*….Chapter 12 Tharsis and technology, 116-135. Sobre los introducidos por Río Tinto Co. Ltd. Ver HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…* 93-94.

del empleo en contramina o minería de interior del método de huecos y pilares que se venía desarrollando en Río Tinto desde época española por el de "cut & fill", que no dejaba huecos en interior, haciendo menos probables los derrumbes y obteniendo mayor cantidad de mineral[139]. La mano de Fielding se aprecia a nuestro parecer, sobre todo, en las mejoras de los procesos pirometalúrgicos, como la introducción en 1901 del sistema Bessemer y en 1907 de la fundición pirítica[140], de los que era buen conocedor, pues había sido director de la fundición de Cwn Avon[141]. En ese mismo año llegó a la Dirección de las minas Mr. Walter Browning, General Manager, que ocupó dos décadas de la historia de Río Tinto y que debido a su poder fue llamado "el rey de Huelva".

Foto 34



Charles Fielding



Walter Browning

La conjunción de las decisiones financieras y técnicas convirtió a Río Tinto en una de las empresas más grandes del mundo[142]. Desde 1887 las ventas nunca bajaron del millón de libras, llegando a ingresar 2.420.996 libras en 1906. Esto llevó a que las acciones de RTCL dieran un dividendo medio anual de 69,05% del capital[143].

[139] HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…* 96-97.
[140] HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…* 95.
[141] AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s….*207
[142] En 1912 RTCL era la 13 empresa más grande del mundo SCHMITZ, C. J. (1995): "The world´s largest Industrial Companies of 1912", *Business History, 37*, 4, 85-96.
[143] HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…* 89-110; LÓPEZ MORELL, M.A. (2005): *La casa Rothschild en España*...279 -334

A pesar de todo lo anterior RTCL perdió su papel decisivo en los mercados frente a los productores norteamericanos con la creación de la Amalgamated Copper Co. Pero el aumento del uso de la electricidad y, por ende, de la necesidad de cobre y sus distintas aleaciones, junto con la demanda de los años de preguerra y guerra incrementaron los precios. RTCL firmó un acuerdo con el gigante alemán Metallgeselshaft y en 1905 firmó acuerdos con otros productores de piritas que regularon el mercado en Europa, renovados en 1911, 1916 y 1921, que supusieron paz y bonanza económica para todos los firmantes de los mismos[144].

La primera Gran Guerra supuso para RTCL unos pobres resultados en los años 1914 y 1915, el cese de las exportaciones a la Alemania del Kaiser y una bajada en la producción. Esto se compensó con una subida en el precio del cobre.

Con el estallido de la Primera Guerra Mundial se inició el intervencionismo del estado español en el sector minero, y se comenzaron a adoptar una serie de medidas cuya finalidad era asegurar el abastecimiento de minerales[145]. En principio estas normativas no afectaban a Río Tinto[146], pues era un caso especial en cuanto a la concesión de la mina y los derechos mineros, pero tras el estallido de la Guerra Civil esta legislación tendrá consecuencias en esta mina.

El Gobierno Británico nombró a RTCL para la Comisión de Metales, la única empresa minera que estuvo en ella, pues tanto el cobre como el azufre estaban consideradas commodities muy importantes en tiempos de guerra[147]. La importancia para la industria bélica para los aliados en general y Gran Bretaña en particular, determinó que se duplicara el precio del cobre, que llegó a alcanzar las 130 libras por

[144] CHECKLAND, S.G. *(1967): The mines of Tharsis….*191 -196; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…* 170-171; LÓPEZ MORELL, M.A. y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios…26

[145]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A.M. (2015): *Régimen fiscal de la minería….* 70. Real Decreto 1 de octubre de 1914 por el que el Estado intervenía en la producción de ciertas sustancias minerales indispensables a la defensa nacional y al desarrollo de la agricultura, pudiendo excluir provisional, temporal o definitivamente del derecho público de registro aquellos terrenos francos que el Ministerio de Fomento designase para investigar y aprovechar dichos recursos. Ley de Subsistencias de 11 de noviembre de 1916, que permitía la incautación de minas por el Estado y el aprovechamiento por su cuenta, se dictaron dos disposiciones que perseguían, en situaciones de guerra, que el país poseyese y pudiera aprovechar directamente las sustancias minerales indispensables para ella. La Ley de 7 de diciembre de 1916, confirmó el derecho del Estado para la investigación y aprovechamiento de determinados yacimientos minerales, como ocurrió en la Provincia de Málaga para la investigación de Platino. Ley de 24 de julio de 1918 de sales potásicas, que controlaba las concesiones de dichos recursos y facultaba a la Administración a incautar las explotaciones ya concedidas si los trabajos no se desarrollaban a ritmo adecuado o en supuestos de conflictos internacionales. Esta Ley también permitía al Estado reservarse en su favor y sustraer del régimen general minero ciertos criaderos minerales cuya explotación pudiese servir a un señalado interés público.

[146]Ley de 14 de junio de 1870 Decretada y Sancionada por las Cortes Constituyentes sobre la Enajenación de las Minas de Río Tinto, en el art. 2 El Estado transfería el derecho de propiedad que tenía sobre suelo y subsuelo, en el art. 2.2. se le cedía el aprovechamiento de los escoriales, terreros…..y aguas vitriólicas.

[147] Ver LÓPEZ MORELL, M.A. y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios…26

tonelada de cobre Standard[148]. Los gobiernos aliados negociaran con RTCL la venta del cobre producido a 115 libras por tonelada para evitar especulaciones[149], lo que supuso para RTCL unos beneficios similares a los años de preguerra entre 1916 y noviembre de 1918.

Con el fin de la Guerra se desplomaron los precios del cobre en un 40 % en marzo de 1919, en un contexto donde, además de un exceso de stock, EEUU había pasado junto con Sudamérica y unas minas que comenzaron a operar en el Copper Belt africano, a controlar el 74% del cobre afinado del mundo, que para 1921 estaba en manos de tres grandes grupos norteamericanos.

En Río Tinto tuvieron lugar importantes huelgas antes de la Primera Guerra Mundial en 1913[150], durante su desarrollo en 1917[151] y al final, en 1920[152], De éstas, la que tuvo mayor repercusión fue la de 1920, que llegó a parar las minas seis meses, niños de la Cuenca Minera fueron sacados en convoyes, etc. La huelga finalizó por agotamiento de los trabajadores más que por las medidas que fueron arbitradas por RTCL[153], y podemos defender, sin lugar a dudas, que la huelga de 1920 fue debida a que los mineros y sus familias tenían graves problemas de subsistencia[154] y no a bolcheviques financiados desde Moscú[155].



Foto 35 Medalla concedida por RTCL a los trabajadores ingleses y españoles que participaron en el rescate del Pozo Alicia, fue donada por Río Tinto PLC al Museo Minero de Río Tinto.

[148] Entendiendo por Cobre Standard, aquel cobre afinado que contenía entre 99 y 99,3 % de Cu ver LÓPEZ MORELL, M.A. (2005): *La casa Rothschild en España*...16

[149] Ver LÓPEZ MORELL, M.A. y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios…27

[150] Sobre esta Huelga ver PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2007b): "Antecedentes del movimiento obrero…. Huelva; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …23 – 26; Durante esta huelga tuvo lugar el incendio del Pozo Alicia, posiblemente debido a un sabotaje sobre este particular ver REAL VALDÉS, P. (1995): *El incendio de pozo Alicia, 80 años después,* Diputación de Huelva, Huelva.

[151] AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….208 – 230; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*167 -187. PEÑA GUERRERO, M.A.; LARA RÓDENAS, J. C.; DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, R.M. (1990): "Huelva y la crisis de 1917", *Huelva en su Historia,* 3, 449 – 503; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …23 – 26

[152]AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….233 – 266; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*167 -187; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …23 – 26.

[153]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*180 -182.

[154] HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*178 -181.

[155]AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….298 - 300.

En 1921 finalizó el acuerdo de los productores de piritas, y se inició una guerra comercial con Tharsis, principalmente en el mercado británico, pero tras casi dos años se firmó un nuevo acuerdo con Orkla, Mason & Barry, Societé de Pirites y Tharsis[156].

[156] Sobre este particular ver HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*168 -187 y LÓPEZ MORELL, M.A. (1997): "El acuerdo de creación de creación de la Asociación de Productores de Piritas de 19 de julio de 1923: un ejemplo de organización de oligopolios ante la crisis de la posguerra", *Revista de Estudios Regionales, 47*, 265-291.

4.5.2. De 1923 a 1954. Los años deslucidos

En 1923 se produjo el golpe de Estado de Primo de Rivera, y esto trajo consigo el control sobre las asociaciones obreras y con ello un periodo forzoso de paz social tras casi una década de importantes movimientos sociales con las huelgas de 1913, 1917 y 1920[157]. Aunque es conocido que Primo de Rivera cenaba una vez por semana en el piso de General Castaños, sede de RTCL en Madrid[158], la llegada de nuevos ministros y próceres al gobierno supuso la ruptura de las relaciones que tradicionalmente se venían cultivando entre RTCL y los distintos gobiernos españoles, por lo que no hubo nadie que pudiera defender los puntos de vista de la Compañía. Entre estos ministros destacó José Calvo Sotelo, que ante la crisis que soportaba España tras el fin de la Primera Guerra Mundial aumentó las exigencias e impuestos a RTCL[159]. En este sentido, Sir Auckland Geddes llegó a declarar en 1925 que "el Gobierno español actuaba como si la capacidad de generar fondos por la compañía fuese ilimitada" [160].

En esta difícil coyuntura del final de la Primera Guerra Mundial y varias huelgas, sobre todo la de 1920, Fielding apoyó sin reservas a su hombre en Río Tinto, Walter Browning, General Manager, que gestionaba con puño de hierro RTCL. Pero esto ocasionó que los Rothschild comenzaran a ver que su hombre fuerte hasta ese momento comenzaba a ser un problema, de forma que buena parte de sus competencias pasaron a otros consejeros, como Lord Milner y Sir Arthur Steel-Maitland, que tenían un talante más dialogante, tanto con los trabajadores como con el mercado internacional. El enrocamiento de Fielding en esto último y su insistencia en aprovechar los costes favorables de RTCL para entablar una guerra comercial[161], sobre todo con Tharsis y su General Manager William Paterson Rutherford, con quien tenía una enemistad manifiesta, determinó su sustitución como Chairman por Lord Milner en 1924 y a la muerte de éste en 1925 por Sir Auckland Geddes, político con experiencia, tanto en Reino Unido como en el extranjero, dialogante, con fama de "tunante" [162] y un aspecto clave que no debe olvidarse en la historia de RTCL, amigo personal de Lord Milner y Lionel Rothschild.

[157]AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….229 y 248.
[158]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): "La españolización de las minas de Río Tinto", en J. A. PÉREZ – A. DELGADO – J. M. PÉREZ – F. J. DELGADO (eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 395
[159]AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*…. 248 -249.
[160]AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*…. 248 -249.
[161]LÓPEZ MORELL, M.A. (2011):"LOS ROSTHCHILD EN RÍO TINTO…, 89.
[162]AVERY, D. *(1974): Not on Queen Victoria´s*….225.

Foto 36



Lord Milner



Auckland Geddes

Con la llegada a la presidencia de Geddes en 1925, RTCL se dedicará a retomar su lugar en el mercado internacional de piritas y cobre, modernizar la dirección en Londres y Río Tinto, con personal cualificado y eficiente, y buscar inversiones para la empresa fuera de España que ayudaran a mejorar la cuenta de resultados de la empresa, pues en la mina sólo se invertía lo necesario para el desarrollo de las distintas operaciones mineras, metalúrgicas, etc.

En 1926 RTCL creó la European Pyrites Corporation junto con su antigua aliada Metallgesellshaft de Frankfurt, entidad a las que unieron en 1927 Mason & Barry, Orkla y San Platón. También se llegó a la delimitación de zonas de compras con la Sociéte des Pyrites, Cyprus y varias minas alemanas, y en 1929 Tharsis también firmó su entrada en la corporación[163].

En cuanto a la inversión de capital de RTCL fuera de España, se invirtió en empresas químicas estratégicas, como en la Silica Gel Holding en Estados Unidos[164] y sobre todo en el yacimiento de Rhokana en Rhodesia del Norte (actual Zambia) [165], que

[163]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….312 -314; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*209 -212; CHECKLAND, S.G. (1967): *The mines of Tharsis….*201 -204;

[164]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….429 -431; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*211 -214

[165]Sobre este particular ver HARVEY, C. E. (1980): "Copperbelt Merger: The Formation of the Rhokana Corporation, 1930-1932", *The Business History Review*, 54/3, 330-358 y HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*chapter 9 The Northern Rhodesian Venture, 228 -250

fue la nueva joya de la corona de RTCL, dio muchos beneficios, y a pesar de la crisis de 1929 fue la base de su internacionalización tras la Segunda Guerra Mundial.

En cuanto a la modernización de RTCL, Geddes incorporó al board en Londres a personas capaces y con dedicación exclusiva a la empresa[166], R. M. Preston como Director Comercial y Charles M. Buchanan como Director Financiero. Para disponer de asesoramiento técnico minero en el Consejo hizo venir de España al ingeniero de minas G.W. Gray, y, por último, ascendió al secretario J.G. Macleod a segundo director financiero, de forma que se pudiera aprovechar tanto su amplia experiencia como su profundo conocimiento de la Compañía[167]. Las malas relaciones de Geddes con Walter Browning terminaron en enfrentamientos y éste último fue cesado en agosto de 1927. Fue nombrado como General Manager Paul Sidney Couldrey.

La política desarrollada por Geddes puso a RTCL de nuevo en primera línea de los productores de cobre y azufre a nivel mundial, con una cartera de inversiones diversificada, saneada gracias a los Rothschild, lo cual permitió que afrontara crisis como el crack de 1929, la Guerra Civil Española o la Segunda Guerra Mundial. De 1931 a 1947 no hubo dividendos para las acciones ordinarias de RTCL, aunque si para las acciones preferentes. Fue un periodo donde se intentó evitar pérdidas, más que grandes beneficios[168].

Antes de la crisis de 1929 RTCL sufrió un hecho muy importante para su imagen, "el caso Pilkington" [169]. Harry Pilkington, un empleado de la Compañía, se personó el 3 de abril de 1928 en la Dirección General de Aduanas denunciando que RTCL había desarrollado un fraude pronunciado entre 1922 y 1925. Tras una intensa investigación y diversos procesos en el Tribunal Económico Administrativo Central, RTCL fue condenada al pago de "9.801.702,53 de pesetas; de las cuales corresponden 7.134.329,78 a los derechos, 1.667.372,75 a los intereses de demora, y un 1.000.000 millón de pesetas al donativo" [170]. El dinero fue entregado por Sir Auckland Geddes en representación de RTCL en un

[166]LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "*LOS ROSTHCHILD EN RÍO TINTO*…, 93.
[167]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….429 -431; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…309 -312
[168]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….429 -431; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…260
[169]Sobre este particular ver AVERY, D. *(1974): Not* on Queen Victoria´s….260 y 262; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…2.; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …26 – 27. Aunque el trabajo más completo sobre el Caso Pilkington es MORENO BOLAÑOS, A. (2011): *Fraude fiscal de R.T.C.L. durante la Dictadura de Primo de Rivera Caso Harry Pilkington – 1928 - Rio Tinto Company Limited* (inédito), que esperamos vea la luz en breve blanco sobre negro.
[170]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): Fraude fiscal de R.T.C.L…,7.

cheque durante un acto íntimo en el Club Inglés de Río Tinto el 22 de abril de 1929, durante la visita del Presidente del Gobierno de España a las minas de Río Tinto[171].



Foto 37 Miguel Primo de Rivera al inicio de la visita a Río Tinto en el Nuevo Hospital de la Compañía, actual Museo Minero de Río Tinto. AHMFRT.



Foto 38 Miguel Primo de Rivera en la puerta del Club Inglés de Río Tinto, donde se le entregó el cheque con la sanción económica impuesta el gobierno español.

Este fraude, aireado en los tabloides nacionales e internacionales, supuso una losa en la imagen de RTCL en España. Avery apunta la siguiente anécdota: *"*En un almuerzo celebrado allí en 1929, el rey Alfonso XIII le dijo a Lord Denbigh que sólo dos cosas se oponían a unas excelentes relaciones entre España y Gran Bretaña: Gibraltar y Río Tinto, y que este último era el problema más serio*"* [172].

Además de satisfacer las sanciones que impuso el gobierno, RTCL mejoró algunas de las condiciones de los trabajadores con la intención de propiciar la paz social. En este sentido es destacable que a partir de 1929 RTCL comenzó a conceder pensiones a los trabajadores jubilados, viudas y huérfanos, cuestión que hasta ese momento sólo se

[171]REGALADO, M.C.; MORENO, A. y DELGADO, A. (2014): *Club Inglés Bella Vista, 135 años de historia, Club Inglés*, San Juan de Puerto, 46 y 47.
[172]AVERY, D. (1974)*: Not* on Queen Victoria´s….249.

concedía a discreción de la Compañía. Estas medidas sociales de "bajo coste" no sirvieron para evitar los conflictos sociales que se desarrollaron hasta la Guerra Civil[173].

En palabras de David Avery la proclamación de la II Segunda República y el periodo hasta la Guerra Civil fue para RTCL un periodo de "inestabilidad política, huelgas, y gastos corrientes"[174]. La llegada al gobierno de partidos de izquierdas y el hecho de que el país se podía radicalizar, que quisieran "socializar" o nacionalizar las minas, era un factor de preocupación. Este temor se basaba en el artículo 44 de la Constitución Republicana de 9 de diciembre de 1931[175]:

Artículo 44.

Toda la riqueza del país, sea quien fuere su dueño, está subordinada a los intereses de la economía nacional y afecta al sostenimiento de las cargas públicas, con arreglo a la Constitución y a las leyes.

La propiedad de toda clase de bienes podrá ser objeto de expropiación forzosa por causa de utilidad social mediante adecuada indemnización, a menos que disponga otra cosa una ley aprobada por los votos de la mayoría absoluta de las Cortes.

Con los mismos requisitos la propiedad podrá ser socializada.

Los servicios públicos y las explotaciones que afecten al interés común pueden ser nacionalizados en los casos en que la necesidad social así lo exija.

El Estado podrá intervenir por ley la explotación y coordinación de industrias y empresas cuando así lo exigieran la racionalización de la producción y los intereses de la economía nacional.

En ningún caso se impondrá la pena de confiscación de bienes.

art. 44, Constitución Republicana 1931.

Geddes expuso al Consejo de Administración el 1 de mayo de 1931 lo siguiente: "La Junta debe conocer que existe la posibilidad de que España pase por una fase comunista, probablemente precedida y sucedida por una fase socialista, y que, en vista del tipo de gobierno actualmente en el poder en Inglaterra, es poco probable que haga mucho por la protección de los intereses capitalistas británicos en países extranjeros, corremos un riesgo considerable de que se interfiera con la propiedad de la Compañía, en lo que respecta a su gestión y propiedad….[en poco tiempo]…la Compañía se enfrentará a algún tipo de demanda para entregar las minas. La demanda puede adoptar

[173]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*258 - 259
[174]AVERY, D. (1974)*: Not* on Queen Victoria´s….367
[175]FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …34

la forma de una orden de venta a una empresa española; o peor aún, se podría dictar una orden de expropiación con miras a la nacionalización de la propiedad" [176].

Tras la exposición de Geddes, con la que todo el Consejo de Administración estuvo de acuerdo, se tomó una decisión que determinará la posición de RCTL hasta que la mina pasó a manos españolas en 1954 y fue la siguiente:

"Que la Compañía no debe realizar ninguna inversión de capital en España, salvo en caso de absoluta necesidad. Qué sólo debe mantener en estado de conservación las partes de la propiedad que sean necesarias para que pueda mantener su posición en los mercados internacionales. Que se suspenda la efectiva amortización de inmuebles y planta, con el fin el fin de mantener elevadas las tasaciones, en caso de que se utilicen como base de una valoración[177]".

Esta decisión mediatizó la política de la empresa en las minas y todas las operaciones (mineras, metalúrgicas, transporte, etc.). Cuando la mina pase a manos españolas, lo hará un complejo minero y metalúrgico desfasado y con importantes necesidades de inversión.

En 1933, con el inicio del Bienio Negro, el gobierno autorizó a RTCL a despedir a 1000 trabajadores sobrantes de los que se habían contratado en los últimos cuatro años y procedían de fuera de la Cuenca Minera. No obstante, la Compañía proporcionó ayuda económica al desplazamiento y se concedió a los ayuntamientos subvenciones para que emplearan a los parados que tenían en sus pueblos. Pero estas medidas no sirvieron para mantener la paz social, pues en el primer trimestre de 1934 se sucedieron numerosas huelgas[178]. Se vio agravado porque a principios de abril de 1934 la Guardia Civil fue retirada de la Cuenca Minera, que hizo sentir sin protección a RTCL, a pesar de contar su guardería, pues esta era insuficiente. El General Manager F. W. Copper hizo gestiones a todos los niveles y en pocos días se destinaron a la Cuenca Minera de Río Tinto 300 Guardias Civiles y 100 guardias de asalto. Estas fuerzas serían fundamentales para mantener el orden en la Cuenca Minera de Río Tinto[179].

[176]Board Minute Book nº15, entrada 21 de mayo de 1931.
[177]Board Minute Book nº15, entrada 21 de mayo de 1931.
[178]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….364
[179]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….366

La huelga más importante comenzó en Río Tinto el 5 de octubre de 1934. Aunque las fuerzas de orden público mantuvieron pacificadas las instalaciones mineras, no lo fue tanto en Nerva y Río Tinto, pero tras cuatro días todo volvió a la normalidad[180].

Al trabajo no volvieron todos los obreros, pues se despidieron 614 operarios, entre los que fueron detenidos y procesados por huelguistas, que constituían el 7,5% de la plantilla[181]. A estos se unieron 200 trabajadores más, que fueron declarados sobrantes y despedidos con autorización del gobierno[182]. Durante 1935 se despidieron 653 operarios más, lo que supuso que entre la huelga de 1934 e inicios de 1936 la plantilla de RTCL se redujo en un 15,8€[183].

En febrero de 1936 las elecciones dieron la victoria al Frente Popular, con lo cual la instabilidad aumentó, lo que se vio agravado por la aprobación el 29 de febrero de 1936 del Decreto publicado el 1 de febrero en la Gaceta de Madrid, en el que se recogía que se debían readmitir a los trabajadores despedidos en octubre de 1934 y se concedía una indemnización por despido que no podía ser inferior a treinta y nueve días de trabajo, ni superar los seis meses de salarios. El 4 de marzo el Gobernados Civil comunicó el acuerdo entre la Compañía y los trabajadores, que suponía la readmisión de 1.054 obreros, que deberían volver al trabajo en 8 días[184]. Esto supuso un desembolso para RTCL de 56.705 libras[185].

Pero volver al trabajo y disponer de dinero en el bolsillo no trajo la paz social. En junio hubo huelgas y no se volvió al trabajo hasta el 27 de junio. Solo se siguió trabajando normalmente hasta el inicio de la Guerra Civil el 18 de julio de 1936[186].

---

[180]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….366; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*265; MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020) *Memoria Vindicada. 1936-1939, Estudio de la "Memoria Histórica" en la Cuenca Minera de Río Tinto. A la luz de las fuentes documentales*, Ayuntamiento de Minas de Río Tinto, Almería, 107 -108.

[181]MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020) *Memoria Vindicada. 1936-1939…*107.

[182]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….366

[183]MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020) *Memoria Vindicada. 1936-1939…* 107.

[184]MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020) *Memoria Vindicada. 1936-1939…* 109.

[185]Cost Statement 1936, página 2, citado en MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020) *Memoria Vindicada. 1936-1939…* 116.

[186]Sobre la Guerra Civil para la investigación que nos ocupa Ver COLLADO AGUILAR, M. A. (2016): *La guerra civil española en Nerva*. Muñoz Moya Editores, Sarrión (Teruel); COPADO AGENJO, B. (1937): *Con la columna Redondo. Combates y conquistas, Crónica de Guerra,* Imprenta de la Gavidia, Sevilla; ESPINOSA MAESTRE, F. (1996): *La Guerra Civil en Huelva,* Diputación de Huelva.; ESPINOSA MAESTRE, F. (2005). *La Justicia de Queipo: Violencia selectiva y terror fascista en la II División en 1936,* Editorial Crítica; ESPINOSA MAESTRE, F. (2012), *Guerra y Represión en el Sur de España,* Universidad de Valencia, Servicio de Publicaciones, Valencia; FERRERO BLANCO, Mª D.; GARCÍA GARCÍA, C.; y VÁZQUEZ LAZO, J. M. (2007): *El Campillo de la independencia a la democracia,* Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones, Huelva; GIL VARÓN, L. (1984): *Minería y Migraciones, Río Tinto 1873-1973,* Sociedad Cooperativa Industrial Tipografía Católica, Córdoba; GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico, Franco y Río Tinto 1936 – 1954*, Madrid, 84 - 96: HARVEY, C.E. (1978): "Politics and Pyrites during the Spanish Civil War", *The economic History Review,* 31, 89-101; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*270 – 289; HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2007): *El Campillo, El Gran desconocido,* Ayuntamiento de El Campillo, Nerva.; PINEDA LUNA, F. (2016): *Memorias recuperadas. El Campillo-Salvochea,* Diputación Provincial de Huelva, Huelva; RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J. (2011): *En tierra extraña. El exilio republicano onubense,* Imprenta Beltrán, Huelva; VÁZQUEZ LAZO, J. M. (2004). *Zalamea Republicana.* Diputación de Huelva, Huelva. Sobre la represión en

La Guerra Civil en la Cuenca Minera de Río Tinto duró hasta el 25 de agosto de 1936, día de la toma de Nerva por las tropas nacionales. Con la caída de esta zona llegó a manos rebeldes la primera gran zona industrial de España, el control de importantes recursos y la posibilidad de obtener divisas para el bando sublevado, con lo que se pagó buena parte de la ayuda militar extranjera, sobre todo a Alemania[187].

Con la llegada de las tropas alzadas en armas contra el gobierno republicano se volvió al trabajo en condiciones de "normalidad" y se redujo el número de trabajadores en 2500[188]. Esta cifra englobaba los huidos de la zona, los encarcelados y pasados por las armas, con lo que la plantilla se quedó en unos 6.000. Una tónica, la reducción de plantilla, reducía también los costes que se venía desarrollando desde inicios de los años treinta. Si bien esto fue beneficioso para RTCL, en cuanto pudo volver a operar trajo, como afirma acertadamente Charles Harvey, un problema más grave: *"*Franco determinó desde el principio que los productos de las Minas debían venderse en beneficio de la administración nacionalista y no de la Compañía Río Tinto. Al adoptar esta postura agresiva, amenazó la existencia misma de los negocios españoles de la firma*"* [189]. Flores Caballero denomina al periodo comprendido entre 1930 - 1939 "la segunda oleada de despidos". En este periodo la plantilla de RTCL se redujo en un 41%, pasó de 10.994 trabajadores en 1930 a 6.490 en 1938, lo que supuso la pérdida de 4.504 puestos de trabajo en ocho años[190].

El suroeste peninsular y Río Tinto en particular, había sido desde el último tercio del siglo XIX una de las principales fuentes de piritas y cobre. Alemania era uno de los principales consumidores, pero en un mercado dominado por compañías británicas. Esto cambio por la intromisión de una organización comercial alemana, HISMA (Compañía Hispano Marroquí de Transporte). Creada por el empresario nazi Johannes Bernhardt para canalizar la ayuda alemana a los sublevados, era la encargada de hacerse con las materias primas en España que se distribuían en Alemania a través de ROWAK (*Rohstoffe und Waren Einkaufsgessellshaft*) [191].

---

la Cuenca Minera el trabajo más completo es MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020) *Memoria Vindicada. 1936-1939.*….Jaén.

[187]Sobre este particular ver HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*274 y MANRIQUE GARCÏA, J. Mª.; MOLINA FRANCO, L. (2006): *Las armas de la Guerra Civil Española, primer estudio global y sistemático del armamento empleado por ambos contendientes,* Esfera de los Libros, Madrid, 549.

[188]Sobre este particular ver HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*270.

[189]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*270.

[190]FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …34 - 40.

[191]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*272.

Esto fue una solución muy conveniente para el bando franquista, pues sin tener acceso a las reservas de oro, ni a divisas, las materias primas (piritas, cobre, etc) permitieron compensar a Alemania el material de guerra entregado[192]. Esta intromisión germana en los asuntos de RTCL se inició en fechas tan tempranas como en septiembre de 1936[193]. Aunque en un principio parecía que iba a ser transitorio, la necesidad de Alemania de ciertas materias primas hizo que se prolongara hasta el 8 de mayo 1945, hasta el final de la II Guerra Mundial en Europa. El valor de los bienes y servicios suministrados por RTCL al bando sublevado desde el 25 de agosto de 1936 y el 1 de abril de 1939 fue de 2.850.000 libras[194].

El intervencionismo del Estado en materia de minería iniciado tras la Primera Guerra Mundial se acrecentó durante la Guerra Civil, aunque encauzado al control y administración de la propiedad de los recursos mineros y su exploración. Así, el Decreto Ley de 9 de octubre de 1937 (BOE 357 de 12 de octubre de 1937) declaró nulos y sin eficacia los títulos de propiedad minera otorgados con posterioridad al 18 de julio de 1936. A penas ocho meses después se aprobó, el 7 de junio de 1938, la Ley sobre investigación y explotación (BOE 594 de 8 de junio de 1938), que permitió volver a otorgar títulos de propiedad minera, la transmisión de sociedades mineras y el arrendamiento.[195]

Durante los tres años de Guerra Civil RTCL había podido evitar la crisis financiera, y frustrar hasta cierto punto el intento oligopólico alemán de hacerse con el control total de sus minerales, podía operar "libremente" en España, pero sometida al gobierno franquista[196]. Ésta fue la política seguida por RTCL bajo la gestión de Geddes, como reconoció en la reunión de accionistas de la Compañía de 1938, afirmando que las "ayudas" forzadas al gobierno sublevado y por ende a sus aliados germanos, debían de cumplirse, haciendo todo lo posible para preservar los intereses de la empresa[197]. El resultado de esta línea de actuación llevó a que un año después el Chairman dijera ante los accionistas que la Compañía había salido intacta de la Guerra en España[198]. La

[192]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*270-271, 275.
[193]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*275.
[194]Report of the Transactions of the Sixty-sixth Ordinary General Meeting of the Shareholders, 28 April 1939 citado en HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*286
[195]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A.M. (2015): *Régimen fiscal de la minería…* 70.
[196]HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*286
[197]Report of the Transactions of the Sixty-five Ordinary General Meeting of the Shareholders, April 1938
[198]"emerged from the welter with . . . its . . . property undamaged" Report of the Transactions of the Sixty-sixth Ordinary General meeting of the Shareholders, 28 April 1939 citado en HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company…*286. En el mismo sentido Gómez

principal afección sufrida por RTCL tras tres años de guerra fue en la comercialización de sus productos[199].

Las condiciones en que salió RTCL no eran las más adecuadas para competir en el mercado internacional, cómo afirma Gómez Mendoza: "Por sí sola, la Guerra Civil no explica los bajos niveles de productividad registrados entre 1936 y 1939. En efecto, el mal estado de la maquinaria, la falta de piezas de recambio y la escasez de combustible agravaron una coyuntura que cabe atribuir únicamente a la política de desinversión mantenida en los años treinta"[200]. Esto afectó a todas las operaciones desarrolladas por RTCL en los siguientes quince años, hasta pasar a manos españolas, sobre todo las operaciones metalúrgicas que eran las que tenían un mayor costo.

La estrategia de RTCL y el control de los sublevados de su producción no deterioraron las relaciones entre ambos, pues la Compañía iba a complacer como hemos visto en todo lo posible a las peticiones que se le hicieran, como afirma Harvey en su magnífico trabajo: "Paradójicamente, esto condujo al cuasi reconocimiento del régimen, por el gobierno británico. Sin duda, las políticas de Franco con respecto a la producción y distribución de piritas y mineral de hierro contribuyeron mucho a su victoria final" [201]
.

A todo lo anterior hay que sumar un hecho diferencial de RTCL que se dio durante la Guerra Civil, el importante apoyo que el gobierno británico dio a la empresa más importante de su nacionalidad que había en España y una de las más importantes a escala mundial[202], lo cual sucedió también durante la Segunda Guerra Mundial. A inicios de abril de 1939, pocos días después del fin de la Guerra Civil, Suanzes, Ministro de Industria y Comercio, decretó un embargo de todas las ventas de RTCL, excepto las destinadas a Italia y Alemania, "dentro de las acciones de gobierno para poner contra las cuerdas a la Compañía británica"[203]. El Duque de Alba, embajador de España en Inglaterra, tras hacer consultas dio la siguiente respuesta:

Mendoza afirma lo siguiente: "Las instalaciones de Huelva y Río Tinto sufrieron escasos daños materiales lo que les permitió continuar su actividad sin demasiados problemas. Es cierto que escaseo el combustible por la interrupción de las importaciones de carbón inglés y que la maquinaria sufrió una falta agobiante de piezas de recambio. Pero, en definitiva, las Minas sobrevivieron a la Guerra Civil con una capacidad de producción envidiable en comparación con las calamidades que asolaron al resto del territorio español" GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 63.

[199]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 65.

[200]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 63.

[201]Report of the Transactions of the Sixty-sixth Ordinary General Meeting of the Shareholders, 28 April 1939 citado en HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…286

[202]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 65.

[203]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"….396

"Después de discretos sondeos, he llegado a la conclusión, de que no podemos ir mucho más lejos a menos que convenga a nuestros intereses el hacer saltar la Compañía en España y el cierre de la mina. Dan la sensación de estar dispuestos a jugarse esa carta; ahora es el gobierno quien debe decidir si conviene tenerla en el tapete" [204].

Esta respuesta del Gobierno de su graciosa majestad a través de su embajador es el paradigma de cómo se desarrolló la política entre RTCL, apadrinada por el gobierno de su graciosa majestad y el Estado Español durante quince años.

El amparo del gobierno británico continuó cuando comenzó la Segunda Guerra Mundial el 3 de septiembre de 1939 y realmente no terminó hasta la venta de las minas en 1954. Como afirma el profesor Gómez Mendoza: "Desde el otoño de 1939 hasta que se firmó la compraventa de las Minas de Río Tinto en el verano de 1954, RTC atravesó por un vía crucis plagado de escaramuzas en las que vio peligrar sus títulos de propiedad en diversas ocasiones" [205].

El inicio de la Segunda Guerra Mundial cambiará las operaciones de Río Tinto debido a varios factores[206]. Ser una empresa de titularidad británica hizo que quedara sujeta a la legislación británica desde el inicio de la Guerra. Esto tenía una doble finalidad, por un lado asegurarse materias primas necesarias en un contexto bélico y por otro impedir que sus enemigos, sobre todo Alemania, se pudiera hacer con ellas. La importancia de RTCL se vio acrecentada por tener la única fundición con capacidad para producir cobre blíster en España, lo cual suponía tener la capacidad de generar divisas.

Esto produjo que una compañía que exportaba el mineral y el metal se viera muy afectada por el descenso de la demanda civil, que no fue compensada totalmente por la militar. También estuvo afectada por el "cierre" del mercado alemán, la inseguridad del transporte marítimo con la campaña de lucha submarina desencadenada por la *Kriegsmarine* en el Atlántico y, por último, RTCL estaba enclavada en un país que, aunque se había declarado "no beligerante", era claramente germanófilo. Todo ello en un contexto en que el Gobierno Británico se esforzó en mantener buenas relaciones con España y éste a su vez necesitaba de mantener unas relaciones correctas con la pérfida Albión por varias razones estratégicas, como el abastecimiento de hidrocarburos.

[204]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"….396
[205]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"….397
[206]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 75.

Esta política es denominada por Gómez Mendoza como "el palo y la zanahoria"[207]. El palo consistió en las medidas que legisló el gobierno español para controlar RTCL y fiscalizar su negocio, como expondremos en este epígrafe más adelante, y la zanahoria en tímidos aumentos del precio del cobre en el mercado español. En esta coyuntura RTCL se comprometió a expandir la producción de cobre, para lo cual RTCL necesitaba combustible, nueva maquinaria y repuestos[208]. Ese envío iba en contra de la ley de préstamo y arriendo existente entre Estados Unidos y Gran Bretaña, porque Estados Unidos no quería que esa ayuda, por una de las requisas del gobierno franquista, al quedar en manos germanas, "*un regalo a una Alemania que puede tragarse a España*"[209]. El Gobierno Británico no atendió los deseos del gobierno estadounidense y suministró a RTC los insumos que necesitaba, argumentando que "era política de Su Majestad mantener la actividad de RTCL, por el valor propagandístico derivado de mantener una gran entidad británica en relativo funcionamiento en plena guerra"[210]. Esta disensión entre los dos aliados de cada lado del Atlántico se convirtió en una cuestión de Estado y fue tratada directamente por Winston Churchill y Franklin Delano Roosetvelt.

"Se ha acordado, como asunto de alta política entre el Presidente [Rooseverlt] y el Primer Ministro [Churchill], con el consentimiento de Mr. Hull y Mr. Welles, que se llevarán a cabo todas las acciones necesarias para garantizar la vida económica en España. En estas circunstancias, se ha decidido, no obstante los términos enviados y en vista de las urgentes consideraciones políticas implicadas, suministrar a RTC del Reino Unido, el material que necesite para acatar los deseos del Gobierno Español en relación al propuesto aumento de la producción de cobre"[211]. Este desacuerdo entre los gobiernos de Washington y Londres sirve de paradigma para mostrar la importancia que tenía RTCL para el Gobierno Británico, todo ello en un contexto donde la principal pretensión de los aliados, sobre todo Estados Unidos, fue mantener a España neutral, sobre todo antes de la invasión de Europa.

[207]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 77 - 82.
[208]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 119 - 130.
[209]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 119 - 130.
[210]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"….398
[211]Despacho de la Embajada Británica al Foreing Office 18/2/1942, FO 371/31253 exp. 569, citado en GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 127, nota 169.

La política económica desarrollada por los diversos gobiernos franquistas desde el inicio de la Guerra Civil supuso una intervención en los asuntos de RTCL desde el punto de vistas industrial y comercial, pues España obligó a vender parte de la producción de cobre en el mercado nacional a un precio de tasa y por "aplicar un cambio artificial que mermó el equivalente en pesetas de las ventas en el mercado interior". Si durante los años de la Guerra Civil hubiera operado en una economía de mercado en condiciones normales sin intervención, esto supuso unas pérdidas de 2.200 millones de pesetas (18 millones de libras esterlina) para RTCL[212]. Contando que apenas seis meses después se inició la Segunda Guerra Mundial, el fin de esta Guerra Civil no devolvió a RTCL a condiciones normales. Además de la falta de repuesto, maquinaria, etc., fue muy importante el abastecimiento para la población en la Cuenca Minera entre el final de la Guerra Civil y los primeros años de la Segunda Guerra Mundial [213].

En 1939 la extracción de mineral de RTCL, unas 828.070 toneladas[214], había sido algo menor, un 28,2 %, que en años anteriores. Puede explicarse por el fuerte intervencionismo estatal justo al final de la Guerra Civil y el inicio en el último cuatrimestre de la Segunda Guerra Mundial. La situación bélica y política en que se encontraban los intereses británicos en 1940, tras los reveses sufridos en el continente, en un momento en que el ejército alemán campaba por sus respetos por buena parte de Europa Occidental, también podría explicar que la extracción de minerales descendiera en un 9,8% con respecto a la anualidad, cuando se estaba preparando el asalto a las islas británicas, que no se llevó a cabo finalmente tanto por las pérdidas en barcos sufridas por la marina alemana en la conquista de Noruega como la victoria británica en la batalla de Inglaterra entre julio y octubre. Pero 1941 fue un año desastroso para los intereses de RTCL, como se reflejó con una bajada en la extracción de minerales en un 47,57 %, con 346.933 toneladas[215]. Es el año que menos mineral se había extraído desde el inicio de las operaciones mineras en Río Tinto, debido quizás a la enrarecida situación política con los gobiernos franquistas.

[212]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*….84-91;GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"….398

[213]Sobre este particular y los primero años de la Segunda Guerra Mundial, sobre todo 1941, conocido como el año del hambre Ver SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history of the Río Tinto Mines*, inédito, 151-154; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …43 -62.

[214]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído en minas de Río Tinto 1725 – 2002…, 766

[215]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído…, 766

En 1941 el gobierno de Franco creo el Instituto Nacional de Industria (INI) [216], con el objetivo "dar forma y realización a los grandes programas de resurgimiento industrial" [217]. A su frente se puso a un antiguo conocido de RTCL, Juan Antonio Suanzes Fernández, que desde la Dirección del INI, intentó que RTCL "estuviese subordinada al superior interés nacional" [218] y para romper el monopolio de esta empresa extranjera en cuanto a la producción de cobre en España "Es necesario que la materia prima llegue a todos en igualdad de condiciones, de precios, plazo y oportunidad. El que así ocurra, el que en una empresa se juntan la producción general y la transformación en determinados grados, creando….una competencia que puede ser desleal…es enormemente peligroso y puede ser lesivo para el país, porque ahoga o resta estímulos a la transformación" [219]. El INI mantuvo el cerco sobre RTCL hasta la venta de las minas. Durante esos trece años la excluyó de los planes de resurgimiento industrial, e incluso aprovechándose de la reserva de cotos mineros por interés Nacional[220] creó la Empresa de Investigación Minera, la posterior E. N. Adaro, que hizo campañas de investigación sobre criaderos mineros de piritas ferrocobrizas en la Faja Pirítica Ibérica.

El tercer periodo de reducción de la plantilla de RTCL, que estuvo relacionado con las dificultades de la Compañía en los primeros años de la segunda contienda mundial, se produjo entre 1939 y 1942, aunque la mayoría fue en 1941. En este trienio se pasó de una plantilla de 6.848 trabajadores en 1939 a 5.111 trabajadores en 1952, reduciéndose la plantilla en un 20%, en 1.737 trabajadores[221].

En 1942 hubo un aumento de 180.790 toneladas del mineral extraído[222], aunque el total movido era el 50% de la producción de RTCL. Durante 1943 las condiciones de RTCL mejoraron, como se refleja en que aumentó un 45% la extracción de minerales, que alcanzó las 722.212 toneladas[223], relacionado con el avance de los aliados en la marcha de la guerra.

La mayor presión empleada por el gobierno franquista contra RTCL fue la legislación que desarrolló en materia minera, en la línea de controlar los recursos

[216]Sobre el INI y su relación con RTCL Ver GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*….96 - 106
[217]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*….98.
[218]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*….98.
[219]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*….99.
[220]Ley de Bases 24 6 1941, BOE 9/7/1941, GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*….99 nota 84.
[221]FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …34 - 40.
[222]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído…, 766
[223]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído…, 766

mineros en una coyuntura de economía autárquica. El 7 de junio de 1940 se aprobó un Decreto (BOE 187, de 5 de julio de 1938) en cumplimiento de art. 10 de la Ley de 7 de junio de 1938[224], en cuyo preámbulo, aun reconociendo la libertad de los dueños de las minas, la iniciativa privada estaba subordinada al interés supremo de la Nación. En la exposición de motivos del mismo decreto se recogía que el Estado no podía consentir que la riqueza no fuera explotada de la mejor manera para el interés general del Estado[225]. En este mismo sentido se había expresado Francisco Franco en un discurso a principios de junio de 1939, poco después de dos meses de la victoria en la Guerra Civil, con una referencia velada a Río Tinto: "nuestra victoria constituye el triunfo de unos principios económicos en pugna con las viejas teorías liberales, que al amparo de unos mitos se estableció el coloniaje sobre muchos Estados soberanos" [226]

El espíritu "reformador" de los primeros gobiernos franquistas en materia minera continuó, teniendo como base la legislación ya comentada dictada durante la Guerra Civil. A fines de 1941 se inició la redacción de la Nueva Ley de Bases de la Minería por parte de la Dirección General de Minas y Combustibles, un texto inspirado en la legislación italiana y alemana[227]. Transcurrirán dos años y medio entre el primer borrador y su publicación definitiva en el BOE, pues primero el texto se acordó por el Consejo de Ministros con fecha 21 de junio de 1943. El proyecto de Ley se publicó en el Boletín Oficial de las Cortes Españolas el 6 de octubre, cuando pasó a la Comisión de Industria de las Cortes, que tardó nueve meses en dar su dictamen, el 14 de julio de 1944. El texto se aprobó por unanimidad el 19 de julio de 1944 (BOE 204, 22 de julio de 1944 páginas 5591 – 5608) [228] ,derogando las Leyes de 6 de julio de 1859, 4 de marzo y 29 de diciembre de 1868, y las de 7 de junio de 1938 y de 23 de septiembre de 1939.

[224]"Artículo décimo. Cuando el interés nacional así lo aconseje, el Ministerio de Industria y Comercio podrá obligar a los propietarios de concesiones mineras a investigar o explotar sus minas, fijando en su caso los cupos límites de producción de las mismas, previa audiencia del interesado e informes de las Jefaturas de Minas v del Instituto Geológico y Minero de España. Por el incumplimiento de las obligaciones que del párrafo anterior se deducen, el Ministerio de Industria y Comercio podrá imponer a los propietarios de las minas multas de cuantía no superior a cincuenta mil pesetas, y cien mil en caso de reincidencia, llegando incluso hasta decretar la caducidad de la concesión. Contra estas sanciones podrá sustanciarse el oportuno recurso de alzada ante el Consejo de Ministros, y para llegar a la caducidad de la concesión será preciso, en todo caso, previo acuerdo del Gobierno". BOE 594 de 8 de junio de 1938, página 7756.

[225]FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A.M. (2015): *Régimen fiscal de la minería…*71.

[226]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 72.

[227]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): El Gibraltar económico…. 145.

[228]ARCENEGUI FERNÁNDEZ, I.E. (1975) "Nuevo derecho de Minas"133-134; Ver nota 16 GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 145. FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*65 - 66.

En la Exposición de Motivos, esta nueva Ley de Minas mostraba su adhesión a los principios del régimen en una coyuntura de economía autárquica[229]. En la página 5591 del BOE 204 se recoge la: "participación del Estado, como verdadero propietario de las minas, en los beneficios, regulado en forma de canon sobre la producción; la obligación de efectuar trabajos de reconocimiento, según preceptos determinados, y de explotar las minas según determinadas condiciones, y finalmente jurisdicción especial para los asuntos mineros y metalúrgicos".

En la página siguiente del BOE se muestra aún más claro es espíritu de esta nueva Ley: "La ley empieza por sentar el principio de que todas las substancias minerales existentes en la Nación pertenecen a ella, en cuyo nombre el Estado en razón al mayor interés, puede explotarlas directamente o ceder a otros su aprovechamiento…Las concesiones mineras dejan siempre a salvo el derecho supremo de la Nación, velando al propio tiempo por el mejor aprovechamiento de los criaderos minerales y salvaguardados estos intereses primordiales, se otorgan por la Ley las mayores garantías y facilidades al desenvolvimiento de la iniciativa privada….la vigencia indefinida de las propias concesiones en tanto sean cumplidos los preceptos fundamentales de la Ley…Se restablecen los antiguos principios que obligan a investigar las minas y a mantenerlas en actividad…la vigilancia por parte del Estado en las explotaciones e incluso la imposición por el mismo de ampliaciones en los ritmos de explotación…"

Aunque para el caso de Río Tinto será el penúltimo párrafo el más "clarificador": "La Ley regula el modo de hacer compatibles las actuales concesiones con los preceptos de ella", lo cual se materializará, como veremos más adelante, en el artículo nº 71 de la Disposición Transitoria.

Frente a las anteriores, la nueva ley aportaba que el derecho de investigación de los cotos mineros estaba reservado al Estado, que podía delegar la misma en individuos y sociedades (art. 8). También se recogía que un 60% del capital social debía de estar en manos de ciudadanos españoles, y lo mismo se legislaba para los Directores, Administradores Gerentes, y un número importante de consejeros (art. 9). Las

[229]El concepto de la minería como base de la Economía española fue elevada a Principio del Movimiento Nacional por la Ley de 17 de mayo de 1958. El duodécimo Principio establecía que el Estado se comprometía a: salvaguardar y fomentar la prospección y explotación de las riquezas mineras. Decreto 779/1967, de 20 de abril, *BOE* de 21 de abril. FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería…*74

concesiones quedaron limitadas a un plazo de 50 años y las existentes quedarían recortadas a 99 años (art 23). Esta nueva ley reguló una serie de obligaciones para las empresas mineras, aunque algunas de ellas pudieran afectar a los beneficios. Así, por el artículo 34 el Estado podía imponer el suministro de minerales a la industria nacional a precios de tasa o prohibir la paralización de las operaciones mineras y metalúrgicas (art. 35).

El artículo más perjudicial de esta Ley para los intereses de RTCL es el art. 71: "Las minas que hayan sido adquiridas por cualquier título legal que originariamente no haya sido el de la concesión minera otorgada con arreglo a la legislación anterior quedan sometidas al régimen general establecido en esta Ley, sin perjuicio de los derechos que por constar expresamente en tales títulos deben considerarse subsistentes como inseparables de la naturaleza contractual o legal de dichos títulos. El incumplimiento de los preceptos de esta Ley que les afectaren o de las condiciones especiales previstas en el título originario de adquisición, dará lugar, según los casos, a la caducidad o al oportuno expediente de expropiación por causa de utilidad pública a que se refiere el artículo anterior". Este artículo obligó a que el Gobierno Británico, protegiendo los intereses de una de sus empresas bandera, RTCL, informara por boca del embajador en España al Ministro de Exteriores Francisco Gómez-Jordana Sousa que "cualquier perjuicio a los intereses [de RTCL] tendría un efecto funesto para las relaciones de nuestros dos países" [230].

Esta legislación colocó a las empresas mineras, nacionales o extranjeras, en una indefensión legal, pero ninguna mina importante fue expropiada en los años 40. Nunca sabremos tampoco si el Gobierno Español de la época se hubiera atrevido a echar el pulso de nacionalizar Río Tinto, a la propia Compañía y al gobierno británico. Lo que sí sabemos, como apunta Gómez Mendoza, es que la nueva Ley de Minas suponía para RTCL operar su mina en un ambiente legal inseguro[231], lo cual no sólo trajo consigo la falta de inversiones, sino también que desde que el board tuvo conocimiento del texto legal que se elevó a las Cortes y de la promulgación de la propia ley. A partir de este momento uno de los principales objetivos de la Compañía será, como veremos a continuación, la búsqueda de un comprador.

[230]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 140.
[231]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 167.

La promulgación de la Ley de Minas de 1944 no sólo tuvo efecto en las relaciones entre Gran Bretaña y España, sino que durante los nueve meses en que se esperaba su promulgación las empresas mineras y RTCL tuvieron conocimiento del texto[232]. En esa coyuntura Sir Auckland Geddes presentó al board de la Compañía una nota donde *"*se declaraba partidario de traspasar de forma urgente la propiedad de las minas*".* A esto se sumó un descenso en la venta en 1943, un aumento de los costes de producción, falta de combustible, y un descenso de la ley de los minerales extraídos[233]. La posibilidad de la venta de la Minas comenzó a abrirse paso, ya que el negocio iba a dejar de ser vitalicio y para hacerlo rentable era necesario invertir 4,5 millones de pesetas anuales para modernizar las instalaciones en Río Tinto y Huelva[234]. RTCL comenzó a buscar compradores para su mina, por un precio superior a 5 millones de libras, como recomendó Geddes[235], y se ratificó en no invertir en Río Tinto nada más que lo necesario para su funcionamiento, e incluso, para el caso que nos ocupa incluso, se llegó a plantear la paralización de las operaciones metalúrgicas, por ser las más costosas y porque sería una forma de evitar pérdidas[236].

Visto todo lo anterior, la Ley de Minas de 1944 supuso una victoria para el régimen franquista, en cuanto que dejó claro que tarde o temprano las minas iban a pasar a manos españolas. Los directivos de RTCL tuvieron claro que lo importante a partir de ese momento era buscar los compradores ideales, con el mejor precio posible.

En este contexto en que RTCL estaba empezando a estar dispuesta a vender, los bancos Urquijo e Hispano Americano presentaron una oferta de compra por un valor de 6,5 millones de libras esterlinas[237]. Esta operación no se llevó a término por el veto que el Foreing Office impuso, pues el primer semestre de 1944, antes de la operación Overlord, fue un contexto de política de mano dura con España, en la que incluso se produjo un embargo de las exportaciones de petróleo[238]. El veto del Foreing Office finalizó después del verano, cuando el desembarco Normandía y las ofensivas en el

[232]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 144.
[233]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico…. 143 -144.*
[234]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 143.
[235]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 144.
[236]RTC Minutes (3-6-1943), Board AGM 10/G/7 citado en GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 144.
[237]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 169-172; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …72-73.
[238]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 172-180.

frente del Este estaban siendo favorables a los Aliados, en un contexto donde España se avino a sus peticiones[239].

Esto hizo que se retomaran las negociaciones con el Banco Urquijo, pero a esta operación le salieron otros pretendientes (Unión Española de Explosivos, Banco Bilbao, SECEM y CROS) [240]. Esto permitió a RTCL subir el precio de la venta, en un momento en que el board había perdido el miedo a una confiscación o nacionalización por parte del gobierno de Franco. En noviembre de 1944 una comisión delegada de varios bancos (Urquijo, Hispano Americano, Bilbao y Banco de Aragón) ofreció la suma de 148 millones de pesetas, 3,36 millones de libras esterlinas a RTCL, que pretendía vender por 9,265 millones de libras. Por ser la oferta un tercio de los esperado Geddes declinó la oferta de forma rotunda[241].

Otro aspecto a tener en cuenta en cuanto a los costes que afectaron a RTCL fue la política social que desarrolló el gobierno franquista, tomada en gran parte de las medidas de la Alemania nazi o la Italia fascista, como vacaciones retribuidas, pago de domingos y festivos, pensiones por jubilación[242], seguro de enfermedad dentro de la Seguridad Social y las cotizaciones de la empresa al Régimen General de la Seguridad Social[243]. RTCL, como otras empresas, elevaron sus protestas, pero tras "patalear" tuvieron que hacerse cargo de estos costes sociales.

1945 supuso una mejora en la cuenta de resultados de RTCL, aunque la situación de la empresa no se pudo "normalizar" como era el deseo del *board* y del Gobierno Británico, debido a la situación internacional que aisló a España de un mundo gestionado por las potencias vencedoras de la Segunda Guerra Mundial[244]. A la situación exterior de RTCL, condicionada por la del país donde estaba enclavada, se sumó que tras reformar Franco el Gobierno volvió a nombrar a Juan Antonio Suanzes, uniéndose en la misma persona la presidencia del INI, que ostentaba desde 1941, y la de ministro.

[239]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 177.
[240]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 180-188; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …73.
[241]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 180-188.
[242] Hay que señalar que a partir de 1929 RTCL había pasado de conceder pensiones "graciables" a conceder pensiones a los todos los trabajadores jubilados, viudas y huérfanos HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…258 - 259
[243]FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …34 - 40.
[244]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*….405-410



Foto 39, Juan Antonio Suanzes, azote de RTCL desde el Ministerio y la presidencia del INI

El Gobierno Británico continuó protegiendo a RTCL tras el final de la Segunda Guerra Mundial ante España. Durante la visita a Río Tinto del nuevo embajador británico, Sir Victor Mallet, la primera vez que un embajador lo hacía, afirmó que RTCL "seguía siendo un escaparate donde nuestro país en España contribuirá al prestigio británico". Pero también dijo que: "la posesión en manos de una Compañía británica de una reserva tan enorme de azufre tiene un considerable valor estratégico para nosotros y por esta sola razón sería muy de lamentar que las Minas de Río Tinto pudieran cambiar de manos en el futuro".

1946 fue también un buen año para RTCL, el nuevo gobierno laborista no desarrolló una política de mano dura contra España. Se debía a que existían toda serie de cuestiones que proteger, Gibraltar, el importante capital invertido en España, a la importancia de productos españoles, como los plátanos, naranjas y tomates, básicos para la dieta británica de posguerra, etc. [245]. En este sentido, en una reunión mantenida en el Foreing Office a principios de 1946 se declaró sobre este asunto lo siguiente: "con una posición financiera tan precaria no podemos perder el lujo de las ventajas de comprar en España...Para ciertas mercancías, España es la única fuente de suministro y en otros casos, en los que existen fuentes alternativas, es necesario obtener divisas

[245]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 203.

menos abundantes…"[246]. En 1946 se incorporó al Consejo de RTCL Sir Anthony Eden, ex ministro de Exteriores en el gabinete de Churchill, que fue director de RTCL hasta 1948[247], en la que dejo sentir la mano del Foreing Office en las relaciones con España, que será primer ministro, meses después de la venta de las minas.

El año siguiente, 1947, fue un buen año para RTCL, el primero que la Compañía volvió a repartir dividendos desde 1930[248]. El gobierno laborista aceptó la recomendación del Foreing Office y combatió en los foros internacionales la imposición a España de sanciones. En una coyuntura dentro en el inicio la Guerra Fría, en la que el Departamento de Estado Norteamericano reconoció el valor estratégico de España. Esto se vio reflejado en la Asamblea General de Naciones Unidas de finales de 1947, cuando tanto Reino Unido como Estados Unidos "comenzaron hacer prevalecer la tesis de que España no suponía ninguna amenaza para la Paz" [249]. Todo lo anterior, que supuso realmente un importante éxito para la política exterior española, hay que situarlo también en el marco en el que España estaba buscando apoyos para poder acceder a los fondos del European Recovery Program, conocido popularmente como Plan Marshall, aunque esto último no se consiguió. De este modo, la política británica, que favoreció a España, fue favorable a los intereses de RTCL, lo cual seguro que impidió la nacionalización de las minas a manos españolas, aunque, como afirma el profesor Gómez Mendoza, "de haberlo intentado, un omnipresente Suanzes habría dispuesto de numerosos instrumentos legales y económicos" [250]. En este contexto de política de "palo y zanahoria" entre RTCL y el Gobierno Español, éste tuvo el gesto de no hacer efectiva una sanción de 5,5 millones de libras a la Compañía británica que la hubiera arruinado[251].

Hubo un cambio en la presidencia del board, Sir Auckland Geddes, que llevaba en el cargo desde 1925, dimitió por motivos de salud, y fue nombrado Chairman Vere Brabazon Ponsonby, noveno Lord Bessborough[252], que estará en el cargo hasta la venta de las minas siete años después. Este hombre tenía una amplia experiencia en política,

[246]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 203.
[247]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*….408; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…287, nota 7.
[248] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …41-43.
[249]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 206.
[250]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 207.
[251]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 258.
[252]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*….408

había sido decimocuarto gobernador de Canadá entre 1931 y 1935, y en el negocio minero, pues había formado parte el consejo de De Beers consolidated mines.



Foto 40, Vere Brabazon Ponsonby, noveno Lord Bessborough, Chairman de RTCL (1947 – 1954)

El cambio en la cúpula de RCLT supuso un giro copernicano en la política de la Compañía, que se involucró más en la vida socioeconómica española[253].Lord Bessborough apostó por rehabilitar Río Tinto, "pues se había sobrepasado ampliamente el punto en el que la supervivencia de Río Tinto reclamaba una renovación urgente del equipo y de la maquinaria" y poder llegar al nivel normal de beneficios[254]. La llegada de Bessborough a la cúpula de RTCL y su cambio de política supuso el inicio de cuatro años de mejora importante de las relaciones RTCL con el Gobierno Español, siendo el momento culmen la entrevista personal entre el Chairman y el generalísimo en el Palacio del Pardo a mediados de octubre de 1950[255]

El nuevo Chairman propuso al Consejo la rehabilitación de las instalaciones en España, lo que fue aprobado, y la creación de una agencia comercial y la participación de RTCL en refinerías de azufre, propuestas no fueron aprobadas[256].

[253]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 241.
[254]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 239-242.
[255]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 269.
[256]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 239-242.

Por último, en 1947 finalizaron las negociaciones con CROS para la venta de Río Tinto, que venían desarrollándose desde 1945[257]. El board había bajado el precio hasta los 6,5 millones de libras[258].

1948 no fue tan buen año para RTCL como se había previsto. Bajó la producción de cobre metal en 900 toneladas, pero se vio compensado con el aumento de 9% de la extracción de piritas. No poder cumplir las previsiones se debía a la falta de repuestos y maquinaria, por ejemplo, de las 83 locomotoras del parque móvil remolcado, sólo 56 estaban en orden de marcha, y faltaba mano de obra especializadas en la mina y los talleres. Subieron los costes de producción debido a la subida de los sueldos y de las commodities necesarias para las operaciones, no se pudo aprovechar la desregulación del cobre en el mercado internacional por la obligación de tener que vender la producción de cobre en el mercado español, y por último, la sobrevaloración de la peseta afectó mucho a la cuenta de resultados de RTCL[259].

1949 fue un mejor año que el anterior, como se demostró por un aumento en la extracción de mineral y de cobre obtenido. 1950, sin embargo, será un mal año para RTCL en cuanto a la economía, pero fue un buen año con respecto a las relaciones con el Gobierno Español, aunque este "noviazgo" ya no durará mucho.

El punto de inflexión fue 1951, cuando se aunaron varios factores exteriores e interiores que terminaron en el retorno al asedio a RTCL por parte del Estado Español, que tuvo como finalidad su estrangulamiento económico. Quizás que eso llevara a reducir el precio de venta, por ejemplo, entre 1951 y 1954 no se autorizó ninguna revisión del precio interior del cobre, aun cuando el mercado interior era deficitario en este metal[260]. En 1951 se iniciaron las conversaciones entre España y Estados Unidos, que culminarán con los acuerdos entre ambos países fundamentados en la cesión de bases para la USAF (Morón de la Frontera, Torrejón de Ardoz y Zaragoza) y la Navy (Rota), cuyo colofón fue la visita del presidente Dwight David Eisenhower en 1959. Contar con el apoyo claro norteamericano hizo que no fuera ya necesario contentar al gobierno de su graciosa majestad, cuyo imperio se había comenzado a disolver tras el fin de la Segunda Guerra Mundial, que apenas hacía tres años había perdido la joya de

[257]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 213 - 236.
[258]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 243.
[259]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 251.
[260]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 286.

su corona, al India. Otro factor es que en ese mismo año se habían nacionalizado activos de otra compañía de bandera británica, la Anglo Iranian Oil Company, actual British Pretroleum. Por todo ello se volvió a poner cerco a RTCL y a presentar sobre el tapete la nacionalización de las minas. Este ambiente se reflejó en un artículo del corresponsal del diario Arriba en Londres, en el que con referencia a Gibraltar y Río Tinto (El Gibraltar Económico) se recomendaba al Gobierno Británico "soltar voluntariamente la presa antes de que ella se libere por la fuerza" [261].

Este año fue también cuando se produjo una importante renovación en los directivos de RTCL. En enero de 1951 Sir Val Duncan fue nombrado consejero delegado de la empresa[262]. Duncan había sido coronel de intendencia y transporte durante la Segunda Guerra Mundial en los estados mayores de Eisenhower para la operación Torch en la invasión de África, en el del mariscal Alexander para la invasión de Sicilia (Operación Husky), y en el de Bernard Law Montgomery durante el resto de la Guerra. A esto unía su posterior experiencia como consejero en materia de transportes del Consejo Nacional del Carbón. Poco tiempo después se nombró también a Lord Byers[263], antiguo camarada de armas con una importante experiencia política, y el propio Duncan nombró a Roy Wright, otro oficial con experiencia en logística[264]. Estos jóvenes directivos, con un talante dialogante y amplia experiencia en logística, fueron los responsables de internacionalizar Río Tinto.

En España la remodelación del gobierno en 1951 llevo a que Suanzes dejara el ministerio y volviera al INI. Esto sólo fue una concesión al Gobierno de Estados Unidos, pues no supuso un cambio realmente, ya que desde el Instituto Nacional de Industria se hizo todo lo posible por mantener las políticas autárquicas, a la vez que hostigaba a las empresas nacionales o extranjeras. En el caso de las empresas mineras, y de las radicadas en la Faja Pirítica Ibérica en particular, el INI incentivó la formación de una empresa nacional de Piritas, futura Piritas Españolas S.A. (PESA) en un claro intento de rivalizar con RTCL[265], y mermar sus resultados para poder adquirirla a un precio más razonable. El nombramiento de Manuel Arburúa de la Miyar como Ministro de Comercio, político de talante dialogante y aperturista, con amplia experiencia en la

[261]Artículo de G. Bueno, Arriba 6 de mayo de 1951, GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): El Gibraltar económico…. 289, nota 41.
[262]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*….302-306
[263]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*….304-305
[264]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*….305-306
[265]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 282.

banca, sería clave para la venta de las minas y la negociación con RTCL. Joaquín Planell Riera, sustituyó a Suanzes en Industria, que volvió al INI, cercando con diversas medidas económicas a RTCL y apoyando todas las acciones del INI.

A pesar de todo este ambiente político adverso a RTCL, 1951 fue el primer año que se superó el millón de toneladas de mineral extraído, 1.008.776, obteniéndose 6.365 toneladas de cobre metal[266], una producción importante en un contexto internacional, la Guerra de Corea, donde el metal rojo era demandado. Pero la sujeción de la venta de este metal al mercado interior, a unos precios fuera de mercado y la necesidad de renovar y mejorar las instalaciones de Río Tinto impidieron una mayor producción del establecimiento minero y metalúrgico, y un mayor beneficio.

Para poder llevar a Río Tinto a un nivel de producción competitivo se necesitaban tanto aumentar la plantilla como nuevos equipos que permitieran unas operaciones más eficientes a la vez que expandir la producción. Las necesidades de equipo fueron puestas por escrito por Trevor Gough, General Manager de RTCL, en una Memoria remitida al Ministerio de Industria y Comercio. Entre esas necesidades se incluían: 2 locomotoras eléctricas de 20 toneladas, 4 dumpers Euclid de 1 tonelada, 1 excavadora Dragline y 3 motoniveladoras Caterpillar para las operaciones en Cortas; para el Ferrocarril 145 vagones M de 30 Toneladas y 6 locomotoras; para las operaciones mineralúrgicas era se precisaba una nueva planta de flotación para la concentración de minerales de baja ley; y para las operaciones metalúrgicas ensanchar los hornos y mejorar la capacidad de los hornos Orkla para aumentar la recuperación de azufre[267].

El cerco se estrechaba sobre RTCL, y se volvió a cambiar de política. Ahora sería vender casi a cualquier precio, incluso llegándose a proponer como alternativa el acceso de un socio español para explotar Río Tinto[268].

El año 1952 fue mejor en cuanto a extracción de minerales y obtención de cobre metálico, pues la extracción de minerales y la producción de cobre metálico fue mayor que en año anterior, 1.089.779 toneladas de mineral y 6910 toneladas de cobre metal [269].La presión sobre RTCL aumentó y, junto a los manejos de Suanzes destinados a contrarrestar la preponderancia de Río Tinto en la extracción de minerales piríticos

[266]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído ...*l*, 767.
[267]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 281 – 282, ver nota 18.
[268]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*….400.
[269]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído …, 767.

desde el INI[270], se desarrolló una fuerte campaña de prensa contra la Compañía británica[271].

En esta coyuntura, José Capelo, Director General de CROS, se dirigió a RTCL para poner en su conocimiento que "no existe un proyecto oficial o, por lo menos, un proyecto que haya ido definido de forma oficial para el rescate o nacionalización de la Compañía. Pero, es un hecho, que la Máxima Autoridad [Francisco Franco] tiene el asunto ante sí, que le otorga la máxima importancia nacional y que despierta en el sentimiento muy vivos". [272]

En octubre de 1952 Capelo presentó a RTCL una operación en la que un grupo industrial (compuesto por CROS, Unión Española de Explosivos y algunos bancos), aceptó la valoración dada por RTCL, siempre que las libras fueran adquiridas por 65 pesetas, con lo que la venta de las minas y el complejo metalúrgico se haría por 1300 millones de pesetas. Como el grupo español habría suscrito un 75%, el desembolso del grupo español sería de 975 millones de pesetas. En una reunión mantenida en diciembre de 1952 entre Bessborough, Duncan, Julian y Capelo para cerrar la operación, RTCL expresó su interés en que el acuerdo fuera con particulares españoles y que el INI se quedara fuera de la operación. RTCL aceptó que el pago se hiciera la mitad al contado en libras y el 50% en dos plazos escalonados en dos años, también en libras[273].

Junto a la importancia que daba el entonces jefe del Estado a la cuestión de Río Tinto, entre las medidas contra los intereses de RTCL se incluían incluso escuchas a las oficinas de RTCL en Madrid[274].

El siguiente año, 1953, no fue un buen año para los resultados de RTCL, descendió la producción y la obtención de cobre metal. En el segundo semestre del año aumentó la presión sobre RTCL. Hasta julio los negociadores españoles guardaron silencio, y cuando lo hicieron algunas de las condiciones habían cambiado, llegando a proponer incluso que la empresa se domiciliara en Madrid[275].

A finales de 1953 apareció una segunda oferta sostenida por Emilio Botín, actuando a espaldas de Capelo y argumentado también que tenía el apoyo del jefe del

[270]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 297.
[271]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 294-296.
[272]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 302.
[273]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 294-296; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …118-122
[274]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 301 - 308.
[275]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 308.

Estado. Tras diversas negociaciones entre Botín con RTCL con el asesoramiento del Foreing Office se rompió el acuerdo en marzo de 1954[276].

En ese ínterin F. Nelson, presidente de *Texas Gulf Sulphur Company* (en adelante TGS), la mayor productora de azufre natural de Estados Unidos, expuso a RTCL su interés por entablar conversaciones para la compra de Río Tinto junto con Freeport Sulphur Company[277].

Esto último, unido al fiasco de las conversaciones con Capelo y Botín, abrió una nueva línea de actuación para RTCL, que era que se podía firmar con TGS, en condiciones similares a las propuestas españolas, es decir, desgajar el negocio español de la casa matriz para salvar las actividades de la Compañía.

En esta coyuntura se produjo en Sevilla una conversación informal entre Mr. Charles Robert Julian, General Manager de Río Tinto, con los señores Javier Benjumea Puigcerver[278] y Carlos Sundheim Díaz- Trechuelo[279]. Estos amigos sevillanos, apodados brandy & soda[280], confirmaron la pretensión del gobierno franquista de obligar a RTCL a crear una empresa de titularidad española[281], para lo que continuarían estrechando el cerco congelando los precios internos, como venía haciendo desde 1951[282]. Le expusieron la ruina económica que esto podía suponer para Río Tinto en caso de que RTCL no se aviniera. Si, por el contrario, estaba de acuerdo, "conservaría el control de la agencia de ventas, una participación de un 30% en la futura sociedad y los puestos de trabajo del staff serían respetados" [283]. También pusieron mucho énfasis en que esta operación era una cuestión de estado, que tenía incluso mayor valor propagandístico que comercial, ya que el gobierno franquista no permitiría que se llegara a un acuerdo privado, pues nadie podría eclipsar al régimen en esta operación. Aunque los dos integrantes del binomio confirmaron que la operación que se estaba proyectando era

[276]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 333; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …122-132.
[277]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 334.
[278]CLAVERO ARÉVALO, M. (2002): "Javier Benjumea Puigcerver", *Boletín de la Real Academia Sevillana de Buenas Letras, 30*, 253-257. Cofundador de ABENGOA en 1941, además de su crucial papel en la venta de Río Tinto fue Presidente del Consejo de Administración de Altos Hornos de Vizcaya y consejero en los bancos Urquijo e Hispano Americano, entre otros cargos. Era sobrino de Joaquín Benjumea Burín, Gobernador del Banco de España, tras la constitución de CEMRTSA fue nombrado vocal.
[279]Carlos Sundheim Díaz-Trechuelo, era propietarios de Minas de Herrerías, (Puebla de Guzmán, Huelva), tras la constitución de CEMRTSA fue nombrado vocal.
[280] Fueron apodados así por Lord Bessborough por trabajar como un solo hombre y por las iniciales de sus apellidos, AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…. 419.
[281]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…. 418-419; GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 334-341.
[282]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): El Gibraltar económico…. 286.
[283]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 335.

de alto nivel, no desvelaron quien estaba al frente, y dejaron claro que la "única vía a seguir" sería con una solución pactada con el gobierno español[284].

Ante esto, la postura de RTCL, que desarrolló Duncan, fue la de hacer valer la existencia de un comprador norteamericano, que el multiplicó por dos, con el doble objetivo de mejorar los términos de negociaciones anteriores en cuanto al precio de venta y que la parte española no se demorara en tomar la decisión de comprar. El precio de venta se estableció en doce millones de libras, la mitad a la firma del acuerdo y la otra mitad en el plazo de un año avalado por el gobierno español, e incluso se aceptó dejarle una parte simbólica al INI[285].

Tras esto, Benjumea y Sundheim pusieron en conocimiento de Robert Julian que el cerebro gris era Manuel Arburúa, que Franco estaba informado de todas las negociaciones y los términos de las mismas, siendo el jefe del Estado quien designó a Joaquín Benjumea Burín, Gobernador del Banco de España, para que se encargara de los aspectos bancarios de la operación. También le comunicaron que Arburúa tenía conocimiento del interés de TGS por Río Tinto y, por último, que el principal problema lo había resuelto al obtener la promesa de Planell de que tras la venta los precios del azufre, cobre metálico y piritas serían reformados[286]. El acuerdo debía formalizarse antes del 30 de octubre de 1954[287].



Foto 41, Manuel Arburúa de la Miyar

[284]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 337.
[285]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 338.
[286]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): El Gibraltar económico…. 339.
[287] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas de Río Tinto…* 160.



Foto 42, Foto tomada en 1953 donde entre los retratados se encuentran Joaquín Benjumea (nº1) y Carlos Sunheim. Fuente Suárez Suárez, J, (2013), 84[288].

El 20 de junio de 1954 se reunieron en el Banco de España, Val Duncan, Pablo de Garnica y Andrés Moreno, representante de las entidades bancarias, en presencia del Gobernador del Banco de España y se firmó el acuerdo de bases generales entre RTCL y el grupo de bancos, que se había consensuado el 10 de junio de 1954. Se llegó al acuerdo de constituir en Madrid una sociedad (la futura Compañía Española de Minas de Río Tinto Sociedad Anónima, en adelante CEMRTSA) con un capital social de 1000 millones de pesetas. Se comprarían todas las propiedades de RTCL en España por 7,67 millones de libras, y de la entrega de 333,3 millones de pesetas en acciones se creó una serie especial de acciones, que sólo podrían detentar y transferirse entre ciudadanos extranjeros, que Lord Bessborough describió como la "perla del acuerdo" [289].

[288] SUAREZ SUAREZ, J. (2013): *Fotografías II*, Asociación Herrerías, Puebla de Guzmán, 84
[289]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…420; [289]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 339.



Foto 43, Lord Bessborough, Chairman de RTCL, conversando con Francisco Franco Bahamonde, Jefe del Estado en El Pardo, previamente a la venta de Río Tinto. Col. Salkield.



Foto 44, Francisco Franco Bahamonde, Jefe del Estado, recibió el 7 de julio de 1954 en el Pardo, a los negociadores del acuerdo de la venta de las minas, a su derecha Joaquín Benjumea Burín, Conde de Benjumea y Gobernador del Banco de España, a la izquierda, Vere Brabazon Ponsonby, Lord Bessborough, Chairman de RTCL, el siguiente por la izquierda John Norman Val Duncan. AHMFRT.

Tras esto se ratificó el acuerdo por el consejo de ministros de España el 20 de julio de 1954, que sólo introdujo un cambio, que los pagos se realizarían en ocho años. RTCL no puso objeciones, porque la mayoría de los pagos siguieron estando concentrados en los primeros cuatro años[290]. Ese mismo día en el Boletín Oficial del Estado (BOE 26/7/1954) se autoriza una participación extranjera a una tercera parte del

[290]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 339.

capital social de la sociedad que se constituya por compra para explotar las minas[291]. Curiosamente, el porcentaje de RTCL fue mayor que el permitido por la ley[292].

El acuerdo de bases generales fue ratificado por la Junta General Extraordinaria de accionistas de RTCL y por tanto la venta el 12 de agosto de 1954[293].

Aprobado el acuerdo por todas las partes se autorizó la compra por el grupo financiero de las minas de Río Tinto con fecha 20 de octubre de 1954.

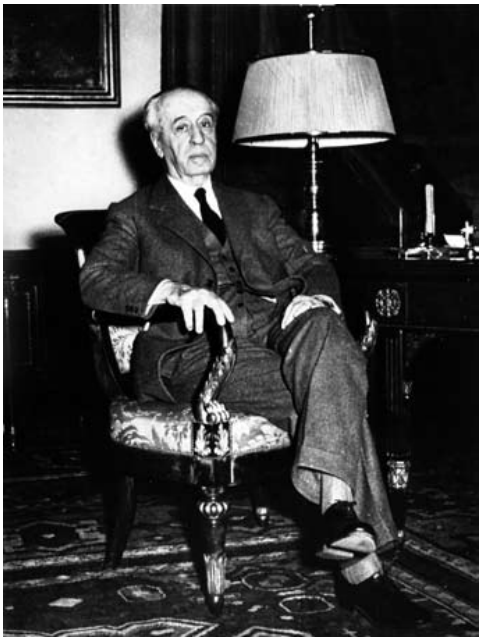


Foto 45, D. Joaquín Benjumea Burín, Gobernador del Banco de España y Primer Presidente de la Compañía Española de Minas de Río Tinto.

Ocho días más tarde, el 28 de octubre de 1954 se firmó la escritura pública de constitución de la Compañía Española de Minas de Río Tinto Sociedad Anónima ante el Notario de Madrid Florencio Porpeta Clérigo. Fue nombrado presidente Joaquín Benjumea Burín[294], Gobernador del Banco de España, Director General Antonio de Torres Espinosa, antiguo Subsecretario de Comercio, y entre los vocales estaban algunos directivos de RTCL, como Lord Bessborough, Val Duncan y Robert Julian, los señores Benjumea Puigcerver y Sundheim Díaz-Trechuelo[295], y los representantes de las

[291] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …160.
[292]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"….401
[293] FLORES CABALLERO, M (2007): La nacionalización de las minas …160.
[294] Joaquín Benjumea Burín, Conde de Benjumea (1878 – 1973), Ingeniero de Minas, tenía una amplia experiencia política. Durante la Guerra Civil fue alcalde de Sevilla, Presidente de la Diputación de Sevilla y Director General de regiones devastadas y reparaciones. Posteriormente fue Ministro de Agricultura y trabajo entre 1939 y 1941, Ministro de Hacienda 1941 – 1951 y Gobernador del Banco de España entre 1951, hasta su muerte en 1963..
[295] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …135.

entidades bancarias. Ese mismo día se celebró el primer consejo de Administración de CEMRTSA[296].

La distribución del capital de CEMRTSA quedó de la siguiente manera: Banesto y el Banco Hispano Americano suscribieron un 10,5% del capital (105 millones de pesetas); y los Bancos Bilbao, Central, Exterior, Urquijo y Vizcaya, suscribieron cada uno el 7,6% (76 millones de pesetas). El Conde de Benjumea reservó un 7,6 % al INI[297], pero Suanzes renunció y fueron prorrateadas entre los bancos. El principal accionista de la nueva compañía fue RTCL, con un 34,4%[298].

El 28 de octubre también se efectuó el primer pago en efectivo de los 2,5 millones de libras esterlinas por la venta de las minas[299].

El 12 de diciembre de 1954 se entregó por parte de RTCL las propiedades a CEMRTSA, mediante un acta, firmada por Charles Robert Julian, General Manager por RTCL y por Antonio Torres Espinosa, Director General por parte de CEMRTSA[300].

El 31 de diciembre de 1954 se cerró el primer balance de CEMRTSA[301] y el 1 de enero de 1955 inició sus operaciones CEMRTSA[302], pero esto ya sale del marco temporal de este trabajo.



Foto 46, Acción de la Compañía Española de Minas de Río Tinto Sociedad Anónima.

[296] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …161.
[297]GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar económico*…. 342. Gómez Mendoza explica perfectamente como esto fue hecho por Benjumea para salvar el honor del INI y evitar una confrontación directa. Val Duncan vio esta acción como beneficiosa para futuros negocios, pues el INI estaría en mejores disposiciones que anteriormente.
[298]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*"...401
[299] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …135.
[300] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …161.
[301] FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …135.
[302]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…427-430; FLORES CABALLERO, M (2007): *La nacionalización de las minas* …147-155.

España se gastó 776 millones de pesetas en una operación que tuvo más de propaganda política, de reconquista del Gibraltar económico, que de operación comercial. Se compró por un precio mayor al de anteriores negociaciones, en una coyuntura donde se estaba comenzando a salir de la autarquía y de muchos aspectos sociales y económicos de la posguerra. Como apunta Gómez Mendoza, la urgencia con la que se desarrolló la venta pudo deberse a que el gobierno franquista no quería que Río Tinto pasara a manos de TGS, pues a una empresa de ese país no se le hubiera podido "apretar las clavijas" [303].

La españolización de Río Tinto pagó por un lado la internacionalización de RCTL, que hoy una de las mayores empresas mineras del mundo, y por otro la modernización necesaria para hacer de Río Tinto de nuevo la california del cobre. En palabras de Avery: "El noble cadáver" adquirido por el consorcio de Matheson ochenta y un años antes volvió al dominio español, mientras la compañía que él fundara pasó a ampliar sus negocios en otras partes del mundo". [304]

A partir de 1955 se invirtió buena parte del capital que había dejado de ser empleado en Río Tinto desde 1936 por sus antiguos dueños británicos.



Foto 47 Nueva maquinaria operando en Corta Atalaya introducida por CEMRTSA, concretamente camiones Euclid de 1 tonelada, los mismos que Trevor Gough solicitó en su escrito de 1951.

[303]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*…401
[304]AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…. 310.

Gómez Mendoza, uno de los mejores conocedores de la españolización de las Minas de Río Tinto, considera el precio de venta como "un verdadero despilfarro", pues el Gobierno de España había tenido a RTCL aceptando, en muchas ocasiones a regañadientes, las medidas económicas y comerciales desde el fin de la Guerra Civil sin coste alguno[305].

Por último, en cuanto al origen del dinero, el mismo autor apunta "que ironías de la historia, ese dinero pudo proceder de la ayuda norteamericana" [306]

4.5.3. Investigaciones sobre Arqueología Industrial en Río Tinto de 1873 a 1954

En este epígrafe tratamos los trabajos desarrollados sobre Arqueología Industrial en Río Tinto desde 1873 hasta la redacción de este trabajo de investigación.

El primer autor que reseñaremos por cronología y por importancia de su trabajo es Joaquín Gonzalo y Tarín (1837 – 1910) [307], Ingeniero de Minas nacido en Teruel, es uno de los autores clave para el conocimiento de Huelva y Río Tinto, mina a la que veremos estuvo muy relacionado durante su vida.

En 1859, con veintidós años, concurrió al examen de acceso de la Escuela Especial de Ingenieros de Minas como alumno externo, que aprobó junto con 16 aspirantes más, siendo el alumno nº 448. Aprobó los exámenes generales de fin de carrera en la Escuela Especial de Ingenieros de Minas el 6 de junio de 1865, y fue propuesto con sus compañeros para ingresar en el Cuerpo de Minas, como ingeniero segundo[308], siendo destinado por Real Orden de 2 de agosto de 1865 al Establecimiento Minero de Río Tinto[309], bajo las ordenes de Ramón Rúa Figueroa. Al año siguiente fue destinado como Ingeniero de segunda a la Jefatura de Minas en Huelva capital. En 1869 fue ascendido a Ingeniero de 1ª, con destino en la Jefatura de Minas en Huelva[310] bajo las órdenes de Ignacio Gómez de Salazar. Allí permaneció hasta 1871, cuando fue destinado de nuevo a Río Tinto, aunque hubo contraorden y fue enviado a Almadén (Ciudad Real), donde estuvo destinado hasta que solicitó volver a la Jefatura de Minas de Huelva[311]. En 1872

[305]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*….402
[306]GÓMEZ MENDOZA, A (2011): *La españolización de las minas de Río Tinto*….402
[307]Sobre Joaquín Gonzalo y Tarín Ver SUAREZ SUAREZ, J.; PUCHE RIART, O. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2017): "Gonzalo y Tarín y la Descripción Física, Geológica y Minera de la Provincia de Huelva 1886 – 1888", *Boletín Geológico y Minero,* 128 (1), 11-128.
[308]*Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1865, tomo XVI, 445. Esta solicitud fue refrendada por Real Orden de 19 de Julio *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1865, tomo XVI, 506.
[309]*Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1865, tomo XVI, 516.
[310]*Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1869, tomo XX, 756.
[311]*Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil 1872, tomo XXIII, 176; Revista* Minera, Científica, Industrial y Mercantil 1873, tomo XXIV, 119

fue publicada la "Carta geográfica – minera de la provincia de Huelva" a sus expensas, por lo cual fue recompensado con la Encomienda de Isabel la Católica.

En 1877 por Real Orden de 31 de agosto fue destinado a Madrid para cubrir una vacante en la Comisión del Mapa Geológico de España, y entró en la Comisión ejecutiva del Mapa. En 1880 fue ascendido a Ingeniero Jefe de Segunda y continuó en la Comisión del Mapa, encargándosele la elaboración de la cartografía geológica de la provincia de Huelva, que conocía muy bien gracias a su experiencia profesional.

En la Comisión del Mapa, además de labores de cartografía, publicó en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico las reseñas geológicas provinciales de Huelva en 1878, Badajoz en 1879 y Granada en 1881. También hizo trabajos metalogenéticos y paleontológicos en Almería (1881-1882).

En 1892 fue ascendido a Ingeniero Jefe de 1ª Clase, continuando su destino en la Comisión Ejecutiva del Mapa Geológico de España[312]. En 1905 fue ascendido a Inspector General[313], y se jubiló unos meses después[314].



[312] *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1893, tomo XLIV, 251
[313] *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1905, tomo LVI, 223;
[314] *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* 1905, tomo LVI, 402;

Foto 58, Joaquín Gonzalo y Tarín, fuente MÁRMOL, E. (1935): Minas de Río Tinto, reportaje de actualidad, 53

Gonzalo y Tarín también desarrolló parte de su labor profesional en la empresa privada. En 1883 fue director de la Explotación de la Sociedad de Minas de Cobre de Alosno, fundada por Deligny. Gracias a su experiencia en la Provincia de Huelva y en Río Tinto, fue contratado por RTCL como asesor, función que cumplió entre septiembre de 1899 y 1909, donde aparece aún como adviser en el Report Deputation from the board, con un sueldo anual de 600 libras.

Murió el 13 de agosto de 1910 de una afección reumática en La Granja de San Ildefonso (Segovia).

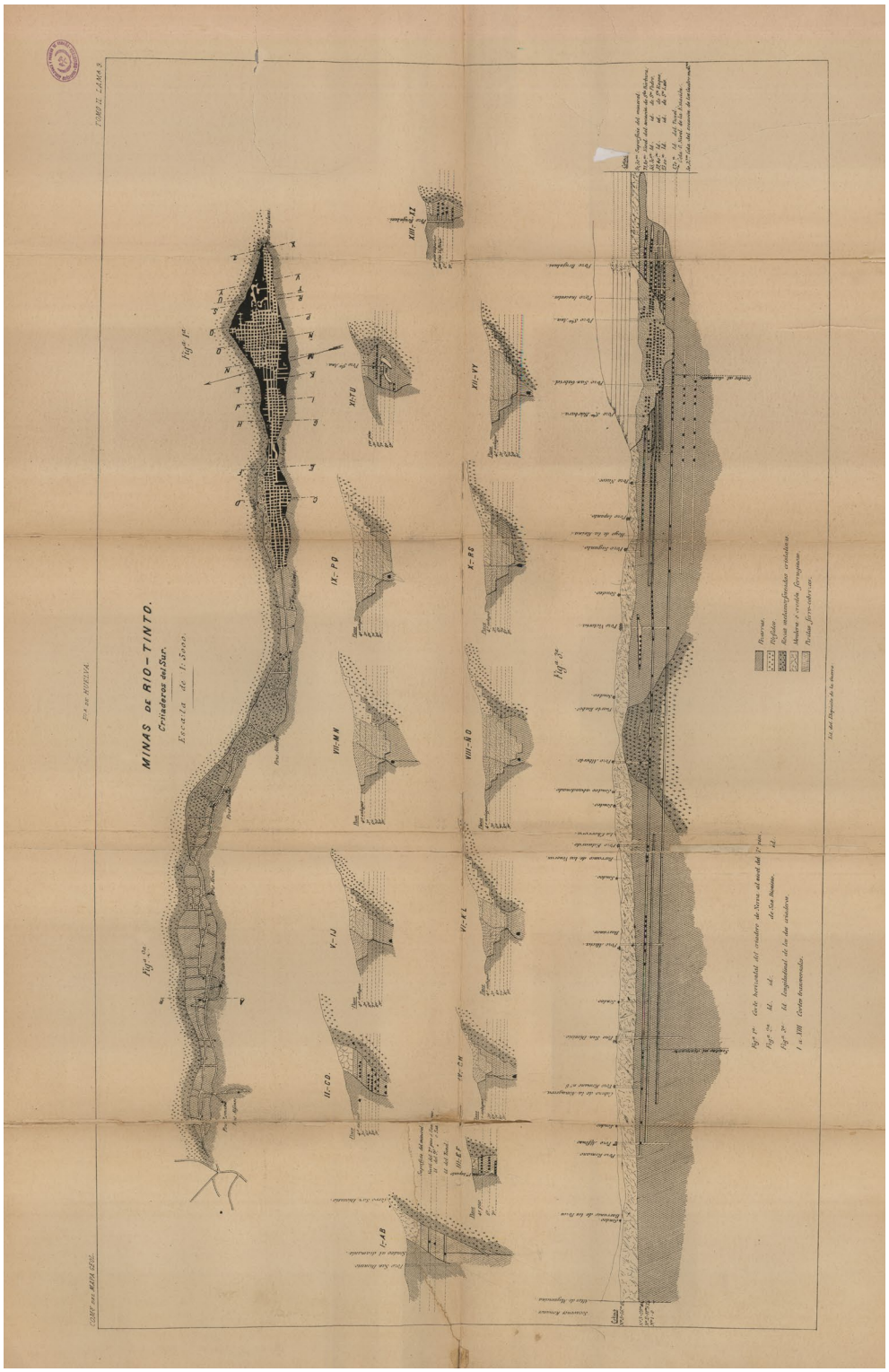
Gonzalo y Tarín publicó varios trabajos sobre Huelva, desde la Carta Geográfica-Minera de la Provincia de Huelva a diversos trabajos publicados[315], aunque su obra magna es la "Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva"[316]. Sobre esta obra Pinedo Vara, otro de los autores fundamentales para el conocimiento de Río Tinto, afirma: "Fruto principal de su trabajo y de su talento es su libro sobre la geología y geografía de Huelva, una de las buenas obras de su especialidad escritas en España y, desde luego, la mejor hasta la fecha, y creemos que por mucho tiempo, entre las dedicadas a esta región onubense. El "Gonzalo y Tarín" es el libro indispensable para cuantos nos ocupamos de la minería, geología, geografía física y economía de la provincia de Huelva*"* [317].

Este libro tiene tres partes, la primera, que denomina el propio autor como Descripción Física, es una compilación de datos geográficos de la provincia de Huelva. En la segunda parte es un análisis geológico muy detallado de la provincia de Huelva, y en el apéndice se publican por primera vez especies fósiles onubenses.

[315] GONZALO Y TARÍN, J. (1878). Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia de Huelva", *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España,* V, 311-313.; GONZALO Y TARÍN, J. (1878b): Reseña geológica de la provincia de Huelva", *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España,* V, 1-138.; GONZALO Y TARÍN, J. (1885): "Dos palabras acerca de la geología de Huelva". *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España,* XII, 609 - 618.

[316] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva*. Comisión del Mapa Geológico, Provincia de Huelva. 2 vols.

[317]PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva…* 63.



Plano 18, Gonzalo y Tarín, J. (1888), Tomo 2 Lámina 9, Filón Sur (Río Tinto)



Plano 19, Geográfica- Minera de la Provincia de Huelva, original con anotaciones a mano de Gonzalo y Tarín, que será la base del mapa que se publicará en la Descripción Física, Geológica y Minera de la Provincia de Huelva. Colección Familia Gonzalo, conservado por la Asociación Herrerías, a quien agradecemos que nos haya permitido reproducirla.

La tercera parte, la que más relación tiene con nuestro trabajo de investigación, está dedicada a la descripción de los yacimientos minerales según las mineralizaciones que contienen (cobrizos, piritas, manganeso, etc). Tras esto describe todas las minas en operación en ese momento, sobre todo Río Tinto[318], y después de hacer una descripción del yacimiento[319], hace una reseña histórica desde la Prehistoria hasta la fecha de redacción del libro. Hace hincapié en la época romana[320], llegando a incluir el dibujo de la pareja de norias halladas en 1886 en el pozo 9b de Masa Salomón, y describió el estado del yacimiento en ese momento, que también conocía[321]. El apéndice de esta tercera parte es muy interesante, trata el beneficio por vía húmeda[322] y vía seca[323], y hace un estudio de los inconvenientes de la calcinación de las teleras, proponiendo medios para sustituirlas, veintitrés años antes de que se comenzara a dejar de utilizarlas[324].

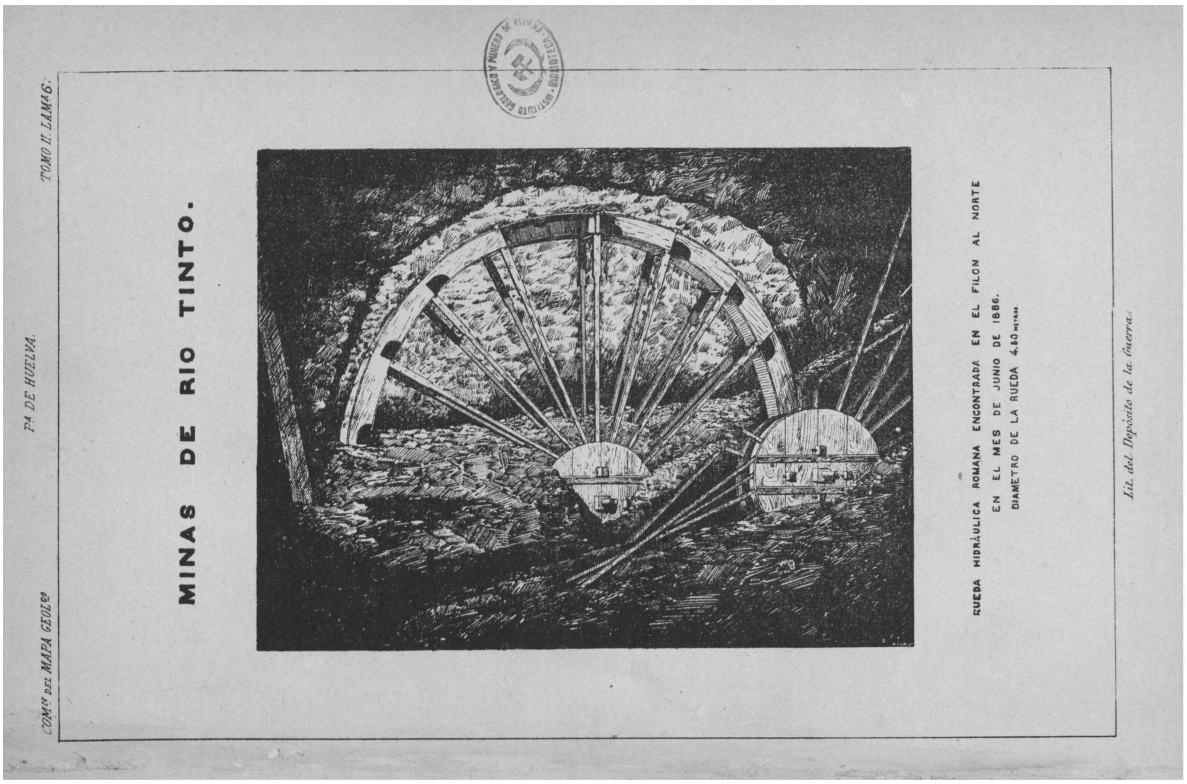
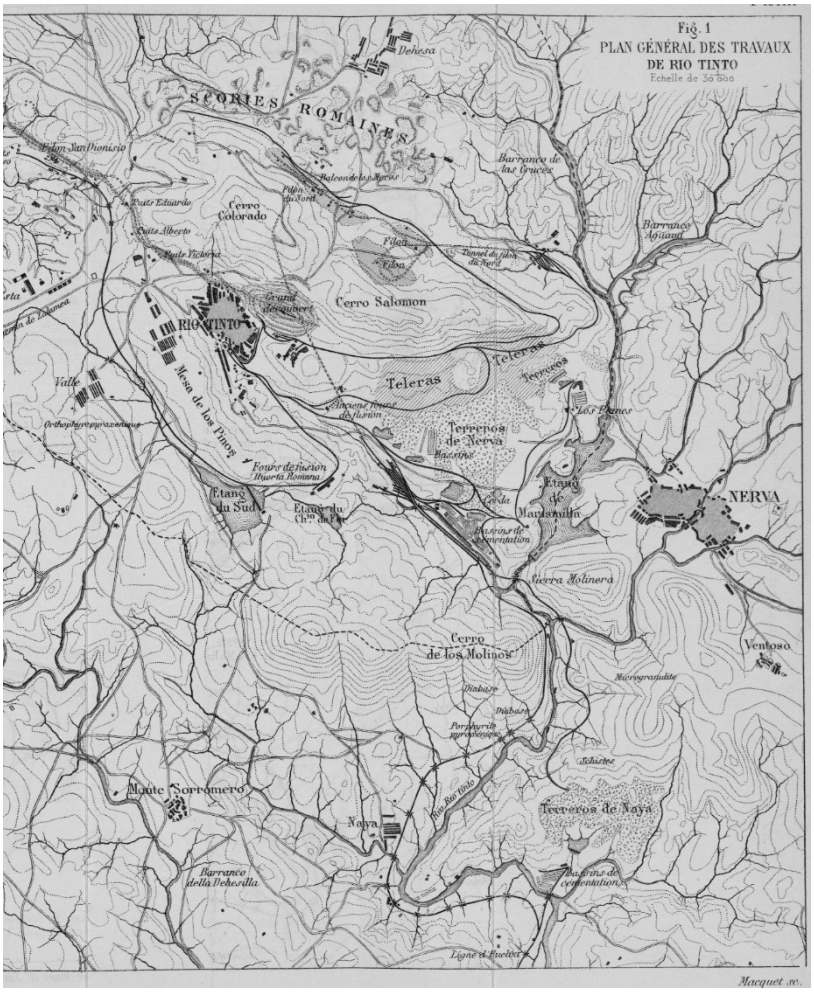


Foto 59, Gonzalo y Tarín, J. (1888), Tomo 2 Lámina 6, Filón Sur (Río Tinto).

[318] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 263 - 343.
[319] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 263 - 365.
[320] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 265 – 297; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2012b): "Obras de romanos en Río Tinto según las noticias de los Ingenieros de Minas de los siglos XVIII y XIX". *ITÁLICA, Revista de Arqueología Clásica de Andalucía*, 1, 87-103.
[321] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 298 - 343.
[322] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 618 - 639.
[323] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 640 - 642.
[324] GONZALO Y TARÍN, J. 1886-1888. *Descripción física, geológica y minera….* 643- 650.

Otro ingeniero francés que trató sobre Río Tinto fue Louis de Launay, que al principio de su carrera hizo un trabajo concienzudo sobre la Faja Pirítica[325]. Buena parte del trabajo estuvo dedicado a Río Tinto, estudiando el sistema de explotación a cielo abierto[326], la cementación artificial[327], el sistema Doetsch[328] y las operaciones metalúrgicas[329]. Mostrándonos un buen estado de los trabajos desarrollados en las minas, incluso aportando un plano de los trabajos muy completo de las instalaciones, al mismo nivel de los que producía la propia RTCL.



Plan Général des Travaux de Rio Tinto, De Launay, L (1889), Annales des Mines XVI, 352.

[325] DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre dans la región D´Huelva (Río Tinto, San Dominguos, etc.)", *Annales des Mines*, tomo 8, 427-515.
[326] DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 486-488.
[327] DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 497.
[328] DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 498 -502.
[329] DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 502 -511.

Durante el último tercio del siglo XIX y hasta la I Guerra Mundial la Revista Minera seguirá siendo una de las principales fuentes de trabajos sobre Río Tinto.

El Ingeniero belga Julién Deby (1835 – 1895) [330], con gran experiencia en el mundo del hierro y el acero, hizo un informe en el que aumentó el cálculo de las reservas de Río Tinto[331], subiendo las acciones de RTCL, por lo que fue recompensado y fue contratado como ingeniero asesor[332]. Posteriormente publicó un extenso artículo sobre hidrometalurgia del cobre en Río Tinto en la Revista Minera en 1889, monográfico sobre Hidrometalurgia[333]. Tras describir los procesos que se desarrollaban en Río Tinto, propuso algunos cambios en las conclusiones, sobre todo como construir las teleras para poder reaprovechar los "humos" y así obtener azufre, que de otra manera era arrojado a la atmósfera[334].

Jacobo María Rubio en un trabajo publicado entre 1889 y 1890 también se ocupó de Río Tinto. Este ingeniero hizo un estado de la cuestión sobre la minería en Huelva, pero centradas muchas sobre Río Tinto. Trató de los sistemas de extracción[335], fundición[336], prestó mucha atención a la calcinación[337], fábricas[338], sistemas de obtención de cobre[339], y en las conclusiones expuso pormenorizadamente la cloración llevada a cabo en Río Tinto[340].

César Rubio y Muñoz[341], eminente ingeniero de Minas, que fue primero de su promoción e introductor del sistema de cianuración en España para la obtención de plata, inició los estudios para el beneficio de Potasa en Cataluña. Su prestigio llevó a ser el presidente en 1924 del XIV Congreso Internacional de Geología celebrado en Madrid. Su estancia a principios de siglo en Huelva, como Jefe del Distrito Minero, coincidió con la construcción de la Fundición Bessemer, que conocemos gracias el pormenorizado

[330]Grace´s guide of British Industrial Heritage https://www.gracesguide.co.uk/Julien_Deby consultada el 22 de agosto de 2020
[331]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….118.
[332]Staff Books nº1, 67-70, 252 .254. LMA.
[333]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XL, 169 -171; 177-180; 185-188; 193-209.
[334]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre"….207-209.
[335]RUBIO, J. Mª. (1889): "Riqueza Minera de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil,* XL, 337-339.
[336]RUBIO, J. Mª. (1889): "Riqueza Minera de Huelva… 337-339.
[337]RUBIO, J. Mª. (1889): "Riqueza Minera de Huelva… 345-347
[338]RUBIO, J. Mª. (1889): "Riqueza Minera de Huelva… 353-355.
[339]RUBIO, J. Mª. (1889): "Riqueza Minera de Huelva… 369-372.
[340]RUBIO, J. Mª. (1890): "Riqueza Minera de Huelva… 336-337.
[341]SOBRE CÉSAR RUBIO Y MUÑOZ VER PUCHE RIART, O; AYALA CARCEDO, F.J.; JORDÁ BORDEHORE, L. Y PEREJÓN, A. (2004): BIOGRAFÍA DE CÉSAR RUBIO Y MUÑOZ (CÁCERES, 1858-MADRID, 1931), PRESIDENTE DEL XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOLOGÍA (MADRID, ESPAÑA, 1926), *LLULL,* 27, 465-473.

trabajo que publicó sobre esa nueva fundición[342], incluidos unos magníficos planos de la misma. También hizo una investigación sobre el sistema *cut & fill* empleado en Río Tinto[343].

En 1906 el ingeniero de minas francés P. Truchot, jefe del laboratorio de la Sociedad Francesa de Piritas de Huelva, publicó un artículo muy interesante sobre el desarrollo de los trabajos hidrometalúrgicos desarrollados, que se centra en los que se realizaban en Huelva, haciendo muchas referencias a como se operaban en Río Tinto[344].

La Revista Minera en un artículo no firmado describe el nuevo concentrador construido junto a la Fundición Piritas, que estaba preparado para recuperación del azufre contenido en los gases de la fundición[345].

Desde la llegada de RCTL diversos técnicos de la propia empresa o contratados por ella pusieron por escrito diversos aspectos de su trabajo, temas técnicos, aportaciones a soluciones desarrolladas en Río Tinto e incluso trabajos con contenido arqueológico, aunque sin una pretensión histórica, simplemente la descripción de lo recogido en sus aportaciones.

David Forbes, ingeniero de minas y consultor profesional, acompaño en 1872 a Hugh Matheson y George Barclay Bruce, ingeniero ferroviario, para conocer Río Tinto de primera mano y estimar las riquezas del yacimiento[346].

Fue contratado por RTCL para hacer un informe, que fue la base del Prospectus, en el que se establecieron tres líneas de actuación[347]. La primera fue que de los minerales de Río Tinto se podía obtener azufre además de cobre. La segunda cambiar el antiguo sistema de minería de interior o contramina por huecos o pilares por el sistema de roza abierta[348]. Y la tercera que el sistema de transporte debía de basarse en el

[342]RUBIO y MUÑÓZ, C. (1902): "Nueva fundición de Cobre de Río Tinto" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil LIII*, 363 - 365; 375 -377; 387 -389, 415-416, láminas nº3, nº4 y nº5.
[343]RUBIO y MUÑÓZ, C. (1902): "Laboreo subterráneo por rellenos en Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, Metalúrgica y de la Ingeniería* LIII, 335 – 338.
[344]TRUCHOT, P. (1906): Hidrometalurgia de las Piritas Cupríferas, Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil LVII, 420 – 421, 443 – 444, 456 – 457.
[345]VVAA (1932):" Nuevas Instalaciones en Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, Metalúrgica y de la Ingeniería,* LXXXIII, 110-113, 134-136.
[346]AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…103.
[347]Legajo 100 B 1 Prospectus of Río Tinto Co. Ltd. 8 july 1873, Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto; AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…111; HARVEY, C.E. (1981): *The Rio Tinto Company*…25-29; ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina*…66-70
[348]Que ya había sido propuesto por Ingenieros Españoles ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria*… 6, 67, 73.; MONASTERIO CORREA, J. (1870): *Observaciones sobre la venta de las Minas de Río Tinto,* Madrid, 15-18, 23; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto"… 219.

Ferrocarril, con una vía comercial o main line y con ramales que comunicaran las instalaciones con las poblaciones cercanas.

Tras esto se le contrató como ingeniero consultor por un sueldo de 200 guineas, y el 31 de marzo de 1874 se le pagó en un cheque al portador de 500£[349]. Siguió trabajando para RTCL, para la que elaboró dos informes sobre la evolución de las operaciones Río Tinto[350], que estaban basadas en sus propuestas del prospectus.

Otro de los ingenieros británcios fue Thomas Gibson[351], ingeniero ferroviario, con experiencia en la construcción ferroviaria y de muelles en la India. George Barclay Bruce lo conoció en Inglaterra a la vuelta de la India y lo incorporó a su equipo, encargándole la construcción del Muelle Embarcadero de RTCL. Posteriormente publicó su trabajo en Journal of the Institution of Civil Engineers[352].

Tras su trabajo en el Muelle en Huelva, trabajó en España en los puentes de la línea Huelva-Sevilla y en la reconstrucción del Puente Salomón tras la riada de 1888, que había destruido al antiguo. Volvió a Inglaterra, donde murió a los 57 años.

William Giles Nash[353], abogado australiano, ingresó en RTCL en 1885, en el Departamento de Tierras y Viviendas, donde sirvió durante 38 años y del que llegó a ser Jefe con un sueldo de 600 £. En 1908 fue el responsable de la plantación de Eucaliptos en Río Tinto, con semillas traídas de Granada[354]. Primero probó en los jardines de Bella Vista y tras esto los plantó en El Zumajo (El Campillo, Huelva).

Este abogado escribió un libro, The Río Tinto Mines its history and romance[355], una obra que hasta el capítulo VII es una traducción del Ensayo sobre la historia de las Minas de Río Tinto de Ramón Rúa Figueroa, con una cita de Aldana en la página 120. A partir de este capítulo dedicado a la historia de Río Tinto entre 1850 y 1873, emplea hasta 1859 la obra de Rúa Figueroa y a partir de esa fecha utiliza los trabajos de Gómez de Salazar, Cossio, del que destaca sus mejoras propuestas para las operaciones de cementación, y el de Gonzalo y Tarín. Hace hincapié en las aportaciones realizadas por RTCL, principalmente el sistema de explotación a cielo abierto y el ferrocarril. Las

[349]Staff Book nº, 74. LMA.
[350]Report from David Forbes, Esq., F.R.S., Consulting Mining Engineer con fecha 20/5/1874 y 14/5/1875, Legajo 100-B-33, Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto
[351]GONZALEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva*, Universidad de Sevilla, Sevilla, 46-48.
[352]GIBSON, T. (1877-1878): "The Huelva Pier of the Río Tinto Railway", *Journal of the Institution of Civil Engineers*, Vol LIII, 130-163
[353]Legajos 1647 nº1 a nº 5, 1648 nº6 – nº 11; 1649 nº 12 -19; 1650 nº 20 -21; 1651 nº 22 -23, Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto.
[354]AVERY, D. (1974)*:* Not on Queen Victoria´s….143.
[355]NASH, W.G. (1904) *The Río Tinto Mines its history and romance*, London.

conclusiones del libro son muy tendenciosas, pues presupone que la bonanza de Río Tinto a partir de 1873 se debía a una mayor capacidad técnica británica y no a la inversión del capital necesario.

"Tras 3000 años de actividad minera, de trabajo celti-ibérico, romano y posteriores habitantes de esta península se han dedicado a la extracción de la riquezas ocultas en esta localidad, pero ha quedado en manos de los anglosajones probar la inmensidad de la prosperidad nacional encarnada en influyente y benéfica de las artes mecánicas, las ventajas de la aplicación de la energía humana en la dirección adecuada de la habilidad técnica, la industria y el trabajo, y es el anglosajón quien sin duda ha demostrado y probado la prosperidad ilimitada esperando un país y un suelo cuyo suelo ha sido favorecido por la naturaleza en la posesión de tan magníficos recursos como en los últimos treinta años han salido a la luz en la antigua Real Mina de San Luis de Río Tinto" [356].

Los apéndices son todos, menos uno, plagio de los de Rúa Figueroa, como por ejemplo el Apéndice 1 sobre las monedas romanas[357], o los dedicados a la producción de Cobre en Río Tinto desde 1737, que siguen los datos de Rúa Figueroa y a partir de ahí incorpora los que ofrece Gonzalo y Tarín. Es en los apéndices donde este libro realmente ofrece una novedad, los primeros datos meteorológicos de Huelva y Río Tinto, Rainfall and temperatura, metereological records 1894 – 1896[358].

Robert Edward Palmer[359], ingeniero de minas, estuvo empleado en RTCL entre 1900 y 1914. Trabajó en Contramina en Filón Norte, San Dionisio y Filón Sur, y en estos dos departamentos fue Jefe de Departamento. Durante su periodo en RTCL se mejoraron los sistemas de laboreo en minería de interior, se pasó al sistema cut & fill y se abandonó el de huecos y pilares[360]. Realizó un magnífico trabajo sobre sistemas de trabajos mineros antiguos y las norias halladas en Filón Sur[361].

[356]NASH, W.G. (1904): *The Río Tinto Mines…*215.
[357]NASH, W.G. (1904): *The Río Tinto Mines…*217-220
[358]NASH, W.G. (1904): *The Río Tinto Mines…*220-223.
[359]Legajos 1648 nº 7 a nº 11, 1649 nº 12 – nº 20 AHMFRT; Staff Book nº3, 199. LMA.
[360]AVERY, D. (1974)*: Not* on Queen Victoria´s….134.
[361]PALMER, R.E. (1926-1927). Notes on some ancient mining equipments and systems. *Transactions Institute of Mining and Metallurgy,* XXXV, 299-336.

George Rice Trevor Lewis[362], ingeniero ferroviario que trabajo en RTCL entre 1933 y 1947 en el Departamento Ferroviario, realizó un trabajo sobre el sistema de frenado innovador que se aplicó en el Río Tinto Railway[363].

Herbert Richardson Potts[364], ingeniero que desarrolló toda su vida laboral en RTCL, fue uno de los galardonados en 1913 por el rescate del incendio del Pozo Alicia con la Medalla de Oro, y estuvo en la I Guerra Mundial. Siempre trabajó en Departamentos de Fundición. Empezó en la Fundición Piritas, entonces *Bessemer Extension*, como asistente, y después siguió en el Departamento de Fundición toda su vida laboral; de asistente pasó en 1927 a Jefe y en 1930 a Jefe de Departamento con un sueldo anual de a 950£, aunque en 1932 se le bajó el cargo a Subjefe de Departamento y el sueldo a 750£, puesto en que se mantuvo hasta el final en la empresa en 1947, con un sueldo antes de jubilarse de 1.100£. Durante su dilatada carrera profesional publicó varios trabajos sobre las operaciones metalúrgicas[365], la fundición de mata de baja ley[366], convertidores[367] y sobre la recuperación de azufre en los hornos Orkla, fundamentales en este trabajo de investigación[368].

James Hume Taylor[369], ingeniero, trabajó 29 años en RTCL. Con alta en la empresa en 1919, empezó a trabajar en el Departamento de Fundición, en 1920 pasó al Laboratorio, donde permaneció hasta 1922 cuando pasó a la fábrica de ácido sulfúrico, hasta que pasó al Departamento de Cementación en 1928, recaló el año siguiente en el de Precipitación y Terreros, donde estuvo el resto de su vida laboral en RTCL, siendo desde 1932 fue Jefe de Departamento con un sueldo incial de 750£ que llegó a 950£ en 1947.

Patrick F. Wheelan[370], ingeniero que formó parte del Staff en los departamentos de Precipitación y Terreros como Asistente entre 1930 y 1931. Desde 1932 hasta 1933 estuvo en los Departamentos de Precipitación y Terreros y Concentrador.

---

[362]Legajo 1650 nº33, Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto.
[363]LEWIS G.R.T. (1934): *Braking of Ore Train on the Río Tinto Railway,* Manuscrito Inédito Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto.
[364]Legajo 1650, nº 20,22,23,25,28,29,30,3 y 33, AHMFRT; Staff Book nº3, 202. LMA.
[365] POTTS, H.R. (1928-1929): "Present day Smelting Practice at Río Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, XXXVIII, 421-430
[366] POTTS, H.R. (1929): "Notes on converting Low grade Matte at Río Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, XXXVIII, 431-449
[367] POTTS, H.R. (1947 - 1948): "Further notes on Converting Practice at Río Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy,* LXVIII, 337-375
[368] POTTS, H.R. y LAWFORD, E.G. (1948): "Recovery of sulphur from Smelter Gases by the Orkla Process at Río Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy* LXVIII, 427-516.
[369]Legajo 1650, nº 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31 y 33 AHMFRT. Staff Book nº3, 251, LMA.
[370]Legajo 1650, nº 30 y 31, Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto.

Estos dos técnicos realizaron un magnífico trabajo sobre las operaciones de lixiviación y cementación desarrolladas en Río Tinto[371], unas obras de obligada lectura para quien se quiera acercar a estos temas.

El geólogo David Williams, trabajó en RTCL entre 1928 y 1931 como Geólogo[372], y es autor de dos de los trabajos sobre geología ya clásicos, uno sobre geología general sobre Río Tinto[373] y otro sobre las menas gosanizadas y jarositas[374].

Evelyn Godfrey Lawford[375], ingeniero mecánico, trabajo en RTCL entre 1927 y 1929 como subdirector de Departamento Mecánico con un sueldo inicial de 400£, que pasó a 450 £ con un bonus anual de 100£. Escribió un magnífico trabajo sobre la preparación de piritas para la fabricación de ácido sulfúrico[376].

Charles Robert Julian[377], ingeniero de minas sudafricano, estuvo trabajando 22 años en RTCL. Su alta en la empresa fue en 1923, y comenzó como ingeniero en la contramina de pozo Alfredo, hasta 1927, cuando pasó a subdirector del Departamento de Contramina. En 1932 ascendió a jefe del Departamento de Minas y en 1947 a General Manager de RTCL. Tras la venta de las minas al consorcio bancario español y la constitución de CEMRTSA, fue uno de los cuatro ingleses nombrados en el consejo de la nueva compañía, y siguió en el cargo de Director General. Avery explica perfectamente el porqué de esa permanencia "lo que era conveniente no sólo por su gran capacidad, sino porque su permanencia, pensaban los españoles, reafirmaría al resto del personal británico de las minas, en la creencia de ser también necesario" [378]. La permanencia iba a ser por cinco años, pero un ataque cardíaco severo segó su vida y fue enterrado en el Cementerio de Bella Vista. Durante sus años como directivo en los departamentos de contramina escribió un artículo donde se reflejan cómo se desarrollaban las operaciones de contramina en Río Tinto en el primer tercio del siglo XX[379].

[371]TAYLOR, J.H.; WHELAN, P.F. (1942) "The Leaching of Cupreous Pyrites and the Precipitation of Copper at Río Tinto, Spain", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy,* LII, 36-96.
[372]Legajo 1650, nº 30 y 31 AHMFRT, Staff Book nº3, 271 LMA.
[373]WILLIAMS, D. (1934): "The geology of the Río Tinto mines, Spain", *Transactions of the Intitution of Mining and Metallurgy,* XLIII, 593-678.
[374]WILLIAMS, D., (1950): "Gossanized breccia-ores, jarosites, and jaspers at Río Tinto, Spain", *Transactions of the Intitution of Mining and Metallurgy,* LXXI, 1-12.
[375]Staff Book nº 3, página 151, LMA.
[376]LAWFORD, E.G. (1952): *The Mining and preparation of Pyrites for Acid Making*, The Fertiliser Society, London, 2- 34.
[377]Legajo 1650 nº 24, 25, 28, 29, 30, 31 y 33 AHMFRT; Staff Book nº3, 136. LMA.
[378]AVERY, D. (1974)*: Not on Queen Victoria´s*….310.
[379]JULIAN, C.R. (1939-1940): "Underground Mining at Río Tinto, Spain", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, XLIX, 237 – 312.



Foto 60, Charles Robert Julian

Leonard Unthank Salkield es el autor fundamental para el tema que ocupa este trabajo de investigación y todo aquel relacionado con la evolución tecnológica en Río Tinto desde la antigüedad hasta el último tercio del siglo XX.

Nació en Hoddesdon (Hertfordshire, Inglaterra) en 1901, y se graduó en la Royal School of Mines de Londres en 1922. Comenzó su carrera laboral en la refinería de Plomo de Enthoven (Rotherhithe, Londres) y en la Fundición de estaño de Penang (Malasia) [380].

Entró en RTCL el 9/5/28 como asistente del director de la Fundición de Port Talbot (Gales, UK)[381], pasó a Río Tinto el 1 de marzo de 1930 en el Departamento de Fundición, donde desarrolló su carrera profesional durante 36 años[382], fue nombrado jefe del Concentrador en 1936, y posteriormente llegó a ser Director de la Fundición Piritas.

En 1937 se trasladó a Inglaterra, donde estuvo hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, y participó en un proyecto sobre el magnesio para fabricar aleaciones.

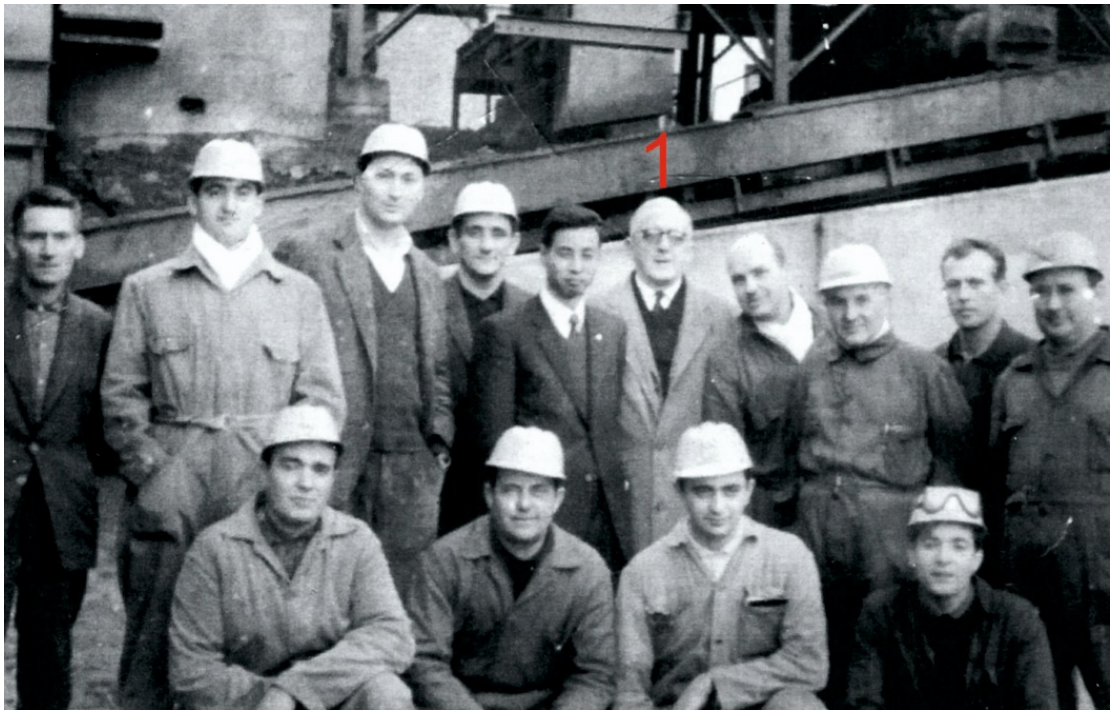
[380]Editor´s note, IX – XX SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines: some notes on exploitatation from pre-Phoenician times to the 1950s*, The Institution of Mining and Metallurgy, London.
[381]Staff book nº3, 255, LMA.
[382]Legajo 1621, Legajo 1650 31, 33, RDB 1947, Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto

En 1946 volvió a Río Tinto a su puesto como Director de la Fundición, puesto que ocupaba en 1954 cuando las minas pasaron a manos españolas. Fue uno de los cuatro directores adjuntos nombrados por RTCL para trabajar con Antonio de Torres Espinosa. Tras su jubilación fue nombrado asesor metalúrgico de Río Tinto Patiño en 1966, aunque hasta su muerte estuvo dispuesto a asesorar a las compañías que operaron en Río Tinto, como cuando se instalaron en la Fundición Piritas los hornos Momoda. Por sus importantes aportaciones en el campo de la metalurgia fue condecorado con la Orden del Imperio Británico, como oficial civil[383].

La diferencia entre todos los autores citados asociados a RTCL y Salkield es que los primeros dieron a conocer sus trabajos sobre diversos aspectos, mientras que Salkield hizo sus trabajos con perspectiva histórica, es decir investigo distintos aspectos y dio a conocer sus resultados en diversos campos, arqueometalurgia[384], historia de contemporánea de Río Tinto[385], a la evolución tecnológica en Río Tinto desde la Protohistoria hasta los años 50[386], etc.

Mr. Salkield fue uno de los mejores metalurgos del siglo XX. Se interesó en los millones de escorias antiguas que se encontraban en Río Tinto, y realizó multitud de análisis puesto que al ser el Director de la Fundición tenía a su disposición el laboratorio para analizarlas. Así, tras muchos resultados, pudo clasificar las escorias por su contenido. Es decir, cuando su contenido en cobre era inferior al 0,5%, pero tenían porcentajes significativos de plomo y plata, las escorias serían el resultado de procesar mineralizaciones argentíferas. Mientras que, si el contenido en cobre sobrepasaba el 0,5 % y no se registraban trazas de plomo y plata, esas fayalitas provenían de procesar metalúrgicamente menas cobrizas. También calculó que cada 1000 kilogramos de mineral producían 4.500 kilos de escoria[387]. Estas aportaciones son básicas para el estudio de la metalurgia antigua en Río Tinto y todas las minas del Suroeste Ibérico.

[383] *Officer of the Order of the British Empire Civil División*, London Gazette of 29 december 1961.
[384] SALKIELD, L. U. (1970): "Ancient Slag in the south west of the iberian península", *VI Congreso Internacional de Minería, La Minería Hispana e iberoamericana*, León, 85-98; SALKIELD, L. U. (1982): "The Roman and Pre-Roman slags at Río Tinto Spain", en WERTIME T. A. AND WERTIME S. F. (Eds.): *Early pyrotechnology: The evolution of the first fire-using industries*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.: 137-147.
[385] SALKIELD, L.U. (1964): *Notes on the Modern History of the Río Tinto Mines*, inédito.
[386] SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting at Río Tinto*, 13 de mayo, inédito. Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto 1. - 4; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines…* London.
[387] SALKIELD, L. U. (1970): "Ancient Slag in the south west of the iberian peninsula"… 86.



Puesta en marcha de los hornos Momoda en la Fundición Piritas 1966, con el nº1 Leonard U. Salkiel, a su izquierda, Susumi San, Carlos Palacios, Eduardo Ezama, Antonio Gallego y Matallina. A la derecha de Mr. Salkield, Felipe Luzón, Eduardo Figueroa, Manuel García y Néstor Romero. Debajo de izquierda a derecha Pablo Vázquez, Ángel Delgado Rojas, Ángel Delgado Montaño y Antonio Pascual. Fuente Romero Rúa, 2010, 173.

La compañía inglesa Río Tinto encargó en 1964 a Eric Linkanter un libro sobre Río Tinto[388], y a Salkield se le encargó que recopilara datos para ese libro que nunca se publicó y sigue aún día inédito[389].

Sir Val Duncan encomendó a Salkield un libro sobre Río Tinto, quien contestó que no podía atender la petición en ese momento. Tras su retiro de la compañía en 1966 comenzó a escribirlo[390]. Ese libro no se llegó a publicar, pero el manuscrito fue empleado en libros posteriores, como los escritos por David Avery[391], Charles Harvey y muchos otros que se han publicado después. Tras su retiro Salkield escribió también un pequeño trabajo sobre la historia de las Fundiciones de Río Tinto entre 1873 y 1970, donde incluyó la producción de cobre de estos años[392].

[388] HUNT, J.P. y ORTÍZ MACHINANDIARENA, M.P. (1988): "Un cuarto de siglo de arqueología en la cuenca minera". en *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto, desde la historia hacia el futuro*,220.

[389] SALKIELD, L.U. (1964) *Notes on the Modern History of the Río Tinto Mines,* inédito. Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto.

[390]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines*, inédito. Prefacio, 1.

[391]En este sentido este autor afirma en el prefacio: "Mr. Leonard U. Salkield, OBE, que fue jefe del departamento de fundición en las minas de Río Tinto y asesor metalúrgico de Río Tinto-Patiño, S. A., ha sido muy generoso al proporcionarme el resultado de sus propias e importantes investigaciones sobre la historia de las minas, así como al actuar de maestro y de guía durante mi exploración de la zona de Río Tinto, aconsejándome en numerosos puntos técnicos. Ambos leyeron y releyeron cada palabra del manuscrito, aportando comentarios detallados sobre cada página e indicándome fuentes de datos en España y en Inglaterra, que de otra forma hubiera podido pasar por alto". AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…5.

[392]SALKIELD, L. U. (1971) "Recent History of Copper Smelting at Río Tinto"… 1-4

La obra cumbre de Salkied, A technical history of the Río Tinto Mine, es un trabajo sobre arqueometalurgia y Arqueología Industrial. Se centra en las operaciones metalúrgicas, pero no deja atrás los trabajos mineros, hidrometalúrgicos, etc. Un resumen de este trabajo, editado por M. J. Calahan, fue publicado tras la muerte de Salkield en enero de 1987[393], y en la nota que incluye el editor antes de la introducción describe donde radica la importancia del libro de Mr. Salkield:

*"*The great interest of Río Tinto to industrial archaeologists has been in unravelling the metallurgy employed there and, even in comparatively recent times, metallurgical process development and operation has been of special interest because of the unusual complexity of the ores and the novelty of processes to treat them*"* [394]

El libro comienza con un resumen del periodo prerromano, haciendo hincapié en la metalurgia fenicia y tartésica. El capítulo 2 lo dedica a la época romana, en la que anota todos los restos de esa época documentados en Río Tinto, labores mineras romanas, sistemas de desagüe, etc. Se centra en las operaciones metalúrgicas tras hacer un repaso de las menas minadas, destacando el análisis de las escorias, que permiten conocer las mineralizaciones tratadas, su ley, y una estimación de la cantidad de mineral tratado y otros datos relevantes. Hay que destacar que, además de su conocimiento de primera mano de los restos romanos, incluye los trabajos arqueológicos desarrollados en Río Tinto y los datos contenidos en las obras de los ingenieros de minas españoles que trabajaron en la mina antes de 1873. En esa parte une su conocimiento metalúrgico junto con una profunda exégesis de los trabajos de los ingenieros españoles desde 1725.

En la parte dedicada al periodo británico separa las operaciones por proceso y por época. Diferencia entre las operaciones metalúrgicas del principio, early metallurgical operations of RTC, de las que se desarrollaron luego, *Pyrometallurgical development*, aportando datos hasta 1964. Sobre este tema tiene un capítulo aparte sobre la producción de azufre tras la instalación de los hornos Orkla.

El mismo enfoque da a las operaciones mineras por contramina y corta. También documenta la infraestructura que RTCL, infraestructure for the RTC operations, tuvo que construir para explotar Río Tinto, desde el ferrocarril, las viviendas, diques y pantanos

[393]SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines…* London.
[394]SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines….IX.*

reservorios de agua necesarios para obtener vapor, y el suministro eléctrico, que hizo que RTCL tuviera que construir su propia central.

De forma separada trata también el proceso de clasificación del mineral y su embarque.

Dedica un capítulo a la hidrometalurgia en Río Tinto. Comienza por el proceso Doestsch, y pasa a describir como RTCL cambió a la cementación natural, aunque tarde, siguiendo la estela de Tharsis, pasando a tratar la proveniencia del agua ácida empleada, finalizando con los trabajos de precipitación.

El último capítulo, Miscellaneous activities, lo dedica a operaciones secundarias de RTCL, extracción de gossan transportado, los incipientes trabajos de RTCL sobre gossan para la obtención de oro y plata, la descripción de los trabajos de concentración física, la producción de ácido sulfúrico y superfosfatos, y por último la producción de sulfato de cobre y sulfato ferroso.

Pero ahí no termina esta obra, el editor incluye doce apéndices. Los seis primeros son temas anteriores a 1873, el primero trata sobre operaciones mineras y metalúrgicas romanas en otras partes de España, el segundo es la traducción en inglés del informe de Diego Delgado de 1556, el tercero es el informe de Robert Shee sobre Río Tinto de 1727, en el cuarto la producción de cobre del periodo de la empresa Remisa, que completa en el quinto con unos comentarios sobre el mismo periodo, y en el sexto la producción de cobre desde que las minas vuelven a manos de la Real Hacienda hasta la venta de las minas (1849 – 1872).

De los últimos seis apéndices, el primero está dedicado a la formación y a la evolución de RTCL. El segundo trata sobre el departamento de Tierras y Ganado, un experimento desarrollado por RTCL en el Zumajo para demostrar que los trabajos mineros y metalúrgicos no habían acabado con la capacidad agronómica de la zona, gestionada por el danés Kay Hasse y posteriormente por su viuda Mette Mari, que con la inestimable ayuda del capataz Vicente Delgado y el trabajo de las familias Delgado Casado, Domínguez Navarro y Violanta, hicieron de esta huerta una fuente de alimentos frescos (huevos, leche, carne, horzalizas, frutas). Se trajeron y plantaron especies alóctonas del gusto de los “ingleses”, como grosellas, arándanos y kakis, por lo que también pudo ser Río Tinto el primer lugar de Huelva donde se plantaron berries.

Los apéndices nueve, diez y once están dedicados a tratar temas concretos de operaciones metalúrgicas, la carga de los hornos de la fundición mina, las operaciones desarrolladas en la Fundición Bessemer entre 1901 – 1914, y la carga de un horno Water-Jacket en la Fundición Piritas.

Por último, se ofrece un gráfico donde se incluye el tonelaje de mineral extraído entre 1874 y 1954, indicando la ley de cobre, el tonelaje de cobre obtenido y la plantilla de trabajadores.

El siguiente autor, Isidro Pinedo Vara (1912 – 1995)[395], es otra persona fundamental para la minería y la historia de la minería en Huelva[396]. Ingeniero de minas, nació en Puebla de Almenara, provincia de Cuenca. Tras el fin de la Guerra Civil inició su carrera profesional en Peñarroya – Pueblonuevo (Córdoba).

En 1942 se trasladó a Huelva como ingeniero jefe de la Inspección Técnica de Impuestos Mineros de la Cuarta Región, puesto que compatibilizó con ser responsable de la sección de cobre y manganeso del Consejo Ordenador de Minerales Especiales de Interés Militar (COEIM) para las provincias de Huelva, Sevilla y Badajoz. Formó parte de Piritas Españolas, departamento de la Empresa Auxiliar de la Industria (AUXINI), empresa auspiciada por Juan Antonio Suanzes para contrarrestar a RTCL, de la que fue director de la División Minera. Formó parte de la Operación P y de la sección de minerales del Instituto del Hierro y del Acero dependiente del CISC. A mediados de los años 60 se incorporó al Consejo de Administración de Minas de Almadén y Arrayanes, actual MAYASA, del que llegó a vicepresidente del consejo y presidente del Comité de Gerencia. Esta dilatada carrera se completó con numerosos viajes al extranjero, donde, además de conocer diversos complejos mineros y metalúrgicos, dio numerosas ponencias en diversos foros.

Su obra Piritas de Huelva, su historia, minería y aprovechamiento[397], es al siglo XX lo que fue la obra de Gonzalo y Tarín al siglo XIX. Es una foto fija de la minería en la Faja Pirítica Ibérica española de 1963.

[395] Sobre la obra de Isidro Pinedo Vara, ver FERNANDEZ CALIANI, J.C. (2020): Recuperación y puesta en valor del legado documental del ingeniero de Minas D. Isidro Pinedo Vara, Asociación Herrerías y Cátedra Atlantic Copper – Universidad de Huelva.

[396] Sobre Pinedo Vara ver https://www.abc.es/archivo/periodicos/abc-sevilla-19750323-23.html; https: //huelvabuenasnoticias.com/tag/isidro-pinedo-vara/; https: //es.wikipedia.org/wiki/Isidro_Pinedo_Vara, consultados del 29 de agosto de 2020.

[397] PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva, su historia, minería y aprovechamiento*, editorial Summa, Madrid

El libro comienza con una historia de la minería onubense desde la Prehistoria, Tarteso, época romana, a la edad moderna, en la que incorpora el informe de Diego Delgado de 1556, o las denuncias de mina de los siglos XVI y XVII, el siglo XVIII con la apertura de Río Tinto, la fiebre minera del siglo XIX, hasta época contemporánea, con la nacionalización de Río Tinto.



Foto 61, Isidro Pinedo Vara

Después trata las menas y mineralizaciones de la Faja Pirítica Ibérica, su composición y su génesis.

Tras esto pasa a analizar las minas en operación en ese momento y, como no puede ser de otra manera, Río Tinto es tratada la primera. Una vez analizada su situación e historia pasa a describir las masas y las operaciones. Aunque las referencias históricas son muy apreciables, en nuestra investigación esas operaciones eran diferentes a las que se desarrollaban en 1954, puesto que ya se había producido la modernización de la mina con las inversiones de CEMRTSA. Es de interés el capítulo el VIII, dedicado al beneficio de los minerales, cementación natural, artificial, función etc. El nivel técnico que expone Pinedo es tan alto que NASA y CAB tuvieron que emplear sus trabajos como antecedente para las investigaciones sobre los organismos extremófilos que consumen

hierro y azufre para producir oxígeno, y que pueden precipitar cobre, "cáscara" sobre hierro.

Tras analizar el mercado de las piritas, propone formas de beneficiar los minerales onubenses (capítulo XI), llegando a esbozar un gran complejo, que define en el siguiente capítulo, que sitúa en Huelva por razones geográficas, por disponer de un puerto, y estratégicas, por su mano de obra cualificada.

En los años 70 el arquitecto Miguel González Vílchez realizó la tesis sobre la Arquitectura Inglesa en Huelva, que posteriormente fue editada en forma de libro[398]. En esta obra se centra principalmente en la arquitectura de las viviendas, los barrios, fueran de los directivos o de obreros, edificios singulares, como el Hospital, actual Museo Minero, Club Inglés, Capilla Presbiteriana, etc., es decir lo que denominamos Arquitectura Asociada al Patrimonio Industrial. El tema que nos ocupa en este trabajo, lo trata en un capítulo único, concretamente el V, La Arqueología Industrial en Río Tinto, en el que se hace un repaso sobre las principales instalaciones industriales de la época británica en Río Tinto: Fundiciones, Cementaciones, Cocheras, Bomba Cornish, Central Eléctrica, Fábrica de Ácido, etc. El autor hace una descripción sintética de los distintos sistemas constructivos de cada una de ellas, aportando datos históricos sobre su construcción, uso, cambios de uso y estado de conservación a la fecha de redacción del trabajo.

Al final del capítulo González Vílchez hace una reflexión sobre la Arqueología Industrial[399], en ese momento ya operativa en Inglaterra, aunque inexistente en el caso de Río Tinto. Esperamos que con el presente trabajo se pueda cubrir la parte relativa a los trabajos metalúrgicos e hidrometalúrgicos.

*"*En Inglaterra, pionera de la revolución industrial, está surgiendo un verdadero interés por lo que se ha dado en llamar arqueología industrial…que estudia los edificios industriales que corren peligro de desaparecer y propugnan la conservación de los más representativos y meritorios. Hornos de ladrillo derruidos, maquinaria de la iniciación industrial, puentes, estaciones de ferrocarril, almacenes, molinos estructuras fabriles,

[398] GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva*, Diputación de Huelva, Huelva.
[399] GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa…* 137-150.

etc…Río Tinto vio surgir una arquitectura industrial en los siglos XIX y XX que hoy es arqueología y que desgraciadamente está sucumbiendo sin haber sido estudiada" [400]

Este autor ha dedicado varios trabajos, en solitario y con su hija Concepción, a temas concretos sobre la arquitectura británica, sobre todo sobre los muelles embarcaderos mineros, incluidos el de Río Tinto [401].

En 1977, con la constitución de Río Tinto Minera S.A., hubo un cambio en la concepción del patrimonio por parte de la Compañía, en parte debido a Beno Rothenberg. En 1984 esta empresa creó el primer Departamento de Patrimonio Histórico[402], antes incluso que la actual Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE de 29 de junio de 1985), que permitieron que se llevaran a cabo diferentes intervenciones arqueológicas, catalogación de bienes arqueológicos, etc. Se catalogaron los bienes industriales e incluso se realizó el Inventario de aquellos bienes susceptibles de convertirse en un recurso turístico en la Cuenca Minera de Río Tinto. En este contexto y tras realizar los inventarios Río Tinto Minera Presentó el Plan General para el desarrollo de las Minas de Río Tinto como Parque de la Minería Nacional, para su uso público con fines recreativos y turísticos y como centro de estudio e investigación histórica y de la tecnología[403]. Uno de los resultados de este plan fue la creación en octubre de 1987 de Fundación Río Tinto para la historia de la minería y la metalurgia, una institución cultural de carácter permanente benéfico docente, que tiene entre sus objetivos la investigación y difusión del Patrimonio Minero y Metalúrgico de la Cuenca Minera de Río Tinto[404].

---

[400] GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa…* 150.

[401] GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C., GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2003): *La Casa Museo de los Ingleses en Punta Umbría,* Ed. Gestain S. L.; GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2004): "Los Embarcaderos Británicos en Andalucía (Tharsis, Río Tinto y Alquife)", *Presencia Inglesa en Huelva*. Punta Umbria, España. Ayuntamiento de Punta Umbria, 43-78.; GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2007): *El Muelle de Río Tinto. Características Constructivas y Estructurales, Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva: un Recorrido Por el Pasado*. Huelva, España. Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones, 483-499.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2001): *Los Embarcaderos de Tharsis, Río Tinto y Alquife: los Tres Colosos de la Arqueología Industrial Británica en Andalucía*. Sevilla, Textos de Arquitectura. Fcfaa.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2011): *Los Embarcaderos Británicos de Hierro en el Siglo XIX*. *el Descubrimiento de Nuevos Materiales*, *Materiales de Construcción,* 61/304, 621-628; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2011b): *Presencias Arquitectónicas y Urbanísticas Inglesas en la Huelva de Hoy, La Presencia "Inglesa" en Huelva: Entre la Seducción y el Abandono,* 1, 219-242.; GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2001): "El Muelle de Río Tinto en Huelva. una Referencia", *El Patrimonio Industrial: el Cable Inglés de Almería,* Instituto de Estudios Almerienses, Almería, 51-70.

[402]PÉREZ MACÍAS, J.A. (2006): "Antecedentes", en Delgado Domínguez, A. (Coord.): *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla, 18-19.

[403]V.V.A.A. (1985), *El Dorado Andaluz, Plan general para el desarrollo del área de las Minas de Río Tinto como Parque de Minería Nacional, para su uso público con fines recreativos y turísticos y como centro de estudio e investigación histórica y de la tecnología minera y mineralúrgica*. Madrid.

[404] DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord) (2006): *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto*, editado por Fundación Río Tinto.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2009) (Dir): *Ferrocarril Turístico Minero.* Fundación Río Tinto. Huelva; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *Musealización de la Imprenta Chaparro en el Museo Minero de Río Tinto, Memoria Gráfica de la Cuenca Minera de Río Tinto*; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007): *Sindicalismo minero en Huelva, la Huelga de 1913 en Río Tinto, como paradigma de acción colectiva desde los órganos de representación obrera*. ADR Cuenca Minera; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008): *Guía e instrumentos de descripción del*

Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto. Fundación Río Tinto; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): *Proceso de emancipación de la villa de Nerva a través de las fuentes documentales*. Ayto. de Nerva; PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (EDS) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto; PÉREZ MACÍAS, J. A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A (EDS.) (2007a): *Las Minas de Río Tinto en época Julio Claudia.* Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto; REGALADO ORTEGA, M.C.; MORENO BOLAÑOS, A. Y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2014) *El Club Inglés Bella Vista, 135 años de Historia*. NARBONA MÁRQUEZ, S. y DELGADO DOMÍNGUEZ (2017): *30 años, Fundación Río Tinto, para la Historia y de la Minería y de la Metalurgia, Patrimonio Minero Industrial conectando pasado, presente y futuro*. Sevilla; GÓMEZ RUÍZ, A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2019): *Zalamea Romana*, Non Plus Zalamea, Zalamea. Capítulos de libro, artículos en revistas especializadas y actas de congreso: AGUILERA COLLADO, E., e IGLESIAS GARCÍA, L. (1996): "Minería en la Franja Pirítica de Huelva, El caso de Cerro Salomón", *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media Peninsular.* León, 127-140.; AGUILERA COLLADO, E. (1996): "Un ejemplo de difusión del Patrimonio en la Provincia de Huelva, el Museo Minero de Río Tinto", en M. MARTÍN et al. (eds.) *Difusión del Patrimonio Histórico,* 180 – 189; AGUILERA COLLADO, E. (1998):"Arqueología Industrial. Zarandas en Minas de Río Tinto", *Artes y Costumbres y Riquezas de la Provincia de Huelva*, 50, Huelva Información, 793-808; AGUILERA COLLADO, E. (1999) "Río Tinto, un territorio arqueológico investigado, un territorio social no explicado", *Revista Atántica-Mediterránea de prehistoria y arqueología social*, 285-307; CABELLO LÓPEZ, F.J., GARCÍA DELGADO, F.J. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A (2016)"La crisis económica en territorios en crisis estructural. Instrumentos de desarrollo en la Cuenca Minera de Río Tinto, en MARTÍNEZ, A., AMAT, X., SANCHO, I. y SÁNCHEZ, D. (EDS), *IX Coloquio Nacional de Desarrollo Local del GTDL-AGE*, U. de Alicante, 367-385; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2014*): "Lucernae uriensia*, la colección lychonológica de Río Tinto (Huelva, España)", Cadernos do Museu da Lucerna, Actas da Mesa Redonda sobre Lucernas ditas Mineiras, Castro Verde (Portugal), 45-99; DELGADO DOMÍNGUEZ, A Y REGALADO ORTEGA, M. C. (2009): "El Museo Minero de Río Tinto*"*. Parque Minero de Río Tinto (Huelva, España)", *De Re Metallica 12.* 40 – 54.; DELGADO, A., MORENO, A., PÉREZ, J.A., GEMIO, G. y REGALADO, M.C. (2011) "Minería de Hierro en Río Tinto", *Boletín Geológico y Minero, 122/3*, 299-310; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y PÉREZ MACÍAS, J.A. (2012):"El duro trabajo de los mineros en Hispania", *Historia National Geographic,* 115, 16 -19.; DELGADO, A.; MONGE, A. Y QUEIROZ, P.F. (2013): "La datación por radiocarbono de los elementos de las norias romanas de madera de Filón Sur (Minas de Río Tinto, Huelva)", *Revista Onoba,* 1, Universidad de Huelva, 275-284; DELGADO, A.; RIVERA, T.; PÉREZ, J.A. y REGALADO, M.C. (2013): "La catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Río Tinto mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfico (SIG)", *De Re Metallica* 20, 83-92; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y PÉREZ MACÍAS, J.A. (2014): Artífices e industrias auxiliares en las Minas Hispanas. *Artífices Idóneos: Artesanos, talleres y manufacturas en Hispania,* en BERNAL, D. y BUSTAMANTE, M. (Eds.) *Anejos de Anuario Español de Arqueología LXXI*, CSIC, Instituto de Arqueología de Mérida, 389 – 419.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y GUISANDE SANTAMARÍA, P.S. (2015) "La noria del Museo de Huelva, un *unicum* en la arqueología romana", *De Re Metallica,24*, 33-44; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2016): "Musealización de la imprenta Chaparro. Memoria gráfica de la Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica* 27, 21-30; FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2002): "Minería romana en la Faja Pirítica Ibérica", *5000 años de Minería en Huelva,* Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Huelva, 53-64; FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2004a)"Musealización del Patrimonio Minero, la experiencia de Río Tinto", *Revista de Museología*, Madrid, 54-67; FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2004b)"La protección del Patrimonio Minero en la Comarca Minera de Río Tinto", *Actas de la VIII Jornadas Andaluzas de Difusión del Patrimonio Histórico*. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, 74 – 88; MARTÍNEZ, F. PAVÓN, P. Y LORENZO, J. P. (1990) "Aportación al estudio de los entalles romanos: tres piezas del Cerro del Moro (Nerva, Huelva)", *Cuadernos del Suroeste,2*, 140 - 149.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (1994): *Las calcinaciones al aire libre: Las teleras los conflictos sociales de febrero de 1.888, causas y consecuencias*. Fundación Río Tinto.; PÉREZ LÓPEZ. J.M. (1999) "Fundación Río Tinto, como centro de investigación de la minería", *Demófilo, Revista de Cultura Tradicional, 32*, 295-396; PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2000) "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", XXXVII *Congreso de la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril,* Revista Garrat nº 4, Edita Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera", Huelva; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2002): "A la búsqueda de nuevas tecnologías para la explotación de las minas de Río Tinto", *5000 años de Minería en Huelva,* Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Huelva, *65-79*.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2003): "El Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, Experiencia en la organización de un archivo de empresa" *ANABAD,* 53 (1), 9-24; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2003b): "El Parque Minero de Río Tinto". *Boletín PH.* IAPH, 45, 52 – 57.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007): "Ferrocarril Minero de Río Tinto". ROMERO MACÍAS, E. (Ed.). *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado*, 229 - 272.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007a): *Sindicalismo minero en Huelva, la Huelga de 1913 en Río Tinto, como paradigma de acción colectiva desde los órganos de representación obrera*. ADR Cuenca Minera; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007b) "El Ferrocarril Minero de Río Tinto" en Romero Macías, E. (ed.) *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.* 229-272.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007c) "El Ferrocarril Minero de Peña de Hierro, dos modelos de explotación ferroviaria", en ROMERO MACÍAS, E. (ED.), *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.* 293 -321; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007d): "Cementación artificial como causa de conflictividad socio-económica en las minas de Río Tinto, El año de los tiros*", Coloquio Internacional de Annaberg Proyecto Agrícola,* 411-426; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008): *Guía e instrumentos de descripción del Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto,* Fundación Río Tinto, Sevilla.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008b):"El año de los tiros a través de su rastro documental y las Fuentes hemerográficas", *Catálogo de la Exposición 120 Aniversario del Años de los tiros, 4 de febrero de 1888-2008. Las Teleras conflictos sociales, causas y consecuencias*, 29-60; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): *Proceso de emancipación de la villa de Nerva a través de las fuentes documentales*. Nerva.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2011): "Recuperación y Gestión del Patrimonio Documental. El Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 529-546; PÉREZ LÓPEZ, J. M y FLORES MILLÁN, P. (1999): "La nacionalización de las minas. El Campillo", *Historia de la Provincia de Huelva,* 64. Editorial Mediterráneo. Huelva Información. Huelva.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. y ROMERO MACÍAS, E.M. (2008): "Actuaciones sobre el patrimonio minero-industrial de la provincial de Huelva, Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *Pasos,* 6, 83-96.; PÉREZ MACÍAS, J. A. Y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2007b): "Tecnología Metalúrgica en Río Tinto desde la edad media del bronce hasta la edad media". Coloquio Internacional de Annaberg *Proyecto Agrícola*. 281-310; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011): "Ingeniería minera antigua y medieval en el Suroeste Ibérico", *Boletín Geológico y Minero, 122, 1, 3-16*; PÉREZ MACÍAS, J.A.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2012): "Asentamiento romano de Marismilla (Río Tinto-Nerva, Huelva)", en PÉREZ, J.A.; CARRIAZO, J.L.; GAVILÁN, B. ,*Paisajes, Tiempos y Memoria*, Universidad de Huelva, 53 y 57.; REGALADO ORTEGA, M. C., MORENO BOLAÑOS, A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2010): "El Club Inglés Bella Vista, Minas de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica* 15, 43-56.

Con motivo del centenario de la línea en 1973 Explosivos Río Tinto creó un Museo Ferroviario en Zarandas[405]. Esta colección, que será el germen de la colección del Museo Minero de Río Tinto[406] y el inicio del interés sobre el Ferrocarril Minero de Río Tinto o Río Tinto Railway, que forma parte del Patrimonio Industrial[407], que comenzó a dar frutos al final de la siguiente década en forma de libros, artículos y capítulos de libro por parte de diversos autores españoles y británicos[408]. Desde la creación de Fundación Río Tinto el Ferrocarril ha sido uno de los temas de investigación y de difusión del patrimonio por parte de esta institución[409]. Aunque no es el tema de este trabajo de investigación, no podemos dejar de reseñarlo.

A principios de la actual centuria se comenzó a hacer inventario de los bienes patrimoniales por parte de la administración. El primero sirvió para la Declaración de la Cuenca Minera de Río Tinto como Bien de Interés Cultural[410], con la categoría de Sitio Histórico[411].

---

[405] V.V.A.A. (1973): *El Museo Ferroviario de Río Tinto*. Edita ERT.

[406] DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010b): "Musealización del Patrimonio Minero en Río Tinto", *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo local sostenible,* en ROMERO MACÍAS, E.M., (Coord.), Huelva, 684-687; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2011a): "Museo Minero de Río Tinto (Minas de Río Tinto, Huelva)", en PÉREZ MACÍAS, J.A.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. y GARCÍA DELGADO, F.J., (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural* Huelva. 503-504.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018): "Gestión y Proyectos Museísticos del Patrimonio Minero e Industrial del área de Río Tinto (Huelva, España)", en PEDRO CAMPOS JARA (Ed.): *Arqueología y Territorio en la Provincia de Huelva Veinte años de las jornadas de Aljaraque (1998-2018)*, 559 -560.

[407]Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. Comunidad Autónoma de Andalucía BOJA núm. 248, de 19 de diciembre de 2007; BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2008 Referencia: BOE-A-2008-2494, Título VII Patrimonio Industrial Artículo 66. Clasificación. 1. "Son bienes inmuebles de carácter industrial las instalaciones, fábricas y obras de ingeniería que constituyen expresión y testimonio de sistemas vinculados a la producción técnica e industrial. Son bienes muebles de carácter industrial los instrumentos, la maquinaria y cualesquiera otras piezas vinculadas a actividades tecnológicas, fabriles y de ingeniería".

[408] ALLEN, P y WHEELER, R. (1987): *Steam on the Sierra,* Aldaba Ediciones.; MAYORGA RAMOS, R. y ORDOÑEZ RODRIGUEZ, C. J. (1988) "Un Itinerario didáctico por el Ferrocarril de Río Tinto", I *Congreso Nacional Cuenca Minera de Río Tinto,* Huelva, 401-412; SEWELL, A. (1991): *The Río Tinto Railway*. Plateway Press, P. O. Box 973, Brighton. UK.; PEREJIL DELAY, A. (1998): *Ferrocarriles Mineros de la Provincia de Huelva. Monografía Garrat*t. Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera". Huelva.; GARCÍA MATEO, J. L. (2000): *El material Móvil del Ferrocarril de Río Tinto.* Revista Garratt. Edita Asociación de amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera". Huelva.; GARCÍA MATEO, J.L. y PRIETO TUR, L. (2012): *El Ferrocarril Minero de Río Tinto*, Monografías del Ferrocarril/30, Barcelona.

[409]PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2000): "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", XXXVII *Congreso de la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril. Revista Garrat nº* 4. Edita Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera"; Huelva; (2007): "Ferrocarril Minero de Río Tinto", en ROMERO MACÍAS, E. (Dir.): *Los Ferrocarriles en la provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado*. Universidad de Huelva, 229 – 272.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A (2007): "La era dorada del Ferrocarril en España, Locomotora de Vapor nº 14 de la clase C y nº 51 de la clase I del Ferrocarril Minero de Río Tinto", *TrenManía,* 39, 14-16; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Dir.) (2009): *Ferrocarril Turístico Minero, paradigma de buenas prácticas en la rehabilitación del Patrimonio Ferroviario y su posterior puesta en Servicio Turístico, Edita Fundación Río Tinto*. Huelva.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2006) "FC Minero de Río Tinto", *Catálogo del Museo Minero de Río Tinto,* Edita Fundación Río Tinto, Sevilla.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2011):"Ferrocarril Turístico Minero, Parque Minero de Río Tinto (Huelva, España)", en J. A. PÉREZ; A. DELGADO; J. M. PÉREZ; y F. J. DELGADO (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 575- 593.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2020): "Ferrocarril Turístico Minero, Restauración y valorización del patrimonio ferroviario en la Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *Actas de la III Jornadas de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica,* Asociación Herrerías.; DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007): "Recuperación del Patrimonio Ferroviario llevado a cabo por Fundación Río Tinto, Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva)", *De Re Metallica, 8,* 19-26.; (2007): "El Ferrocarril Turístico de Río Tinto", *Carril,* 65, 3 -19; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010c): "El material diésel del Ferrocarril Turístico Minero de Río Tinto", *Vía Libre nº 538*, 69-73.

[410]DECRETO 236/2005, de 25 de octubre, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Sitio Histórico, la Zona Minera de Río Tinto-Nerva, ubicada en los términos municipales de Minas de Río Tinto, Nerva y El Campillo (Huelva). BOE 228 de 22/11/2005, 62 -71.

[411]ROMERO MACÍAS, E.M.; RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2003): "Informe BIC sobre la Cuenca Minera de Río Tinto para su declaración como Sitio Histórico", *PH, 45*, 43-51. ROMERO MACÍAS, E.M.;

A partir de 2004 el Grupo de Investigación HUM 838, coordinado por el prof. Pérez Macías, ha realizado varios trabajos de Catalogación para distintas instituciones públicas, Asociación para el Desarrollo Local Cuenca Minera[412], y la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía[413], y los resultados fueron publicados en parte en algunos trabajos posteriores[414]. El origen de la concepción de este trabajo de investigación se encuentra precisamente en estos trabajos de catalogación realizados hace una década.

Otro autor que queremos descatar el Carmen Avilés Palacios[415], de la Universidad Politécnica de Madrid, que ha desarrollado una intensa labor de investigación sobre la documentación económica generada por RTCL entre 1873 y 1954. Si bien en principio no parece tener relación con este trabajo de investigación sobre Arqueología Industrial, es muy importante para conocer la obra de la Dra. Avilés Palacios, pues nos ayuda a compreder además cómo se generó la documentación y parte de ella puede sernos de utilidad para el objeto de este trabajo.

Por último, entre los autores que han trabajado sobre Riotino queremos mencionar a Néstor Romero Rúa[416], nacido en Las Delgadas (Zalamea La Real, Huelva), Facultativo de Minas y Fábricas Metalúrgicas desarrolló su carrera profesional entre 1949 y 1984 en la Fundición Piritas (Minas de Río Tinto, Huelva), Electrólisis del Cobre S.A., (Palencia) y Atlantic Copper (Huelva). En 2010 publicó su trabajo *Histora de la Fundación Piritas de Huelva*, editado por Atlantic Copper, donde además de hacer un

RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2004): "Actuaciones sobre el patrimonio minero. Declaración Sitio Histórico de la Cuenca Minera de Río Tinto", *De Re Metallica*, 2, 23-29;

[412]REGALADO ORTEGA, M.C. (2008): *Inventario de Bienes Patrimoniales dela Cuenca Minera de Río Tinto*, Asociación para el Desarrollo Local Cuenca Minera, inédito.

[413]REGALADO ORTEGA, M.C. (2009): *Elaboración de la Documentación Técnica para la Declaración del Club Inglés Bella Vista como BIC Monumento,* Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Huelva, inédito; PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2009): *Elaboración de la Documentación Técnica sobre el Patrimonio industrial Minero del Sitio Histórico B090579V21HU*, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Cultura Huelva, inédito. Sobre este particular Ver GHISLANZONI, M; ROMERO DACAL, M. (2014): "La zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Río Tinto-Nerva como modelo de protección de un paisaje cultural", *VII Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*, Madrid, 1-15.

[414] DELGADO DOMÍNGUEZ, A y REGALADO ORTEGA, M.C. (2012): "Catálogo del Patrimonio Minero Industrial de la Mina de Peña de Hierro (Nerva, Huelva, España)", *De Re Metallica 18*, 13-27.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; RIVERA JIMENEZ, T.; PÉREZ MACÍAS, J.A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2013): "La Catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Río Tinto mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfico (SIG)", *De Re Metallica,* 20, 83-95; VVAA (2015): P*atrimonio Industrial y Técnico de la Provincia de Huelva, Estrategias e instrumentos de tutela patrimonial*, Junta de Andalucía, Sevilla. DELGADO DOMÍNGUEZ, A y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2016): "Musealización de la Imprenta Chaparro… 27, 21-30; DELGADO DOMÍNGUEZ, A y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *Musealización de la Imprenta Chaparro…*, Berlín; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018): "Patrimonio Industrial de la Faja Pirítica Ibérica: La Cuenca Minera de Río Tinto (Huelva – España)", en SUÁREZ SUÁREZ, J. y RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (Eds.), *Arqueología y Patrimonio en la Faja Pirítica Ibérica*, Actas de la I Jornada de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica, Asociación Herrerías, Puebla de Guzmán (Huelva).

[415] AVILÉS PALACIOS, C. (2006): Análisis de la información analítica y financiera emitida por The Río Tinto Company Limited (1873 – 1954), Universidad Rey Juan Carlos I, Tesis doctoral inédita; AVILÉS PALACIOS, C (2011): "La información económica de The Río Tinto Company Limited (1873 – 1954) " en J. A. PÉREZ; A. DELGADO; J. M. PÉREZ; y F. J. DELGADO (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 243- 263.

[416] ROMERO RÚA, N. (2010): *Historia de la Fundición Piritas de Río Tinto*, Atlanctic Copper.

recorrido histórico sobre las fundiciones que hubo en Río Tinto, de centra en la Fundición Piritas, sobre todo en el periodo entre 1950 y 1970, en la sección de Convertidores, Afino y Moldeo, siendo especialista en refractarios. La aportación de su experiencia en este trabajo es fundamental para comprender los procesos que se desarrollaron en ella.

ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL EN RÍO TINTO
LA PRODUCCIÓN HIDROMETALÚRGICA
1725 – 1873



Sillón del Virrey, 2006 Foto ADD

5 .1725 – 1873 THE MEN WHO APPARENTLY DID NOTHING.

La primera parte de este trabajo de investigación tiene esta denominación porque, el título de la segunda parte del libro de Avery se titula "*The Men who did things*", como si los técnicos españoles que habían trabajado en Río Tinto entre 1725 y 1873 no hubieron hecho nada, cuando, curiosamente, el fondo más antiguo del archivo de Río Tinto Co. Ltd., hoy en el archivo público de la ciudad de Londres, está compuesto por los trabajos de los ingenieros españoles que trataron sobre Río Tinto o trabajaron en el establecimiento que nos ocupa entre 1723 y 1873[1], sobre todo durante la gestión de la Real Hacienda. Fue la falta de inversión, por parte del gobierno, lo que impidió que una de las joyas de la corona de España hubiera aportado a las arcas nacionales grandes riquezas. El trabajo teórico o de campo realizado por los técnicos españoles puso las bases para que, cuando el consorcio extranjero puso el capital necesario Río Tinto se convirtiera en "la california del cobre", en este sentido se pronuncia Barrantes en la Revista Minera en 1882:

"*Si alguna página honrosa puede ostentar el Cuerpo español de Ingenieros de Minas, es la que forman sus estudios sobre Río Tinto, cuya bibliografía desde el siglo pasado quizás no tiene rival en el terreno científico. Los resultados ciertamente no han correspondido a sus estudios; pero cúlpese a las imperfecciones de la organización oficial, al burocratismo incompatible con las empresas industriales, y más que a nada, á la parsimonia y a meticulosidad con que los Gobiernos tienen que proceder en los gastos e innovaciones cuya ineficacia podría acarrearles responsabilidad administrativa…casi ninguna de las fecundas innovaciones introducidas en el establecimiento desde el año 1873, que salió de las ruinosas manos del Estado, es debida exclusivamente á la iniciativa inglesa; pues todas, cual más, cual menos, fueron ya indicadas y propuestas, por nuestros Ingenieros de Minas, principalmente por Rúa Figueroa, por Anciola, por Cossío y otros muchos*" [2].

[1]AMADOR DE LOS RÍOS, R. (1891): *Huelva*, Diputación de Huelva, reedición año 2003, 535.
[2]BARRANTES, V. (1882) *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXXIII, 285. Es una reproducción de un artículo del periódico *El Día*.

5.1. EL COBRE

Este trabajo de investigación versa de los sistemas empleados en Río Tinto para la extracción de cobre, que podemos resumir en dos por: vía húmeda y por vía seca. Nos centraremos en el estudio de la vía húmeda entre 1725 y 1954. En Río Tinto se han empleado buena parte de los sistemas hidrometalúrgicos existentes para la obtención de cobre, desde el siglo XVIII hasta la actualidad, donde se está desarrollando a nivel de operación el revolucionario sistema E-LIX basado en una moderna tecnología de lixiviación con cero emisiones al Medio Ambiente[3]. Pero antes de pasar a estudiar estos sistemas, los restos que se conservan de los mismos y el paisaje que han conformado vamos a describir el cobre y las denominaciones según su pureza y afino.

La palabra cobre, proviene del término latino cuprum y este asu vez del griego *Κύπριος*. Su símbolo es Cu, su número atómico es el 29, su masa atómica es 63,55 u, al igual que el oro y la plata pertenece al Grupo 11 de la Tabla Periódica. Este metal de color rojizo y brillo metálico es pesado, con una densidad de 8,96 g/cm^3 a 20°C, aunque es un metal blando, con una dureza de 3 en la escala de Möhs, pudiéndo ser rayado con la punta de una navaja

El cobre es dúctil, maleable, resistente a la corrosión, excelente conductor del calor y un eficiente conductor eléctrico, el segundo mejor tras la plata.

Estas características han determinado los usos principales del cobre obtenido en Río Tinto, si bien en el siglo XVIII fue la fabricación de cañones en la Real Maestranza de Artillería de Sevilla o la fundición de Barcelona[4], para una marina en reconstrucción, sin olvidar que este metal fue la base para la fabricación de moneda, tanto de cobre, como de bronce. El cobre metal se ha empleado en buena parte de los elementos necesarios en la vida común y económica en los últimos tres siglos, implementándose su uso desde la llegada de la electricidad.

Aunque el cobre se encuentra de forma natural en los animales y plantas ya que es un oligoelemento vital o esencial para todos los seres vivos. Su abundancia media en la corteza terrestre es inferior a 0,1%. Nuestro trabajo trata de explicar cómo se extrajo el cobre mediante los trabajos hidrometalúrgicos entre 1725 y 1954.

---

[3]"*El sistema E-LIX comienza con una fase de disolución (lixiviación) de los concentrados, donde se aplican determinados catalizadores y unas condiciones físico-químicas especiales, que ha demostrado su efectividad con recuperaciones por encima del 90%. Las pruebas realizadas han confirmado que el proceso consigue una alta recuperación metálica con tiempos de residencia bajos y con velocidades de reacción rápidas, para el cobre y el zinc*". https://sevilla.abc.es/economia/sevi-Río Tinto-aplicara-nueva-tecnologia-para-obtener-100000-toneladas-cobre-puro-concentrados-202010281421_noticia.html

[4]AGUILAR ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones en química…* 138.

5.1.1. Tipos de cobre producidos en Río Tinto

Dependiendo del tipo del tipo de pureza y afino, los cobres producidos en Río Tinto recibieron distintas denominaciones que pasaremos a describir y serán empleadas durante este trabajo.

Cobre negro, cobre metálico que se obtenía por oxidación o calcinación de las menas metálicas que para la época que estudiamos en este trabajo de investigación tenía una ley en torno al 30%[5]. Rúa Figueroa afirmaba que la inferioridad del cobre negro de Río Tinto era debido a su contenido en antimonio[6].

Cobre roseta[7], era de color rojo por la presencia del óxido de cobre, y su fractura presentaba pequeños agujeros, pues tenía menos compacidad que el toral. El grano de este tipo era más fibroso, menos dúctil, maleable y no podía laminarse, pues apenas se le aplicaba el martillo se agrietaba. Era un cobre de menor calidad que el toral. Este tipo de cobre era producido en los hornos castellanos como resultante del afino de parte de la cáscara de cobre y cobre negro[8].

Toral es cómo se denomina a un cobre de color rojo, grano fino, compacto, muy dúctil y maleable incluso en frío, lo que lo hacía muy demandado por ser el de más calidad, tenía una calidad similar a los fabricados en Alemania o Inglaterra. Se laminaba mediante martillos, sin cilindros laminadores[9]. Era fabricado en las copelas alemanas del afino de la cáscara de cementación artificial y natural[10]. Este término se continuó empleando hasta el fin de las operaciones metalúrgicas en Río Tinto en 1970, para denominar a los ánodos de la rueda de moldeo de cobre de alta calidad[11]

Cobre blíster[12] o ampollado[13], obtenido en las operaciones de conversión de las matas de cobre, que contiene impurezas en un porcentaje inferior al 1% con contenidos beneficiables de oro y plata. Este tipo de cobre no se producirá hasta que se puso en operación la Fundición Bessemer en 1901. [14]

---

[5]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting …..*1.
[6]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…210.
[7]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña…153; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…666; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto…27.
[8]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña…154; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…,666.
[9]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña…154; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…,666.
[10]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña…153; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…666; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto…27.
[11]ROMERO RÚA, N. (2010): *Historia de la Fundición Piritas de Río Tinto*, Atlantic Copper, Nerva, 193.
[12]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting …..3-4.*; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history of the Río Tinto mines …* 72-73
[13]Este tipo de cobre presenta protuberancias, ampollas que es lo que significa blíster en inglés, producidos por la exhalación de gases sulfurosos producidos durante las operaciones de fusión
[14]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting …..3-4*.

La mata de cobre es el producto metálico resultante de la fusión de los minerales de cobre que previamente habían sido tostados para separar el sulfuro de cobre de la ganga y de los demás metales que, en forma de escoria, sobrenadan en la mata.

Según el tipo de afino entre 1725 y 1873 podemos diferenciar entre cobre "a punto de artillería" o "boca de fuego" y "a punto de martinete".

El cobre "a punto de martinete" era un cobre de "afinación incompleta" que provenía del afino del cobre roseta, era menos demandado y tenía un menor precio. Fue destinado principalmente a la fábrica de moneda de Segovia y la fábrica de Jubia en Galicia.

El cobre "a punto de artillería" o "cobre a punto de boca de fuego", procedía de afinar los torales, tenía mejor ductilidad, maleabilidad y por ende más calidad, precio y demanda, y se destinaba para la Fábrica de artillería de Sevilla, además de para la venta a nacionales y extranjeros. Se produjo por primera vez en Río Tinto en la fábrica de San Bruno en 1787[15]

Se había probado en la Fundición de Artillería de Sevilla que los cobres de Río Tinto eran de calidad para la elaboración de cañones; así en 1783 se habían fundido cañones de bronce del calibre 24, empleando para esta aleación 89% de cobre y un 11% de estaño, siendo el resultado de la prueba que "*los cobres de Río Tinto de que han sido fundidas son de superior calidad, por su acreditada dureza, nervio y compactación para la fundición de artillería"* [16]

A partir de 1790 debido a que Río Tinto estaba produciendo cobre a punto de artillería*,* que era de calidad y más barato que el cobre americano, procedente de Méjico y Perú, se continuó empleando hasta la invasión napoleónica, pues su producción era mayor que la de Río Tinto[17](Ver fotos 62 -64). En este sentido el intendente de los ejércitos de Andalucía ordenó al pagador Luis de las Doblas "que se acepte en los almacenes de la Fundición todo el cobre que se remita de Río Tinto y que se pague a los arrieros que lo traen"[18].

[15]ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*,154; FLORES CABALLERO, M. (1983): Rehabilitación Borbónica…72.
[16]Archivo de la Fábrica de Artillería de Sevilla (AFAS), Caja 166, Expediente de pruebas.
[17]AGUILAR ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones…*138 - 142.
[18]Archivo de la Fábrica de Artillería de Sevilla (AFAS), Caja 191.

El cobre de más calidad durante el periodo español fue el que se produjo en los establecimientos de la Real Hacienda o durante los periodos donde el Estado se hizo cargo de toda la producción. El que se fabricó en los Planes o Cerda tuvo mucha menos calidad durante su gestión por arriendos privados. Mientras que, según sus productores, esto fue debido a que no disponían de agua dulce para sumergir las rosetas y tener que hacerlo con agua proveniente del interior de la mina, que restaba calidad a su cobre y le daba un aspecto sucio. Los ingenieros de minas del Estado lo achacaban a su "incompleta afinación", siendo esta la razón por la que la ductilidad y maleabilidad de ese cobre no era la demandada por el mercado[19].

El cobre metálico obtenido en Río Tinto hasta 1861, cuando se instauraron los contratos a la cuadra[20], eran vendidos a pie de fábrica y llevados a Sevilla por cuenta de los compradores[21]. Desde principios de los años 60 del siglo XIX hasta 1873 se empleó sobre todo en fábricas nacionales, donde se refinaba por lo general más de dos veces[22].

A partir de 1873 parte de la mata obtenida en Río Tinto fue llevada para su posterior tratamiento a Cwn Avon después a Port Talbot[23] y parte se trató en Río Tinto.

El precipitado de cobre, muy demandado en Inglaterra, fue exportado en las tres clases con mayor contenido de cobre y menor de arsénico hasta 1939, a partir de esa fecha, comos las restantes clases de cobre cementado se añadió a los hornos para su tratamiento.

[19]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña sobre los cobres de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil III*, 154. En el mismo sentido V.V.A.A. (1852) "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil III*, 320. Se afirma que los torales y rosetas enviados para su examen por la Hacienda se demostró muy superior a las que se producían en los Planes y Cerda, donde el proceso de afino era incompleto.
[20]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto*…31.
[21]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto*…104.
[22]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto*…127.
[23]SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting* …..2-3.



Foto 62a Obús de bronce construido en la Real Maestranza de Artillería de Sevilla en 1797 con cobre a punto de artillería proveniente de Río Tinto y Lima (Perú), hallado en El Rompido (Huelva) Museo de Huelva, vista lateral, foto ADD.



Foto 62b Obús de bronce construido en la Real Maestranza de Artillería de Sevilla en 1797 con cobre a punto de artillería proveniente de Río Tinto y Lima (Perú), hallado en El Rompido (Huelva) Museo de Huelva, vista lateral, vista de la boca, foto ADD.



Foto 63a Obús de bronce construido en la Real Maestranza de Artillería de Sevilla en 1797 con cobre a punto de artillería proveniente de Río Tinto y Lima (Perú), hallado en El Rompido (Huelva) Museo de Huelva, vista lateral. Detalle del muñon derecho donde se indica el nº 733, fabricado el 27 de septiembre de 1797 en la Real Maetranza de Artillería de Sevilla, foto ADD.



Foto 63b Obús de bronce construido en la Real Maestranza de Artillería de Sevilla en 1797 con cobre a punto de artillería proveniente de Río Tinto y Lima (Perú), detalle del Escudo de Carlos IV, monarca cuando se fabricó el cañón, Museo de Huelva. Foto ADD.



Foto 64 Obús de bronce construido en la Real Maestranza de Artillería de Sevilla en 1797 con cobre a punto de artillería proveniente de Río Tinto y Lima (Perú), detalle del muñón izquierdo sobre el que se dispone la leyenda “Cobres de Río Tinto y Lima”, Museo de Huelva. Foto García Fernández, M.

6. HIDROMETALURGIA EN RÍO TINTO 1725-1873

6.1. INTRODUCCIÓN

La hidrometalurgia es el proceso de beneficiar los metales que contienen los minerales mediante medios físico-químicos acuosos.

Los primeros datos sobre este método conocidos proceden de China durante la dinastía Han. En el libro *Huainacius* escrito por Liu-An, rey de Huainan entre 117-122 a. C., se describe por primera vez la transformación del hierro en cobre metálico al ponerlo en contacto con sulfato de cobre natural o calcantita.

Aunque en época romana debieron de conocer como se precipitaba el cobre con hierro, como afirma Salkield "*The Roman miners saw that copper was precipitated on their iron tolos if letf in contact with the acid waters found in the mines*" [24] e incluso puede que obtuvieran cobre precipitado pero no disponemos de ningún resgistro arqueológico hasta la actualidad que apunte a ello.

Sin embargo, la producción de cobre por vía húmeda no fue aplicada a escala productiva hasta la dinastía Tang (s. VII – VIII), cuando se trataron aguas ácidas y minerales sulfurados de cobre en Tungknangshan[25]. Este proceso se conoció como *cobre hiel*[26] y con este nombre quedó recogido como uno de los diez procesos existentes para la producción de cobre en el libro *Sobre los recursos preciosos* de Shiang Yuan Shu[27]. Entre los siglos X y XI d. C. hubo en China 50 establecimientos donde se utilizaba este sistema para la obtención de cobre, destacando entre ellos Chenshui, en la provincia de Shouzhou, que con una plantilla de 10.000 trabajadores producía 500 toneladas de cobre al año[28], aunque donde fue más productivo este sistema de obtención de cobre por vía húmeda en la antigua Catay fue durante el periodo Sung del Norte (906 – 1126 d.C[29]).

[24]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…*229
[25]Yacimiento minero actualmente en explotación por Hong Kong Tungling Non-Ferrous Metals.
[26]Por el sabor amargo de los sulfatos.
[27]907 -960 d. C.
[28] DOMIC MIHOVILOVIC, E. M. (2001): *Hidrometalurgia, fundamentos, procesos y aplicaciones*, 13.
[29] LUNG, T.N. (1986): "The History of copper cementation on iron – The world´s firts hydrometallurgical process from medieval China" Hydrometallurgy, 17, 113 - 129

En Europa los primeros indicios del conocimiento de este proceso son del siglo VII, cuando los alquimistas descubrieron la transformación del hierro en cobre al ponerlo en contacto con *vitriolo azul*[30].

Paracelso[31] en el siglo XVI menciona la precipitación de cobre en hierro[32], para el y los alquimistas una prueba de la transmutación de los metales.

En el siglo XV el libro *Currus Triumphalis Antimonii*, del alquimista Basilio Valentín, también cita el sistema de obtención de cobre por vía húmeda precipitándolo con una lámina de hierro[33]. En esta misma centuria este proceso fue muy empleado en las minas de Rammelsberg[34], al pie de la sierra del Härz en el estado de Baja Sajonia (*Niedersachsen*), hasta que a mediados del siglo XVI fue sustituido por el procedimiento de fusión[35].

La cementación es definida como el proceso de cementar. Según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua en su vigésima segunda edición es "*Meter barras de hierro en disoluciones de sales de cobre para que este metal se precipite*", o expresado de otra manera los iones de cobre disueltos en aguas ácidas procedentes del interior de la mina o del riego de terreros se precipitan fuera de la solución en presencia de hierro sólido. El hierro se oxida y los iones de cobre se reducen por la transferencia de electrones, creando en la superficie del hierro una capa de cobre, denominada popularmente como "cáscara", cobre de cementación o cobre precipitado.

El objetivo de este proceso es convertir el cobre que se encuentra en estado de sulfuros insolubles en los minerales cobrizos en sulfato soluble en agua y precipitarlo mediante chatarra de hierro desestañada.

Una buena definición del desarrollo de este sistema de beneficio en Río Tinto nos la ofrece el ingeniero alemán Jorge Rieken, gran conocedor de la Faja Pirítica Ibérica:

[30]Sulfato de cobre.
[31]Theophrastus Phillippus Aureolus Bombastus von Hohenheim, 1483 – 1541.
[32]PARACELSUS (1894): The hermetic and alchemical writtings of Aureolus Phillipus Theophrastus Phillipus, editado por Arthur Edward Waite, James Elliot & Co, London, 41.
[33]VALENTINIUS, B. (1604): *Le Char triomphal de l´antimoine*, traducción Francoise Sauvin l´an 1646, edición Antoni L´Original, 2002, Paris, p. 69.
[34]Declaradas Patrimonio Histórico de la Humanidad por la Unesco en 1991 (Golsar).
[35]SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines*...100-105.

"*En Río Tinto desde la reapertura de las minas en época borbónica se desarrollaron dos métodos de beneficio, cementación natural que es hacer pasar el agua proveniente del interior de la mina por lingotes o planchas de hierro y cementación. La cementación artificial, consiste en enriquecer las aguas del interior de la mina con mineral…*

La fabricación del cobre en Río Tinto comprende dos grandes clases ó métodos de beneficio, representados el uno por la llamada cementación natural, y el otro por la cementación artificial. A esta última se subordina una especie de fundición. El mineral entregado á la cementación artificial sufre á veces un solo beneficio, á veces dos, y también á veces tres, y constituye, por lo tanto, cuando pasa á los hornos de fundición, cada vez un material distinto, según el número de las calcinaciones y extracciones que haya sufrido. Después se funde una vez por sí solo, otra en unión con los semiproductos de la cementación (cáscara y papucha), y siempre con escorias antiguas muy básicas, que, por su grande contenido en cobre, representan en esta fundición, á su vez, mas el papel de materias beneficiables que de oportunos fundentes"[36].

Sobre los sistemas de precipitar el cobre mediante hierro y de su desarrollo en Río Tinto entre 1725 y 1873 versa el presente capítulo.

[36] RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto…*18.

6.2. CEMENTACIÓN NATURAL 1746 - 1873

Este proceso consistía en la precipitación del cobre contenido en las aguas provenientes del interior de la mina conhierro[37]. Intervienen en este proceso dos metales, cobre, que se reducía para precipitarse, y hierro, que como reductor se quedaba disuelto en forma de óxido.

Ezquerra del Bayo nos ofrece una de las mejores definiciones sobre este sistema: "*El beneficio de estas aguas es muy sencillo: está reducido a colocar lingotes de hierro colado en canales de madera ó mampostería revestidos de asfalto, por donde aquellas corren. El ancho de los canales es como la longitud dé los lingotes, con un poco de exceso para poder manejarlos fácilmente. La inclinación más conveniente es el 1 por 100, siempre que se pueda disponer del desarrollo necesario para que las aguas tengan tiempo de precipitar todo el cobre, que conducen*" [38].

Eisler describe este sistema de la siguiente manera: "*The natural cementation consist simply in watering the heaps of ore, os as to dissolve the copper and silver which are present as sulphates, and then precipitating the copper by means of iron*" [39].

Frente a otras operaciones metalúrgicas y a la cementación artificial, la cementación natural tenía como ventaja su sencillez, necesitaba poca mano de obra, no implicaba gastos de extracción, ni calcinación, ni transporte, ni almacenaje, y el proceso de afino consumía poco combustible[40]; no se perdía parte del cobre contenido en los minerales como ocurría en la cementación artificial con la calcinación. Su principal inconveniente es que el consumo de hierro doblaba al cobre obtenido[41]. En definitiva, la obtención de cobre por vía húmeda fue el sistema más económico, pues necesitaba de menos gasto energético, no se perdía parte del cobre contenido en los minerales y producía mayor gama de subproductos[42], como demostró Tharsis en sus operaciones y como volverá a hacer Río Tinto a partir de 1894.

---

[37] Robert Shee en 1726 describe la presencia de aguas vitriólicas, de las que tomó muestras. VVAA (1852): "Mejoras en la cementación artificial establecidas en Río Tinto para el beneficio de los minerales de cobre". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* III, 371. Nos informa que "El medio más breve y económico de obtener las aguas ácidas consiste en extraerlas del interior de la mina".

[38] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*100.

[39] EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy of copper*, London, 66.

[40] ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…*314; ORTÍZ MATEO, M. y ROMERO MACÍAS, E. (2004): "La metalurgia en las Minas de Río Tinto….109.

[41] ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…50. Define como ruinoso el método de cementación; ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…*314.

[42] AVELLA SALCEDO, J. y RETAMOSO RODRÍGUEZ, C. (1982): "Obtención de cobre por hidrometalurgia de sulfuros" en Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, Vol. 2, nº 1, 21-26.

Tras la reapertura de Río Tinto en 1725, Wolters consiguió extraer cantidades pequeñas de cobre[43], por medio de la cementación natural como apunta Flores Caballero[44]. Los sulfatos o caparrosa azul (de cobre, calcantita) y verde (de hierro, melanterita) provenían del interior de la mina y fueron extraídos durante las labores de desagüe[45].

Los primeros trabajos de cementación natural a escala industrial en Río Tinto se hicieron en época de Samuel Tiquet[46] a partir de 1748. El Real Asiento de 27 de julio de 1746 protegía la producción de vitriolos de Río Tinto y además obligaba a todas las fábricas usuarias a consumir la caparrosa y el vitriolo producido por Tiquets[47], comenzando las operaciones hidrometalúrgicas de forma continuada a partir de 1752[48], empleándose en ellas 1.380 kilos de hierro planchuela de Vizcaya, que era el que emplearon los arrendatarios suecos[49]. Tras la muerte de Samuel Tiquets el 11 de septiembre de 1758, le sucedió al frente de la mina Francisco Thomas Sanz, administrador desde 1750 y hombre de confianza del durante su gestión en Río Tinto. Varios autores afirman que Sanz tuvo conocimiento de la utilidad de las aguas, pero como aspiraba al arriendo de Tiquet, especuló y no dio conocimiento al gobierno de las ventajas del beneficio de estas aguas vitriólicas[50]. En este sentido Escosura recoge que Gabriel Alejandro Sanz, hermano de Francisco Thomás Sanz, aprovechando una ausencia presentó un informe al Superintendente General de Hacienda en el que afirmaba que el cobre de cementación era un "hierro teñido de cobre" de la que el Estado no podía obtener ningún beneficio, lo cual fue refutado por Pedro Henry y Pedro Gutiérrez Bueno, quienes además de demostrar que el hermano del sastre de Valencia era un charlatán, pusieron de manifiesto que las muestras de cobre de Río

[43]Nuevo Real Asiento de las Minas de Río Tinto, extendido a favor de Samuel Tiquets, 14 de Noviembre de 1727. ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*10.

[44] FLORES CABALLERO, M. (1983): La Rehabilitación Borbónica…27.

[45]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 352-353.

[46]SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…*21.

[47] FLORES CABALLERO, M. (1983): *La Rehabilitación Borbónica…*32.

[48] RÚA FIGUEROA, R. (1859): Ensayo… 171; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas...599; EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy…*, 66,

[49] Igual que en la posterior época de Sanz, pero los datos no aparecieron en los libros hasta muchos años después. SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…* 21.

[50] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…* 19. En el mismo sentido Aldana afirma lo siguiente: "No existe noticia del partido que de estas aguas sacaron los Asentistas suecos, ni en tiempo de Sanz, aunque se sospecha, con algún fundamento, que él había notado, con ensayos directos, la propiedad esencial de ellas (las aguas vitriólicas), fundada en sus propiedades químicas, pues que en su tiempo estaban ya algo difundidas en España las luces químicas, y si se tiene presente la opulencia y prosperidad que llegó a adquirir y lo que trabajó para perpetuar en su persona la empresa, para lo cual no perdió de vista el medio de ocultar el valor e importancia de dichas aguas, y más aún las ventajas que se presume obtuvo de sus secretas manipulaciones con ellas." ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*286; RÚA FIGUEROA, R. (1853):"Comparación…437-443.

Tinto provenientes de la Fundición y Cementación eran de la misma calidad[51]. La información recogida en El Semanario Económico de fecha jueves 12 de diciembre de 1765 nos informa como para esa época en Río Tinto se beneficiaba cobre partiendo de las aguas vitriólicas[52].

La Guerra de Independencia empeoró las condiciones de explotación en Río Tinto. Cuando las tropas francesas interrumpieron los suministros necesarios para las Minas, Letona, Director del Establecimiento Minero, paralizó los trabajos de cementación, que no se reanudaron hasta 1817. La fundición no volvió a estar operativa hasta fines de 1823, por lo que todo el cobre extraído en Río Tinto entre 1810 y 1823 lo fue mediante cementación natural[53], aunque ésta no estuvo atendida como debiera[54].

En 1824 se concedió a Juan Santana Bolaños el beneficio del aprovechamiento de las aguas tras ser beneficiadas en la cañería de cementación, lo cual hizo hasta 1827. Pagó al Estado 500 reales de vellón diarios hasta que se descontó el crédito de 400.000 reales, y obtuvo en este periodo 19.055 kilos de cobre a punto de martinete.

A pesar de todos los intentos de hacer rentable el establecimiento de Río Tinto, la falta de inversión estatal determinó que no fueran rentables, por lo que se comenzó a postular que para que no fueran gravosas para la Hacienda debían arrendarse. Entre 1825 y 1828 se estudiaron varias ofertas. Incluso se ofertó la compra en el extranjero, concretamente en París y Londres[55], pero sólo se presentaron tres ofertas y todas de nacionalidad española. De ellas, dos eran por un precio irrisorio y la tercera fue presentada por Gaspar de Remisa, Marqués de Remisa y Vizconde de Casa Sans. El contrato de arriendo recogía que la empresa de Remisa se comprometía a firmar 215.000 reales anuales durante los diez primeros años y 300.000 reales durante los diez finales. La difícil situación política española a partir de 1833 permitió que Remisa desarrollara la explotación de Río Tinto buscando una rentabilidad rápida, lo cual consiguió, aunque no fuera la mejor forma de operar este importante establecimiento

[51] ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…356-358.

[52] ARAUS, P. (1765): "Se continúa la disertación sobre las Minas de Cobre sus criaderos, y modo de Sacarlo de sus betas" *Semanario Económico Compuesto de noticias prácticas curiosas y eruditas; de todas Ciencias, Artes y Oficios; traducidas, y extractadas de las Memorias de las Ciencias de Paris, de las Treboux; y de otros muchos Libros de fama Franceses, Ingleses, Italianos, alemanes, Vc.* Jueves 12 de diciembre de 1765. Madrid, 285.

[53] MAMBY, E. O. (1851): "Noticias…621.

[54] RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo…2*13.

[55] AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*85. Se publicó el concurso el 21 de mayo de 1828 en los diarios *Du Commerce* y *Le Constitutionel* en París y *Times* y *Morning Post* en Londres.

minero. Para el periodo de Remisa es complicado conocer la cantidad de cobre obtenido, pues no fue del interés de esa compañía hacer partícipe de sus ganancias reales a la Real Hacienda[56]. Durante los veinte años del contrato se mantuvo la producción anual de 21.000 arrobas de cobre refinado, que fueron consumidas principalmente por la Casa de la Moneda de Segovia y la Fundición de Artillería de Sevilla.

Kith para 1846 afirmaba que todavía se obtenían 46.000 kilos de cobre por año[57]. A inicios de 1855 se tuvo que paralizar las operaciones hidrometalúrgicas, tanto la natural como la artificial, por falta de suministro de hierro, si bien se llegó a llevar todo el hierro del establemiento en la cementación natural, en julio comenzó a escasear[58] y esto llevó finalmente a que se tuvieran que paralizar todos los trabajos de cementación, que no se reanudaron hasta mayo de de 1857[59].

Debido a la menor disponibilidad de agua ya que se apostó por la cementación artificial desde el periodo de arriendo de la empresa Remisa, la cementación natural, aunque siguió en operación, no tuvo preponderancia en Río Tinto hasta finales de 1894 y sobre todo a partir de que se instale la fundición Bessemer en 1901 y Pirítica en 1907.

Este sistema tenía dos fases, la precipitación y afino, este último proceso se desarrolló junto con la cáscara producida en la cementación artificial y las expondremos en conjunto.

[56] V.V.A.A. (1841) "Río Tinto…325. Sobre el mismo particular ver RÚA FIGUEROA, R. (1854): "Necesidad de trabajos…136; DEL PRADO, C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*23. Del Prado acusa a la empresa de Remisa de pérdida enorme de la galería de cementación por haber extraído impunemente y sin autorización del gobierno de varios millones de arrobas de vitriolos y tierras vitriólicas y esta extracción se hizo en mayor cantidad que la que pudo beneficiarse antes de la conclusión del contrato.

[57] KITH, R. (1846): Descripción del método… 355-356.

[58] V.V.A.A. (1856): "Sobre la falta de hierro para la cementación en las minas de Río-Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VII. 737-740.

[59] V.V.A.A. (1857): "Cementación del cobre por medio de la esponja de hierro". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VIII, 695-697.

6.2.1. Precipitación

Este proceso se basa en que se produzca una materia sólida partiendo de una disolución, es decir empleando hierro sobre el que se aplicaba agua del interior de la mina se favorecía que el cobre disuelto en el agua se depositara, mediante un proceso de electrólisis natural sobre hierro que no tuviera estaño. Esta fase de la cementación natural se desarrolló en el interior de los canales de madera o mampostería embreada, con un desnivel más acusado al principio que al final en los que se disponían los lingotes de hierro[60], sostenidos sobre pajuela y dispuestos transversalmente a la corriente sobre los que discurrían las aguas[61].

[60]ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas…54: "En los ramales se disponen de forma longitudinal las barras de hierro, planchuela o platina, una al lado de otra para que quede hueco por debajo de forma que el agua bañe la superficie superior e inferior, la superficie de hierro se va cubriendo de cobre que se va precipitando sobre el hierro".
[61] Para la descripción de este proceso Ver EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy …*, London, 68.

6.2.2. Cementación San Roque

DENOMINACIÓN: Cementación Santa Roque



Plano 20, Detalle del Plano de Minas de Río Tinto, donde se indica en el punto C, la entrada a la cañería de cementación, Ezquerra del Bayo, (1839).

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

CRONOLOGÍA: 1748 – 1873

DESCRIPCIÓN:

Los trabajos de cementación natural se desarrollaron en la Cementación San Roque desde 1748[62], que no se conserva, pues las operaciones mineras realizadas a partir de 1873 para la construcción de Corta Filón Sur la destruyeron, además la profundización de las labores mineras hizo necesario el bombeo y por tanto las aguas dejaron de salir por el canal que lo había estado haciendo hasta ese momento.

El Canal estaba situado al SE del pueblo de Río Tinto y al SO del Cerro de las Vacas, su inicio estaba en uno de los socavones romanos de entrada a la mina, que Ezquerra del Bayo describía de la siguiente manera: "*Las aguas en Río Tinto salen por dos zonas, en Poniente por un pozo antiguo y por Levante por un represón construido en unas galerías antiguas, el agua sale en cantidades similares en ambas fuentes y*

[62]SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…*21.

tanto en invierno como en verano. Al N.O. está la fuente de Mal Año que más aunque algo alejada del criadero según Ezquerra estaría comunicada con los trabajos antiguos". [63]

La galería San Roque[64], estaba ubicada a nivel del 6º piso, que tras pasar por la cementación natural se aprovechaban luego para accionar las ruedas de los fuelles de las fundiciones[65].

Esta cementación la conocemos en parte por las descripciones de los diversos ingenieros que trabajaron en Río Tinto. Ezquerra del Bayo en este sentido dio esta descripción: "*hay colocadas 542 varas de caudales de madera de 0,38 varas y 0,24 varas de profundidad sobre las que ponen unas barras de hierro y planchuela de chapa de hierro, cada tres o cuatro días se formaba la cáscara. Las 542 varas estaban divididas en dos secciones o tramos principales: el primer tramo tenía a levante 60 varas y a poniente 107, después había un tramo de 51 varas sin canaleo y por donde discurrían las aguas y estaban represadas donde empezaban el segundo tramo. En el segundo tramo estaban colocadas 145 varas de canaleo hasta en una sola linera hasta el represón desde donde parten dos líneas de canaleo de 115 varas de longitud".* [66]

Elhuyar menciona como las aguas vitriólicas que nacen de las minas antiguas en el lado Norte, al igual que en otras minas, pero en ningún sitio con la extensión que en Río Tinto. El mismo autor nos informa que en la zona opuesta del norte del Cerro donde se extraían las aguas para cementación había surgencias de aguas del interior de las minas antiguas, pero que tras comprobarlo no lleva cobre en suspensión y sí sulfato de hierro[67].

El canal de cementación de San Roque estaba construido con madera embreada y tenía 338 metros[68] de largo a mediados del siglo XIX en su máximo desarrollo. El ancho de los canales era de 27,8 centímetros y el alto de 34,75 de

[63] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1851): "Observaciones"…708.

[64]También llamada "galería de cementación". Sobre este particular Ver FERNÁNDEZ, E. (1862): "Rápida ojeada…. 684; PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*17. Nos informa que la galería de San Roque es la de cementación natural. EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*7-8. "*Respecto del socavón de cementación, se determinará la obra que requiera para su uniforme competente altura en toda su longitud, levantando su cielo en los tramos que al efecto sean necesarios; conservándole el mejor declive y aun procurando aumentarlo cuanto sea posible, á fin de que todas las canales que se extienden hasta su boca adquieran con igualdad el que conviene para la mayor de las cascaras y asientos de cobre que en ellas se depositen*". SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…* 22.

[65] RÚA FIGUEROA, R. (1851): "Observaciones…433. A.P.M. (1851): "Estado de la producción del establecimiento de Río Tinto durante los meses de mayo y junio". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* II, 539. Se informa que se han realizado obras de ensanche en la galería de San Roque para un mejor aprovechamiento y comodidad de las labores de obtención de cáscara.

[66]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1851): "Observaciones… 742 -743.

[67]ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas...50 -51.

[68] 400 varas, RIEKEN, J. (1857): *Distrito Minero de Río Tinto…*20.

centímetros, dimensiones que permitían el manejo de los lingotes de hierro[69]. El Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871 aporta la descripción de este tipo de infraestructuras construidas en madera embreada antes de que se privatizaran y pasaran a formar parte de las propiedades de *Rio Tinto Company Limited*.

Las labores hidrometalúrgicas de principios de los años veinte que conocemos por la Memoria de José Martínez Marcos, en la que describió el nacimiento de las aguas ácidas enriquecidas procedentes del interior de la mina, que provenían de una galería de desagüe de época romana que atravesaba el rico criadero, que se bifurcaba hacia al norte y hacia el sur. Este técnico detectó además que el hierro empleado en las labores en cuestión provenientes de la chatarra con altos índices de enrobinamiento no eran los más indicados.

Hasta 1820 los trabajos de precipitación fueron básicamente los destinadas a descascarillar cada quince días lo lingotes de hierro, que una vez limpios eran ubicados de nuevo en los canales.

Una vez tenido en cuenta el contenido de su trabajo, Martínez Marcos, ayudante del Director Miaja Pingarrón, introdujo una serie de mejoras que se pueden resumir en:

a) Rehabilitación y aumento del canaleo de San Roque, pasando de 233 varas a 481.

b) Sustitución del hierro viejo por planchuela de Vizcaya[70], que daba mejor resultado como ya habían hecho los arrendadores suecos.

c) Aumento del número de meses, que hasta ese momento no alcanzaban los seis meses al año.

De este modo se obtuvieron en 1820, 26.657 kilos de cobre y en 1821, 26.829,5 kilos de cobre. En 1822 la producción de cobre se redujo a un 25% con respecto a los dos años anteriores, y se recuperó en 1823, cuando se alcanzaron los niveles de producción de principios de la década de los 20[71].

[69] RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto*…20.
[70]SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…* 22.
[71]ALDANA, L. (1875): Las Minas de Río Tinto…300 – 304 y FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto…24-25.

En este sentido Flores Caballero indicaba que estas reformas: "*Consistían sustancialmente en ampliar el número de meses….y en ampliar en toda su longitud las instalaciones de los canales*"[72].

En 1824, Elhuyar describe los tres socavones de donde surgía el agua del interior de la mina. El primero estaba cercano al pozo Sta. Bárbara, en el tercer y último piso de laboreo en ese momento. El segundo estaba a un nivel inferior, que Sanz intentó habilitar y no pudo. El tercero estaba en el cauce de la fundición San Luis, que manaba desde el interior de la mina. También menciona los represones dispuestos en el socavón de en medio para conducir el agua a los canales de cementación y de donde pasaban a mover los fuelles de las fundiciones.[73]

En 1856, Casiano del Prado informaba que el departamento más saneado era el de cementación natural, aunque nunca fue todo lo rentable que podía haber sido; si se hubieran introducido las mejoras técnicas recomendadas por los distintos técnicos que trabajaron en Río Tinto para reducir el consumo de hierro. También relataba las mejoras aplicadas a este proceso, como la prolongación del canaleo a una galería de 75 metros en el interior, y a otros 75 metros en el exterior, junto a la fábrica de San Francisco de Borja, donde se instaló un canaleo de 41,75 metros para obtener el cobre que llevaban las aguas del interior de la mina antes que accionaran las ruedas de esa fábrica[74].

En 1868 Rúa Figueroa recoge que se emplearon para la cementación natural además de las aguas del socavón San Roque, las aguas procedentes de las excavaciones modernas del socavón San Luis, que también se emplearon para regar los terreros. Se hicieron análisis de las aguas del interior de la mina que dio como resultado que las aguas del Socavón San Roque y San Luis 150 gramos de cobre por m^3 [75].

[72]FLORES CABALLERO, M. (1983): Río Tinto: La fiebre minera del XIX...25.

[73]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 52-53. Sobre el mismo particular Ver FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada…, 682- 684.

[74] PRADO del, C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*22.

[75] RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*75. En la página 76 aporta los resultados del análisis de las aguas del socavón San Luis realizados en 1862 por Manuel Villar. Para 1863 de las aguas de San Luis se obtuvieron 5.632,36 arrobas, equivalentes a 64.772,14 kilos de cobre fino, habiéndose consumido 2.5 partes de hierro por cada una de cobre obtenido y 1,3 de hierro por cada unidad de cáscara de cobre. En el *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* de 1871 página 8 describe como las aguas de Corta del Lago, donde nacía el río Tinto en ese momento tenían una "corta cantidad de sulfato de cobre en disolución". Sobre el análisis de las aguas del interior de la mina Ver ESCOSURA de la, L. (1850): "Análisis de las aguas de cementación de las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* I, 301.

Debido a que las aguas contenían pequeñas cantidades ácido sulfúrico libre además de sales ferrosas y cúpricas, se consumía más cantidad de hierro que en la cementación artificial[76]. Frente a esto Ezquerra del Bayo afirmaba que las aguas de la cañería de cementación sólo contenían sales ferrosas y cúpricas, por lo que a pesar de una pequeña cantidad de ácido sulfúrico, el gasto de hierro en la cementación artificial era menor que en la natural[77]. Rieken recogía que el consumo de hierro para producir cobre por cementación artificial era de 1:1,34[78], lo que era un gasto excesivo. Para este autor las pérdidas mecánicas de hierro estaban motivadas por la recolección manual de la cáscara[79]. Ortiz Mateo estimó en su tesis que en teoría el consumo de hierro era de 0,88 kilogramos de hierro por cada uno de cobre obtenido, pero que en la práctica estaba entre 1,5 y 3,5 kilos de hierro por cada kilo de cobre.[80]

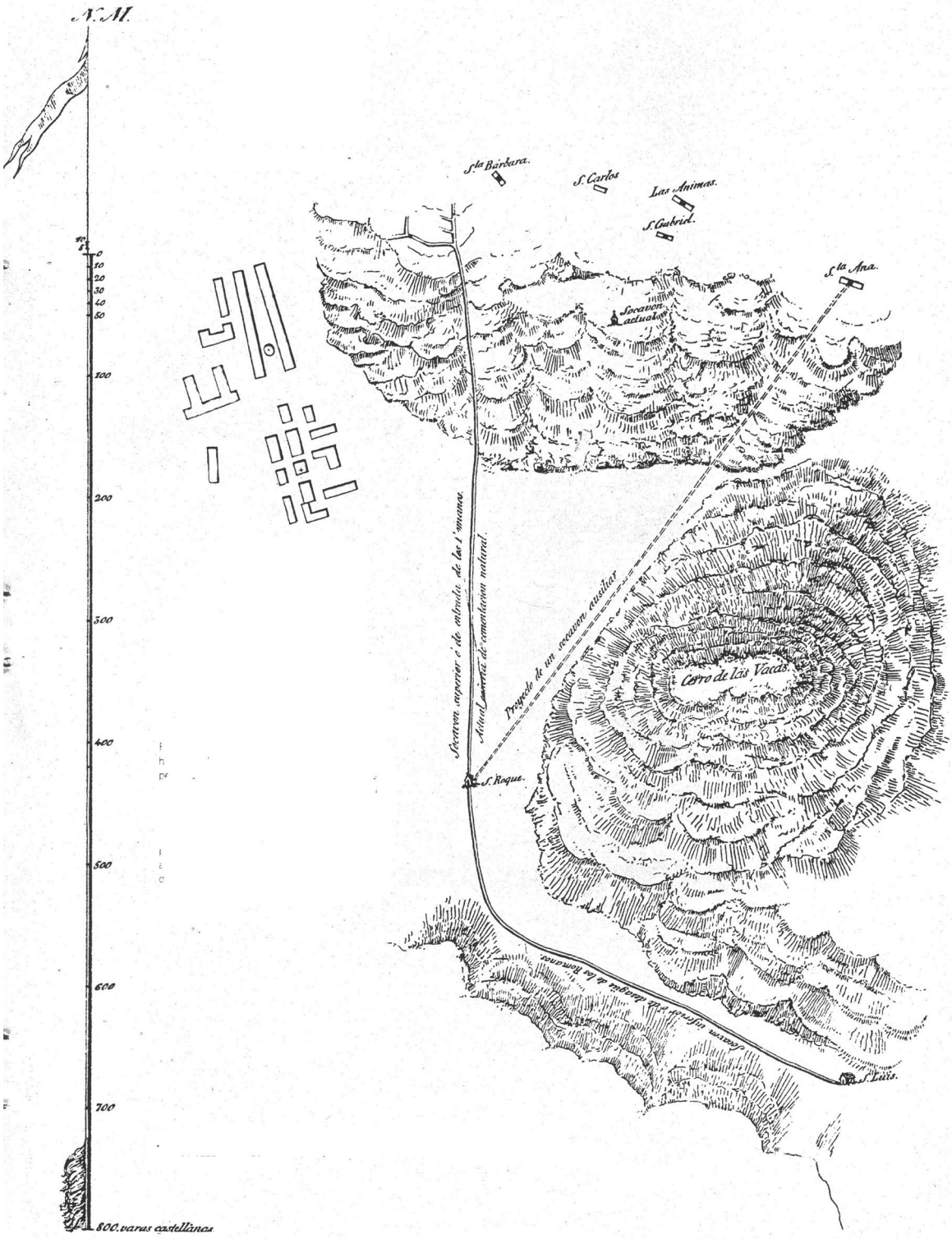
También conocemo cómo se ensanchó la galería de San Roque para un mayor y mejor aprovechamiento e incluso comodidad en las labores para la obtención de cáscara de cobre[81].

Además de por los trabajos anteriormente citados, disponemo de documentación sobre la galería San Roque en dos planos.

El primero es el Plano de Ezquerra del Bayo de 1839, donde se indica la ubicación de la "entradas a la cañería de cementación", pues en el anterior plano realizado por Ezquerra en el punto B sólo se indica el socavón de entrada a la mina (Ver Plano 20).

El segundo plano donde se indica el recorrido del canal de cementación fue realizado también por Esquerra del Bayo en 1852 y se publicó en su Memoria sobre las minas en la página 31 (Ver Plano 21).

[76] ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…50. Define como ruinoso el método de cementación; ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…*314.
[77]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*, 100.
[78]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…* 100. Sobre el mismo particular afirma: "*No nos es posible presentar los productos de la cementación natural ni el gasto de hierro, pero desde luego se puede asegurar que este no pasará de 1,30 por 1 de cobre fino*".
[79]En el mismo sentido se pronuncia ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 354 y KITH, R. (1846): Descripción del método… 357.
[80] ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…*314.
[81]. A.P.M. (1851): "Estado de la producción del establecimiento de Río Tinto durante los meses de mayo y junio". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* II, 539.



Plano 21, Plano de Río Tinto, donde se aprecia el pueblo, los pozos que explotaban Filón Sur, el Cerro de las Vacas y "el canal de desagüe de los romanos". Ezquerra del Bayo 1852, 31.

6.3. CEMENTACIÓN ARTIFICIAL (1787 – 1873)

La cementación artificial "*consiste en calcinar el mineral, tratarlo por el agua para que se disuelvan los sulfatos, precipitar el cobre por medio del hierro, y afinar la cascarilla"*[82]*.*

En el primer cuarto del siglo XIX Guenyveau describe este sistema: "*Hay otro producto, dice del beneficio de las venas piritosas de cobre, conocido con el nombre de cobre de cimentación, que se obtiene tostando piritas cobrizas para desprender el azufre, volatilizándose en gran parte al estado de ácido sulfuroso por las corrientes de aire, cuyo oxígeno convierte otra parte de azufre en ácido sulfúrico, y haciendo legía con los productos se disuelven los sulfatos de cobre y hierro, en cuya disolución filtrada se mete hierro viejo y se precipita el cobre con una masa porosa que es lo que se llama cobre de cimentación*"[83].

Eisler define este sistema de la siguiente manera: "*The artificial cementation formerly carried out at Río Tinto consisted in the roasting of the ore heaps (called teleras); their lixiviation in vats; the precipitation by iron; the collecting of the precipitate; and the treatment of the residues in terreros*"[84]

La obtención de cobre por cementación artificial comenzó durante el primer periodo de explotación del establecimiento minero por parte del Estado en 1788 durante la gestión de Francisco Angulo[85], que ya había hecho ensayos en 1787[86]. Se construyeron canales de madera en los que se precipitaba cobre, para lo cual se pidió a la Maestranza de Artillería de Sevilla y a todos los arsenales que enviaran hierro**, c**osa que sólo hizo la Maestranza. Al ser pedazos desproporcionados, no se sacó ni la tercera parte del cobre que se debía de haber obtenido, pero a pesar de todo se llegó a producir 20.000 arrobas de cobre al año[87]. Angulo pretendía emplear este nuevo método para convertir el mineral de Río Tinto, o por lo menos el abandonado por

[82]KITH, R. (1846): "Descripción del método… 357. Este proceso también es descrito por RUBIO Y RODRÍGUEZ, J. (1850): "Noticia de algunas minas… 114. MAMBY, E. O. (1851): "Noticias sobre las minas… 621. EZQUERRA DEL BAYO, J (1852): *Memorias…*85, 88-90, 101-102; AVERY, D. (1974): *Not on Queen….* 89. FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada…684; UGARTE, J. Mª. (1864): "Observaciones…242; RÚA FIGUEROA, R. (1864): "Objeciones…342: GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"… 221.

[83]GUENYVEAU, A. (1825): Principios Generales de metalurgia, trad. Ángel Vallejo, París, 265.

[84]EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy…*, London, 68.

[85] Periodo iniciado el 1 de febrero de 1783. Real Orden de 14 de enero de 1783, por la que Carlos III, confirma la disposición de 20 de noviembre de 1778 por las que se reintegraban las minas a la Real Hacienda.

[86] V.V.A.A. (1841): "Río Tinto…323; ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…356; KITH, R. (1846): "Descripción del método… 353-377; MAMBY, E. O. (1851): "Noticias sobre las minas… 620 afirma que fue en 1789, fecha que también aparece en ESCOSURA de la**,** L. (1851): "Observaciones…708; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto…18; ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 286; RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Comparación entre el sistema…437-443.; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación… 37-51; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…* 19.

[87]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): "Recopilación…37-51

menudo, en sulfatos solubles y precipitar el cobre que contenían por medio hierro, pues lo consideraba más "ventajoso" que el método de fundición que se empleaba en ese momento[88]. Entre 1790 y 1810 se desarrollaron los trabajos de cementación con una producción anual parecidas a las descritas[89]. La década comprendida entre 1788 y 1798 fue el periodo de mayor bonanza económica del todo el siglo XVIII[90].Tras la Guerra de Independencia no se volverá a realizar trabajos de cementación artificial hasta el inicio del arriendo de la empresa de Remisa en 1829.

En 1823 Fausto Elhuyar propuso emplear los vitriolos, estalactitas de sulfato de cobre del interior de las minas para enriquecer en cobre las aguas, comenzó en 1839 por parte de la empresa de Remisa el 24 de abril de 1829[91]. Ese mismo año "*la empresa de los Planes hizo una contrata con la arrendataria de las minas para beneficiar las tierras y vitriolos, que son tratadas en unas balsas en las que se disuelven los sulfatos de cobre y de hierro*"[92]. Pero las expectativas de Elhuyar fueron sobrepasadas, pues en el periodo 1839-1846 se extrajeron 40.250.000 kg[93], lo cual provocó la disminución de la producción de cobre por cementación natural, pues el agua salía del interior de la mina menos enriquecida.

El beneficio de los vitriolos ya apuntado por Elhuyar en 1823, comenzó a nivel industrial en Río Tinto en 1839. Buscaba sulfatar artificialmente el cobre contenido en los minerales[94] y después precipitarlo mediante hierro. Este proceso consta de cuatro fases: calcinación al aire libre, lixiviación, precipitación, y afino, siendo este último proceso, como ya se ha apuntado, común al de la cementación natural.

En los años treinta del siglo XIX comenzaron las primeras tentativas por parte de Bernardo Larrea para el aprovechamiento de las aguas de la Cueva del Lago, aunque ya había sido apuntado en los últimos años del siglo XVIII por Martínez Marcos. En un oficio con fecha de 22 de octubre de 1831, Larrea manifestaba a la Dirección General el descubrimiento de las mismas, autorizándose la continuación de

[88] ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*158.
[89]MAMBY, E. O. (1851): "Noticias … 621. Avery nos informa que en este periodo se produjeron 287.600 arrobas de cobre, que se vendieron por 41,3 millones de reales, con un coste de 41,2 reales, es decir un beneficio de 100.000 reales, a lo que hay unir que en los costos no están incluido los salarios, ni las inversiones de capital lo que se produjo fue una gran pérdida para la Real Hacienda. AVERY, D. (1974): *Not on Queen…*79.
[90]Sobre este particular Ver ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 8. Afirma que entre 1788 y 1810 la cascara de cobre sufragó casi todos los gastos, lo cual no pudo hacer la deficiente extracción y laboreo de Río Tinto en ese momento.
[91]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…117.
[92]KITH, R. (1846): "Descripción del método…355
[93]3.500.000 arrobas.
[94]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto… 117.

experimentos y aprovechamiento del cobre de dichas aguas. Se sucedieron diversos intentos que culminarían con la solución aportada por Vicente López Prebe, ayudado por el ingeniero Ignacio Goyanes, que consistía en dar la inclinación necesaria a los canales por la que discurría el agua del río Tinto desde su nacimiento, según reconoce Casiano del Prado en la correspondencia privada con fecha 28 de mayo de 1837[95]. Rúa Figueroa analizó las aguas del río Tinto, dando como resultado que contenían 14 gramos de cobre[96] por litro, siendo consideradas "insignificantes y de ínfima calidad"[97].

En la segunda fase de su arriendo, el aprovechamiento por parte de la empresa Remisa de los vitriolos, la fabricación de Caparrosa Verde y el inicio de los trabajos de calcinación al aire libre llevó a que la recientemente constituida Diputación de Huelva reclamara ante estas actividades que no estaban recogidas en el contrato[98]. Se llegó a solicitar la rescisión del mismo con fecha 29 de abril de 1838 (Boletín Oficial de Huelva, nº 11, domingo 6 de mayo de 1838), aunque "las gestiones y la influencia que Remisa tenía en el gobierno hicieron que al final todo fuera sobreseído"[99].

Según se refleja en la Gaceta de Madrid, el 9 de septiembre de 1845 se le concedió a Felipe Prieto un privilegio por la invención de un descubrimiento químico para utilizarlo para beneficiar minerales cobrizos piritosos, "*descubrimiento que encerraba la concesión de la cementación llamada artificial*" [100]. A pesar de su pretendida novedad, éste proceso ya venía siendo empleado en Río Tinto y en otras minas[101]. Remisa le subarrendó el beneficio de cobre por cementación y aumentó el número de teleras hasta el 24 de abril de 1849, cuando finalizó el arriendo de la empresa del marqués de Remisa. A principios de ese año, el 25 de enero, se procedió a otro arrendamiento a favor de Felipe Prieto por el tiempo que le quedaba de

[95]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo….* 234-235.

[96] RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*75. En la página 76 don Ramón nos aporta los resultados del análisis de las aguas del socavón San Luis realizados en 1862 por Manuel Villar. Para 1863 de las aguas de San Luis se obtuvieron 5.632,36 arrobas, equivalentes a 64.772,14 kilos de cobre fino, habiéndose consumido 2.5 partes de hierro por cada una de cobre obtenido y 1,3 de hierro por cada unidad de cáscara de cobre. En el *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* de 1871 página 8 describe como las aguas de Corta del Lago, donde nacía el río Tinto en ese momento tenían una "corta cantidad de sulfato de cobre en disolución". Sobre el análisis de las aguas del interior de la mina Ver ESCOSURA de la, L. (1850): "Análisis de las aguas de cementación de las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* I, 301.

[97] RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto… 77. Sobre este mismo particular *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* 1871, 19, "que las aguas provenientes de la Cueva del Lago, son infructuosas frente a las cañerías de San Roque y San Luis que considera más productivas".

[98]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*63.

[99]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*65.

[100]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…5. En la Nota nº2 critica el sistema iniciado por Prieto, cementación artificial por ser de más aprovechamiento el haber fundido el mineral para la obtención de cobre, no siendo este método muy provechoso cita a SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines...*100-105.

[101]RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la historia…* 241-247.

arrendamiento, once años y algunos meses, comprometiéndose a entregar 1.500 arrobas de cobre, al precio de 56 reales la arroba. A cambio el estado le proporcionaría 300.000 quintales de mineral de cobre en pedazos y exentos de menudos.

El error de apoyarse en una empresa arrendataria con condiciones poco ventajosas se incrementó con un segundo arrendamiento en 1849 con una empresa cuyo máximo responsable era Mariano de la Cerda, antiguo teniente cura del pueblo de Río-Tinto. Gracias a sus contactos en la Corte y "*a un nuevo método electroquímico que había inventado*", consiguió un contrato con la administración similar al de Prieto en cuanto a condiciones y entrega de mineral[102].

La mejor descripción de este nuevo método electroquímico nos la ofrece Bernáldez:

"Este método consiste en echar las aguas vitriólicas en los pilones de hierro, en los cuales se han colocado alambres sobre las barras de hierro recubriendo este par voltaico con una plancha de plomo para recoger la cáscara. Considerándolo como una mera modificación que el desarrollado por la Real Hacienda y los Planes desde 1845. Además la cáscara de cobre obtenida tiene "corta diferencia" con la otras y presenta las mismas impurezas y además la calidad del cobre depende del proceso de afinación que dista mucho del obtenido por la Real Hacienda en las copelas alemanas y aunque entrega parte del cobre en torales, el punto de afino es muy similar al de las rosetas, pues se obtienen en la misma operación y bajo las mismas características de afino, variando únicamente en la forma que les ha dado el molde."[103]

Este sistema no convenció mucho a los Ingenieros de Minas del Estado, por lo que solicitaron su publicación[104]. En distintos trabajos tildaron este "nuevo método" como "*disfrazada y dispendiosa copia de los establecimientos de los Planes y la Hacienda*", afirmando que la única diferencia era que entre "*los lingotes de hierro hay unas planchuelas de plomo*", lo cual justificaba el contrato con el Gobierno y hacía que se aumentara el precio del cobre a 50 reales y a 71 reales, un total de 17 maravedíes al incluirse los gastos de excavación y extracción que abona la Hacienda[105].

[102] Sobre las entregas de mineral de la empresa de la Cerda Ver ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): Memoria…92.
[103]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña… 155-156.
[104]V.V.A.A. (1853):"Variedades" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* IV, 295-296. Se pide al señor La Cerda que publique la descripción de su procedimiento.
[105] RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Observaciones… 422-427.

Los Ingenieros del Estado describieron pormenorizadamente los pasos del sistema y sus casi sorprendentes similitudes con los que se desarrollaban en otros departamentos, como la formación de teleras o el tipo de pilones empleados en la cementación artificial, en los que solo se cambiaba el número. Tampoco había nada nuevo con respecto a los hornos de reverbero. Además de las descritas, entre las innovaciones se encontraban también las de mezclar los minerales de primera calcinación con los que se subían de la fábrica. En este supuesto nuevo método electroquímico el cobre resultante era más impuro y más difícil de afinar. Por último, se afirmaba que a este método no se le podía dar el nombre de "procedimiento electroquímico"[106], era más costoso que el tradicional,[107] no empleaba electricidad, y como resultado el cobre de peor calidad de Río Tinto[108].

Las diferencias entre los ingenieros españoles conocedores del proceso y sus constantes descalificaciones con el señor La Cerda, devinieron en una querella del teniente cura contra Martínez Alcíbar, Josué Barreda y Rúa Figueroa, que fueron absueltos de los cargos[109]. La sentencia fue recurrida por parte del querellante y le volvió a ser contraria[110], por lo que este especulador, uno de tantos que los que ha querido extraer de Río Tinto un beneficio que no le correspondía, sufrió un serio revés contra estos técnicos, que como buenos conocedores de Río Tinto sólo pretendieron que no se continuara expoliando a la Real Hacienda[111].

Esto último, unido a las quejas de los establecimientos obligados a comprarle su cobre de escasa calidad, terminó con la petición de rescisión del contrato en 1857.

[106]Sobre la descripción y crítica constructivas realizadas a este método Ver V.V.A.A. (1852): "Mejoras en la cementación artificial establecidas en Río Tinto para el beneficio de los minerales de cobre". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* III, 367-370; RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Observaciones sobre el procedimiento…422-427. Sobre el mismo particular ver BERNÁLDEZ F. (1852): "Reseña…153-156; V.V.A.A. (1853): "Variedades" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* IV, 429-434; V.V.A.A. (1853) "Defectos de la organización… *521-23;* V.V.A.A. (1853): "Variedades*". Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* IV, 1853, 626; V.V.A.A. (1855): "Variedades". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VI, 414; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación de todas las noticias…37-51, 67-70; PRADO del C. (1856): Minas de Río-Tinto… 51; EZQUERRA DEL BAYO, J (1852): *Memoria…*85-87; V.V.A.A. (1855): "Variedades". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VI, 414; ANCIOLA, A. y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 92; GONZALO y TARÍN, J. (1888): Memoria de la Comisión…287-288; ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 345; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas… 599-600; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…* 29-31; AVERY, D. (1974): *Not on Queen…* 91.

[107] RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Observaciones…437-443. "*Por último por el procedimiento de La Cerda gasta 36 arroba y 8 libras de hierro más que el Planes y la Hacienda produciendo 34 arrobas y 9 libras menos de cobre proporcionalmente por lo que el "nuevo método" es más desventajoso que el antiguo*".

[108] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación… 37-51, 67-70.

[109] V.V.A.A. (1854): "Variedades"… 317-319.

[110]RÚA FIGUEROA, R. (1859): "Necesidades de trabajos…139. Desde el inicio de la empresa de los Planes y desde que la Cerda comenzó los trabajos se inició una intensa explotación del criadero occidental de Cerro Colorado sufrió un aumento en la explotación para poder cumplir con los contratos y dar pábulo al imperfecto y ruinoso sistema de cementación artificial planteado por los Planes y seguido por la Hacienda y la empresa la Cerda.

[111] Sobre este particular Ver GONZALO y TARÍN, J. (1888) Memorias de la Comisión… 287-288 y PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas…* 599-600.

Obtuvo una compensación de medio millón de reales por los más de cinco años de contrato que quedaban[112]. El contrato de Los Planes no finalizó hasta 1862[113].

La falta de hierro y de otras materias primas paralizaron desde principios de 1855 los trabajos en la cementación, tanto natural como artificial. Esta deficiencia en un suministro tan vital provocó que la dirección del establecimiento sacara el hierro de los pilones cementadores y de la cementación artificial para colocarlos en los canales de cementación natural[114], de donde también comenzó a faltar desde julio[115]. De ahí que se paralizaran todos los trabajos durante diez meses[116], no reanudándose hasta mayo de 1857[117], cuando se retomen las operaciones durante trece años hasta la paralización de todos los trabajos en 1870.



Foto 65, Precinto de plomo empleado en los envíos de cobre desde Río Tinto entre 1849 – 1870, Museo Minero de Río Tinto, nº de registro MMRT 12.191.

[112]El sistema electroquímico de La Cerda se intentó implantar en Mina de San Miguel (Almonaster La Real) pero tampoco con mucho éxito pues dejó de emplearse antes de un año, refundiendo los lingotes en planchas de plomo. "Así cayó, á manera de *comedia silbada,* después de ruidosos preludios de triunfo, el sistema que tanto encomio había merecido á los prohombres de la Hacienda y con tanto calor fue patrocinado". ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 395.

[113]FERNÁNDEZ, E. (1862): "Rápida ojeada… 607-609; ALDANA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto*…401

[114] ALDANA de, L. (1856): "Contestación al folleto A MIS AMIGOS y AL PAIS, acerca de la administración de las Minas de Río-Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil VII*, 1856, 529 - 541.

[115] V.V.A.A. (1856): "Sobre la falta de hierro para la cementación en las minas de Río-Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VII. 737-740.

[116] FERNÁNDEZ, E. (1862): "Rápida ojeada…607-609

[117] V.V.A.A. (1857): "Cementación del cobre por medio de la esponja de hierro". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VIII, 695-697.

6.3.1. Nuevos procesos hidrometalúrgicos 1849 - 1873

Durante el siglo XIX, sobre todo a partir del paso de las minas a la Real Hacienda en 1849 tras el arriendo de la empresa Remisa, se plantearon distintos procedimientos para la obtención de cobre por vía húmeda, algunos se ensayaron en Río Tinto y otros no, pero la importancia de conocerlos radica en que se muestra el avance en las operaciones hidrometalúrgicas.

En 1849 Julián Pellón y Rodríguez, intentaron neutralizar en Planes el ácido libre que contuvieran las legías minerales empleando sal común[118], lo cual no dio los resultados esperados.

En 1853 se propuso el beneficio de minerales con ganga de pirita[119]. Ese mismo año Agustín Martínez Alcíbar planteó dos procesos para eliminar el sulfato férrico con el fin de minimizar el consumo de hierro, bien saturándolo por medio de cal o mediante la calcinación de los minerales en hornos de reverbero. Desechados estos dos procesos, propuso la calcinación en hornos cerrados, con el fin de convertir el mineral en óxido ferroso-férrico[120].

En 1856 Anciola y Cossio realizaron una muy pormenorizada e importante memoria, en la que entre otras mejoras platearon que los minerales pobres e intermedios se beneficiaran por cementación artificial y que las cáscaras fueran afinadas en reverberos. El mineral calcinado se beneficiaría sucesivamente hasta que el contenido en cobre fuera deleznable, y en aquel momento se llevarían a los terreros.

La llegada a Río Tinto Ramón de Rúa Figueroa en 1859 supuso la instalación del primer laboratorio, aprobado el 13 de abril de 1858. La Gaceta de Madrid de 27 de abril de 1858 aporta el pliego de condiciones para su construcción por 22.115 reales de vellón, lo que daría la oportunidad de realizar más de 3.000 análisis[121], que redundarían en un mejor conocimiento de establecimientos y sus productos.

A mediados del siglo XIX el químico William Henderson desarrolló un sistema para extraer cobre y otros metales por vía húmeda de las cenizas resultantes de la

[118]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto….* 124.
[119]V.V.A.A. (1853): "Nuevos procedimientos…576-582 // 617 - 626.
[120]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 124.
[121]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 11.

fabricación de ácido sulfúrico[122], patentado en 1860[123],que se basaba en el sistema que empleaban los fabricantes de alumbre del norte de Inglaterra y Escocia[124]. Junto a otro químico, John Wilson, mejoró los procesos de tostación y recuperación de azufre partiendo de las cenizas de minerales cobrizos que provenían de España y Noruega con un contenido en cobre de entre un 3 y un 8 %[125], con leyes medias cercanas a 4%. Una vez tostadas perdían masa y la ley se elevaba al 5%[126], y calcinadas varias veces se le añadía entre un 10 a un 15 % de sal común[127]; de esta manera la mayor parte se convertía en cloruro cúprico y una pequeña parte en cloruro cuproso[128]. Esta disolución se pasaba a unos pilones donde el licor se filtraba con leña de matorral, y después la solución filtrada se precipitaba con chatarra de hierro[129]. Este sistema fue muy rentable[130], y si bien no se empleó en Río Tinto en este periodo, tras el inicio de la presencia británica será el origen de otros, como el denominado proceso Doetsch.

En 1860 Muehlhen en Alemania extrajo por primera vez cobre empleando cloruro de hierro[131].

En 1860 se ensayó en Río Tinto el método de Sinding, que consistía en precipitar cobre por medio de una corriente de hidrógeno sulfurado, pero no se pudo desarrollar a escala industrial por falta de inversión pública[132].

En 1861 Richarson ensayó y difundió un proceso que consistía en humedecer el mineral, que se trituraba y se mezclaba con un 10% de sal común. Esta mezcla se extendía mientras se revolvía con frecuencia, pero procurando que la temperatura no descendiera de 27º y evitando a la misma vez que la temperatura se elevara en demasía. Después la masa se secaba, se aplicaba de nuevo una disolución de sal, levigándose[133] la materia[134].

[122]EISSLER, M.E. (1902): The Hydro-Metallurgy..., 87-92; CHECKLAND, S.G. *(1967): The mines of Tharsis….* 116-120; CARRASCO MARTIAÑEZ, I. (2015): *El Ferrocarril Minero del Guadiana, historia de un tren olvidado*, Asociación Herrerías, Puebla de Guzmán (Huelva).
[123]EISSLER, M.E. (1902): The Hydro-Metallurgy…, 87.
[124]CARRASCO MARTIAÑEZ, I. (2015): *El Ferrocarril Minero…*,34.
[125]EISSLER, M.E. (1902): The Hydro-Metallurgy..., 87.
[126]CARRASCO MARTIAÑEZ, I. (2015): *El Ferrocarril Minero…*35.
[127]EISSLER, M.E. (1902): The Hydro-Metallurgy…, 87; CARRASCO MARTIAÑEZ, I. (2015): *El Ferrocarril Minero…*,35.
[128]EISSLER, M.E. (1902): The Hydro-Metallurgy…, 87.
[129]EISSLER, M.E. (1902): The Hydro-Metallurgy…,92; Carrasco Martiañez, I. (2015): *El Ferrocarril Minero…*35.
[130]CHECKLAND, S.G. *(1967): The mines of Tharsis….* 116-120.
[131]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre"… 177.
[132]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*124
[133]Entendiendo Levigar como: "*Desleír en agua una materia pulverizada, para separar la parte más tenue de la más gruesa, que se deposita en el fondo del recipiente*".
[134]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre"…, 177.

En ese mismo año Peter Spencer desarrolló un proceso con número de patente 2.702 donde se aplicaba ácido sulfúrico ó clorhídrico con nitrato e sosa á los minerales calcinados previamente[135].

Mr. Vissocq que había ensayado en Mina Concepción (Almonaster La Real) su método de neutralizar los ácidos sulfúricos y arseniosos de las legías mediante cal, también lo ensayó en Río Tinto[136] en 1861, pero no tuvo continuidad.

En 1866, Kopp y Chalandre ensayaron otro sistema donde se empleó sal, humedad e interperie aplicando ácido clorhídrico[137].

En 1868, Jhon Clark y Alexander Eselman patentaron un sistema, con nº 3.332 que se basaba en el tratamiento del mineral con sales férricas, ya fueran sulfatos o cloruros, pudiéndose aplicar este método a sulfuros de cobre, matas y a los minerales calcinados[138].

Hunt y Douglas presentaron el 13 de agosto de 1869 con nº 2425 una patente para la mejora de la extracción de cobre de minerales de los minerales con el uso de protosulfato de hierro, sal común, acido sulfúrico, sales de hierro y cloruro de calcio, pero sin necesitar ningún tipo particular de tipo de horno, ni lixiviación, ni tanques de precipitación ni el uso de sales de hierro ni otra manera de solución[139].

También en 1869, William A. Verel y Jhon Cameron desarrollaron un proceso con nº de patente 3.822 que permitía reducir el consumo de hierro durante las operaciones de precipitación, conviertiendo las sales férricas por ferrosas mediante gas sulfuroso[140].

El método experimentado con mejor resultado fue el empleado por Eloy Cossío[141], similar al empleado en Thydal (Noruega)[142], también conocido como "*método Chenot*". Este sistema partía de la precipitación de cobre con hierro esponjoso obtenido de los minerales piritosos o, dicho de otra manera, en reducir a hierro metálico una parte del material calcinado y emplear este hierro para cementar

[135]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[136]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*125.
[137]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[138]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[139]Legajo 100 B 58, 203. AFRT.
[140]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[141]Sobre el método de Eloy Cossio Ver; FERNÁNDEZ, E. (1857): "Rápida ojeada… 607-609
RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…125; V.V.A.A. (1868): "Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XIX, 301; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto"…189.
[142] V.V.A.A. (1857): "Cementación del cobre… 695-697.

las legías[143]. Se conseguía una mayor superficie de cementación que con los lingotes[144], y en marzo de 1861 se le concedió el privilegio de este método de beneficio de minerales de cobre. El sistema de Cossío comenzaba con la calcinación de mineral y su posterior clasificación. Posteriormente, se disolvían en agua los sulfatos formados durante la calcinación. Tras esto se procedía a la fabricación de hierro en estado de esponja con el mineral que no se había deshecho en las operaciones anteriores, precipitándose el cobre contenido en las legías por medio de esta esponja de hierro pulverizada. Una vez descascarillado se pasaba a la calcinación de las bolas en las copelas alemanas. Efectuado esto se fundía la cáscara con un 12 % de arena silícea o polvo de sílice como fundente y por último se afinaba[145]. Este método demostró ser rentable y el trabajo de Eloy Cossío lo legítima, pues había sido ensayado con 600 toneladas, por lo que fue recomendado por la Comisión de Visitas de 1867. Una vez demostrado ante la Junta superior de Minería que era ventajoso, se comenzó a construir una fábrica[146]. Cuando se realizó la venta a Río Tinto Co. Ltd. todavía no había entrado en funcionamiento plenamente por la paralización de muchos trabajos a partir de 1870.

[143]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 11.

[144]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"…189. Donde se recoge que el método de Cossío podía ser muy interesante y al permitir recuperar gran parte del cobre contenido en la Mena permite duplicar la producción.

[145]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 11.

[146]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 26, *"En los chaparrales (Concepción y San Carlos) hay un horno de obtención de esponja de hierro, en buen estado construido igual anteriores pero nuevo hay también seis pilones disolvedores y una pila cementadora del sistema Cossio todo aprovechable"*. En la página 73 se nos describe la Fábrica de Esponja: *"Está aislada se compone de una nave central con doce hornos y otras cuatro laterales, la del centro tiene 18, la cubierta de la nace central es de armadura de pares, todo formado con cartón mineral".*

6.4. PROCESOS CEMENTACIÓN ARTIFICIAL

La Cementación Artificial, consta de los procesos de calcinación al aire libre, hornos cónicos, teleras, lixiviación, Precipitación, Calcinación de la cáscara de cobre y afino, este último proceso lo trataremos de forma conjunta con la cementación natural.

6.4.1. Calcinación al aire libre

El proceso de calcinación al aire libre, era el inicio de la cementación natural siendo previo a las fases de lixiviación y precipitación, tenía como finalidad oxidar el cobre y eliminar el azufre.

El mineral extraído del interior de la mina era triturado (proceso físico). Después se pasaba a calcinarlo para ayudar a convertir los sulfuros de cobre contenido en los minerales en sulfatos solubles para poder precipitarlo con hierro. Esta operación estaba considerada la más interesante para el beneficio de cobre por este sistema, pues de su correcto desarrollo dependía el éxito de la fundición posterior[147].

La calcinación al aire libre comenzó en Río Tinto en 1788 por orden de Francisco Angulo, Director del Establecimiento en esa fecha, como parte del proceso hidrometalúrgico denominado cementación artificial. Con la calcinación se pretendía, conseguir sulfatos de cobre solubles en agua para así poder precipitarlo mediante hierro. Aunque también se emplearon las calcinaciones como paso previo al proceso de fundición desde mediados del siglo XVIII para la eliminación del azufre, debido a que parte del mineral calcinado quedaba inútil para su beneficio por fundición, dejó de emplearse en el último cuarto de esa centuria [148].

Desde 1788 hasta 1839, con el ínterin de 1810 a 1824 por la Guerra de Independencia y la inestabilidad política hasta el final del Trienio Liberal[149], la calcinación al aire libre sulfatante se llevó a cabo en los hornos cónicos[150]. A partir de 1829, con el arriendo de Río Tinto por parte de la Empresa de Remisa, se aumentó el número de hornos y las operaciones se desarrollaban no sólo en verano, sino durante todo el año, para poder atender la demanda de calcinado para la cementación y producir más cáscara de cobre y por ende más cobre afinado.

Debido al gran consumo de combustible, desde la primera mitad de los años treinta del siglo XIX se ensayaron diversos métodos para economizar carbón y madera[151], como la construcción de hornos de fábrica con cuatro entradas en cruz y

[147]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición..., 360.
[148]ARAUS, P. (1765): "Se continúa la disertación sobre las Minas de Cobre sus criaderos, y modo de Sacarlo de sus betas" *Semanario Económico Compuesto de noticias prácticas curiosas y eruditas; de todas Ciencias, Artes y Oficios; traducidas, y extractadas de las Memorias de las Ciencias de Paris, de las Treboux; y de otros muchos Libros de fama Franceses, Ingleses, Italianos, alemanes, Vc.* Jueves 12 de diciembre de 1765. Madrid, 285
[149]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…107.Nos informa que en 1823 la calcinación estaba parada.
[150]Ver ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…, 359 y KITH, R. (1846): "Descripción del método… 358.; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 107-108; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto…. 22.
[151] Ver FLORES CABALLERO, M. (2011): "La influencia del cambio energético… 267-288.

descubiertos por arriba. También se construyó un horno de reverbero con la finalidad de calcinar el mineral, pero ninguna de las dos mejoras dio resultado esperado[152]. Para minimizar el gasto de carbón vegetal en época de lluvias se probó con una mezcla de jaras y aulagas, pero tampoco resultó y se volvió al "cisco"[153].

En 1839 Ignacio Goyanes propuso la sustitución de los hornos cónicos por otros "cuatrilongos" o teleras[154], lo que supuso una disminución en el gasto de combustible, menor tiempo en la realización de las operaciones y una mayor cantidad de mineral calcinado[155]. Este nuevo sistema de calcinación se comenzó a utilizar masivamente a partir de la segunda mitad de los años cuarenta del siglo XIX, cuando se procesaron cantidades importantes de mineral[156] y en un solo fuego, empleándose como combustible jara y monte bajo. L. Aldana recoge que en 1847 se había extendido este método en el establecimiento de Río Tinto[157], y Ezquerra del Bayo nos informa que en 1852 la telera era el método utilizado y que el horno cónico estaba en ya en desuso[158].

Para ese mismo año conocemos que se empleaba en todos los departamentos. De las 123 teleras que existían en Río Tinto en 1852, 64 pertenecían al Departamento de los Planes, 36 a la empresa de la Cerda y 32 a la Real Hacienda[159]. Este método se impuso, a pesar de que seguía teniendo un alto gasto de combustible, aunque este fuera menor que en los hornos cónicos, y de que parte del mineral quedaba inutilizado al pasar al estado de óxidos, sin contar lo perjudicial de los humos. Para solventar algunos de estos aspectos se ensayaron y propusieron diversas mejoras[160], pero el método siguió siendo imperfecto y en menos de dos décadas el número de estos hornos "cuatrilongos" casi se dobló. El 30 de noviembre de 1870 existían 233 teleras armadas[161], que contenían 25.772 toneladas de mineral[162].

---

[152] Sobre este mismo particular VER EZQUERRA DEL BAYO, J (1852): *Memorias…*12

[153]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*21.

[154]Goyanes, estuvo en el servicio de inspección en Río Tinto entre 1835 y 1839. PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*21; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto... 108. FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada…684**.**

[155] ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…360. Las teleras son preferibles a los hornos, en los que hay más gasto de combustible, menos mineral calcinado y se emplea. Sobre las mejoras que supuso la aplicación de las teleras ver. PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*21; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto…108; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto…22. RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo…*235-236; FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada… 684**.**

[156]MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído en Minas de Río Tinto…, 761-772.

[157]ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*347.

[158]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*93.

[159]V.V.A.A. (1852): "Caracteres particulares de los vapores que se desprenden en la calcinación de las Piritas Cobrizas de Río Tinto sus perniciosos efectos en la vegetación y en la salud pública" en *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil III*, 111.

[160]MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853): "Nuevos procedimientos para el beneficio de los minerales de cobre con ganga de pirita". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* IV, 617-639, recomienda que las teleras se armaran en un plano inclinado y propuso un nuevo tipo de telera con bóveda interior, para ese particular ver lámina de la página 611; PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto*...38-41.

[161]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 19-22.

Este sistema, cómo ya hemos indicado, se desarrolló en Río Tinto de dos maneras: entre 1787 y 1839 mediante “hornos cónicos” y entre 1839 a 1873 mediante “teleras” mayoritariamente, pero sin abandonar del todo los hornos cónicos.



Plano 22, Detalle Plano del término Municipal de las Minas de Río Tinto y de las aldeas inmediatas del de Zalamea la Real, fondo Federico de Botella, Archivo Histórico Nacional, DIVERSOS-TÍTULOS_FAMILIAS, 3189, N. 44_014. Años 60 del siglo XIX. Donde se ubica el campo de teleras, las cementaciones Planes y Cerda y el terrero.

[162]MORENO. BOLAÑOS, A. (2016): *Génesis del Anarquismo en Minas de Río Tinto, Maximiliano Tornet como paradigma y su papel en el “año de los tiros”*. Círculo rojo, 39.

6.4.1.1. Hornos cónicos[163]

Tipo de horno de calcinación que recibía esta denominación debido a su forma: "*Estraida la piedra mineral, á la que vulgarmente llaman zafra, se coloca sobre hornos de leña de encina ó pino de 3 a 4 varas de diámetro, y media vara de grueso, acabando el monton de piedra en figura cónica*[164]"

Tenía unas dimensiones medias de 4,83 metros de diámetro y 1,848 metros de altura (Ver esquema de Horno Cónico). El mineral crudo era triturado a boca de mina con unos martillos de cuatro libras que los mineros llamaban "marrillos", hasta que alcanzara una pulgada o pulgada y media de grosor[165], tras lo cual eran transportados en barcales a las plaza de calcinación, donde se realizaba la quema al aire libre en los hornos cónicos[166].

Para su construcción se disponían 169 kilos de leña en la base, sobre los cuales se colocaba una capa de 45 centímetros de cepas de brezo, madroño, lentisco o ramas de encina, cubiertos con una capa de haces de brezo extendidos[167]. Encima se cargaba el mineral, pero antes de terminar este paso se colocaba en el centro del horno un prisma de madera cuadrangular llamado *marquilla,* de 15,24 centímetros de lado por 1,393 metros de altura, que se rellenaba con carbón de brezo hasta el vértice por donde se prendía el horno. El horno se iba componiendo hasta llegar a los 1,8 metros de altura, el mineral más grueso se ubicaba abajo, sobre éste se añadían los minerales mal calcinados de segunda y tercera calcinación, y todo se cubría con el mineral crudo y el menudo en el exterior. La calcinación comprendía tres fuegos, y en ellos se consumían 507 kilos de leña en la calcinación, y cargaba unos 950 quintales de mineral de media. El primer fuego duraba 20 días y el segundo y tercero de 8 a 10[168]. Una vez encendido, el horno funcionaba sólo, sin ningún tipo de cuidado[169]. A causa de *los desperdicios* que provocan las aguas corrientes, este sistema solo era utilizado en

[163] Sobre los hornos cónicos ver: ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 359 y KITH, R. (1846): "*Descripción del método*…358.; ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 107-108.

[164]MIÑANO Y BEDOYA, S. (1827): Diccionario geográfico – estadístico...332.

[165]2,54 a3,81 centímetros de grosor.

[166] KITH, R. (1846): "*Descripción del método*…. 357.

[167] Que equivale a un horno de leña, originalmente compuesto por 20 cargas de combustible. Cada horno de combustible a su vez a 13 kilogramos. Sobre este particular ver ESCOSURA de la, L. (1845): "*De la Fundición*…359 y KITH, R. (1846): "*Descripción del método*…, 361, el mismo autor en la página 358. Nos informa qué para ahorrar combustible, concretamente 91 kilos y por menor resultado se pasó a que un horno estuviera compuesto por 13 cargas, es decir 169 kilos.

[168]MIÑANO Y BEDOYA, S. (1827): Diccionario geográfico – estadístico...332.afirma que: "*Esta operación (la calcinación en hornos cónicos) se repite segunda vez, y en algunas ocasiones tercera que ha sido lo más frecuente; y así despojada del azufre y algunas otras sustancias bituminosas y estrañas pasa á las fundiciones*"

[169]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 107.

verano[170], aunque a partir de la época de la empresa de Remisa (1829-1849) se armaron hornos en todas las épocas del año[171].

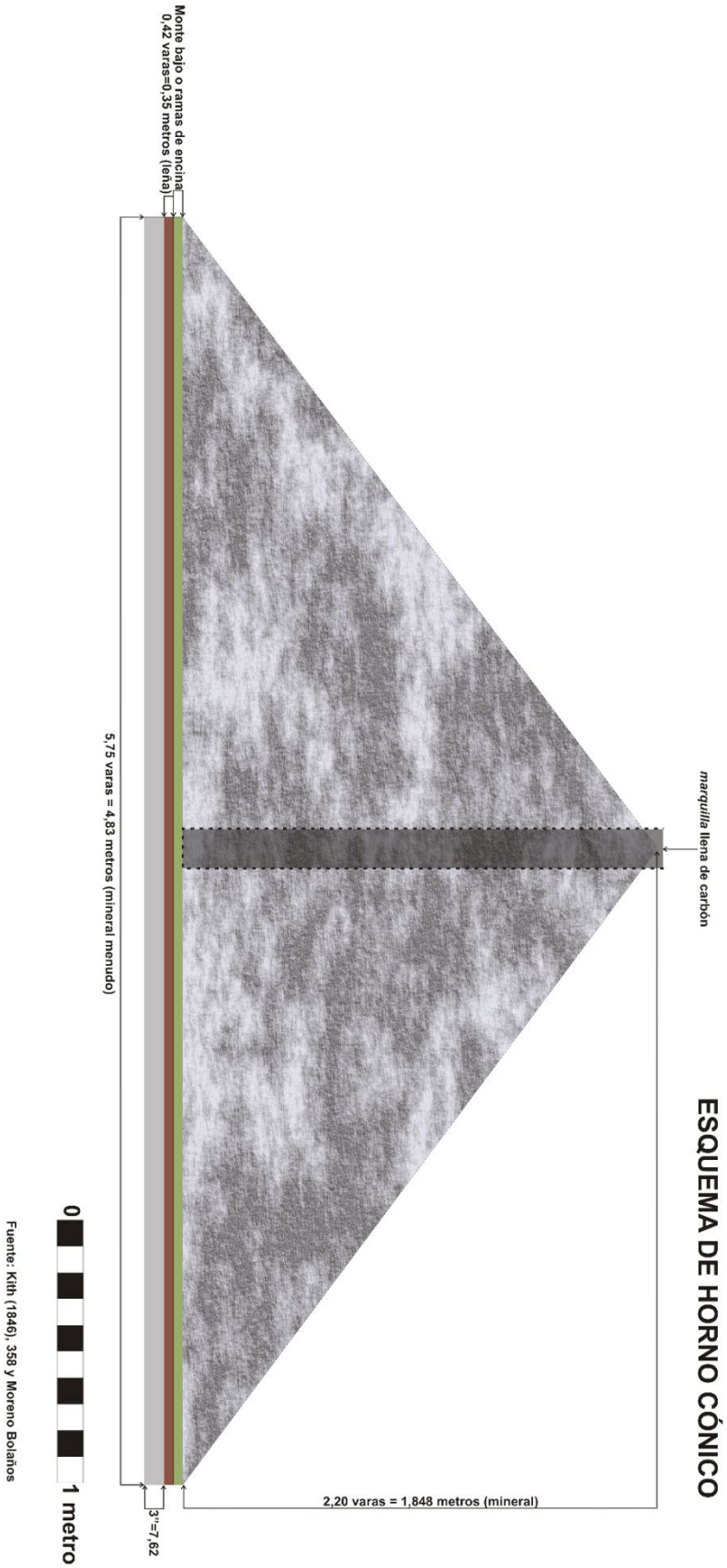
Finalizada la calcinación se procedía a la descarga del horno. Se obtenían tres productos denominados: 1) "Solera", el mineral expuesto al fuego que se ubicaba en la parte más baja del horno; 2) "metal", el mineral bien calcinado y 3) "duros", el mineral que por exceso de temperatura ha dado lugar a unos óxidos que, aunque enriquecidos en cobre, son insolubles y por tanto inútiles para el proceso de beneficio posterior[172].

En el primer fuego se obtenía poco metal. Una vez descargados la solera y los duros, se empleaban en la conformación de nuevos hornos. En el segundo la cantidad de metal que se podía extraer en los hornos era de 575 a 2.300 kilogramos[173] , y en el tercer fuego de 4.600 – 5.750[174] kilogramos de cobre, equivaliendo en ambos casos el contenido de cobre a 1,15%[175].

Los hornos cónicos, al igual que luego sucederá con las teleras, se ubicaban junto a los tornos, por los que ascendía el mineral desde el interior de la mina, con lo cual se ahorraba el trecheo hasta lugares más alejados. Estas plazas de calcinación eran terraplenes, contenidos por muros de ladrillos, pero al carecer de cimientos las escorrentías los afectaban gravemente[176].

El número de hornos de calcinación varió mucho. Tras el final de la época de Sanz existían 319, mientras que en 1787 sólo había 127. En época de Remisa se emplearon profusamente, hasta que a partir de 1839 comenzaron a ser sustituidos por el sistema de teleras. Los hornos cónicos no se llegaron a abandonar nunca del todo, pues se siguieron formando, dependiendo del hueco que quedara en las plazas de calcinación, a criterio de los encargados[177].

[170] ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 107.En el mismo sentido Ver RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo…*204. Nos informa de cómo el director del Establecimiento de las Minas Nacionales de Río Tinto mandó suspender en 1796 las operaciones de calcinación en los meses de invierno por el pernicioso efecto de las aguas sobre el mineral calcinado.
[171]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto*, 20.
[172]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 108.
[173]50 a 200 arrobas
[174]400 a 500 arrobas
[175]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 107-108.
[176]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*93.
[177]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*12.


Monte bajo o ramas de encina
0,42 varas=0,35 metros (leña)
5,75 varas = 4,83 metros (mineral menudo)
marquilla llena de carbón
2,20 varas = 1,848 metros (mineral)
3''=7,62
0
1 metro
ESQUEMA DE HORNO CÓNICO
Fuente: Kith (1846), 358 y Moreno Bolaños

6.4.1.2. Teleras

Horno piramidal que por la similitud del hundimiento central tras el proceso de calcinación que tiene con una pieza de panadería denominada "telera". Pues cuando la calcinación había comenzado la parte superior sufría un cierto hundimiento, de ahí que fuera llamada así por los trabajadores de la zona[178]. Es el mismo método fue empleado en muchas minas en España, como en la mayoría de las que se explotaron en los siglos XVIII y XIX en la Faja Pirítica Ibérica, además de otras minas a nivel mundial, como Agordo (Italia) y Mülbach (Alemania) para minerales cobrizos con una riqueza media[179].

Para construir una telera, primero se excavaba una abertura de la misma superficie de la base de la que se iba a construir el horno cuatrilongo con una profundidad de 1,30 metros[180]. Sobre ésta se colocaba una base de piedra o se aprovechaba una antigua[181], encima de la cual se disponía un lecho de ramas y monte bajo, que calentaba y daba fuego al mineral. Otros haces de leña se disponían de forma vertical y daban lugar a las chimeneas. Alrededor de ellas se iban colocando el mineral en capas para dejar que circulara el aire[182], y para eso se ponía una capa de mineral grueso alternada con otra de menudos. Este tipo de material también se disponía en el exterior, junto con tierras crudas, minerales mal calcinados y capas blancas[183]. Con anterioridad a mediados del siglo XIX las teleras dispusieron de chimeneas, pero debido a los efectos no deseados del viento dejaron de emplearse[184].

Al igual que anteriormente con los hornos cónicos, la construcción de la telera y el surtido de monte bajo como combustible, se realizaba por contrata, tanto en el departamento de la Hacienda como en el de la Cerda y Los Planes. En este último se cobraba por quintal de mineral[185].

[178]Sobre este particular ver ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 108. nota 1; EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy…*, 68

[179]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*109.

[180]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*113.

[181]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*113.

[182]Si bien se denomina Pirita ($FeSO_2$) a la especie mineral que se explotó en Río Tinto y que se benefició mediante hidrometalurgia. Esta no contiene cobre por lo que realmente los minerales empleados en estas operaciones son minerales cobrizos cómo hemos descrito en el capítulo 8 covellina, calcosina, etc con cantidades susceptibles de cobre, pues sería imposible convertir en sulfato soluble de cobre partiendo de un mineral que no lo contiene.

[183] Ácido arsenioso cristalizado, sulfato de arsénico y azufre, residuos procedentes de otras calcinaciones. EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias….*93; RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 46.

[184]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*113.

[185]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*93.

En este periodo entre 1839 y 1873 las teleras tuvieron un volumen medio era de 63,01 m^3 y unas dimensiones de 13,83 metros en el lado mayor por 5,8 metros en el lado menor, 6,1 metros de altura, 7,6 metros en la arista superior[186], y una altura de 2,5 metros de altura en la arista inferior[187]. Sobre las dimensiones de estos hornos tronco piramidales, Ezquerra afirma que variaban mucho, dependían según su opinión del capricho de los encargados y el hueco disponible para su formación[188]. En el Boletín de Ventas de Bienes Nacionales, se recogen pormenorizadamente las dimensiones de las teleras[189] (Ver Cubicación de las Teleras, Boletín de Ventas de Bienes Nacionales 1871, 19-22).

Nº	Lado Mayor metros	Lado Arriba metros	Menor Abajo metros	Arista Sup. metros	Volumen Total m^3
Med.	13,61	5,52	6,47	7,89	64,950
Max.	26,60	8,00	8,30	19,20	158,384
Min.	6,60	3,90	4,30	1,10	13,442

Dimensiones medias de las teleras en Río Tinto 1839 – 1873. Fuente Boletín de Ventas[190]

Una vez prendida la telera las labores se circunscribían a desarrollar "una vigilancia activa", que tenía como fin evitar que se sucedieran explosiones por efectos de aire o del calor que afectaran a la capa superficial de la telera[191].

El proceso de calcinación era lento: 30 días para la primera calcinación, 15 días para la segunda y 10 días para la tercera, y podía durar hasta seis o siete meses. De forma simultánea se encendían de 14 a 20 teleras por la parte inferior, propagándose el fuego desde dentro hacia afuera[192]. Una vez se alcanzaba los 100º, el agua contenida en la zafra de mineral salía en forma de vapor de agua, y a los 415º se desprendía el azufre lábil[193]. Eliminado éste se iniciaba la oxidación de los sulfuros contenidos en los minerales cobrizos, produciéndose reacciones complejas que dan

[186] Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 19. Las medidas y el volumen están tomados de las medidas y volumen de las 230 teleras que existían en el Establecimiento de las Minas de Río Tinto con fecha 30 de noviembre de 1870.
[187]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*113.
[188]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*12.
[189] Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 19 - 22. Se recogen todas las medidas y el volumen de las 230 teleras que existían en el Establecimiento de las Minas de Río Tinto con fecha 30 de noviembre de 1870.
[190] Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 19 - 22.
[191]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*113.
[192]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*7-8.; FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada… 684**,** recoge que se prendían por arriba, aunque no dudamos de tal afirmación la explicación del encendido que aporta Ezquerra nos parece más plausible, al igual que otros investigadores actuales
[193]Se denomina así al azufre que se expulsa a esa temperatura en forma de vapor.

lugar a la formación de sulfatos y óxidos. Por encima de los 710º los óxidos de hierro se combinaban con los óxidos de cobre y zinc, y daban lugar a núcleos enriquecidos en cobre pero insolubles en agua o duros. La temperatura se debía mantener por debajo de los 710º pero superior a 630º, para que se pudieran producir sulfatos enriquecidos en cobre y solubles en agua.

Las teleras consumían unos 1.521 kilos de leña en cada calcinación[194], de 422,5 kilos de combustible compuesto por jara, brezo, madroño, lentisco y poda de encina, por cada fuego. Un horno del tipo que nos ocupa cargaba en este periodo 128.910,9 kilos de mineral[195]. El primer fuego duraba un mes, veinte días el segundo y quince el tercero. Una vez finalizado el segundo fuego se obtenían entre 4.600 a 9.200 kilos de metal y entre 13.800 a 18.400 kilos en el tercero[196].

Los productos resultantes de la calcinación los podemos definir desde el punto de vista químico en cuatro: 1) sulfuros, mineral que se habían calcinado poco y quedaba crudo; 2) óxidos, los que se han calcinado en exceso, también denominados duros; 3) un doble sulfuro de cobre y hierro, denominado "núcleos"; y 4) los sulfatos[197], que eran el resultado de una correcta calcinación[198], los que se empleaban en las subsiguientes fases de lixiviación y precipitación. Los sulfatos correspondían al 50 % del mineral calcinado, la otra mitad restante quedaba en forma de sulfuros primitivos mal calcinados, óxidos producidos por exceso y núcleos insolubles[199]. Este proceso permitía por tanto sulfatar minerales de forma más rápida y en mayor cantidad, aunque de forma menos perfecta[200]. Durante la calcinación el mineral perdía entre un 20 a 25% de su peso, dependiendo la mayor o menor imperfección de la misma.

Esta calcinación lenta se realizaba al aire libre en extensiones denominadas plazas, en las cercanías de los pozos[201]. Las teleras se formaron según el criterio de los

[194] 7 hornos. Para 1852 existían 123 teleras: 64 en la Empresa de Planes; 36 en la Empresa de la Cerda y 32 en la Real Hacienda V.V.A.A. (1852): "Caracteres particulares de los vapores que se desprenden en la calcinación de las Piritas Cobrizas de Río Tinto sus perniciosos efectos en la vegetación y en la salud pública" en *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil III*, 111.
[195]2800 quintales ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…360.
[196]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 360.
[197]También denominado cómo "metal".
[198]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"….221.
[199]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"….222.EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*5. Ezquerra afirma que no pudo averiguar la merma el mineral que se producía durante la calcinación, que nadie había hecho la menor observación al respecto y que al proceso le quedaba bastante para la perfección. RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…56.
[200]GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"….222.
[201]Sobre este particular Ver V.V.A.A. (1852): "Caracteres…. 111; ELHUYAR, F (1854): "Relación…107.

capataces de cada plaza de calcinación[202]. Una vez construidos estos hornos "cuatrilongos", en el espacio que quedaba entre ellos se dispusieron hornos cónicos más pequeños, como ya se ha indicado.

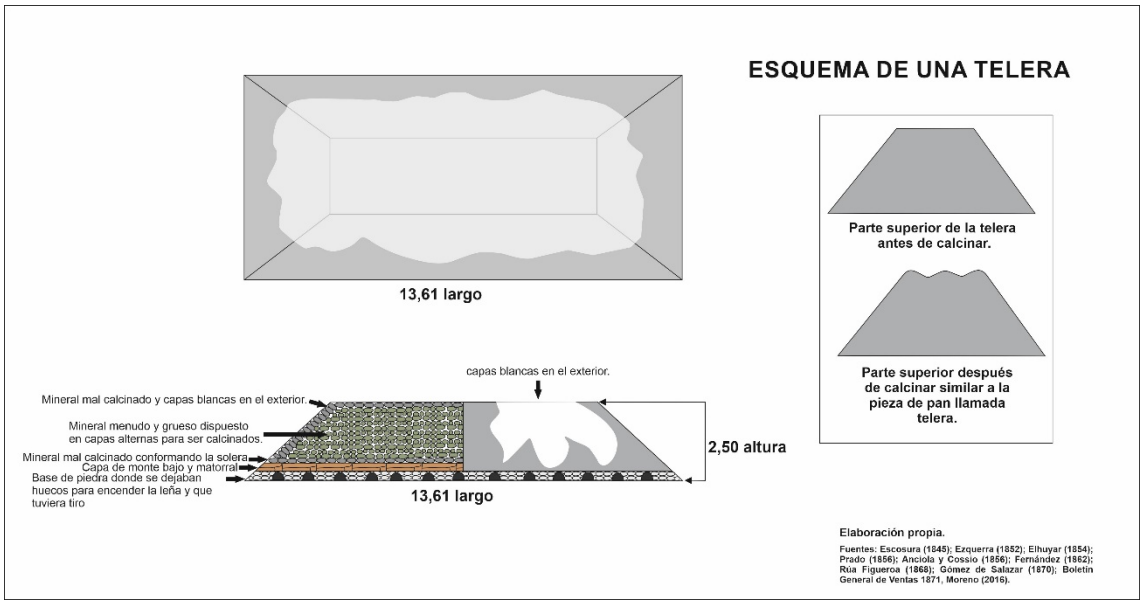
Las labores de calcinación durante el primer periodo de la Real Hacienda se paralizaban en época de lluvia, circunscribiéndose casi exclusivamente a verano. Casiano del Prado informa que la empresa de Remisa desarrolló las labores de calcinación en todas las épocas, incluso en invierno, por lo que se produjeron grandes pérdidas de "tierras cocidas" y con ello una gran cantidad de cobre, pues su ley en este metal era de 6% de media[203]. El mismo autor dejó constancia de otro despilfarro durante el periodo del arriendo de Remisa, el empleo de madera de pino y encina en la calcinación, para lo cual no tenían permiso[204].

Mediante este proceso los minerales cobrizos tratados en Río Tinto no podían desulfurarse completamente[205]. Había que contar con causas externas por estar al aire libre: corrientes de aire, lluvia fuerte a destiempo o simplemente su falta, que afectaban que el fuego no fuera uniforme debido a las condiciones climáticas, lo que entorpecía el largo proceso de tres calcinaciones que llevaba a cabo en Río Tinto[206]. Se podían producir gran cantidad de duros, inutilizando así cantidades importantes de cobre que no se recuperaban en una fundición o dando lugar a cobres de calidades deficientes.

A pesar de esto, Escosura afirmaba que "*Río Tinto ni produce ni producirá cobre tan puros, ni de tanta calidad"*[207]. Y considera que en Río Tinto se empleaba demasiado combustible, como demostraban la gran cantidad de solera que se producía en los hornos, donde se encontraban los duros, no beneficiables mediante fusión. Proponía que se calcinara el mineral una sola vez y se pasara directamente a los hornos, para eliminar la ganga y parte del hierro en la escoria, lo cual hubiera permitido obtener una mata enriquecida en cobre que se tostaría y fundiría de nuevo con sílice para escorificar el hierro[208].

[202]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*12.
[203]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*20.
[204]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…* 38.
[205]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 360 y ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): Memoria… 93.
[206]SALKIELD, L. U. (1987): *A technical history…*22.
[207]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…362-363. Sobre el mismo particular Ver FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada... 684.
[208]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…364. Sobre el mismo particular Ver V.V.A.A. (1853): "Procedimiento…580-581

La calcinación daba lugar a la formación de gases sulfurosos, provocando un ambiente mefítico, que al mezclarse con agua proveniente de las lluvias o del rocío en épocas calurosas provocaba la aparición de ácido sulfúrico en forma de lluvia ácida que afectaba gravemente a los elementos metálicos existentes, a la fauna, vegetación[209] y a los habitantes de la zona[210]. Este ambiente mefítico ocasionaba también la aparición de una capa amarilla verdosa de azufre sobre los tejados de casas, de los alpendes y sobre buena parte del suelo circundante al establecimiento minero de Río Tinto[211]. Sobre las teleras de segunda y primera calcinación se depositaba una capa blanca que era ácido arsénico (arseniato de hidrógeno), un sulfuro de arsénico y azufre.



[209]V.V.A.A. (1852): "Caracteres particulares…114; Ver FERNÁNDEZ, F. (1862): "Rápida ojeada…684**;** RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…37.

[210]Estas eran principalmente afecciones del aparato respiratorio y ocular. Como dato curioso se afirmaba que para quitarse el mal sabor de boca de los vapores nauseabundos de las teleras de segunda o para "echar el humo adentro" según los mineros el mejor remedio era el aguardiente. V.V.A.A. (1852): "Caracteres particulares… 115. Lucas de Aldana sobre este mismo particular da datos sobre los efectos "beneficiosos" de los humos de las teleras definiéndolos como "preservativos" para la salud de los entonces habitantes de la zona, pues gracias a ellos la Cuenca Minera de Río Tinto estuvo libre de cólera, de fiebre amarilla y vómito negro a diferencia de otras zonas de la Península. Esto lo detecta en otras zonas mineras donde se desarrolla la calcinación al aire libre como San Miguel y Concepción (Almonaster La Real, Huelva) o el Castillo de las Guardas (Sevilla). Incluso propone al gobierno el empleo de vapores sulfurosos-arsenicales como profiláctico contra el cólera-morbo asiático. ALDANA de L. (1855): "Preservativo del cólera-morbo" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* VI, 498 y 503. Sobre la profilaxis de los humos sulfurosos contra el cólera Ver también V.V.A.A. (1865) "Del Cólera en las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XVI, 673-677**;** ALDANA de, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…*413. Describe los perjuicios que los humos provocaban en los trabajadores del establecimiento, particularmente en los que trabajaban en los tornos, lo cual hacía el trabajo muy penoso y por eso hubo escasez de braceros.

[211]V.V.A.A: (1852): "Caracteres particulares… 113-115.

Cubicación de las Teleras, Boletín de Ventas de Bienes Nacionales 1871, 19-22.

DOCUMENTO NÚM. 3.°

Valoraciones
de minerales en calcinacion, hierro, caballerías y efectos de almacen, etc. etc.

CUBICACION DE TELERAS.

El estado siguiente se ha formado con objeto de averiguar la cantidad de minerales en calcinacion el dia 30 de Noviembre de 1870. En él se expresa el número de teleras, dimensiones y volúmen de cada una: para apreciar este último valor las he dividido en tres partes por medio de dos planos perpendiculares á su base, que pasan por los extremos de la arista superior, y considero la parte central como un prisma triangular que tiene por base la seccion recta de la telera en el medio de su longitud, y por altura la arista superior; quedan á los extremos dos pirámides con la altura de la telera, y cuyas dos bases, unidas por el lado comun, forman un rectángulo, cuyas dimensiones son las semisuma de los lados cortos en la base de la telera y la diferencia entre el lado mayor y la arista superior. Dicha base, que es en realidad un trapecio regular, la convierto en rectángulo y es fácil ver que en este supuesto hay matemática equivalencia entre los volúmenes sustituido y los reales, siendo la telera simétrica.

En el encabezamiento de las columnas se expresa lo que son las cifras en ella contenidas, y por claridad he omitido indicar las unidades, que son el metro lineal, cuadrado y cúbico.

NÚMEROS	RECTÁNGULO DE LA BASE. LADO MAYOR.	LADO DE ARRIBA.	MENOR DE ABAJO.	SEMI-SUMA.	ARISTA SUPERIOR.	X (Medio grueso recto) / 2 = M.	VOLÚMEN DEL PRISMA TRIANGULAR.	DIFERENCIA ENTRE LADO MAYOR, RESTO Y ARISTA SUPERIOR.	X (Medio grueso recto) / 3 = M.	VOLÚMEN DE LAS DOS PIRÁMIDES	VOLÚMEN TOTAL DE LAS TELERAS.
1	16,60	5,40	7,00	6,20	10,70	0,95	63,023	5,90	0,666	45,918	108,971
2	16,50	5,30	6,70	6,00	11,00	0,80	52,800	5,50	0,533	17,589	70,389
3	12,80	5,20	5,50	5,35	7,00	0,80	31,610	5,80	0,533	17,479	49,112
4	15,00	5,90	6,80	6,35	9,20	1,65	96,393	6,40	0,970	25,445	121,841
5	13,40	6,30	7,10	6,85	7,90	0,90	43,125	6,50	0,960	26,304	69,429
6	14,40	5,80	7,10	6,45	9,00	1,05	60,933	5,40	0,670	25,381	86,314
7	13,00	4,30	6,50	5,50	8,60	0,90	42,520	4,50	0,060	14,520	57,040
8	13,70	5,70	7,20	6,45	8,10	0,90	46,798	5,30	0,060	20,511	69,309
9	14,00	7,20	6,90	7,50	8,00	1,60	60,000	5,00	0,067	25,135	85,135
10	12,00	5,60	6,50	6,50	6,00	0,90	31,570	6,00	0,060	23,400	54,970
11	11,70	5,30	7,50	6,10	8,40	0,80	17,303	8,30	0,533	28,318	45,621
12	13,00	5,50	5,60	5,55	7,50	0,80	33,300	5,50	0,533	16,270	49,570
14	10,70	4,60	6,10	5,35	10,10	0,80	43,228	6,60	0,533	18,820	62,048
14	17,00	5,20	7,00	6,10	11,40	0,90	62,586	5,60	0,060	20,496	83,082
15	15,00	5,00	6,00	5,50	11,30	0,80	49,720	5,70	0,533	10,847	60,567
16	8,60	4,30	4,30	4,30	5,70	0,75	15,175	3,00	0,050	8,385	23,560
17	16,70	5,90	5,60	6,25	11,10	0,95	67,693	5,30	0,633	20,968	88,661
18	13,40	5,90	6,60	6,25	9,80	0,90	50,625	4,40	0,060	15,875	66,500
19	14,00	5,70	6,70	6,20	8,00	0,80	39,680	6,00	0,533	19,818	59,498
20	12,00	5,60	6,20	6,00	7,50	0,95	42,750	4,50	0,532	14,791	57,141
21	16,10	5,80	6,60	6,20	10,90	0,85	52,700	6,10	0,057	21,557	74,257
22	11,50	6,10	6,40	6,10	4,60	1,20	53,925	6,90	0,080	35,328	70,656
23	16,00	5,10	7,20	6,30	10,90	0,85	58,369	5,10	0,067	18,314	76,683
24	14,30	5,50	6,20	5,85	10,20	0,90	54,703	4,30	0,060	13,093	68,796
25	17,30	5,20	7,10	6,15	12,80	1,05	82,656	4,70	0,070	20,224	102,880
26	20,60	8,00	8,00	8,00	14,00	1,10	123,200	6,00	0,733	35,184	158,384
27	15,00	5,60	6,10	5,85	10,50	1,00	81,425	4,50	0,067	22,929	84,354
28	13,80	6,30	6,80	6,55	8,50	0,95	62,891	5,30	0,633	21,975	74,866
29	11,30	4,70	5,30	5,15	7,70	0,85	32,542	4,10	0,633	11,549	44,091
30	14,70	4,90	5,80	5,35	10,80	0,85	49,112	3,90	0,057	11,953	61,066
31	11,50	5,80	5,80	5,80	6,00	0,70	21,360	5,50	0,047	14,003	35,353
32	12,70	6,00	6,00	6,00	5,60	1,00	33,600	7,10	0,067	37,512	81,112
33	11,00	6,00	7,30	6,65	7,50	0,90	44,888	3,10	0,060	13,965	58,853
34	10,20	5,20	5,70	5,45	5,30	0,85	25,912	4,90	0,057	14,290	40,202
35	11,00	5,30	6,30	6,05	5,10	1,10	36,937	5,90	0,733	24,834	60,771
36	12,50	5,30	7,10	6,20	7,70	1,00	47,740	4,80	0,067	19,939	67,679
37	13,80	5,30	6,20	5,75	9,20	0,95	50,255	4,60	0,633	16,743	66,998
38	13,20	5,50	6,20	5,85	7,60	0,90	38,914	5,60	0,060	19,637	78,570
39	13,00	5,60	5,80	5,40	9,10	0,90	45,684	3,60	0,060	11,664	57,348
40	10,10	5,90	6,30	6,20	4,10	0,90	24,552	3,70	0,060	21,204	45,756
41	8,60	7,00	7,00	7,00	3,20	1,00	22,400	3,40	0,067	25,226	47,726
42	6,60	4,70	4,70	4,70	1,10	0,60	3,020	5,50	0,040	10,340	18,360
43	9,00	5,00	6,10	5,70	3,00	0,75	12,825	6,00	0,050	17,100	29,925
44	8,20	4,40	6,10	5,25	1,50	0,75	5,906	6,70	0,050	17,588	23,494
45	10,30	5,50	6,80	6,10	3,50	0,80	18,514	6,40	0,533	20,705	39,232
46	12,10	6,80	4,50	5,65	6,20	0,80	28,024	5,90	0,533	17,768	45,792
47	16,00	6,80	5,00	5,90	6,70	0,85	38,601	9,30	0,057	31,276	64,877
48	9,30	3,90	6,50	5,20	4,80	0,70	15,652	5,00	0,047	12,220	27,872
49	10,10	5,30	7,80	6,55	6,10	1,00	41,920	3,70	0,067	16,238	58,158
50	10,40	4,70	5,70	5,20	5,10	0,80	22,464	5,00	0,533	13,858	36,322
51	12,30	5,50	6,20	5,85	7,20	1,05	44,226	5,10	0,070	20,885	65,111
52	12,00	5,30	6,70	6,00	5,30	0,90	28,578	7,10	0,060	32,378	45,951
53	13,20	5,50	6,40	5,95	6,40	0,60	22,848	6,85	0,040	16,184	39,032

NÚMEROS	RECTÁNGULO DE LA BASE. LADO MAYOR.	LADO DE ARRIBA.	MENOR DE ABAJO.	SEMI-SUMA.	ARISTA SUPERIOR.	$\frac{\text{½ lado sección recta con 30°}}{4} \times \text{½ lado sección recta con 30°} = \text{id.}$	VOLÚMEN DEL PRISMA TRIANGULAR.	DIFERENCIA ENTRE LADO MAYOR, RESTO Y ARISTA SUPERIOR.	$\frac{\text{½ lado sección recta con 30°}}{6} \times \text{½ lado sección recta con 30°} = \text{id.}$	VOLÚMEN DE LAS DOS PIRÁMIDES	VOLÚMEN TOTAL DE LAS TELERAS.
34	10,10	4,90	6,50	5,70	5,00	0,85	24,225	5,10	0,037	16,570	40,795
35	13,00	5,00	6,40	5,70	7,20	0,90	36,936	5,80	0,060	19,836	56,772
36	13,40	5,00	7,40	6,20	7,40	1,10	50,468	6,00	0,733	26,268	76,736
37	15,00	4,20	7,30	5,75	8,60	0,65	32,143	6,40	0,433	15,934	48,077
38	19,00	4,80	7,70	6,25	13,00	0,95	77,187	6,00	0,633	23,738	100,925
39	14,00	6,20	6,30	6,25	7,60	0,90	42,750	6,40	0,060	24,000	66,750
60	10,80	4,60	6,90	5,75	5,00	0,85	24,438	5,80	0,037	19,010	43,448
61	13,70	4,90	5,70	5,30	7,50	1,05	41,738	6,20	0,070	23,002	64,740
62	10,50	4,80	7,20	6,00	5,30	0,90	28,620	5,20	0,060	18,720	47,340
63	18,30	4,40	7,80	6,10	13,70	1,20	100,284	4,60	0,080	22,448	122,732
64	17,20	5,60	7,10	6,35	11,40	1,00	72,390	5,80	0,067	24,676	97,066
65	10,20	5,50	7,10	6,30	4,40	1,00	27,720	5,80	0,067	23,482	51,202
66	9,70	4,90	7,00	5,95	5,00	0,90	26,775	4,70	0,060	16,779	43,554
67	8,90	4,60	6,60	5,60	3,40	0,85	16,184	5,50	0,057	17,556	33,740
68	12,30	5,20	6,20	5,70	6,00	0,85	29,070	6,30	0,037	19,839	48,909
69	15,70	4,00	6,20	5,10	10,00	0,90	45,900	5,70	0,060	17,442	63,342
70	12,60	6,30	6,60	6,45	8,60	0,95	52,697	4,00	0,633	16,331	69,028
71	12,40	4,30	6,40	5,35	7,10	0,75	28,489	5,30	0,050	14,178	42,667
72	15,70	5,70	5 80	5,73	9,70	1,00	55,775	6,00	0,067	23,115	78,890
73	15,00	4,80	5,60	5,20	10,10	0 80	43,264	4,60	0,533	12,754	56,018
74	14,90	5,40	5,60	5,50	9 60	0,80	42 240	5,30	0,533	13,538	57,778
75	9,60	5,40	7,20	6,30	3,30	1,00	22,050	6,10	0,067	25,748	47,798
76	10,50	4,10	5,00	4,55	7,00	0,95	30,258	3,50	0,633	10,081	40,339
77	16,30	5,30	7,60	5,45	10 50	0,80	45,780	5,80	0,533	16,994	62,774
78	15,80	5,50	5,50	5,50	8,80	0,95	43,980	7,00	0,633	26,371	70,331
79	17,20	5,70	7,80	6,75	10,00	1,00	67,500	7,20	0,067	32,562	100,062
80	10,80	5,00	7,00	6,00	6,50	0,93	37,050	4,30	0,633	16,322	53,372
81	14,00	5,50	6 30	5,90	8,50	0,75	37,613	5,50	0,050	16,225	53,838
82	14,00	5,70	7,00	6,35	7,60	0,80	38,408	6,40	0,533	21,661	60,069
83	13,00	6,30	7,00	6,55	6,00	0,90	35,370	7,00	0,060	27,510	62,880
84	15,30	5,60	6,20	5,90	9,80	0,85	49,147	5,50	0,057	18,497	67,644
85	11,00	4,60	5,80	5,20	6,20	0,75	24,180	4,80	0,050	12,480	36,660
86	13,10	5,10	6,20	5,25	6,70	0,95	37,116	6,40	0,633	25,295	62,411
87	17,00	5,80	6,60	6,20	11,30	0,80	56,048	5,70	0,533	18,836	74,884
88	18,00	5,30	7,00	6,15	12,00	0,75	55,350	6,00	0,050	18,450	73,800
89	15,70	4,60	6,30	5,45	9,10	0,70	34,717	6,60	0,047	16,906	51,623
90	15,00	6,20	7,40	6,80	8,60	0,85	49,708	6,40	0,057	24,905	74,613
91	13,00	5,80	7,00	6,40	6,20	0,95	37,696	6,80	0,633	25,627	63,323
92	10,90	6,00	7,00	6,50	5,80	0,90	33,390	5,10	0,060	19,890	53,280
93	11,00	6,80	6,20	6,50	6,00	0,90	35,100	5,00	0,060	19,500	54,600
94	10,50	6,00	6,80	6,40	5,20	0,85	28,288	5,30	0,057	19,271	47,559
95	16,70	6,70	6,30	6,23	9,60	0,95	57,000	7,10	0,063	27,956	84,956
96	13,10	6,80	7,20	7,00	5,10	1,00	35,700	8,00	0,067	37,520	73,220
97	11,90	5,40	6,50	5,95	6,30	0,85	31,882	5,60	0,057	18,992	50,874
98	13,90	4,90	6,40	5,13	9,10	0,95	44,522	4,80	0,633	14,103	58,625
99	18,80	5,20	7,10	6,15	13,20	1,15	93,357	5,60	0,077	26,519	119,876
100	14,40	5,00	5,20	5 10	10,00	0,90	45,900	4,40	0,060	13,464	59,364
101	12,80	6,50	7,00	6,75	6,70	0,90	40,703	6,10	0,060	24,705	65,408
102	14,60	5,60	6,50	6,05	8,00	1,05	50,820	6,60	0,070	28,611	79,431
103	11,00	5,30	5,70	5,50	6,10	0,90	30,195	4,90	0,060	16,170	46,365
104	11,00	4,70	6,30	5,50	6,00	1,05	34,650	5,00	0,070	19,200	53,850
105	11,16	5,00	5,70	5,33	5,90	0,95	28,987	5,70	0,633	19,303	48,290
106	11,70	5,50	6,60	6,05	5,10	0,90	29,403	6,30	0,060	22,869	52,272
107	10,50	4,40	5,90	5,15	3,00	0,90	23,175	5,50	0,060	16,995	40,170
108	11,20	6,60	5,80	6,20	4,50	1,05	29,295	7,70	0,070	33,418	62,713
109	12,80	5,60	5,60	5,60	7,40	0,75	31,080	5,40	0,050	15,120	46,200
110	11,60	6 70	6,70	6,70	6,10	0,90	36,883	5,50	0,060	22,110	58,993
111	9,90	6,20	6,20	6,20	5,90	0,80	24,800	4,90	0,533	16,131	40,931
112	10,20	5,60	5,60	5,60	5,00	1,00	28,600	5,20	0,067	19,511	47,511
113	11,60	4,90	4,90	4,90	7,60	0,80	29,792	4,00	0,533	10,446	40,238
114	10,80	6,20	6,20	6 20	5,40	1,00	33,480	5,40	0,067	21,492	54,972
115	12,70	5,30	5,30	5,30	7,80	0,90	37,206	4,90	0,060	15,582	52,788
116	14,30	5,40	5,40	5,40	10 00	1,05	56,700	4,30	0,070	17,010	73,710
117	11,00	5,90	5,90	5,90	5,40	1,05	33,453	5,60	0,070	21,120	56,573
118	12,80	5,40	5,70	5,55	7,60	0,93	40,071	5,20	0,633	18,268	58,339
119	12,80	5,60	6,30	5,95	7,80	0,95	44 089	5,00	0,633	18,832	62,921
120	14 80	4,60	7,10	5,85	8,50	0,95	47,239	6,30	0,633	23,330	70,569
121	12,00	7,10	3 90	6,50	7,40	1,00	48 100	4,60	0,067	20,009	68,109
122	11,70	4,60	4,60	4,60	6,40	0,90	26 496	5,30	0,060	14,628	41,124
123	14,40	6,30	6,40	6,35	8 80	1,00	55,880	5 60	0,067	23,825	79 705
124	10,70	7,10	7,10	7,10	5,10	1 20	46,028	5,30	0,080	30,104	76,132
125	13,50	3,80	5,10	5,60	8,60	0,85	40,936	4,90	0,057	15,641	56,577
126	12,10	4,70	5,60	5,15	7,60	0,90	35,226	4,50	0,060	13,905	49,131
127	8,00	4,20	5 90	5,05	3,30	0,75	12,499	4,70	0,050	11,868	24,367
128	15,50	6,20	5,90	6,05	10,00	0,80	48,400	5,30	0,533	17,736	66,136
129	9,30	6,00	7,00	6,50	4,00	1,00	26,000	5,30	0,067	23,082	49,082

NÚMEROS	RECTÁNGULO DE LA BASE. LADO MAYOR.	LADO DE ARRIBA.	MENOR DE ABAJO.	SEMI-SUMA.	ARISTA SUPERIOR.	$\frac{1}{4}$ lado seccion recta $\times \frac{\text{con } 39^g}{4} \times \frac{\text{sen } 39^g}{2} = 2$ id.	VOLÚMEN DEL PRISMA TRIANGULAR.	DIFERENCIA ENTRE LADO MAYOR, RESTO Y ARISTA SUPERIOR.	$\frac{1}{4}$ lado seccion recta $\times \frac{\text{sen } 39^g}{6} \times \frac{\text{sen } 39^g}{2} = 3$ id.	VOLÚMEN DE LAS DOS PIRÁMIDES	VOLÚMEN TOTAL DE LAS TELERAS.
130	13,50	5,10	5,70	5,40	8,40	0,75	34,020	5,10	0,050	13,770	47,790
131	11,10	5,40	5,70	5,55	9,00	0,90	44,955	2,10	0,060	7,053	52,008
132	10,20	5,20	5,20	5,20	5,50	0,90	25,740	4,70	0,060	14,664	40,404
133	13,00	5,90	6,90	6,40	10,40	0,90	59,904	2,60	0,060	9,984	69,888
134	18,50	5,50	8,00	6,75	12,60	1,05	89,303	5,90	0,070	27,878	117,181
135	17,20	7,00	7,80	7,40	12,30	1,20	109,224	4,90	0,080	29,008	138,232
136	12,60	5,50	6,50	6,00	7,80	0,95	44,460	4,80	0,633	18,231	62,691
137	18,70	7,20	7,20	6,45	14,00	1,05	94,815	4,70	0,070	21 221	116,036
138	15,30	6,40	6,40	6,40	9,20	1,05	61,824	6,10	0,070	27,328	89,152
139	12,00	6,50	7,00	6,75	7,70	1,05	54,574	4,30	0,070	20 318	74 892
140	13,40	6,60	6,00	6,30	10,00	0 90	56,700	5,40	0 060	20,412	77,112
141	16,50	4,30	6,20	5,25	9 20	0,80	38,745	7,30	0,533	20,427	59,172
142	14,50	4,40	6,80	5,60	9,20	0,90	45,568	5,30	0,060	17,808	63,376
143	11,60	5,60	6,00	5,80	4,80	0,90	25,056	6,80	0 060	23,664	48,720
144	11,00	5,90	6,20	6,05	6,10	0,95	34,938	4 90	0 633	18,765	53,703
145	11,80	6,30	6,80	6,55	6 00	1,00	39,300	5 80	0,067	25 453	64,753
146	10,40	6,70	6,70	6,70	6,20	1,00	41,540	4,20	0,067	18,854	60,394
147	13,30	6,70	5,70	6,20	7,80	1,00	48,360	5,50	0,067	22,847	71,207
148	20 30	4,70	8 30	6,50	14,60	0,95	92,430	5,70	0,633	23,453	115,883
149	18,10	6,50	7,40	6,95	11 70	1,20	95,578	6,40	0,080	35,584	131,162
150	17,30	5,60	5,50	5,55	11,30	0,90	56,444	6 20	0,060	20,646	77,090
151	15,30	5,20	6,00	5,60	10.70	0,75	44,940	4,60	0,050	12,880	57,820
152	9,90	5,09	6,20	5,60	4,50	0,80	20,160	5,40	0,533	16,118	36,278
153	13.30	5,40	6,90	6,15	7,00	0,90	38,745	6,30	0,060	23,247	61,992
154	14,30	5,40	6,20	5,80	7,50	0,90	39,150	6 80	0,060	23,664	62,814
155	13,20	5,40	6,50	5,95	9,00	0,90	48,195	5,20	0,060	18,564	66,759
156	17,20	5,30	6,50	5,90	10,00	0,90	53,100	7,20	0,060	25,488	78,588
157	16,20	5,40	6,20	5,80	10,60	0,90	55,332	5,60	0,060	18,828	74,160
158	13 20	5,40	6,40	5,90	7,10	0,80	33,512	6.10	0 533	19.183	52,695
159	12,00	6 90	6,70	6,45	5,00	0,90	29,025	7,00	0,060	27,090	56,115
160	12,60	5,30	7,00	6,15	4,30	0,90	23,800	8,30	0,060	30,627	54,427
161	12,40	5,20	7,00	6,10	5,00	0,90	27,450	7,40	0,060	27,084	54,534
162	9,10	5,50	5,50	5,10	4,00	1,00	20,400	3,10	0,067	17,427	37,827
163	10,20	5,10	6,00	5,55	4,80	0,85	22,644	5,40	0,057	17,083	39,727
164	7,20	5,40	4,70	5,05	3,60	0,70	12,726	3,60	0,047	8,545	21,271
165	14,00	5,60	6,30	5,95	8,60	0,85	44,395	5,40	0,057	18,314	62,709
166	9,60	5,10	5,10	5,10	4,10	0,90	18,819	5,50	0,060	16,830	35,649
167	16,00	4,70	6,80	5,75	11,80	0,90	59,247	4,20	0,060	14,490	73,737
168	16,60	5,60	6,10	5,85	11,10	1,05	68,182	5,50	0,070	22,523	90,705
169	26,60	5,20	7,60	6,40	19,20	0,90	110,592	7,40	0,060	28,416	139,008
170	18,00	5,30	7,00	6,15	13,20	1,01	81,992	4,80	0,070	20,664	102,656
171	18,00	5,00	6,00	5,50	13,00	0,80	57,200	5.00	0,533	14,656	71,856
172	20,50	5,60	6,20	5,90	13,70	1,05	80,830	6,80	0,070	28,174	109,004
173	17,00	5,20	5 80	5,10	13,00	0,90	59,670	4,90	0,060	12,240	71,910
174	14,60	6,20	6,50	6,35	7,40	0,90	42,291	7,20	0,060	27,432	69,723
175	11,70	7,00	7,00	7,00	4,00	1,00	28,000	7,70	0,067	36,113	64,113
176	13,80	5,30	7,20	6,25	6,20	0,90	34,875	7,60	0,060	28,500	63,375
177	9,50	6,20	6,20	6,20	3,00	0,80	14,880	6,50	0,533	21,480	36,360
178	9,40	5,00	6,20	5,60	4,00	0,90	20,160	5,40	0,060	18,144	38,304
179	9,00	4,20	3,90	5,05	3,50	0,80	22,220	3,50	0,533	9,421	31,641
180	11,80	6,00	7,50	6,75	5,00	1,10	37,125	6,80	0,073	33,507	70,632
181	19,70	6,30	6,60	6,45	14,00	0,90	81,270	5,70	0,060	22,059	103,329
182	17,60	5,30	5,80	5,55	10 80	0,80	47,952	6,80	0,533	20,115	68,067
183	13,70	4 80	6,80	5,80	6,50	0,90	33,930	7,20	0,633	26,434	60,364
184	13,30	5,20	6,80	6,00	7,00	0,80	33,600	6,30	0,533	20,147	53,747
185	9,00	4,60	6,20	5,40	4,30	0,75	17,415	4,70	0,050	12,690	30,105
186	11,00	4,70	6,65	5,65	5,80	0,75	24,576	5,20	0,050	14,690	39,266
187	15,00	5,50	7,00	6,25	8,60	0,75	40,313	6,40	0,050	20,000	60,313
188	13,20	4,40	6,00	5,20	7,30	0,90	34,164	5,90	0,060	18,408	52,572
189	10,70	5,50	7,00	6,25	4,50	0,90	25,313	6,20	0,060	23,250	48,563
190	13,30	4,80	6,60	5,70	7,30	0,85	35,369	6,00	0,057	19,494	54,863
191	13,10	6,70	6,60	6,65	7,80	1,00	51,870	5,30	0,067	20,063	71,933
192	15,30	5,20	7,80	6,50	8,30	0,85	45,858	7,00	0,057	25,935	71,793
193	9,90	5,20	6,80	6 00	4,30	0,80	20,640	3,60	0,533	17,909	38,549
194	11,70	4,50	6,30	5,40	6,70	0,80	28,944	5,00	0 533	14,391	43,335
195	16,50	6,00	7,20	6,60	10,00	0,80	52,800	6,50	0,533	22,866	75,666
196	17,40	5,60	6,10	5,85	10,60	0,80	49,608	6,80	0,533	21,205	70,813
197	15,90	5,30	6,00	5,65	9,20	0,90	46,782	6,70	0,060	22,713	69,495
198	11,80	6,00	5,90	5,95	6,40	0,85	32,368	5,40	0,057	18,315	50,683
199	14,90	6,00	6,10	6,05	9,20	0,90	50,094	5,70	0,060	20,691	70,785
200	15,00	6,10	6,10	6,10	8,60	0,90	47,214	6,40	0,060	23,424	70,638
201	14,40	5,60	6,80	6,20	10,60	0,90	58,148	3,80	0,060	14,136	72,284
202	11,80	5,80	7,50	6,65	5,10	1,00	33,915	6,70	0,067	25,362	59,277
203	16,40	5,90	7,00	6,45	9,40	1,00	60,630	7,00	0,067	30,251	90,881
204	12,30	5,90	6,00	5,95	5,20	1,00	30,940	7,10	0,067	28,304	59,244
205	16,60	5,30	6,10	5,85	9,50	1,00	55,595	7,10	0,067	27.828	83,423

NUMEROS	RECTÁNGULO DE LA BASE. LADO MAYOR.	LADO DE ARRIBA.	MENOR DE ABAJO.	SEMI-SUMA.	ARISTA SUPERIOR.	¼ lado sección recta × seno 39° = d	VOLÚMEN DEL PRISMA TRIANGULAR.	DIFERENCIA ENTRE LAPO MAYOR, RESTO Y ARISTA SUPERIOR.	¼ lados sección recta × seno 39° × d = m	VOLÚMEN DE LAS DOS PIRÁMIDES	VOLÚMEN TOTAL DE LAS TELERAS.
206	17,50	3,30	7,00	6,15	9,00	0,90	49.815	8,50	0,060	31,365	81,180
207	10,80	6,10	7,30	6,70	4,40	0,85	25,058	6,40	0,057	24.442	49,500
208	13,10	5,80	6,80	6 30	7,00	1,00	44,100	6,10	0.067	25,748	69.848
209	17,40	6,10	8,00	6.05	11,10	1,03	70.513	6,30	0,070	26.681	97 194
210	17,40	5,90	6,50	6,20	11,70	1,10	79.794	5,70	0,733	25,904	105,698
211	15,00	5,00	6,10	5.70	8,10	0,90	41,553	6,90	0,060	23.698	65,251
212	16,00	5,70	5,80	5,75	10.00	0,90	51,750	6,00	0,060	20,700	72,450
213	14,10	6,00	7,20	6.60	8,00	1,00	52,800	6,10	0.067	26.974	79,774
214	17,00	5,80	7,00	6,40	9,10	0,90	52,416	7,90	0.060	30,336	82,752
215	15,90	5,00	7,80	6,40	7,60	0,90	43,776	8,30	0.060	31.872	75,648
216	10.80	5,10	7,40	6,25	4,50	0,90	25,313	6.30	0.060	23,625	48.938
217	21,80	5,90	7,00	6.45	14,10	0,90	81,851	7,70	0,060	34.314	116,165
218	12,10	5,50	6 60	6 05	9,00	0,90	49,005	3,10	0,533	11,253	60,258
219	13,70	4.30	6,20	5,35	9,10	0 80	38,948	4,60	0,333	13,117	52,065
220	17,50	5,60	6,60	6.10	11,00	0,80	53.680	6,50	0,060	21,133	74,813
221	14,00	5,40	6,30	5,85	8,70	0,90	45,806	5,30	0,060	18,906	64,712
222	18,00	5,50	6,30	5,90	12 20	0,90	64,792	5,80	0,067	20,532	85 324
223	15,20	5,10	8,00	6,55	8,00	1,00	52,400	7.20	0,067	31,597	83,997
224	21.00	6,00	8.20	7,10	13,20	1,60	93,720	7,80	0,533	37,105	130,825
225	24,00	5,80	7,00	6,40	16,00	0,80	81.920	8,09	0.060	27,226	109 146
226	10,60	5,10	7,00	6,05	4,00	0 90	21,780	6.60	0,060	23,958	45,738
227	17,80	3,00	7,10	6,05	11,30	0,90	61,529	6.30	0,060	23,595	85,124
228	16,90	6,00	7,30	6,65	10,70	0,90	64,638	6,20	0,067	24,738	89,376
229	12,60	5 20	7,50	6,35	7,40	1,00	49,990	5,20	0,070	22,123	69,113
230	11,20	5,40	6,30	5,85	5 30	1,05	33,784	5,70	0,533	23,342	57,126
231	13,30	6,20	6.10	6,15	6 50	0,80	31,980	6,80	0,070	22,278	54,158
232	15,40	6,20	7.10	6,65	8,60	1,05	60,050	6,80	0,060	31,654	91,704
233	9,10	6,00	6,00	6,00	2,00	0,90	10,800	7,10	0,060	25.560	36.360
					TOTAL GENERAL.....		10.242.382			4.905,304	1.514,686
					PESO TOTAL, 25.771.666 toneladas.						

Minas de Riotinto 1.° de Diciembre 1870.=El Presidente, Luis de la Escosura.

Hierro existente en el dia de la fecha en los pilones cementadores y canaleos de los tres departamentos de cementacion artificial y canaleo de la cementacion natural.

	Quintales métricos.	Pesetas. Cénts.
1.er DEPARTAMENTO (SANTA MARÍA).		
En los 13 pilones cementadores...	922,25	18.237,50
	922,25	18.237,50
2.° DEPARTAMENTO (LA CERDA).		
En los 19 pilones cementadores...	1.035,27	20.477,64
En los dos canaleos.....	138,02	2.730,03
	1.173,29	23.207,67
3.er DEPARTAMENTO (LOS PLANES).		
En los nueve pilones cementadores.....	678,80	13.426,66
En los tres canaleos.....	143	2.728,54
	821,80	16.155,20
Cementacion natural.		
En el canaleo de la cementacion natural.....	160	3.164,80
	160	3.164,80

NOTA. El precio del quintal métrico en lingotes en las Atarazanas de Sevilla, segun contrato, es de 15,85 pesetas, y el trasporte de dicho punto á estas minas, tambien segun contrato, es de 3,93 pesetas; saliendo por consiguiente el quintal métrico en lingotes, puesto en estas minas, á 19,78 pesetas.

En los almacenes de los departamentos no habia existencia alguna de hierro en el dia de la fecha.

Minas de Riotinto 1.° de Diciembre de 1870.=El Presidente de la Comision, Luis de la Escosura.

CUBICACION DE LOS TERRENOS EXISTENTES EN LAS MINAS DE RIOTINTO.

		Metros cúbs.
El primer departamento tiene dos terrenos con un volúmen de....	1.°....	72.445
	2.°....	21.069
En el segundo hay dos con.....	1.°....	231.001
	2.°....	2.000
El tercero tiene tres.....	1.°....	50.174
	2.°....	18.785
	3.°....	758
TOTAL.....		396.232

Determinada la densidad de las tierras contenidas en estos vaciaderos por experimentos directos, ha resultado un término medio de 2,33, de modo que el número total de toneladas es:

396.232×2,33=923.220,56 toneladas métricas.

Minas de Riotinto 1.° de Diciembre de 1870.=El Presidente de la Comision, Luis de la Escosura.

6.4.2. Lixiviación

Según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua en su vigésima segunda edición, lixiviación es tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles. Esta operación "*por la sencillez y economía de sus operaciones es… de la mayor importancia en el distrito de Río Tinto"*[212].

Este proceso, al igual que los subsiguientes, se desarrolló en pilones o albercas, que eran construidos en mampostería, ladrillos trabados con mortero de cal y barro, recubiertos de madera embreada, tanto en las paredes como en el fondo.

La primera parte de este sistema de beneficio tenía lugar en los pilones saturadores o disolvedores, que eran aquellos donde se realizaba el proceso de lixiviación, es decir, la disolución de los minerales calcinados en el agua procedente del interior de la mina. Estas albercas eran las mayores de las empleadas en la cementación artificial, tenían unas dimensiones medias de 5,15 metros de largo, 3,60 metros de ancho y 1,25 metros de profundidad. A 0,40 metros del fondo se disponía un orificio de pulgada y media denominada *vitoque*. Los saturadores se ubicaban en línea y paralelos a los reposadores y los pilones de hierro o cementadores[213].

El número de disolvedores varió según el departamento y las épocas[214]. Aunque es una fuente tardía para el periodo estamos estudiando, el mejor documento sobre este particular es el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales[215], en el que se describe pormenorizadamente las instalaciones justo antes de la venta de la mina. En el primer Departamento había 17 saturadores en la fábrica de Sta. María, de los que sólo 13 estaban en activo, mientras que en la de San Roque los ocho disolvedores existentes estaban en un estado aceptable de conservación. En el segundo Departamento, el de Cerda, de 48 pilones saturadores, sólo 24 estaban en condiciones de servicio, pero el otro cincuenta por ciento estaba en ruinas. En el tercer departamento, el de Los Planes, en el primer grupo superior de poniente de los 20

[212] KITH, R. (1846): "Descripción del método… 353-377.

[213]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*95. Afirman que los pilones de disolución son balsas de dimensiones diversas y en cada punto, en los departamentos de Planes y Cerda, son de diferentes materiales, mientras que en los del Estado son de mampostería, recubierta de madera embreada. Este proceso y la descripción de las instalaciones está citado en el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 8, 23-25. Sobre este particular Ver EZQUERRA DEL BAYO, J (1852): *Memorias*…95.; RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto explotación...67-71.

[214] En 1846 la Fábrica de Sta. María tenía nueve disolvedores y antes de pasar a RTCL en 1870 tenía 17.

[215] Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 8, 22-25.

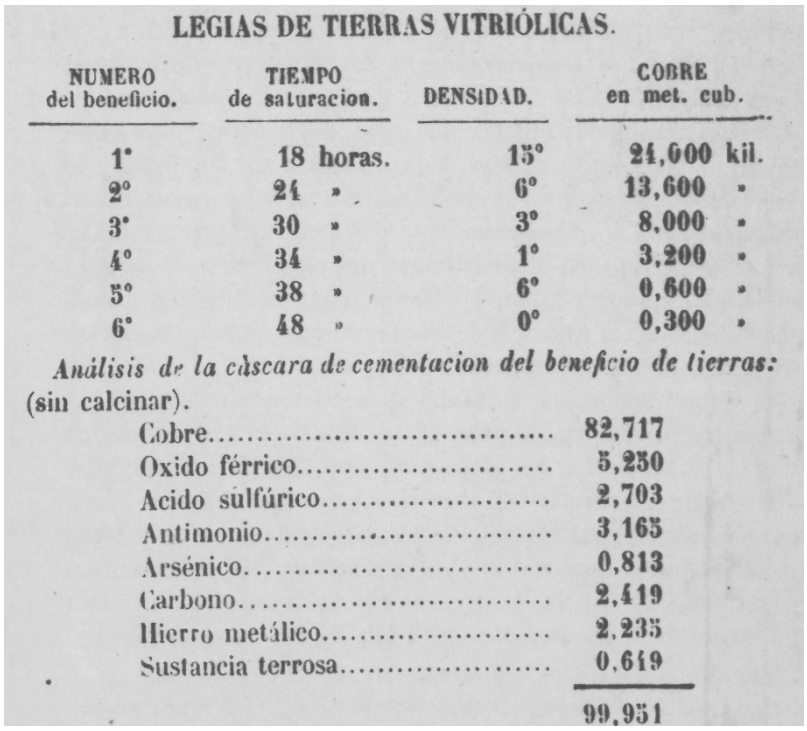
pilones sólo cinco eran aprovechables, y en el segundo grupo inferior a Levante los ocho pilones existentes os tentaban un estado de conservación muy deficiente.

El mineral calcinado y clasificado a mano era transportado en barcales a las fábricas, donde era depositado dentro de los saturadores, sobre un fondo de madera embreada que era comprimida con un pisón. En cada disolvedor se introducían de media de 14.950 kilogramos (1.300 arrobas) a 17.250 kilogramos (1.500 arrobas) de mineral[216].

Una vez dispuesto el calcinado dentro de los pilones *lixiviadores* como se ha descrito, se pasaba a llenarlos con agua del interior de la mina, que se canalizaba mediante canales móviles de madera embreada[217]. La cantidad de agua introducida era de 10.350 litros a 11.500 litros. Después de 48 o 50 horas estaba la "*legía formada*"[218], tras lo cual se quitaba el vitoque y el agua procedente del interior de la mina, enriquecida en cobre con el mineral calcinado, pasaba a los reposadores. Vaciados los disolvedores se colocaba el vitoque y volvía a llenarse con agua ácida. Anciola y Cossio afirmaban que el agua se renovaba cada cinco días, "*hasta que no saque sulfatos en disolución*" [219]. Cada tres días más o menos se volvían a cargar los pilones de disolución con mineral calcinado nuevo[220].

Los reposadores eran las albercas donde las legías se "aposaban" antes de pasar a los cementadores[221], donde se precipitaba de cobre mediante chatarra de hierro. El sistema constructivo de estas albercas no varía del ya mencionado para los disolvedores. Las dimensiones medias eran de 3,60 metros (4,30 varas) de lado por 1,25 metros (1,50 varas) de profundidad, disponían de una abertura parecida al vitoque. Junto a la que situaban los canales móviles que permitían que "*las legías"* pasaran a los pilones de hierro. Anciola y Cossio indican que "*las legías"* tardaban en "aposarse" de hora a hora y media[222].

[216] KITH, R. (1846): "Descripción del método…353; RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto*…69 aporta el análisis de las legías de tierras vitriólicas, además de la cáscara de cementación del beneficio de tierras.
[217]KITH, R. (1846): "Descripción del método…364: "El agua empleada es la que sale por la galería de desagüe y que tras pasar por la cañería de cementación, sirve para mover las ruedas hidráulicas que accionan los fuelles de las fundiciones. Por esta razón discurría por dentro de un canal paralelo al camino al que se le ha hecho una sangría que por medio de canales móviles de madera hacen pasar el agua con "facilidad y economía" a los disolvedores o a los reposadores o a los pilones de hierro".
[218]RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto…* 20.
[219] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 95.
[220]RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto…* 20
[221]KITH, R. (1846): Descripción del método 365; ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*95; RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 69; SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…* 21-22.
[222] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*95.



LEGIAS DE TIERRAS VITRIÓLICAS.

NUMERO del beneficio.	TIEMPO de saturacion.	DENSIDAD.	COBRE en met. cub.
1°	18 horas.	15°	24,000 kil.
2°	24 »	6°	13,600 »
3°	30 »	3°	8,000 »
4°	34 »	1°	3,200 »
5°	38 »	6°	0,600 »
6°	48 »	0°	0,300 »

Análisis de la cáscara de cementacion del beneficio de tierras: (sin calcinar).

Cobre	82,717
Oxido férrico	5,250
Acido sulfúrico	2,703
Antimonio	3,165
Arsénico	0,813
Carbono	2,419
Hierro metálico	2,235
Sustancia terrosa	0,619
	99,951

Foto 66, Análisis de legías de tierras vitriólicas aportado (Rúa Figueroa, 1868, 69)

El Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871 detalla la ubicación y estado de conservación de este tipo de pilones en el 30 de noviembre de 1870[223]. Había cuatro reposadores en el primer departamento en la fábrica de Santa María, de los que uno estaba inutilizado. La fábrica de la Cerda, en el segundo departamento, poseía cuatro en un estado aceptable de conservación. Por último, en Los Planes los reposadores tenían un mediano estado de conservación.

[223]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 23-25.

6.4.3. Precipitación o cementación

Como hemos indicado en el epígrafe de precipitación relativo a la Cementación Natural, este proceso tenía como fin producir en una disolución una materia sólida. Este proceso, para obtener cobre, en el periodo de estudio de este trabajo de investigación se podía desarrollar de tres maneras[224]: precipitándolo en estado de sulfuro por medio de hidrógeno sulfurado, por electrólisis y como en el caso que nos ocupa precipitándolo mediante hierro, es lo que sucedía en esta fase en los cementadores o "pilones de hierro" ya estuviera en forma de barras o planchuelas[225]. Estas albercas estaban construidas con el mismo sistema constructivo ya descrito. En cuanto a las dimensiones eran iguales a las de los reposadores.

En el interior de los cementadores, se disponían unos asientos de madera embreados sobre los que se ubicaban los lingotes de hierro formando "castillejos". Cada pilón albergaba entre 9.200 kilogramos a 11.500 kilogramos de hierro colado. Anciola y Cossío afirmaban que el número de arrobas de hierro dependía no tanto de las dimensiones de los mismos como de la cantidad de las existencias de hierro que hubiera en el almacén[226], sobre todo en el caso del Departamento del Estado, el primer Departamento. Introducido el cargamento de hierro, mediante los canales móviles las aguas enriquecidas en cobre pasaban de los reposadores a los pilones de hierro. El agua era removida con un rodo de madera, de 3,13 metros de longitud total y pala perpendicular al mango que tenía unas dimensiones de 0,55 metros de alto por 0,20 metros de ancho[227].

El tiempo que tardaba en producirse la "cementación" era variable, pues iba desde un día a cinco[228], dependiendo de la calidad de los lingotes, si eran nuevos o no y sobre todo de la época del año, pues en periodos de mayor temperatura el proceso se desarrollaba de forma más rápida. Todos los autores están de acuerdo en que no debía de descascarillarse el cobre de los lingotes o las planchuelas de hierro hasta que toda la cementación hubiera terminado. Anciola y Cossio describen que el fin del

[224]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[225]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…356-359. Aporta varias mejoras al proceso de cementación en Río Tinto desde que se doblara el número de canales, a la construcción de cajas de compartimentos, forrar de plomo los canales o mejorar el desnivel de la cañería.
[226] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*95.
[227] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*97 en el mismo sentido afirman: "*Mientras se verifica la cementación está un operario moviendo continuamente las aguas, porque de este modo se acelera la operación*". Esta práctica no se realizaba en el Departamento de los Planes.
[228]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 96.

proceso de cementación se podía reconocer por el color de las aguas, que tiene que ser "verde manzana", lo cual se verificaba introduciendo un pedazo de hierro limpio[229]. Ezquerra afirmaba que el tiempo que se tardaba en cementar estaba en relación con la superficie del hierro que se introducía, por lo que él proponía cambiar los lingotes por placas, con lo que sin aumentar el costo se podía conseguir disminuir el capital amortizado[230]. Esto se comprobó posteriormente, cuando se emplearon planchas flejadas procedentes de la industria conservera una vez cortadas las partes destinadas a las latas.

Terminada la cementación se desaguaban los pilones. Entonces entraban dos operarios que comenzaban a descascarillar a mano el cobre, con cuidado. Ezquerra del Bayo nos describe esta operación indicando que el descascarillado se realizaba cada diez días, excepto en el segundo tramo, donde era cada quince. Debido a que la pendiente no era uniforme, la mayor cantidad de cobre se quedaba en las barras superiores[231]. Anciola y Cossio informan que hasta antes de mediados del siglo XIX se lavaba la cáscara para quitarle las subsales férricas que la impurificaban, lo cual era contraproducente y que en ese momento sólo se hacía en el Departamento de La Cerda[232]. La cáscara obtenida se amontonaba y se prensaba a mano para eliminarle parte de la humedad y formar briquetas. Tanto los trabajos de limpieza y descascarillado, como los posteriores de reponer el hierro perdido se realizaban por contrata. Las aguas desaguadas de los pilones de hierro se utilizaban para obtener caparrosa verde o sulfato ferroso[233].

Vicente López Prebe propuso en 1837 la idea de fabricar "caparrosa verde", pero no como se venía haciendo por la Real Hacienda, aprovechando las aguas de la cañería de cementación natural tras dejar el cobre, sino sacándola de los vitriolos del

[229] Los mismos autores explican las distintas tonalidades de las aguas "*La conversión de las sales férricas en ferrosas es la primera operación que se verifica en las aguas después que caen sobre los lingotes de hierro; siendo sensible el cambio del color rojo, que comúnmente licúen, al verde azulado propio de la mezcla dé las ferrosas y cúpricas. Verificada esta conversión, principia la precipitación del cobre*". ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 97. Sobre el mismo particular. Ver V.V.A.A. (1852): "Mejoras en la cementación artificial establecidas en Río Tinto para el beneficio de los minerales de cobre". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* III, 370. "Las aguas rojas del segundo y tercer beneficio al igual que las del primero tienen por lo general una cantidad grande de sulfato férrico causante del gran consumo de hierro"; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*97.

[230]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): Memorias… 96.

[231]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1851): "Observaciones…742 -743.Sobre las labores de descascarillado ver ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas…50 y 51; EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*97.

[232] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*97 y 98. Sobre las impurezas que aportaban las agua vitriolizadas Ver RÚA FIGUEROA, R. (1864): "Objeciones…340 "Rio-Tinto es perjudicada, por no poder utilizarse de otras aguas que las que manan de las antiguas y modernas explotaciones, y que llevan ya disueltas sales arsenicales y antimoniales, que se precipitan y recogen con el cemento cobrizo".

[233]ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…* 314.

interior de la mina. Esta utilización se hizo sin que estuviese comprendida en el plan de labores, ni aprobado por la Dirección General del ramo[234]. El mismo sistema se intentó aplicar a las tierras crudas de las excavaciones y a las "cocidas" de las grandes plazas, pero ni la Hacienda, ni los arrendadores obtuvieron buenos resultados[235].

A mediados del siglo XIX el proceso de cementación se aplicó también al mineral extraído del interior de la mina que se expuso en el exterior a la acción de la humedad y el aire, que era beneficiado sin previa calcinación. Lo extraído en un mes de trabajo no se beneficiaba completamente hasta pasados ocho o nueve, perdiendo con respecto al calcinado en torno al 33.6%[236].

El tipo hierro más indicado para la cementación era la planchuela de hierro de Vizcaya, que era el que daba como resultado una cascara con menos impurezas, pero debido a su precio el tipo de hierro empleado por lo general en Río Tinto fue el hierro colado[237].

El consumo de este metal fue el principal gasto de la cementación[238], pues se necesitaba una media de 46 kilogramos de hierro para producir 23 kilogramos de cobre. En este sentido Anciola y Cossio afirmaban que teóricamente el consumo de la operación era de 0,80 kilos de hierro por cada kilo de cobre precipitado, siendo realmente de entre 1,50 a 3 kilos de hierro por cada uno de cobre. Rieken por el contrario apuntaba que el gasto era de 2,53 unidades de hierro por cada una de cobre cementado. Este autor achacaba la disminución del hierro a las pérdidas mecánicas causadas por la recolección manual de la cáscara[239]. Deby describe que el consumo de hierro, que estimaba excesivo, era de 1,78 de hierro por 1 de cobre[240].

Ortiz Mateo afirma que el consumo real estaba entre 1,5 y 3,5 kilos de hierro por cobre obtenido[241]. Anciola y Cossio achacaban el consumo de hierro al sulfato

[234]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…* 25.
[235]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…* 26.
[236]RÚA FIGUEROA, R. (1852): Estudio comparativo…17-18.
[237] En este mismo sentido se pronuncia RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto*…24.
[238] RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto… 72 en la nota 1, nos informa que hasta 1839 el hierro consumido en Río Tinto se calculaba por aproximación, a partir de esa fecha se pesaba el hierro al principio y al final del proceso de cementación. En la página 73 nos informa de que el consumo de hierro por arroba de cobre fino es de 1,9 o de 1,36 por unidad de cáscara. En los terreros consumían 2,84 arrobas de hierro por arroba de cobre fino o 1,58 por igual unidad de cáscara cementada. El consumo de hierro aumenta cuando se empleaba minerales de segunda y tercera hasta los 3,25 de hierro por unidad de cobre obtenido. RÚA FIGUEROA, R. (1864): "Objeciones al artículo…342.
[239] En el mismo sentido se pronuncia ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…354 y KITH, R. (1846): Descripción del método… 357
[240]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[241] ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…* 314.

férrico que contenían las legías procedentes de los reposadores[242]. Los mismos autores proponían que para mejorar el tiempo y la cantidad de cobre obtenido, habría que cambiar los lingotes por placas, con lo cual sin aumentar el costo de hierro disminuirá el capital amortizado[243]. Esto se confirmó por el método desarrollado por Cossio, posteriormente puesto en operación por Río Tinto Co. Ltd. y las distintas compañías que explotaron la mina durante el siglo XX.

Para conocer el número, estado de conservación y ubicación de los cementadores el mejor documento es el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales[244]. En el primer departamento, en la fábrica de Sta. María, había trece pilones de hierro en mal estado de conservación. En el departamento de La Cerda, se ubicaban diecinueve pilones cementadores con un estado de conservación medio. Y En el departamento de Los Planes había 17 pilones, de los que cinco presentaban un estado muy deficiente de conservación y ocho estaban inutilizados.

Además de la cáscara la cementación artificial produjo un subproducto denominado "papucha", que eran subsales que contenían entre el 8 %y el 10 % de cobre. Para obtenerlas las aguas de los pilones de hierro se pasaban a un reposador, donde tras dos horas se precipitaba la subsal[245].

Diversas mejoras fueron propuestas por los distintos ingenieros que trabajaron en y sobre Río Tinto para el método de cementación artificial. Mamby propuso aplicar vapor [246] y Ezquerra calentar el agua vitriólica[247]. Otros propusieron utilizar agua de los vitriolos, obtenidas por el tratamiento de minerales en frío con aguas aciculadas[248]. Ezquerra propuso llevar a cabo algunas mejoras aprobadas en 1829, junto con las reparaciones necesarias, centradas en comunicar el plano de San Joaquín con el

[242] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*96.

[243]ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*97. "Antes de limpiar la cascara de cobre se hacen pasar á los pilones y *rendir* en ellos tres, cuatro ó cinco aguas diferentes, según su riqueza. El tiempo empleado en cada uno de estos rendimientos varía según la cantidad de sales férricas que deban convertirse en ferrosas, la cantidad de sales de cobre, la mayor ó menor cantidad de hierro, y también según la temperatura, pues se observa que en igualdad de las condiciones anteriores rinden más pronto en verano que en invierno".

[244]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 23-25.

[245] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*97. En este mismo sentido RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto...*24. Define la *papucha* de la siguiente manera: "mezcla íntima de sales básicas de Fe y Cu que en forma de lodo se deposita en los pilones de hierro y cuyo contenido en cobre consiste en 10%"; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río-Tinto"...223.Además de este producto principal (Cáscara de cobre), resulta de la operación otro titulado *papucha,* compuesto por sub-sulfatos de cobre y hierro con alguna cantidad de éstos al estado metálico y la mayor parte del arsénico. EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*97; RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto… 18, 60, 77 y 138.

[246] MAMBY, E. O. (1851): Noticias…621.

[247]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*122.

[248] V.V.A.A. (1852): "Mejoras…371.

canaleo de Levante, antes que las labores mineras bajaran a ese nivel[249]. También planteó la mejora en la producción de la cementación artificial con el aumento del número de disolvedores a 35 y los cementadores a 14, pero recomendando que sólo se empleara agua de la galería de San Roque[250].

Rúa Figueroa planteó la prolongación del canaleo desde Sta. Marta a S. Luis, aumentando la longitud, lo cual hubiera permitido recoger las aguas de San Roque, y las que pasaban por los terreros de segunda y tercera calcinación. Incluso se proyectó la reparación del canaleo de la Cueva del Lago, con la que preveía aumentar la producción de cáscara de cobre un 25%[251]. Por último, frente al sistema de cementación desarrollado en Río Tinto, se propuso el sistema de fundición por matas que se utilizaba en Inglaterra, para abaratar costes y evitar pérdida de cobre, planteando además la construcción de un *tram way* para el transporte del combustible y mineral[252]. Pero todo lo sucedido tras el hundimiento de 1863, la visita de la Comisión y la paralización de los trabajos en Río Tinto en 1870 determinó que no se terminaran de llevar a cabo buena parte de las mejoras descritas.

La cementación artificial tenía como ventaja que permitía beneficiar minerales con leyes en cobre medias y bajas. Así, de los minerales de primera calcinación se podía recuperar entre el 1,5 a 2% de cobre. Del de segunda calcinación la recuperación se situaba entre 1 a 1,5%. Pero el mineral perdía el 25% de su peso, concentrándose en el 75% restante el hierro y cobre que se sometía a cementación[253]. El proceso de obtención de cobre por vía húmeda era más económico que el de fundición, pues este último tenía más costes de producción y no podía disponer del combustible idóneo (carbón mineral) a un precio asequible. A pesar de que se conocía que era un método imperfecto la cementación artificial estaba considerada el sistema "menos malo" para beneficiar minerales pobres y "esencialmente piritosos" como los de Río Tinto[254], aun

[249]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*66-69.
[250]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*103.
[251]RÚA FIGUEROA, R. (1854): "Necesidad…149.
[252] V.V.A.A. (1854) "Río Tinto"…417.
[253] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memorias….* 96; ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…352-353 explica el proceso también
[254] KITH, R. (1846): Descripción… 371-373.

cuando no se hubiera conseguido una calcinación perfecta[255] y a pesar de las desventajas [256] que describimos a continuación.

La desventaja de este sistema estaba en la necesidad de mantener una cantidad muy grande de minerales almacenados en los terreros[257], propiciando que parte del cobre se perdiera solubilizándose por la acción del agua de lluvia, al igual que el azufre que se perdía durante la calcinación. Este proceso no era uniforme, y se perdía parte del cobre en los finos que no podían calcinarse en la telera. Los gases emanados durante la operación de calcinado favorecían la aparición de lluvia ácida, pero lo peor era que el alto consumo de hierro y combustible encareció mucho el proceso[258].

Rúa Figueroa reconoció la dependencia del método de cementación artificial y fundición, estando subordinando este último al primero, pero reconociendo que la pérdida de cobre se produjo principalmente durante el proceso de obtención de cobre por vía húmeda artificial[259].

[255] RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto….18 y 20. Describe el proceso desde un punto de vista científico pues hizo ensayos, entre 10 a 20 al día, para estudiar y explicar aspectos como el consumo excesivo de hierro.
[256]ORTIZ MATEO, M. y ROMERO MACÍAS, E. (2004): "La metalurgia en las Minas de Río Tinto...110.
[257]Sobre desventajas de este sistema Ver MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853) Sobre beneficio…420. Este autor describe los inconvenientes de la cementación artificial que resume en: "que no se puede extraer todo el cobre que contiene el mineral, no ahorra combustible ni hierro y emite humos perjudiciales para la salud y la vegetación durante el proceso de calcinación".
[258]RÚA FIGUEROA, R. (1854): "Necesidad… 139 "Considerando que este método de beneficio no exige gran consumo de combustible, de que se carece en aquellas sierras se quiere esforzar la producción de mineral sin tener presente que cuanto mayor sea esta mayores serán también las pérdidas que aquel método ocasiona y más limitados los puntos de arranque de aquel criadero en que no se dejan reservas de ninguna clase especie". ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería…*314. FLORES CABALLERO, M. (2011): "La influencia del cambio energético…. 267-288.
[259]RÚA FIGUEROA, R. (1852): Estudio comparativo… 21. Para 1851 el afino de cáscara artificial tenía un costo de 3 reales y 16 maravedíes en las copelas alemanas y de 1 real y 16 maravedís en los hornos de reverbero. Produciéndose al mes para ese año una media de 15.647,5 kilos.

6.4.4. Calcinación de la cáscara de cobre

La cáscara de cobre producida por Cementación Artificial, a excepción de la procedente de Lago[260], contenía impurezas y una ley de un 53 % de cobre de media[261], por eso era necesario quitar las impurezas que contenían antes de pasar a las operaciones de Afino.

Así, la cascara procedente de los Departamentos de la Cerda/Segundo y los Planes/Tercero, una vez recogida de los pilones cementadores, se aglomeraron formando briquetas manuales con forma de bolas de ocho a diez centímetros que se enrollaban en artesas de madera de grandes dimensiones[262], como la de 19 m^2 existente en el Departamento de La Cerda[263].

Las bolas se secaban en hornos de galeras secadores de bolas para que éstas tuvieran más consistencia. Estaban construidos en mampostería de ladrillos y hierro en las rejillas.

De estos hornos sólo tenemos conocimiento de sus dimensiones, que variaron de un departamento a otro, aunque el número siempre fue de dos. En el primer departamento, la Fábrica de Sta. María, los dos hornos secadores de bolas tenían unas dimensiones de 8 metros de largo por 3,2 metros de ancho y 1,70 de alto. Mientras en el segundo Departamento, en la Fábrica de La Cerda, los hornos de galera tenían unas dimensiones el primero de 13 metros de largo, 3,5 metros de ancho y 2 metros de alto, y el segundo de 10,30 metros de largo por 3 metros de ancho y 2 metros de alto. En el Departamento de Los Planes había dos tipos: el primero era similar a los hornos de pan, con unas dimensiones de 5 metros de largo, por 5 de ancho y 1,80 metros de alto; y el segundo era un horno secador de galera como los anteriores, con 7 metros de largo por 3, 40 de ancho y 1,80 de alto. Además de los descritos, había otros dos en estado ruinoso.

Una vez secas las briquetas en forma de bolas y previo al afino, la cáscara de cobre era calcinada para eliminarle parte de la humedad y el azufre, aunque esta

[260]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*100. Ezquerra del Bayo nos informa que en el departamento del Estado se unía el cobre, obtenido por la cañería de cementación natural de la mina y de la Cueva del Lago.
[261]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto… 69 cuando nos ofrece el análisis de la cáscara de cementación del beneficio de tierras sin calcinar el cobre asciende al 82,717 %. UGARTE, J. Mª. (1864): "Observaciones…242-244. Afirma que la gran cantidad de arsénico que tiene la cáscara de Río Tinto y que lo mismo ha detectado en Peña de Hierro (Nerva) y Castillo de las Guardas (Sevilla).
[262] En el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, en la página 8 se afirma que las bolas eran de cinco o seis centímetros.
[263] En el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 24.

operación no eliminaba el arsénico[264]. Rúa Figueroa afirmaba que sin una buena calcinación de la cáscara de cobre no era posible conseguir cobre negro suficientemente puro para el afino[265]. Esta operación se realizaba en las fraguas alemanas o copelas, que se disponían pareadas y cada pareja formaba una oficina por separado.

Las copelas estaban constituidas por tres paramentos de mampostería con una base rectangular de 2,5 metros de largo por 1,25 metros de ancho, con tres grandes piedras que dejaban entre ellas un espacio de 1,8 metros para la copela. Dentro de esta plaza se dejaba un hueco de 83,5 centímetros de lado y una cavidad de 30.48 centímetros por 15,24 centímetros de profundidad, que se rellenaba con carbonilla. Sobre estos paramentos se construyeron dos arcos de bóvedas y sobre ellos un muro formando la chimenea, dejando la bóveda de tobera, en la parte posterior se construía un muro vertical de 0,83 metros de grueso que separaba las dos copelas. En la parte frontal del muro de separación se construyó la *vaciadera*[266].

La parte frontal de estos hornos era abierta. Una vez verificada la carga se cerraba con ladrillos y las juntas eran enlodadas con *papucha*, dejando intersticios para que se favoreciera la entrada de aire. En el cenicero, separado por una rejilla de hierro, se prendían los haces de leña de monte bajo. Tras unas cuatro a seis horas el horno alcanzaba la temperatura necesaria, y se tapaba el cenicero con una plancha de hierro o acero laminado. La combustión de la cáscara continuaba por sí sola de seis a ocho días, dependiendo de la carga del horno. Los hornos pequeños podían procesar de 900 a 1.100 kilos de cáscara mojada, mientras que los grandes, hechos construir por Rúa Figueroa en el segundo Departamento, el de La Cerda podían admitir entre 3.600 a 4.600 kilos[267].

En el último periodo de explotación de Río Tinto por la Real Hacienda estos hornos siguieron operativos. Conocemos sus dimensiones gracias al Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871. Así en la fábrica de Sta. María, en el primer departamento, había cinco hornos para calcinar bolas prismáticos de base cuadrada

[264]UGARTE, J.M. (1864): "Observaciones…247.
[265]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 88.
[266]KITH, R. (1846): Descripción del método...367-68; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870):"Río Tinto"…223.; ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*98; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto…27; RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…84.
[267] En el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, en la página 8 se describe que las bolas se calcinaban en un horno prismático con rejilla por la que el aire circulaba fácilmente.

de 1,30 metros de lado y 1,10 metros de alto, unificados en un macizo de once metros de largo por 2,50 de ancho y 2,10 metros de alto. La fábrica de La Cerda, en el segundo Departamento, disponía de dos macizos; el primero tenía 8 metros de largo por 2,20 metros de alto y 4,20 metros de ancho, y el segundo era de 8,50 metros de longitud, 2,20 metros de alto y 4,20 metros de ancho. Cada uno albergaba tres hornos prismáticos de 1,20 de lado. En ambos Departamentos los hornos de calcinación de bolas tenían un buen estado, mientras los cuatro hornos prismáticos del Departamento de Los Planes estaban inutilizados en 1870[268].

La composición pormenorizada de la carga para el afino de la cáscara de cobre proveniente de la cementación artificial o natural las conocemos gracias a Bernáldez[269]. Consistía en 1.035 kilogramos de fundente y 517,5 kilogramos de cáscara, lo que suponía un total de carga 1.552,5 kilogramos. Se consumía en este caso 563,5 kilogramos de carbón de brezo y se obtenían 230 kilogramos de cobre[270].

El trabajo en las copelas era desarrollado por un maestro, un contra-maestro y un peón. Se comenzaba rellenando la copela de carbón vegetal, sobre la que se disponían 34,5 kilogramos de cáscara de cobre, cubiertos por una capa de carbón. Se accionaba el fuelle y se formaba una escoria. Se volvía a cargar más cáscara hasta llenar la copela, se volvía a cubrir de carbón, a accionar el fuelle y se continuaba el trabajo hasta el final de esta operación[271].

La cantidad de cobre afinado en cada operación se denominaba también "copela". En la primera se empleaban una media de cinco horas y se obtenían 57,5 kilogramos de cobre. Tras dos o tres "*escorios",* el operario comprobaba que el cobre estaba a punto, para lo cual introducía un espetón de hierro, y cuando el cobre estaba afinado se pasaba a las "*vaciaderas"* con unas cucharas de hierro. Tras lo cual se sumergía la copela de cobre en agua, para evitar la oxidación del cobre[272].

A partir de la segunda copela se tardaba más en el proceso de afino y se obtenía más cobre fino, pues se aumentaba el tamaño de la copela. El afino de la cáscara producía un 60 % de cobre, y de media de cada 575 kilogramos de cáscara de

[268]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 71, Fábrica de cementación artificial, es una nave donde está el horno, un departamento de tres naves formadas de pilares y arcos, almacén de hierro, otro de brea y un tinglado donde se hacen bolas y se calcinan.
[269]BERNÁLDEZ, F. (1853): "Metalurgia del Cobre…258; RIEKEN, J (1857): Distrito Minero de Río Tinto...26.
[270]BERNÁLDEZ, F. (1853): "Metalurgia del Cobre…258.
[271]KITH, R. (1846): Descripción del método… 368-69.
[272]KITH, R. (1846): Descripción del método…370.

cobre se obtenían 345 kilogramos de cobre. La pérdida se debía a que el viento arrastraba parte de las partículas de cobre a la chimenea, de donde se recogía cuando se hacían las paradas de las fábricas[273].

La escoria producida durante el afino contenía una media de 5 a 6% de cobre, que se fundía con la "papucha" para recuperar el cobre que contenían ambas[274]. Kith apostaba por abandonar este método de afinación "por ruinoso é imperfecto" y proponía la adopción de los métodos y hornos ingleses[275].

Cada siete días de operación paraba el horno y durante la misma se arrancaba la carbonilla del crisol, que se volvía cargar en la siguiente operación para poder beneficiar su alto contenido en cobre[276].

Del proceso de afinado en las copelas se obtenían como productos principales cobre negro, escoria y una pequeña cantidad de mata, y un producto secundario, el polvo del cañón de la chimenea[277].

Rúa Figueroa describe de forma pormenorizada su composición:

Cobre negro: cobre: 93,485%, azufre: 0,591%, hierro: 1,035%, antimonio 1,998% y arsénico 0,687 %.[278]

Escoria: sílice 32,425 %, azufre 0,318 %, óxido ferroso 63,660 %, óxido cuproso 3,604 %, e indicios de arsénico, antimonio y alúmina.

Una pequeña cantidad de mata que acompaña a la escoria.

Polvo recogido en el cañón de la chimenea: óxido cúprico 64,250%, óxido férrico 14,850%, azufre 0,824%, ácido sulfúrico 1,108%, ácido arsenioso 1,017%, ácido antimonioso 1,030%, sílice 13,183%, carbón 1,630%, e indicios de zinc[279].

Según Rieken, por término medio la producción anual de cobre de este método en 1857 era de 46 toneladas. Rúa Figueroa una década después nos informa que la

[273]KITH, R. (1846): Descripción del método… 370.
[274]KITH, R. (1846): Descripción del método… 370.
[275]KITH, R. (1846): Descripción del método… 377.
[276]BERNÁLDEZ, F. (1853): "Metalurgia del Cobre…259.
[277] RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 90: "*Este residuo se recoge en bastante cantidad dos ó tres veces al año, se mezcla con la papucha procedente de la limpia del canaleo de cementación natural, se calcina al aire libre y se funde con las escorias del derretido.*
[278]BERNÁLDEZ, F. (1853): "Metalurgia del Cobre...259. La composición del cobre negro según Bernáldez era 92,073 % de Cobre, 6,517 % de hierro y 1,4 de azufre y arsénico.
[279] RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 92.

cantidad seguía siendo la misma[280]. El Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871 recoge que la cementación natural produjo 53 toneladas de cobre en 1869.

Las matas y escorias resultado del derretido de las cáscaras y las escorias del afino, se calcinaban al aire libre, de forma análoga a las teleras. Este proceso duraba de 8 a 12 días, y permitía la eliminación de parte del azufre, arsénico y antimonio[281].

Rúa Figueroa en su memoria calculó que el coste de producción del proceso de afino en las copelas alemanas era de 3 reales y 16 maravedíes, mientras que en los hornos de reverbero era de 1 real y 16 maravedíes. Además, recoge que la producción mensual de afino de cáscara de cobre a inicios de los años 50 del siglo XIX estaba en torno a los 15.674, 5 kilogramos[282].

La cáscara bien calcinada se podía reconocer por su color gris azulado con puntos metálicos, que se desagregaba fácilmente y tenía un sonido similar al del carbón mineral[283]. Fundiendo la cáscara se obtenía cobre negro que se afinaba junto con escoria sola o mezclada con núcleos de calcinación en los hornos de reverbero. En 1868 en 275 días de trabajo se habían obtenido 8.625 kilogramos de cascara derretida diaria de media[284].

[280] RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*77. Rúa Figueroa menciona que son entre 300 a 400 arrobas anuales lo cual equivale a unos 46.039 kilos.
[281] RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…* 88.
[282]RÚA FIGUEROA, R. (1852): Estudio comparativo…21.
[283]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto...78 y 80.
[284]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto… 87, 740 arrobas.

6.4.5. Afino

El afino es el proceso metalúrgico que consiste en afinar o purificar los metales. Miñano describe este proceso de la siguiente manera: "*El cobre fundido se coloca en hornos de copela a fuego de carbón de brezo, lo limpian de toda escoria, y de cualquier sustancia heterogénea que se le haya quedado. Le dan el punto para el que ha de ser destinado*"[285]. Este proceso tenía por finalidad *"purificar (el cobre) de las sustancias que lo hacen quebradizo y alguna vez darle también el grado conveniente de maleabilidad para forjarle, laminarle."*[286]. Este método fue aplicado a todos los cobres producidos por vía húmeda, tanto por cementación artificial como natural. Sobre el tipo de afino que se desarrolló en el establecimiento minero Fernández afirmaba "*que era la operación más perfecta que se verifica en Río Tinto*[287]*, sin embargo de ser una de las que requieren más práctica é inteligencia"*[288]*.*

Uno de los métodos de afino de cobre se realizaba en los hornos de reverbero, que son un tipo de horno rectangular, cubierto por una bóveda de ladrillo refractario, que reverbera o refleja el calor producido por el hogar, el combustible no está en contacto directo con la carga del horno, sino que lo calienta de forma indirecta. Durante el proceso, se removía la cáscara para que el calor actuara de la forma más uniforme. El carbón ubicado sobre la parrilla emanaba el calor que se reflejaba en la bóveda en el techo del horno, atravesaba el espacio que hay entre la solera, donde estaba la carga de cáscara de cobre. La alta temperatura producía la volatilización de las impurezas que junto con el humo del combustible se evacuaban por la chimenea ubicada en el extremo. La principal ventaja de este tipo de horno es que requerían poca o ninguna preparación de la carga[289].

Escosura nos ofrece una descripción de los empleados en Río Tinto, "*la plaza es circular y tiene a un lado la regilla con puerta el hogar y cenicero bastante profundo".* La bóveda era semiesférica e independiente del hogar. Se comunicaba con la chimenea

[285]MIÑANO Y BEDOYA, S. (1827): Diccionario geográfico – Estadístico....332.
[286]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 368-369.
[287]Sobre este particular AGUILAR ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones…*164, afirma lo siguiente: "*En realidad, conseguir una receta perfecta para el afino era prácticamente imposible en esta época, pues dado el desconocimiento de la naturaleza química exacta de los distintos minerales de cobre (sulfuros, óxidos, carbonatos, etc.) no podía saberse con exactitud las impurezas que contenían y, por tanto, el tiempo que se precisaba para eliminarlas*"
[288]FERNÁNDEZ, E. (1862): "Rápida ojeada… 691.
[289] VVAA 1976: Plan 76 Apuntes Tercer Curso, Tema 5 Metalurgia, Ingenieros Técnicos, Escuela Técnica Minera de Mieres, Asturias, 2.

por varios conductos verticales. El fuelle y la puerta de la trabajadera estaban enfrente uno de otro. La sangría se realizaba por el lado de la rejilla, recibiendo el metal en dos "vaciaderas". La plaza se conformaba con carbonilla compuesta por carbón y arcilla[290].

El proceso de afino comenzaba calentando el horno para poder fundir cobre, operación que tenía una duración de cinco horas. El afino tenía dos fases. En la primera se calentaba el cobre y se fundía, pero sin elevar mucho la temperatura, para eliminar casi totalmente el arsénico y el azufre. En la segunda fase la ventilación forzada oxidaba el hierro y los demás metales, y parte del cobre se oxidaba separándose de los demás metales, formándose también un poco de óxido cuproso[291].

Al cobre se le añadía carbonilla "de rato en rato" para facilitar la formación de escoria. También se iba muestreando el cobre con espetones de hierro, observando sobre todo la fractura, color y maleabilidad en una cuchara pequeña. El afino se daba por terminado cuando el cobre presentaba un color rojo, sin manchas blancas, y cuando al dejar de trabajarlo no se abría una fractura de grano fino. Advertidos todos estos indicios, se sangraba una de las vaciaderas y después se procedía a hacer lo mismo con la otra[292].

El cobre se enfriaba con agua. Una vez frío se levantaba con espetones entre cuatro hombres hasta una balsa cercana, con el fin de evitar la oxidación. Al enfriarse el cobre adquiría un color rojizo o "cochinilla" denominada "cobre roseta". Este proceso continúa hasta la última colada que se denomina "*el rey*"[293].

Cada 24 horas se afinaban 125 arrobas de cobre y se consumía un horno de leña[294]. Las escorias del proceso de afino contenían poco óxido de cobre, pero cantidades importantes de cobre metálico, sulfuro de cobre y de hierro, por eso se fundían al igual que el mineral tostado.

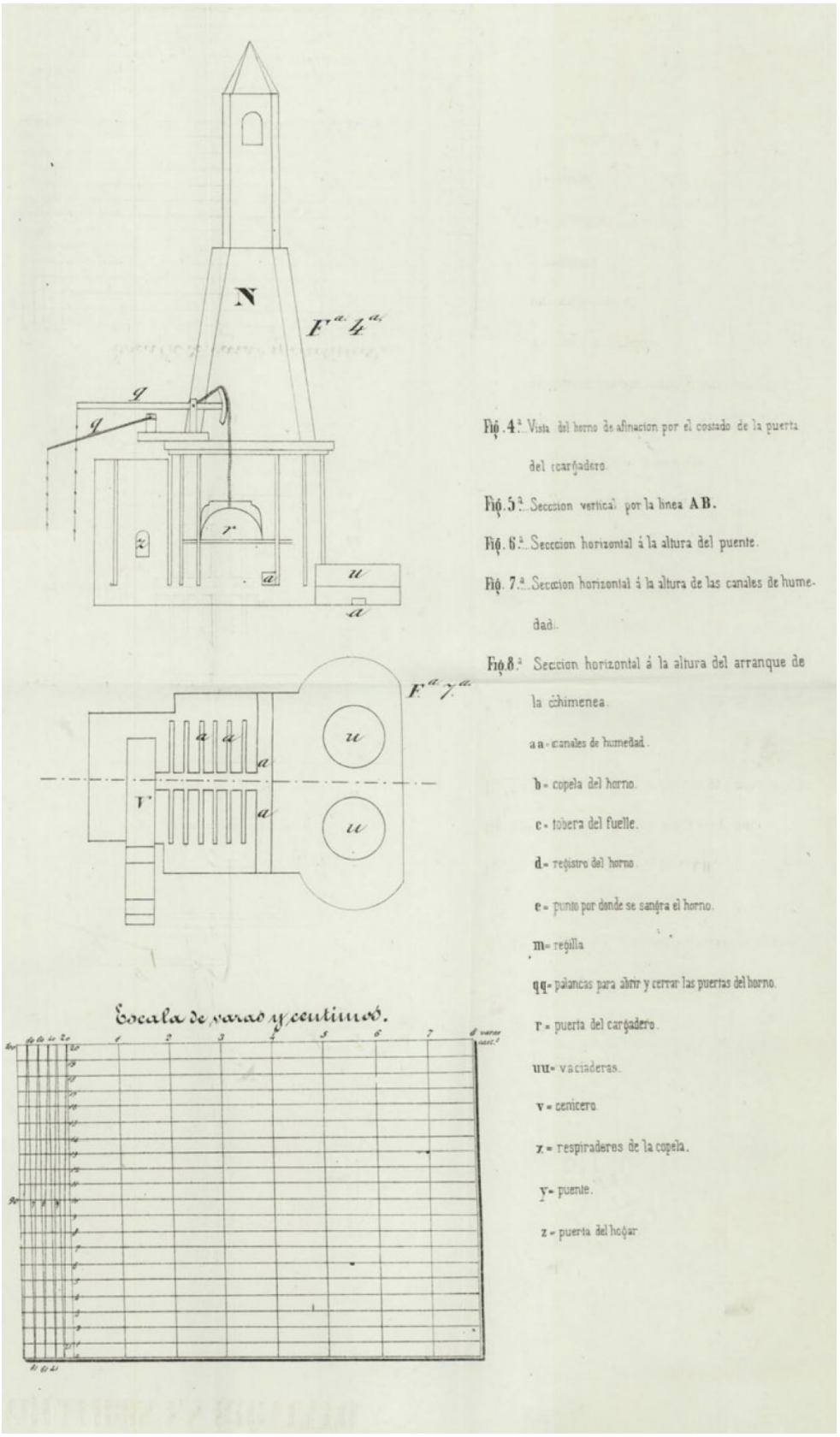
[290]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 370. Escosura propuso mejoras para el proceso de afino del cobre que consistireron en mantener el punto de oxidación del cobre durante un tiempo prolongado, manteniendo el cobre a una temperatura más elevada que para la fusión, incluso berlingando, (es decir "Remover el baño de cobre fundido con una vara verde se desprende vapor de agua, ó quizás gas hidrógeno, produciendo cierto hervor en el metal que facilita la oxidación del hierro". ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…373) para que la escoria resultante contuviera bastante óxido, el cual podría recuperarse en otros trabajos. Llegando incluso a plantear "traerse el cobre a punto" parando el fuelle, cubriendo de carbón el baño, cebando el hogar y escorificando hasta darle el grado de maleabilidad, ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…373.

[291]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 371-372.

[292]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…369.

[293]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…370.

[294] Horno de leña, originalmente compuesto por 20 cargas de combustible. Cada horno de combustible a su vez a 13 kilogramos. Sobre este particular ver ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición…359.



Plano 23a Horno de Afino de Río Tinto, detalle de la lámina V, Hornos de Fundición y de la Afinación establecidos en Río Tinto. ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición..., Anales de Minas III, 246.

El cobre de cementación se afinaba dos veces en el horno de reverbero. En la primera se obtenía una mata concentrada ("derretido") y en la segunda cobre negro, que una vez refinado daba como resultado un cobre fino que era sobre el 52 % de la mata original, además de unos 220 kilogramos de escorias con un 7 % de media de cobre[295]. El cobre negro sólo se afinaba una vez, y sólo dos veces cuando el pedido lo requería, lo cual no aconteció con frecuencia[296].

Al igual que en Inglaterra, en Río Tinto el afino y forjado se hizo en un solo proceso, a diferencia de otros sitios, como Alemania, donde primero se afinaba y después se lleva al punto conveniente de maleabilidad. El punto de afino se daba con martinetes, que se accionaban de igual forma que los fuelles, es decir mediante norias movidas por energía hidráulica[297].

[295]RÚA FIGUEROA, R. (1852): Estudio comparativo…22-24 nota 1.
[296]ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición… 370.
[297]MIÑANO Y BEDOYA, S. (1827): Diccionario geográfico – estadístico….332.

6.4.6. Terreros

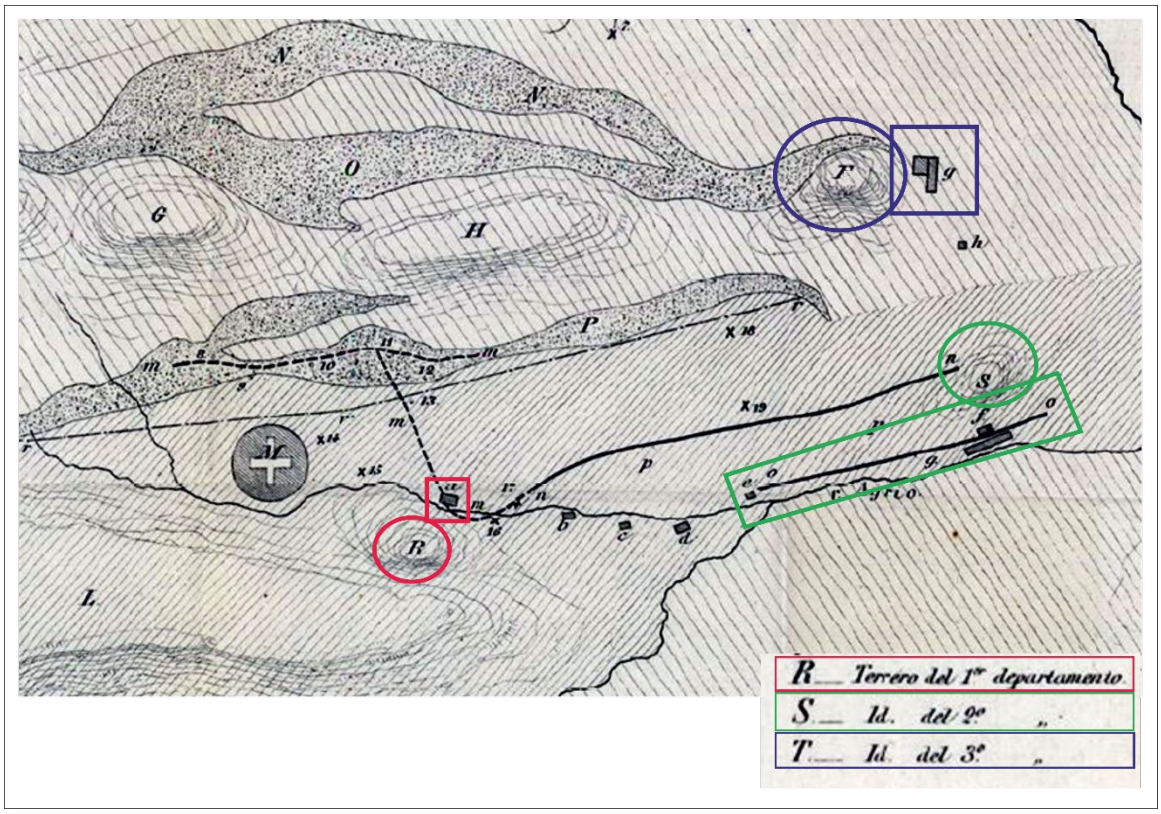
Los terreros son los acopios donde se fueron depositanto los minerales que se sacaban de los pilones disolvedores, que contenían aún cantidades no despreciables de cobre. Las operaciones de calcinado eran muy gravosas, durante ellas aumentaba la cantidad de sales férricas y con ello se propiciaba un excesivo consumo de hierro. Los minerales calcinados, considerados improductivos, fueron acumulados en los "terreros", cercanos a las zonas donde se desarrollaban las operaciones hidrometalúrgicas, (ver Plano 23b). El Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, en su página 8 los define como: "*El nombre dado a los grandes montones que se forman con los residuos de los minerales beneficiados por cementación. Conteniendo el mineral crudo que no se calcinó. Con el transcurso del tiempo y los agentes atmosféricos agua y sol y la renovación del aire se experimenta una especie de fermentación que en ocasiones produce la combustión oportuna*"[298]. Este sistema está documentado en Río Tinto al menos desde los años ochenta del siglo XVIII[299] y abarca todo el periodo que se trata en este trabajo.

Estos terreros de mineral lavado[300], sufrían una lenta calcinación espontánea gracias a los cambios atmosféricos [301], y daban lugar a lo que se podía considerar una telera de grandes dimensiones[302]. La abundancia de este mineral calcinado y lavado por la aguas de lluvia producía unas aguas enriquecidas en cobre que comenzaron a beneficiarse[303]. Por esta razón a partir de mediados del siglo XIX los terreros dejaron de ser considerados como improductivos y los calcinados se procesaron hasta tres veces.

El calcinado que se sacaba de los saturadores era secado y cribado. Dependiendo de las veces que hubiera sido procesado se denominaba de segunda o tercera. Esto dio lugar a grandes depósitos de minerales calcinados de los diversos tipos. El 1 de diciembre de 1870 en Río Tinto estaban depositadas 923.220,56 toneladas métricas[304].

[298]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 8.
[299] SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…*24.
[300] RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…70. Describe el proceso de aprovechamiento de los terreros y las posibles mejoras. El mismo autor en la página 71 describe el beneficio de los terreros como imperfecto.
[301] RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…70. En la nota nº 1 describe como personalmente vio combustiones espontáneas en los terreros 1º y 2º.
[302] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…* 101.
[303] RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…118. "un día de lluvia fuerte, de los que suele haber en el país, fue suficiente para hacer ver que de esos residuos salían aguas con sales férricas, ferrosas y cúpricas en disolución, las cuales dirigidas a los pilones o canales, precipitaban cobre".
[304]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales 1871, 22.

El sistema se mejoró cuando se comenzó a hacer pasar por los terreros las aguas de la Cueva del Lago, uno de los nacimientos de aguas vitriólicas donde surgía el río Tinto[305]. Los primeros canales que condujeron el agua hasta de la Cueva del Lago hasta los terreros fueron construidos en 1840 por Vicente López Prebe, con una extensión de 143,62 metros, y produjeron al mes unos 805 kilos de cascara de cobre de media. En 1856 el canaleo se aumentó hasta los 245,49 metros, pero la cantidad de cáscara descendió a 322 kilos, lo cual se debía según Casiano del Prado por el empleo de hierro dulce para cementar en vez de hierro colado[306]. Este sistema de aprovechamiento de los terreros fue muy beneficioso para los departamentos de Cerda hasta 1860 y Planes, hasta 1862, cuando volvieron a la Real Hacienda.

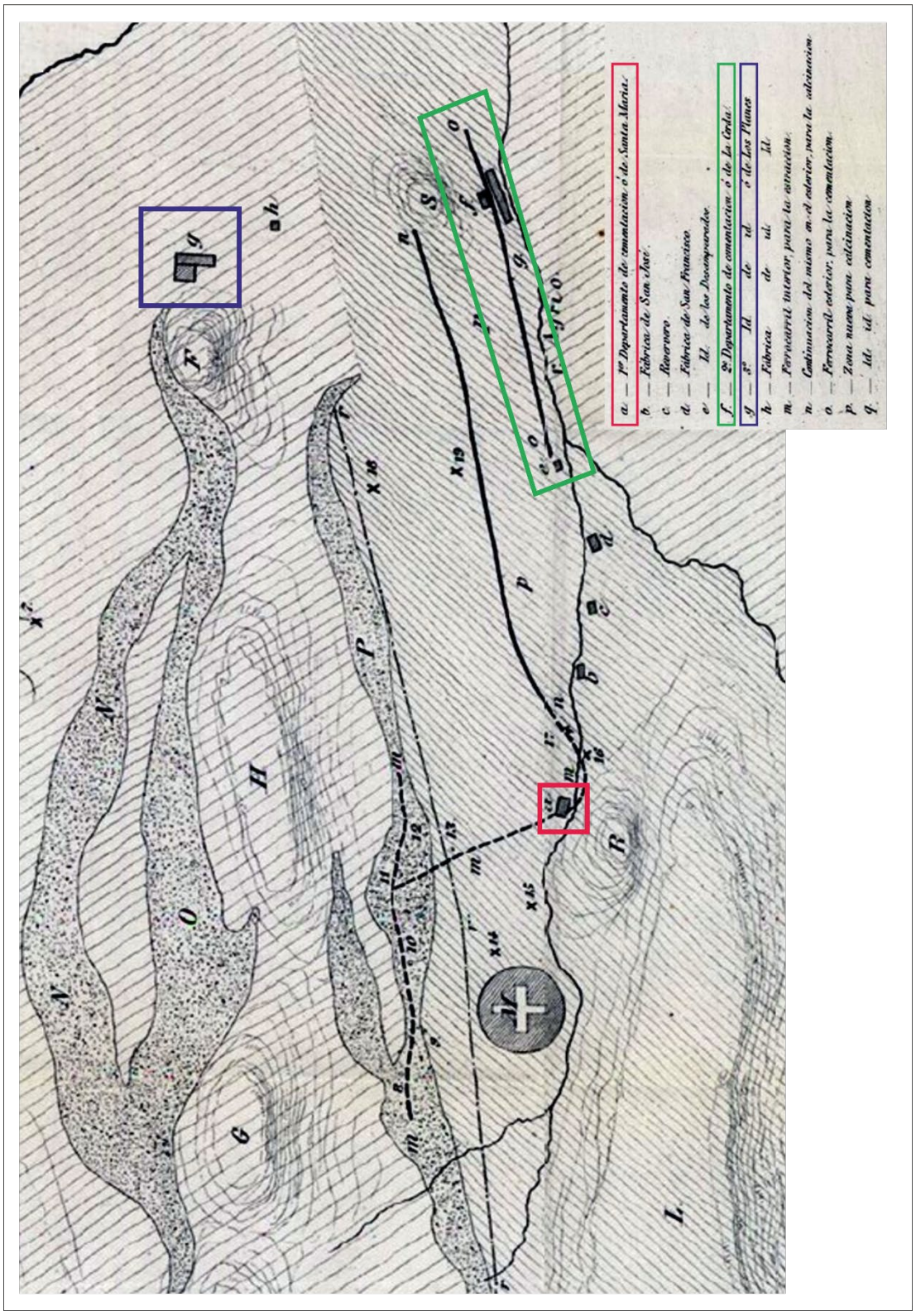


Plano 23b, Detalle del Plano Representación del Terreno, Criaderos y otros objetos de las Minas del Estado en Río Tinto según los trabajos de la Comisión de Visitas de 1867 y 68. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXI, 1870 lámina. Donde se recogen la ubicación de los Terreros junto a las cementaciones del Primer Departamento (Sta. María), Segundo Departamento (Cerda) y Tercer Departamento (Los Planes).

[305]RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto estudio…74. Afirma que el río Tinto tiene 20 gramos de mineral por litro, de ahí que el antiguo *Flumen Urium*, llevara al atlántico unos 3500 kilogramos de cobre al año.
[306]PRADO del C. (1856): *Minas de Río-Tinto…*23.

6.5. CEMENTACIONES PLANES, CERDA Y SANTA MARÍA

De las Cementaciones que estuvieron en operación en Río Tinto entre 1727 y 1873, actualmente sólo se conservan vestigios de la Cementación Planes y Cerda, Sta. María, aunque fue puesta en operación tras 1873, por su ubicación en la zona de entrada a Río Tinto, donde se construyó la estación del Coso fue desmontada. En este capítulo documentamos estas tres cementaciones durante época española e incorporamos la información a partir de 1873, hasta 1904 en el caso de Planes y hasta 1927 cuando finalizaron los trabajos en Cementación Cerda.



Plano 24, Detalle del Plano Representación del Terreno, Criaderos y otros objetos de las Minas del Estado en Río Tinto según los trabajos de la Comisión de Visitas de 1867 y 68. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXI, 1870 lámina. Donde se recogen las cementaciones del Primer Departamento (Sta. María), Segundo Departamento (Cerda) y Tercer Departamento (Los Planes).

.

6.5.1. Cementación Cerda

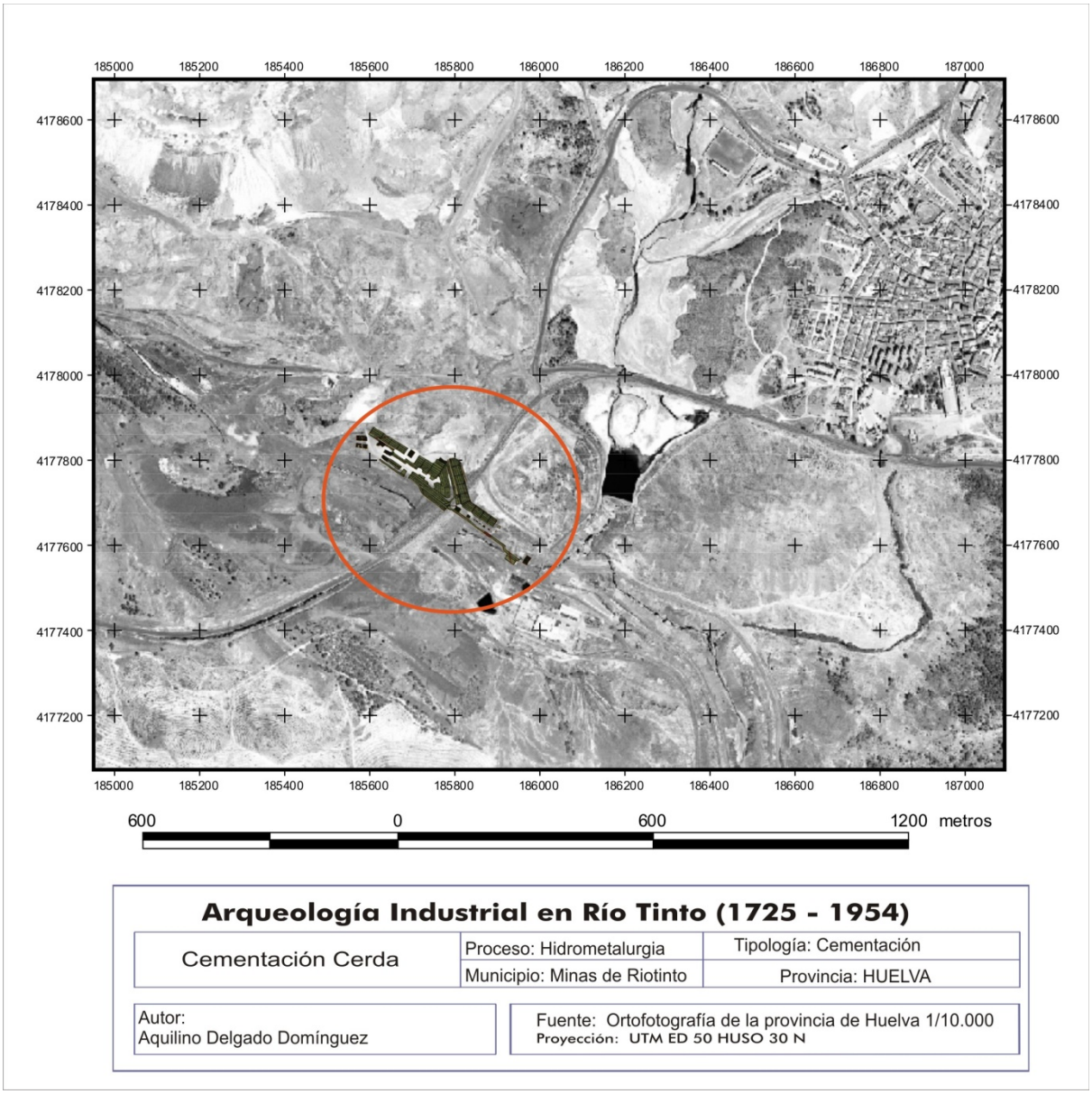
DENOMINACIÓN: Cementación Cerda

OTRAS DENOMINACIONES: Canaleo de Cerda / Corral Cerda

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185.775.66

Y: 4.177.764.13



Plano 25, Plano donde se ubica la Cementación Cerda sobre un plano actual.

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Río Tinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

CRONOLOGÍA: 1849 – 1927

DESCRIPCIÓN:

Instalación hidrometalúrgica donde se precipitaba cobre mediante el empleo de chatarra en los canales. La cementación Cerda original data de 1852, cuando Mariano de la Cerda la construyó para desarrollar su sistema de obtención de cobre por vía húmeda. En enro de 1860 pasó a manos del Estado[307].

Conocemos cómo eran las instalaciones por descripciones, pues los planos sólo reflejaban su ubicación (ver Plano 22 y 24), siendo el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871 la mejor fuente de información. El canaleo tenía tres secciones, primero con dos subsecciones de dos metros de largo por 0,50 de ancho y alto; el segundo tramo de 60 metros de largo estaba inutilizado; y el tercero tenía una longitud de 417 metros, con un ancho medio de 0,30 metros y 0,60 metros de alto [308].

También sabemos el número y estado de conservación de los distintos tipos de pilones. Dispupo de 48 pilones disolvedores, de los que sólo 28 estaban operativos en 1870 y cuatro reposadores que para la fecha de edición del Boletín de Ventas tenían un estado aceptable de conservación y diecinueve pilones cementadores con un estado de conservación medio[309].

En cuanto a los dos hornos de galera empleados para secar las bolas/briquetas de cáscara de cobre, estaban construidos en mampostería de ladrillos y hierro en las rejillas. Conocemos que tenían unas dimensiones el primero de 13 metros de largo, 3,5 metros de ancho y 2 metros de alto, y el segundo de 10,30 metros de largo por 3 metros de ancho y 2 metros de alto[310].

Esta cementación dispuso de dos parejas de fraguas y copelas alemanas para calcinar la cáscara para eliminar la humedad y el azufre, aunque esto no servía para quitarle el arsénico. Estas fraguas eran dobles y conocemos las dimensiones de las que

[307] ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 396
[308] *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* 1871, 23-26.
[309] *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* 1871, 23-25.
[310] *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* 1871, 23-25.

hubo en la fábrica de la Cerda. La primera pareja tenía 8 metros de largo por 2,20 metros de alto y 4,20 metros de ancho, y la segunda era de 8,50 metros de longitud, 2,20 metros de alto y 4,20 metros de ancho[311].

Con la venta de las Minas esta instalación pasó a manos de RTCL, quien la mantuvo en operación. Así el el 24 de junio de 1873 se pagaron 4.089 reales en concepto de sueldos a los trabajadores[312]. A partir de esta fecha fue dotada de un muro que la cercó, lo cual se mantuvo con las diversas ampliaciones de ahí que se denominara Corral Cerda (Ver Planos 27, 28 y fotos 66, 69 y 70).

Para 1878 se había aumentado al doble la superficie destinada a los canales, como se aprecia en el General Plan of Works de ese año (ver Plano 25)[313]. En 1879 se reconstruyeron buena parte de los tanques de Cementación Cerda para emplearse en el Primer Proceso Doetsch[314]. En 1886 en las Instrucciones de la Comisión del Consejo de Administración de Londres indicó que los canales de esta instalación dedicada al *Old Process*, Primer Proceso Doetsch[315] y como sus tanques no estaban en las mejores condiciones fue necesario repararlos[316].

Para 1895 se había aumentado la capacidad del canaleo de cerda en un 65 % con una superficie de 16.365,51 m^2 (ver Plano 27).

El sistema constructivo era de mampuestos de roca de caja (pizarras) trabado con mortero de cal. Los muros interiores estaban revocados con alquitrán y madera al igual que el suelo donde se disponía tablones de madera.

Los canales de esta cementación estaban distribuidos en series de nueve, a partir de 1890 cuando se había ampliado y regularizado, con unas dimensiones de 9,70 metros de longitud, de 1,35 metros de ancho y 0,75 metros de profundidad. Estos canales se subdividían mediante de compuertas de madera embreadas.

[311]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 71, Fábrica de cementación artificial, es una nave donde está el horno, un departamento de tres naves formadas de pilares y arcos, almacén de hierro, otro de brea y un tinglado donde se hacen bolas y se calcinan.
[312]Libro de Caja nº 78, 24-6-1873, 261 AHMFRT.
[313]GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa*…138. "En el plano de 1878…en un sector llamdo la Cerda, se observan ya unos nuevos estanques de cementación construidos por los ingleses".
[314]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines*… 245.
[315]Lejago 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instruction of Deputation 1886, 2, AMHFRT.
[316]Lejago 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instruction of Deputation 1886, 3, AMHFRT.

En 1899 se construyó un alpende para el Departamento de Secado, para resguardar de la lluvia y el extremo sol las briquetas de cáscara de cobre, lo cual supuso un coste de 56.058 reales[317].

En 1901 se ampliaron los canales[318] para compensar el cierre de los tanques de lavado de mineral menudo de Marismilla, Station y Planes[319]. El año siguiente se volvieron a ampliar los tanques y las dimensiones del túnel sur de drenaje[320]. En 1902 se adquirió e instaló un calcinador MacDougall, con un coste de 416.193 reales[321]. La paralización de los trabajos en cementación Planes en 1904 llevó la construcción de nuevos tanques de cementación en 1905[322]. En 1906 se construyó una planta cribadora para el mineral que se introducía en los tanques tuviera el mismo tamaño, lo cual supuso un gasto de 130.000 reales[323]

En 1908 se construyeron tanques de emergencias que permitieran mantener la producción de cáscara de cobre. Ese mismo año se elevó el muro de la presa de cobre[324]. Para recuperar cantidades susceptibles de cobre se comenzaron a utilizar aguas provenientes del túnel 11 o *main tunnel*, para lo que fue necesario su drenaje y del interior de los Pozos Amargos[325].

A partir de 1918 la producción de Cerda comenzó a ser igualada por la de cementación Naya donde se empezó a centralizar poco a poco todas las labores hidrometalúrgicas.

Para los trabajos de cementación el hierro era dispuesto formando un emparrillado en ángulo recto hasta unas catorce pulgadas, sobre la madera del suelo con una inclinación de 0.5 % en la entrada y 2% a la salida. Esta pendiente estaba diseñada para reducir el tiempo de contacto entre el agua ácida y el hierro, sobre todo al final del proceso cuando había menos aguas en suspensión y más ácido sulfúrico en el agua, evitando un excesivo gasto de hierro durante el proceso. Una vez finalizado el proceso y desaguados los canales, se retiraba la cáscara de los lingotes de hierro. Esta era enviada seca, embalada en sacos a Huelva para su embarque a los mercados

[317]Cost Statement 1926, Statement 12 AHMFRT.
[318]Cost Statemens 1901. Statement 15 AHMFRT.
[319]Cost Statemens 1900. Statement 13 AHMFRT.
[320]Cost Statement 1902. Statement 15. AHMFRT
[321]Cost Statement 1902, Statement 29. AHMFRT
[322]Cost Statement 1905. Statement 14. AHMFRT.
[323]Cost Statement 1905. Statement 14. AHMFRT.
[324]Cost Statement 1908. Statement 14. AHMFRT.
[325]Cost Statement 1906. Statement 32. AHMFRT.

internacionales, al Almacén General para su estocado y a la fundición donde también se enviaba húmeda.

El subproducto de este proceso, "Papucha" sales enriquecidas en cobre en torno al 20% de cobre y de 8 % de Arsénico, era retirado del fondo de los canales, haciéndose briquetas a mano (bolas) que secas al sol que eran calcinadas para eliminar el arsénico.

Las cantidad de mineral beneficiado pronto hizo necesaria la construcción de un ramal (*mines line*s) que permitiera el transporte por ferrocarril[326] (Ver Plano 27). El material que fue necesario mover a inicios del siglo XX de los campos de calcinación o terreros a los canales y de estos a los barbascos hizo necesario contar con maquinaria pesada para las labores de carga, descarga y material móvil. Así en 1908 se adquirió una excavadora de vapor de 70 toneladas[327]. En 1909 se adquirió una báscula ferroviaria con una capacidad de 18 toneladas[328] para pesar la cascara de cobre. En 1910 se construyó una Subestación Eléctrica para dar servicio a la Cementación Cerda[329]. A princicios de la I Guerra Mundial se amplió la maquinaria empleada en Cementación Cerda, así en 1914 se compró una cribadora portátil con motor y un vagón para la cribadora[330], una excavadora, la nº4 fabricada por Myers-Whaley[331] y una grúa electroimán para mover la chatarra desde el almacén a los canales[332] y en 1915 se añadió al inventario una grúa eléctrica nº8 con capacidad de 1 a 2 ½ toneladas[333]y una Trituradora de disco "Hecla" nº 79[334].

El agua ácida enriquecida en cobre para su posterior recuperación mediante hierro provenía de los terreros Nerva y Planes; de los tanques de lavado de mineral de Marismilla, Station y Planes[335]; de la fábrica de Sulfato de Cobre[336]; de contramina en Filón Sur, S. Dionisio, Filón Norte[337], Pozos Amargos[338] y Planes[339]. Desde 1879 el agua para esta cementación también provino del embalse de Marismilla. Esta agua fue

[326]Libro Diario nº 2 31-5-1879,77. AHMFRT.
[327]Cost Statement 1908, Statement 32, con un coste de 363.720 reales.
[328]Cost Statement 1909, Statement 30, se indica que el coste fue de 13.200 reales.
[329]Cost Statement 1910, Statement 24. Con un coste de 22.244 reales.
[330]Cost Statement 1914, Statement 22, costó 168.446 reales.
[331]Cost Statement 1914, Statement 22, con un costo de 149.680 reales.
[332]Cost Statement 1914, Statement 22, con un desembolso de 23.537 reales.
[333]Cost Statement 1915, Statement 33, que tuvo un coste de 100.704 reales.
[334]Cost Statement 1915, Statement 33, supuso un gasto de 36.776 reales.
[335]Hasta 1900. Cost Statemens 1900. Statement 13. AHMFRT.
[336] Hasta 1906. Cost Statement, Statement 22, 1906, AHMFRT.
[337]A partir de 1906. Cost Statement, Statement 12, 1906, AFRT.
[338]A partir de 1910. Cost Statement, Statement 12, 1910, AHMFRT.
[339]A partir de 1922. Cost Statement, Statement 12, 1922, AHMFRT.

impulsada por la Bomba Cornish ubicada al Sur del Cerro de los Molinos que fue construida en 1894 (ver foto 73 y Plano 29). Esta bomba tenía un chupón de bronce de 36". Esta bomba Cornish podía bombear 1000 m^3 por segundo desde el pantano de Marismilla. Estuvo en operación hasta 1928 cuando fue tan afectada por un accidente[340] que no se volvió a reparar siendo sustituida por 2 bombas centrífugas Sulzer de 8" de diámetro. El edificio de la bomba fue demolido en 1973.

El mineral calcinado lavado o barbasco era destinado a los terreros de Cerda, Nerva y Planes[341]. El agua fresca necesaria para las labores mineralúrgicas provenía de pequeñas fuentes en el valle del río Agrio. A partir del año 1874 del Dique nº 2 y con la construcción del Dique de Campofrío desde 1882 para agua fresca.

La energía empleada en cementación Cerda era a vapor, lo que se favoreció tras la construcción del Dique de Campofrío en 1883 que permitía disponer de un suministro regular y suficiente. En 1909 se comenzó la construcción de una subestación eléctrica[342], que se terminó en 1910[343] estando en servicio desde 1916 hasta el final de las operaciones de cementación Cerda[344].

A partir de 1926, RTCL, decidió centrar todas las operaciones en Cementación Naya, como demuestra el gasto de 11.939 pesetas[345] empleadas en reconstruir canales y la reorganización de los tanques para recibir las aguas enriquecidas en cobre procedentes de Cementación Cerda. A esto se le unió la reconstrucción de todos los canales de la serie media de Naya, con un costo de 182.786 pesetas y la construcción de la pista "A" para facilitar las operaciones también en Naya Tanks, que supuso un gasto de 31.526 pesetas[346].

El acicate para el fin de las operaciones en Cerda, que ya había sido previsto por RTCL, fue la explosión de la Bomba Cornish en 1928, que tuvo que pararse tras el accidente ocurrido al explotar el tubo expelente dentro del pozo que además de los destrozos en la instalación provocó la muerte de dos obreros, un fogonero y un bombero, que se encontraban en el pozo de la bomba[347] (ver Plano 29).

[340]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 65.
[341]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history of the Río Tinto mines,* Manuscrito Inedito. 255-259..
[342]Libro de Costes nº 629, 31-12-1909.AFRT
[343]Libro de Costes nº 637, 31-12-1910.AFRT
[344]Libro de Costes nº 654, 31-12-1927.AFRT
[345]Cost Statement 1926, Statement 12
[346]Cost Statement 1926, Statement 12
[347]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 65.

El fin de las operaciones hidrometalúrgicas no supuso el fin de "Cerda Yard", su cercanía al depósito de locomotoras determinó que entre 1938 y hasta 1940 se produjeran una serie de intervenciones en esta antigua planta de cementación para convertirla en una cernidora de carbón, principalmente para el parque móvil de locomotoras, para lo cual se invirtió 293.526 pesetas[348]. En 1941 autorizado por Londres, se instaló otra cernidora de carbón en Corral Cerda, lo cual tuvo un coste de 100.000 pesestas[349]. La última modificación documentada para esta fábrica fue la construcción de un depósito de Fuel Oil en 1950[350].

ESTADO DE CONSERVACIÓN:

Actualmente de esta instalación hidrometalúrgica sólo se conservan dos diques (Ver plano 28) y la chimenea del motor de vapor de uno de ellos. Esto se debe principalmente a los movimientos de tierra desarrollados desde 1927 y sobre todo los producidos entre 1986 y 1987 para la construcción de la actual carretera A-476 en el tramo de Minas de Río Tinto – Nerva, cuyo trazado cruza la ubicación de la cementación Cerda casi por el centro (Ver Plano 25).

PRODUCIÓN DE CÁSCARA DE COBRE DE CEMENTACIÓN CERDA 1897-1927

En la siguiente tabla exponemos el cobre producido en Cementacion Cerda entre 1897 y el final de las operaciones metalúrgicas en esta Cementación en 1927. Para esto hemos empleado la serie Cost Statements del Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, que abarcar el periodo entre 1897 y 1954**.** Hemos analizado y plasmado en esta tabla tres conceptos que creemos son muy importantes para esta investigación. La primera columna está dedicada a la procedencia de las aguas empleadas para cementar cobre y la cantidad de cobre producido a partir de ellas. Así es muy interesante ver como la sucesión de distintos procesos determinaran el origen de las aguas cuyo cobre fue precipitado en Cerda, así hasta que en 1900 fueron clausurados Nerva y Station y Marismilla Washing Tanks, sus aguas enriquecidas en cobre se destinaron a esta cementación. También se emplearon las aguas extraídas de las contraminas de Filón Sur, San Dionisio, Filón Norte y Pozos Amargos (Corta Lago). En cuanto a las aguas de los Terreros hasta 1911, conocemos que los licores provenientes de Terreros Nerva y Planes fueron destinadas a Cerda, a partir de ese año

[348]Cost Statement 1938 y 1940, Statement 29.
[349]Cost Statement 1941, Statement 29.
[350]Cost Statement 1941, Statement 29.

sólo se indica en los Cost Statement "Heaps", es decir Terreros, por lo que no podemos determinar el origen de las aguas que fueron conducidas a Cerda. También se emplearon en esta cementación material proveniente de la Fábrica de Sulfato de Cobre, del polvo recogido de las chimeneas y los tragantes de la Fundición e incluso el precipitado recogido en el muelle de Huelva durante las operaciones de carga.

La segunda trata de la cantidad de precipitado de cobre o cáscara producida anualmente entre 1897 y 1927, cuando finalizaron las operaciones, por último, en la tercera columna hemos reflejado el principal coste de producir cobre por vía húmeda, la cantidad de hierro empleada para obtenerlo y su coste.

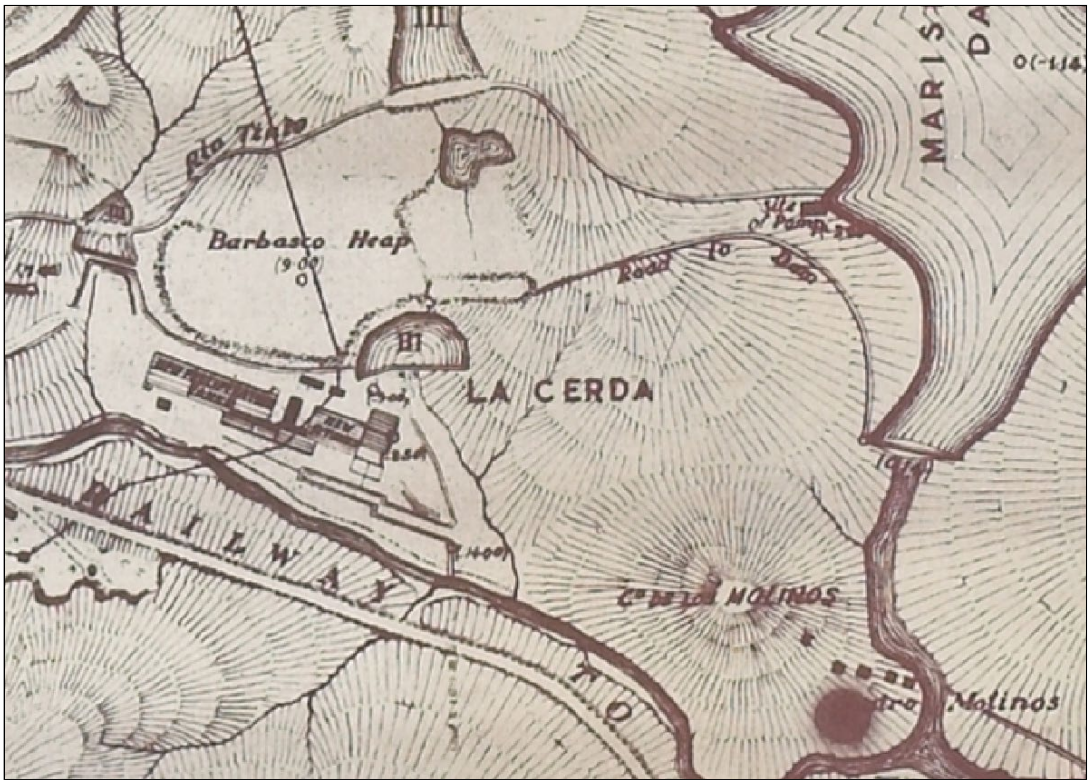
TABLA 1 PRODUCIÓN DE CÁSCARA DE COBRE DE CEMENTACIÓN CERDA 1897-1927

Año Statement	Cu producido en kilos de las aguas enviadas desde (From liquors received from)	Cobre Producido Total en kilos (Total Copper production for the year Sent Whasing, Drying, Bagging, Precipitate Cerda)	Hierro Consumido en kilos y su costo en Rvn / a partir 1926 en Ptas. *Pig iron consumed and their cost in Rvn, from 1926 in Ptas*
1897 14	Nerva Washing Tanks: 2.802.435 Nerva y Planes Terreros: 5.326.721 Filón Sur Contramina: 410.758 San Dionisio: 61.018 Station Washing Tanks: 641.973 Marismilla Washing Tanks: 594.570	9.837.435	15.655.764 = 4.801.001,94 Rvn
1898 14	Nerva Washing Tanks: 2.388.776 Nerva y Planes Terreros: 4.858.245 Filón Sur Contramina: 557.368 San Dionisio: 53.599 Station Washing Tanks: 588.616 Marismilla Washing Tanks: 572.549	9.019.153	13.107.185 = 4.769.263,06 Rvn
1899 14	Nerva Washing Tanks: 755.922 Nerva y Planes Heaps: 6.897.967 Filón Sur Contramina: 595.956 San Dionisio: 47.365 Station & Marismilla Washing Tanks: 1.095.756	9.392.963	12.850.221 = 4.955.060 Rvn
1900 14	Nerva Washing Tanks: 149.871 Nerva y Planes Heaps: 8.899.757 Filón Sur Contramina: 490.649 San Dionisio: 48.984 Station & Marismilla Washing Tanks: 210.270	9.808.531	12.750.400 = 5.881.837 Rvn
1901 12	Terreros Nerva y Planes: 10.533.823 Filón Sur Contramina: 423.337 San Dionisio: 40.401	10.999.831 Enviando a la Planta Bessemer: 730	14.122.749 = 7.864.424 Rvn
1902 15	Terreros Nerva y Planes: 10.988.518 Filón Sur Contramina: 466.793 San Dionisio: 86.416	11.541.757	14.867.836 = 6.829.286 Rvn
1903 15	Terreros Nerva y Planes: 11.290.624 Filón Sur Contramina: 593.118 San Dionisio Contramina: 103.126	12.040.761	15.526.520 = 6.395.795 795 Rvn

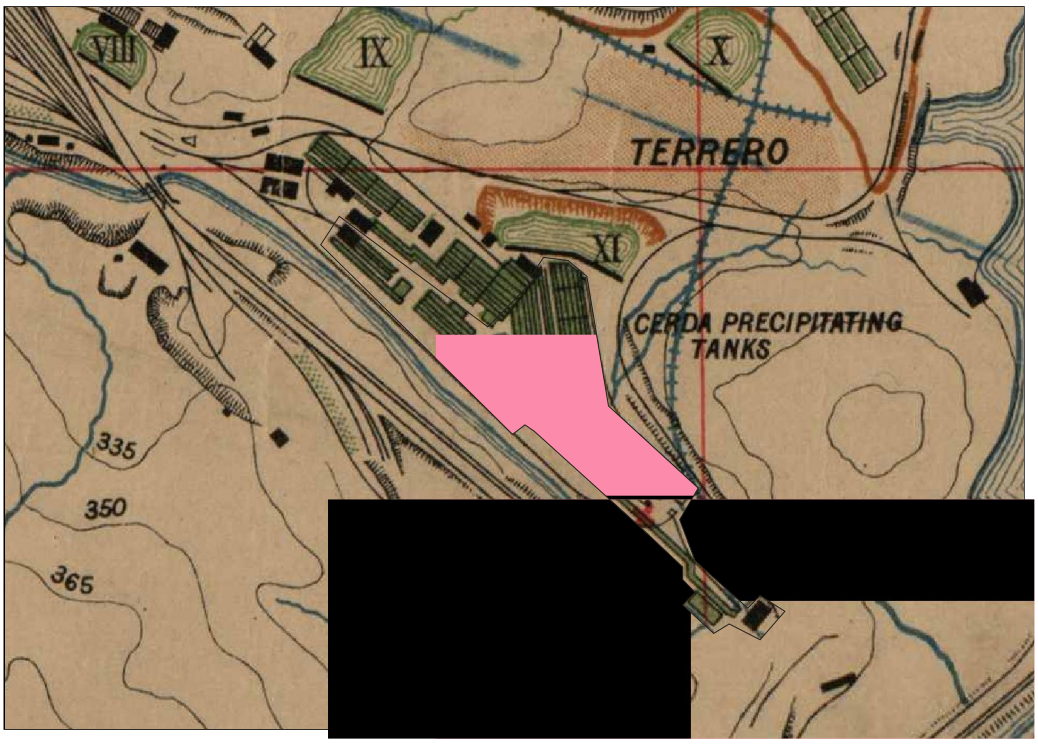
	Fábrica de Sulfato: 50.894		
1904 14	Terreros Nerva y Planes: 10.666.955 Filón Sur Contramina: 488.484 San Dionisio Contramina: 122.109 Filón Norte Contramina: 745.452 Fábrica de Sulfato: 109.895	12.132.895	15.627.168 = 6.214.100 Rvn
1905 14	Terreros Nerva y Planes: 10.222.507 Filón Sur Contramina: 499.300 San Dionisio Contramina: 107.805 Filón Norte Contramina: 480.388 Fábrica de Sulfato: 67.275	11.377.275	14.777.375 = 5.533.870 Rvn
1906 15	Terreros Nerva y Planes: 10.367.351 Filón Sur Contramina: 436.535 San Dionisio Contramina: 132.041 Filón Norte Contramina: 618.068 Fábrica de Sulfato: 132.745	11.686.740	15.157.441 = 5.510.889 Rvn
1907 17	Terreros Nerva y Planes: 9.480.551 Filón Sur Contramina: 534.175 San Dionisio Contramina: 132.041 Filón Norte Contramina: 618.068 Fábrica de Sulfato: 132.745	10.838.974	14.856.181 = 6.011.479 Rvn
1908 17	Terreros Nerva y Planes: 9.309.279 Filón Sur Contramina: 717.545 San Dionisio Contramina: 180.496 Filón Norte Contramina: 9.781 Fábrica de Sulfato: 6.682	10.714.781	15.052.869 = 5.981.288 Rvn
1909 15	Terreros Nerva y Planes: 8.612.013 Filón Sur Contramina: 604.449 San Dionisio Contramina: 142.628 Filón Norte Contramina: 819.374 Pozos Amargos (Corta Lago): 118,536 Fábrica de Sulfato: 184	10.297.184	14.364.255 = 5.249.682 Rvn
1910 15	Terreros Nerva y Planes: 6.117.329 Filón Sur Contramina: 989.912 San Dionisio Contramina: 115.172 Filón Norte Contramina: 1.418.159 Pozos Amargos (Corta Lago): 124.428	8.765.000	12.638.802 = 4.466.184 Rvn
1911 15	Terreros Nerva y Planes: 6.692.861 Filón Sur Contramina: 1.228.853 San Dionisio Contramina: 137.644 Filón Norte Contramina: 1.504.032 Pozo Amargo (Corta Lago): 116.610	9.680.000	12.623.735 = 4.402.491 Rvn
1912 16	Terreros (no se indica cuales a partir de este año): 8.340.651 Filón Sur Contramina: 1.074.629 San Dionisio Contramina: 119.340 Filón Norte Contramina: 1.509.332 Pozos Amargos (Corta Lago): 138.048	11.18.000	14.649.573 = 5.232.452 Rvn
1913 12	Terreros:7.199.576 Filón Sur Contramina: 828.178 San Dionisio Contramina: 92.245 Filón Norte Contramina: 915.483 Pozos Amargos (Corta Lago): 104.518	9.140.000	12.348.019 = 5.236.176 1914 Rvn
1914 12	Terreros: 7.139.731 Filón Sur Contramina: 1.034.099 San Dionisio Contramina: 118.467 Filón Norte Contramina: 948.780 Pozos Amargos (Corta Lago): 73.923	9.335.000	13.069.000 = 5.320.573 Rvn
1915 12	Terreros: 7.079.126 Filón Sur Contramina: 1.095.609 San Dionisio Contramina: 121.643 Filón Norte Contramina: 1.128.556 Pozos Amargos (Corta Lago): 115.014 Tratamiento de polvo de tragantes: 50.052	9.590.000	16.246.220 = 6.879.839 Rvn
	Terreros: 7.292.217		

1916 12	Filón Sur Contramina: 872.263 San Dionisio Contramina: 97.624 Filón Norte Contramina: 1.175.066 Pozos Amargos (Corta Lago): 117.730 Precipitado barrido del muelle de Huelva: 726.000	9.555.736	15.727.500 = 8.436.623 Rvn
1917 12	Terreros: (sin procedencia): 8.338.457 Filón Sur Contramina: 957.568 San Dionisio Contramina: 106.329 Filón Norte Contramina: 1.201.189 Pozos Amargos (Corta Lago): 122.457	10.735.000	16.102.500 = 11.017.537 Rvn
1918 12	Terreros: 6.393.310 Filón Sur Contramina: 393.347 San Dionisio Contramina: 43.617 Filón Norte Contramina: 657.869 Pozos Amargos (Corta Lago): 131.857	7.620.000	12.305.000 = 13.629.452 Rvn
1919 12	Terreros: 8.013.101 Filón Sur Contramina: 260.583 San Dionisio Contramina: 54.916 Filón Norte Contramina: 847.199 Pozos Amargos (Corta Lago): 134.201	9.310.000	13.699.000 = 17.485.372 Rvn
1921 12	Terreros: 8.473.962 Filón Sur Contramina: 222.488 San Dionisio Contramina: 67.227 Filón Norte Contramina: 576.178 Pozos Amargos (Corta Lago): 146.237	9.486.092	13.286.071 = 11.572.697 Rvn
1922 12	Terreros: 10.525.893 Filón Sur Contramina: 63.523 San Dionisio Contramina: 23.340 Filón Norte Contramina: 395.097 Pozos Amargos (Corta Lago): 177.407	11.185.260	15.003.801 = 8.767.657 Rvn
1923 12	Terreros: 8.439.020 Filón Norte Contramina: 294.398 Pozos Amargos (Corta Lago): 153.605	8.887.623	12.730.780 = 7.098.509,32 Rvn
1924 12	Terreros: 9.682.368 Filón Norte Contramina: 423.863 Pozos Amargos (Corta Lago): 126.378 Pozo Maestro Planes: 48.143	10.278.752	15.565.189 = 10.216.020 Rvn
1925 12	Terreros: 8.647.450. Filón Norte Contramina: 238.602 Pozos Amargos (Corta Lago): 138.869 Pozo Maestro Planes: 306.000	9.025.227	16.161.000 = 10.384.660 Rvn
1926 12	Terreros: 9.048.658 Filón Norte Contramina: 296.921 Pozos Amargos (Corta Lago): 227.900	9.573.479	12.190.000 = 1.782.533 Ptas
1927 12	Terreros: 4.873.889 Filón Norte Contramina: 230.003 Pozos Amargos (Corta Lago): 209.007	5.312.899	7.361.000 = 976.276 Ptas

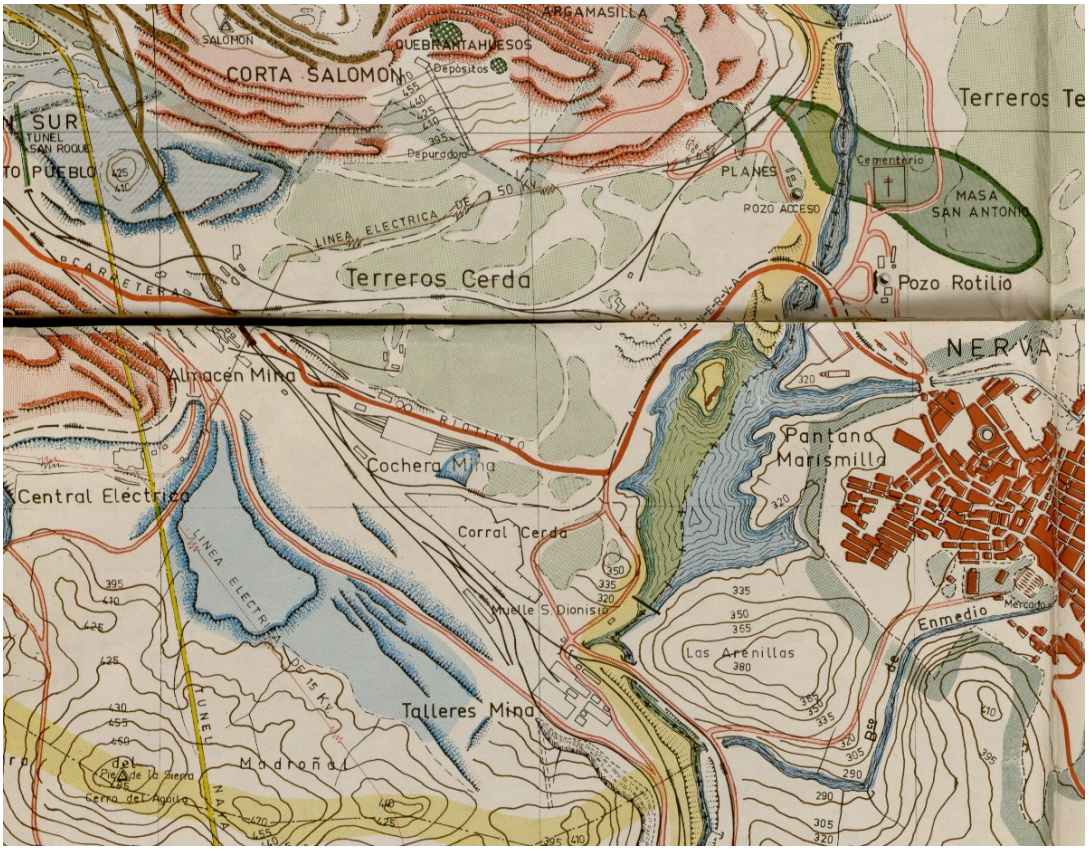
Fuente: Cost Statement 1897 – 1927.



Plano 26 Detalle del Plan of Works de 1878, donde se aprecia cómo era la Cementación Cerda para ese año y donde todavía se mantiene el nombre antiguo en español aplicado a los terreros, Barbasco. AHMFRT.



Plano 27 Detalle de Cementación Cerda Plano A-2875. 1891 AHMFRT. En transparencia se señala la evolución de esta instalación mineralúrgica que aumentó la superficie destinada a los canales en un 65 % en 17 años.



Plano 28 Detalle del Plano de los Trabajos de Explosivos Río Tinto 1975 AHMFRT, donde se indica el topónimo Corral Cerda.

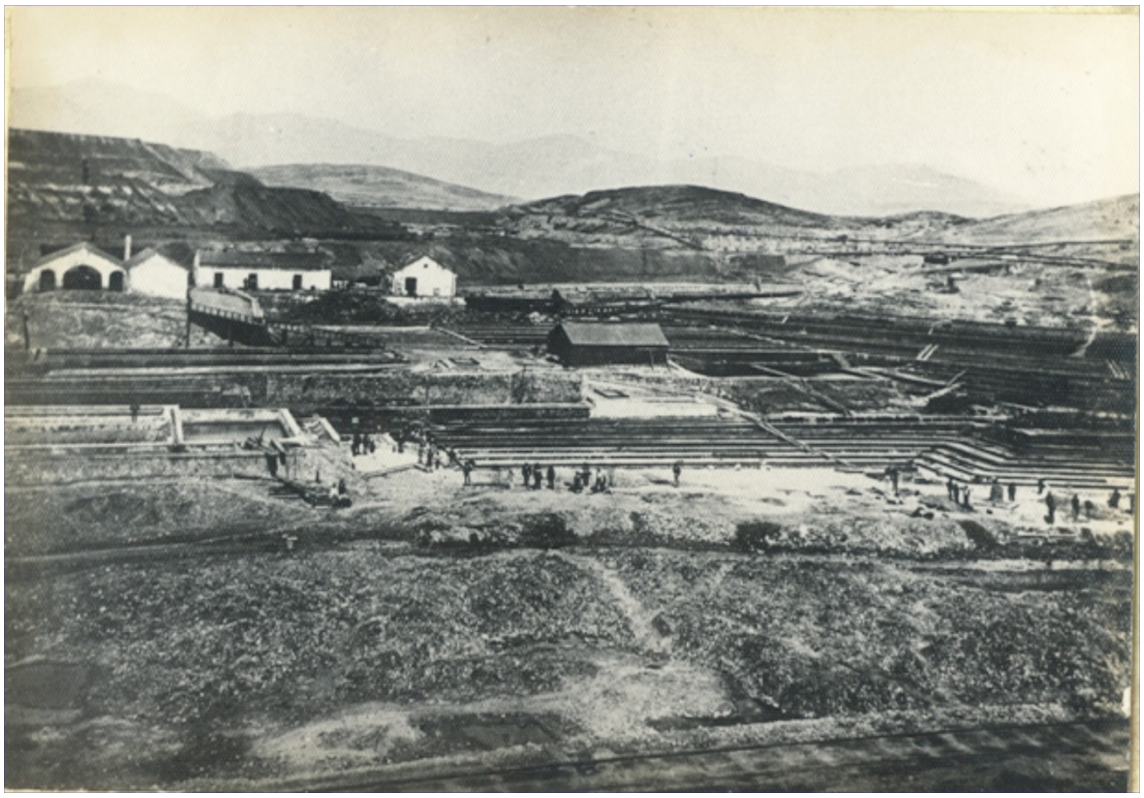


Foto 67, Cementación Cerda, vista general. 1897. AHMFRT.



Foto 68, Cementación Cerda, detalle de los canales con chatarra. 1900. AHMFRT.

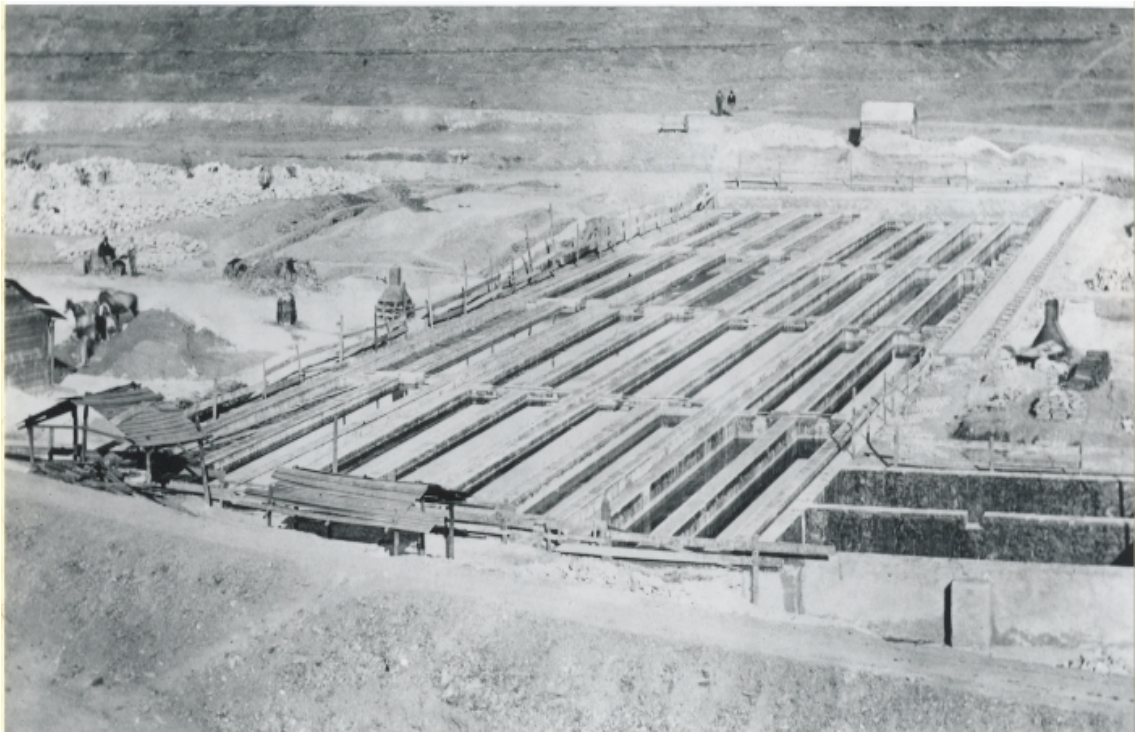


Foto 69, Detalle de los canales medianos centrales de Cementación Cerda desde el Norte. 1890. AHMFRT.



Foto 70, Vista de los canales de Cementación Cerda desde el Este. En esta fotografía se aprecia el muro que perimetraba la cementación y una de sus puertas, por la que se le denominó Corral Cerda, 1905. AHMFRT.

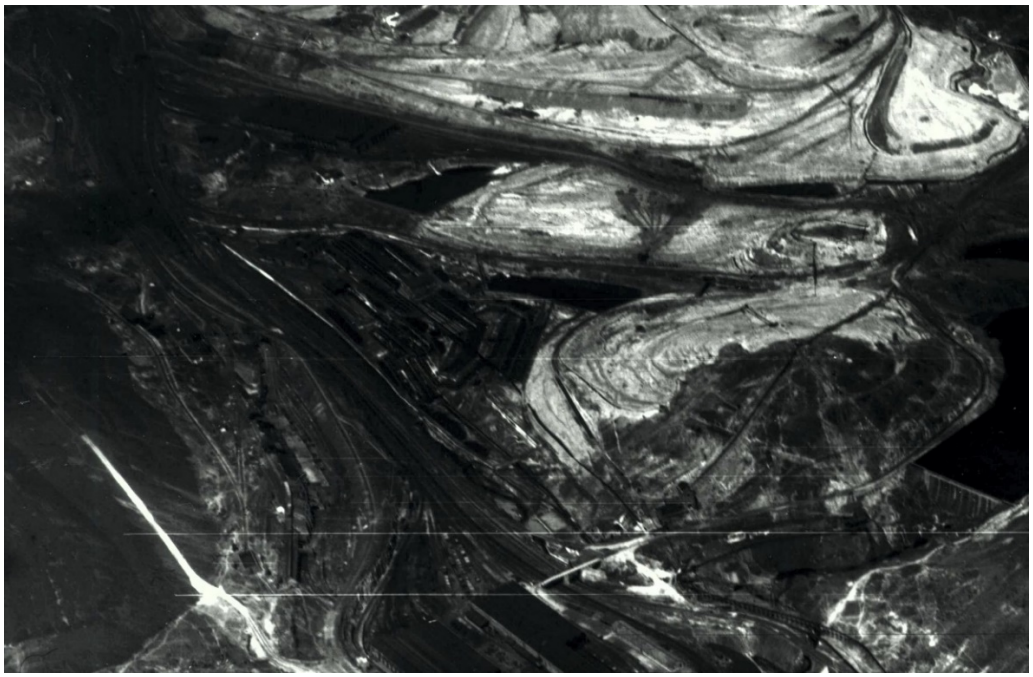


Foto 71 Detalle de vista aérea de la Cementación Cerda, fuera de operación, 6 de abril de 1929. AHMFRT.



Foto 72 Vista trasera desde el NO de la Cementación Cerda, 1934. Col. Salkield.



Foto 73a (arriba) Vista desde el SE de la Bomba Cornish 1960. Col. Salkield.

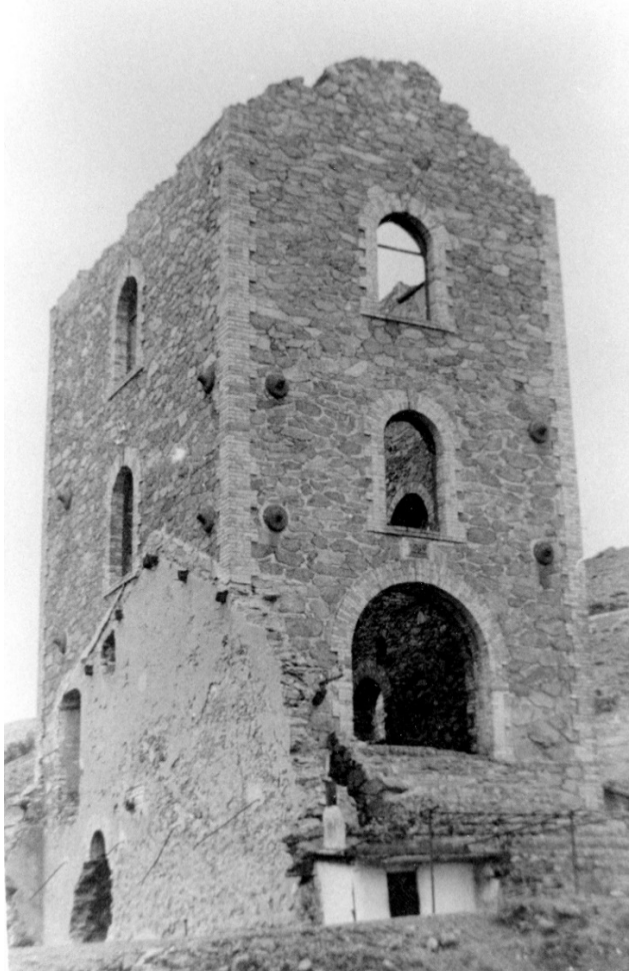
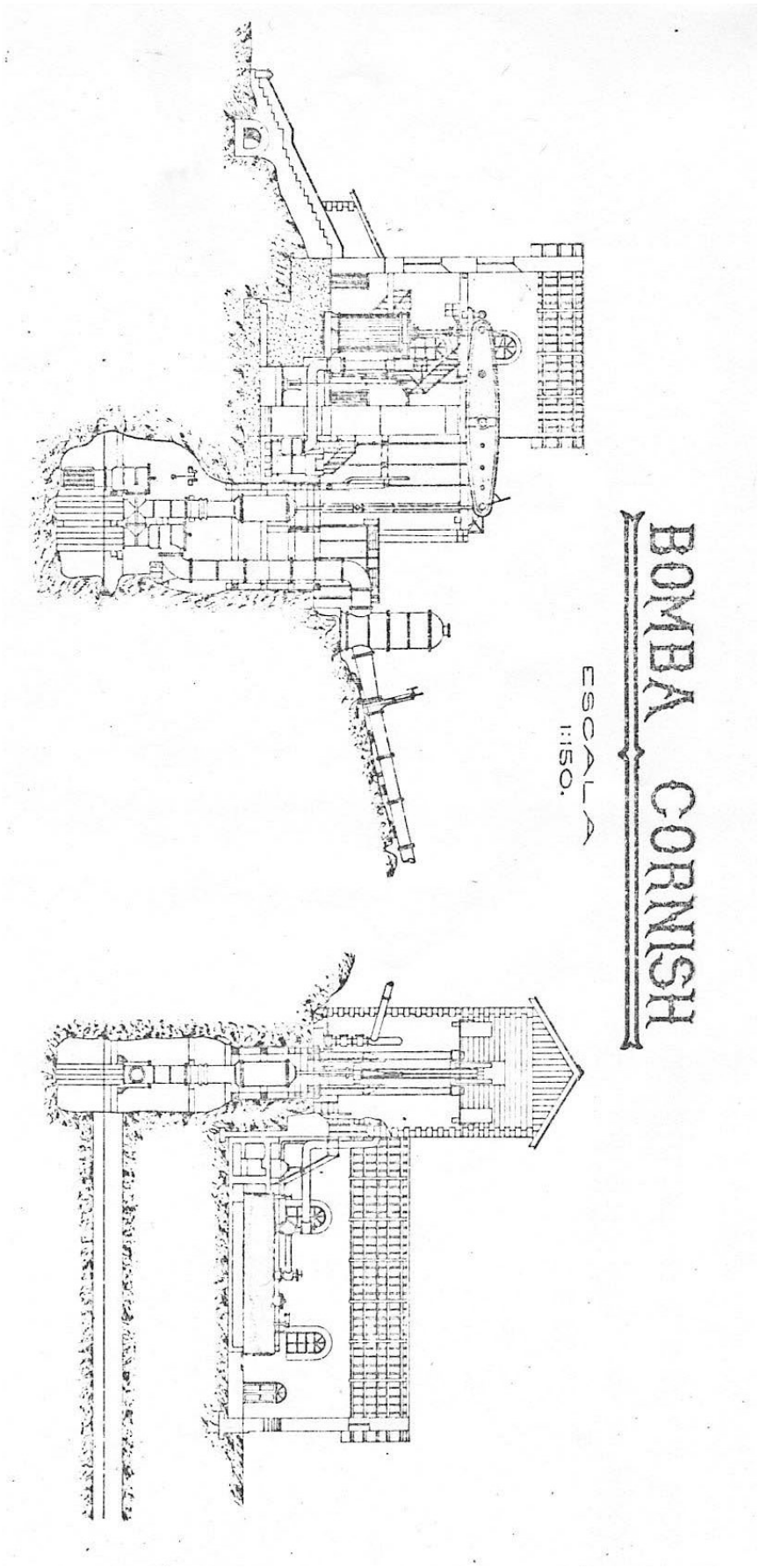


Foto 74 Vista de detalle de la Bomba Cornish ubicada al S del Cerro de los Molinos, que fue construida en 1892 y estuvo en operación hasta 1929, siendo demolida en 1972. 1960. Col. Salkield.



Plano 29 Plano de la Bomba Cornish ubicada al Sur del Cerro de los Molinos. Salkield. L. U. (1984), 255c.

6.5.2. Cementación Planes

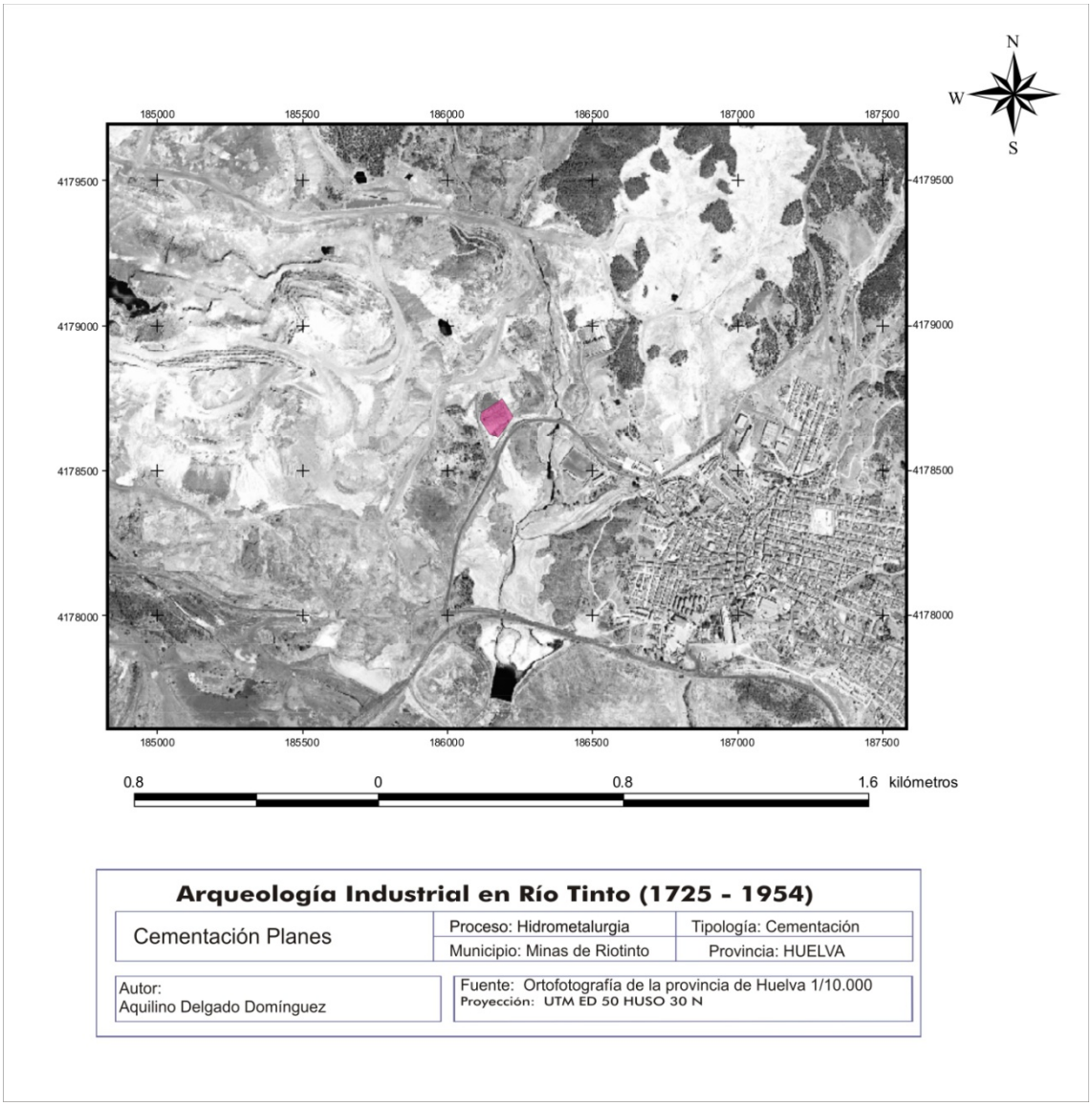
DENOMINACIÓN: Cementación Planes

OTRAS DENOMINACIONES: Canaleo de Planes

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 186161.54002

Y: 4178691.07424



Plano 30 Cementación Planes

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Río Tinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

CRONOLOGÍA: 1838 – 1904

DESCRIPCIÓN:

En la zona de Planes comenzaron los trabajos hidrometalúrgicos en 1838. En 1845, la Empresa Remisa, arrendataria de Río Tinto desde 1829 y cuyo contrato finalizaba 1849, construyó y subarrendó Los Planes[351] a Felipe Prieto quien tenía un "privilegio por la invención de un descubrimiento químico para utilizarlo para beneficiar minerales cobrizos"[352], incluyéndose en ese contrato el compromiso de la afinación del cobre precipitado que se produjera en Los Planes a un precio de 57,5 reales por cada arroba de cobre[353]. Este contrato de Los Planes continuó hasta 1862[354], cuando volvió a pasar a manos del Estado hasta la venta de las minas en 1873 (Ver plano 24).

La cementación de Los Planes tenía cinco tramos de canales donde se beneficiaban aguas de cementación, tres ubicados al Sur. El primero de los cuales tenía 2,30 metros de largo por 0.70 metros de alto y 1,2 metros de ancho. El segundo tenía 170 metros de largo por 2,80 metros de ancho y 0,70 metros de alto, que estaba en desuso por no disponer de buenas condiciones de conservación en 1870. Y dos ubicados al Norte que tenían dos metros de largo, por tres de ancho y uno de alto, donde se beneficiaba el agua proveniente de los terreros[355].

Gracias al Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales, conocemos cómo era la cementación a finales de la gestión del Gobierno Español de Río Tinto, que no era muy buena para inicios de los años 70 del siglo XX. Así esta cementación disponía de 20 pilones saturadores a poniente de los que sólo cinco eran operativos y a levante los ocho pilones que no estaban en buenas condiciones de conservación. Los pilones reposadores de Los Planes no tenían un buen estado de conservación. En cuanto a los

[351]EZQUERRA DEL BAYO, F. (1852): *Memorias sobre las Minas*... 74.
[352]ELHUYAR, F. (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto… 5. En la nota nº2 se critica el sistema iniciado por Prieto, cementación artificial por ser de más aprovechamiento el haber fundido el mineral para la obtención de cobre, no siendo este método muy provechoso cita a SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines, des fonderies*. Le tout augmenté de plusieurs procédés & observations, publié par M. Hellot. Vol. II, 2nd. ed. Hérissant & Pissot, 1764, Paris, 100-105.
[353]FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto…*65.
[354] ALDANA y GOITEA, L (1875): *Las Minas de Río Tinto…*401
[355]*Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* 1871, 23-26.

pilones cementadores, de los diecisiete que había en Los Planes, cinco tenían un deficiente estado muy deficiente de conservación y ocho estaban inutilizados

Esta cementación dispuso de dos tipos de hornos de galeras: el primero era similar a los hornos de pan, con unas dimensiones de 5 metros de largo, por 5 de ancho y 1,80 metros de alto; y el segundo era un horno secador de galera como los anteriores, con 7 metros de largo por 3, 40 de ancho y 1,80 de alto. Además de los descritos, había otros dos en estado ruinoso [356].

En 1875 se construyó un tramo de ferrocarril que sustituyera el anterior del Tramway, para transportar el mineral desde la zona de extracción a la zona de calcinación, el hierro hasta la cementación y el cobre extraído hacia la zona de almacenamiento[357].

En 1876[358], tres años después de la compra de Río Tinto al Estado, se reformó y amplió esta cementación, que benefició las aguas provenientes del río Tinto, del Dique, Terreros Naya, Terreros Planes y de la fábrica de Sulfato de Cobre[359]. Desde 1879 fue empleada en el Proceso Doetsch, como se recoge en el esquema que se recoge en el legajo 100 B 35 donde se indica la proveniencia de los minerales, las aguas y el cobre producido. En 1882 se volvió a adaptar para el segundo Proceso Doetsch[360].

En 1886 en las Instrucciones de la Comisión del Consejo de Administración de Londres, se recoje que esta instalación se empleaba en el Segundo Proceso Doetsch o F.C. Process[361] y como sus tanques no estaban en las mejores condiciones ordenaron repararlos[362].

Siguió empleándose en el F.C. Process hasta junio de 1894[363]. Posteriomente continuó con el sistema de lavado de mineral calcinado hasta 1903[364], cuando estuvo operativa durante cuatro meses.

El agua empleada en esta cementación fue conducida por gravedad mediante canales de madera embreada, de los que se conservan algunos tramos (Ver fotos 113 – 114), también existió una bomba que fue demolida tras el final de la operación de esta

[356] *Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales* 1871, 23-26.
[357] Legajo S 103, Reports of the directors, 1875, 2.
[358] Libro de Caja nº 78, 31-12-1876. Donde se recoge el pago de una gratificación a los trabajadores por valor de 40 reales por la construcción del dique, canales y edificios.
[359] Cost Statement 1903, Statement nº 16, 22.
[360] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.
[361] Lejago 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instruction of Deputation 1886, 2, AMHFRT.
[362] Lejago 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instruction of Deputation 1886, 3, AMHFRT.
[363] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 241.
[364] Cost Statement 1903, Statement nº 15, AHMFRT.

cementación poco antes del inicio de la Guerra Civil, pues aparece indicada en el plano de 1932.

Esta cementación tiene una superficie de 7591,12 m^2. Existen 32 canales en la zona norte y 60 en la zona sur de los que conserva el trazado completo en un 78%. Las dimensiones de los canales son 75 metros de longitud, por 1,80 metros de ancho por 0,70 metros de altura. Los muros presentan dos anchuras: 0,45 metros y 1,10 metros. La orientación es S.O. – N.O. (Ver Plano 35 y fotos 93 -97, 99, 100 -103).

El sistema constructivo es de mampuestos de pizarras, roca de caja muy abundante, trabadas con mortero de cal. Los muros interiores estaban revocados con alquitrán y madera al igual que el suelo donde se disponía tablones de madera, conservándose en algunos puntos restos del acabado (Ver fotos 107 – 112).

Al S.O. de la cementación se ubicaban las dos piletas decantadoras, construidas con el sistema descrito, de 10, 80 metros de largo por 6,40 metros de largo y 0,90 metros de profundidad (Ver Plano 35, ver fotos 98, 105 y 106). Donde llegaba el agua enriquecida en cobre desde Terreros Naya y Planes; Tanques de lavado de Planes; Tanques de lavado de cementación Nerva y Tanques de la fábrica de Sulfato de Cobre[365]. Desde este punto el agua se distribuía por su propio peso, en dirección S.O. – N.O. donde los canales tenían menos pendiente en la entrada un 0,5% y más en la salida, donde tenía un 2%, pues se pretendía que aumentara la velocidad del agua ácida para que se redujera el tiempo de contacto de la solución y los lingotes de forma que se redujera el consumo de hierro. Mediante compuertas de madera se controlaba el movimiento de las “legías” y se podía sacar el precipitado (Ver fotos 111-112). Una vez finalizado el proceso de cementación, ya explicado en los capítulos precedentes, se pasaba a la separación de la cáscara de cobre en la planta de descascarillado. Desde donde una vez lavada, seca y empaquetada en sacos era enviada a Cementación Cerda[366].

En época británica desde 1879 fue empleada en el Proceso Doetsch, como se recoge en el esquema del legajo 100 B 35 donde se indica la proveniencia de los minerales, las aguas y el cobre producido. Siguió empleándose en el F.C. Process hasta

[365] Cost Statement 1897 – 1904, AHMFRT.
[366] Cost Statement 1897 – 1904, AHMFRT.

enero de 1895. Posteriomente continuó con el sistema de lavado de mineral calcinado hasta 1903[367], cuando estuvo operativa durante cuatro meses.

PRODUCIÓN DE CÁSCARA DE COBRE (*FINE COPPER*) DE CEMENTACIÓN PLANES 1897-1902

En la siguiente tabla exponemos el cobre producido en Cementación Planes entre 1897 y el final de las operaciones metalúrgicas en esta Cementación en 1903[368]. Para esto hemos empleado la serie Cost Statements del Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto. Hemos analizado y plasmado en esta tabla tres conceptos que creemos son muy importantes para esta investigación. La primera columna está dedicada a la procedencia de las aguas empleadas para cementar cobre y la cantidad de cobre producido a partir de ellas. Así es muy interesante ver como la sucesión de distintos procesos determinaran el origen de las aguas cuyo cobre fue precipitado en Cerda, así hasta que en 1900 fueron clausurados Nerva y Planes Washing Tanks, sus aguas enriquecidas en cobre se destinaron a esta cementación. En cuanto a las aguas de los Terreros hasta 1903, conocemos que los licores provinieron de Terreros Nerva y Planes, además de la Fábrica de Sulfato de Cobre.

La segunda trata de la cantidad de precipitado de cobre o cáscara producida anualmente entre 1897 y 1903, que fue enviado a Washing, Drying & Bagging Precipitate Cerda. Por último, en la tercera columna hemos reflejado el principal coste de producir cobre por vía húmeda, la cantidad de hierro empleada para obtenerlo y su coste.

TABLA 2 PRODUCIÓN DE CÁSCARA DE COBRE DE CEMENTACIÓN PLANES 1897-1903

Año & Statements	Cu en kilos producido de las aguas enviadas desde	Cobre Producido Enviado Washing, Drying & Bagging Precipitate Cerda, Total en kilos	Hierro consumido (kilos) y su costo en Rvn
1897 15	Nerva Washing Tanks: 19.059 Nerva y Planes Heaps: 2.084.396 Planes Washing Tanks: 16.003 Sulphate of copper works: 4.308	.123.766	3.273.311 = 1.006.154 Rvn
1898 15	Nerva Washing Tanks: 1.859.120 Nerva y Planes Heaps: 141.525 Planes Washing Tanks: 118.636 Sulphate of copper works: 27.509	2.146.799	13.148.016 = 1.037.400 Rvn
1899 15	Nerva Washing Tanks: 1.577.484 Nerva y Planes Heaps: 35.800 Planes Washing Tanks: 3.745 Sulphate of copper works: 107.298	1.724.327	2.504.386 = 969.586 Rvn

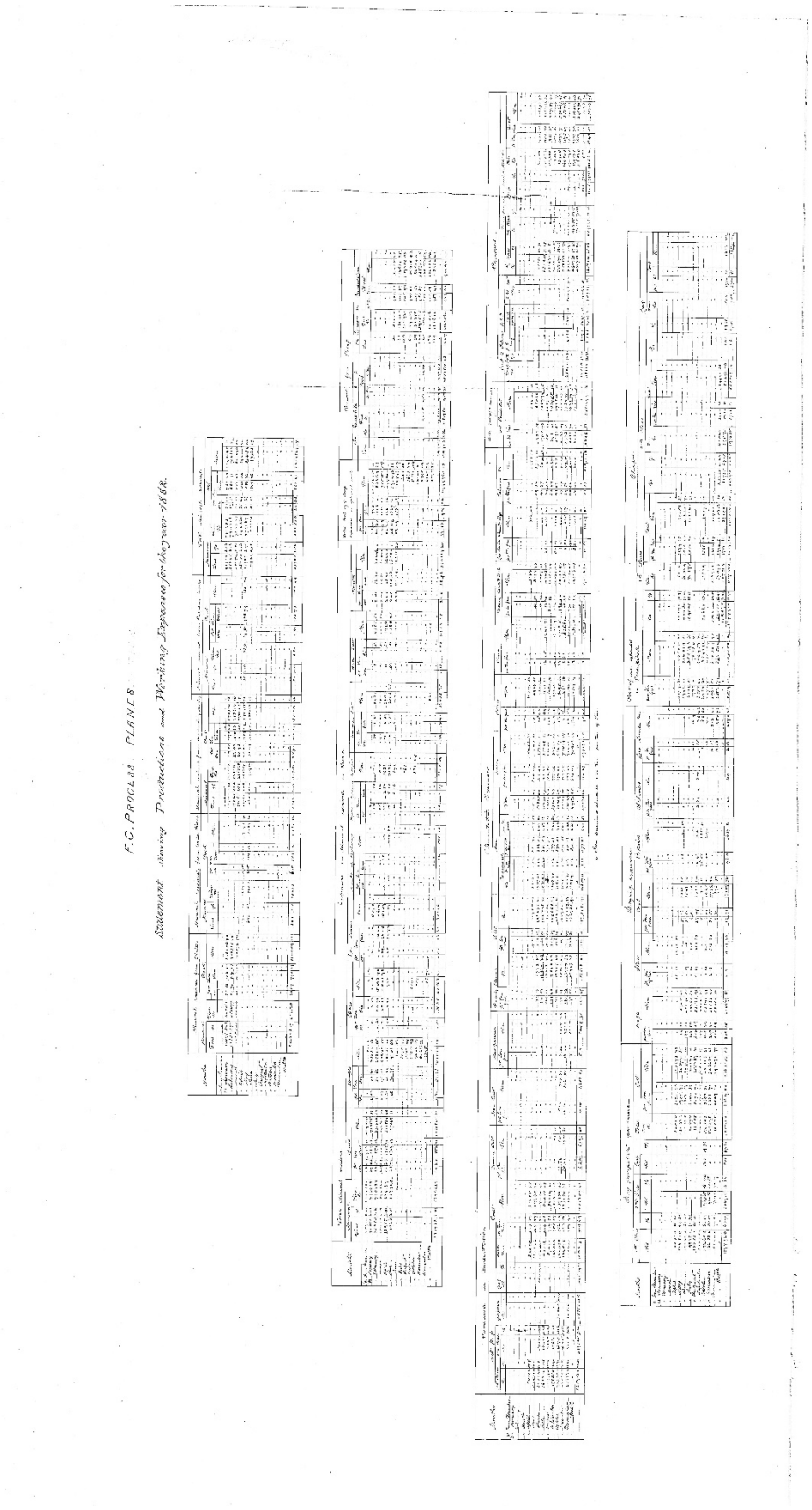
[367] Cost Statement 1903, Statement nº 15, AHMFRT.

[368] Cost Statement 1898, 1899, 1900 Statement nº 15; Cost Statement 1901, Statement 13; Cost Statement 1902, Statement 16; Cost Statement 1903, Statement 15 AHMFRT.

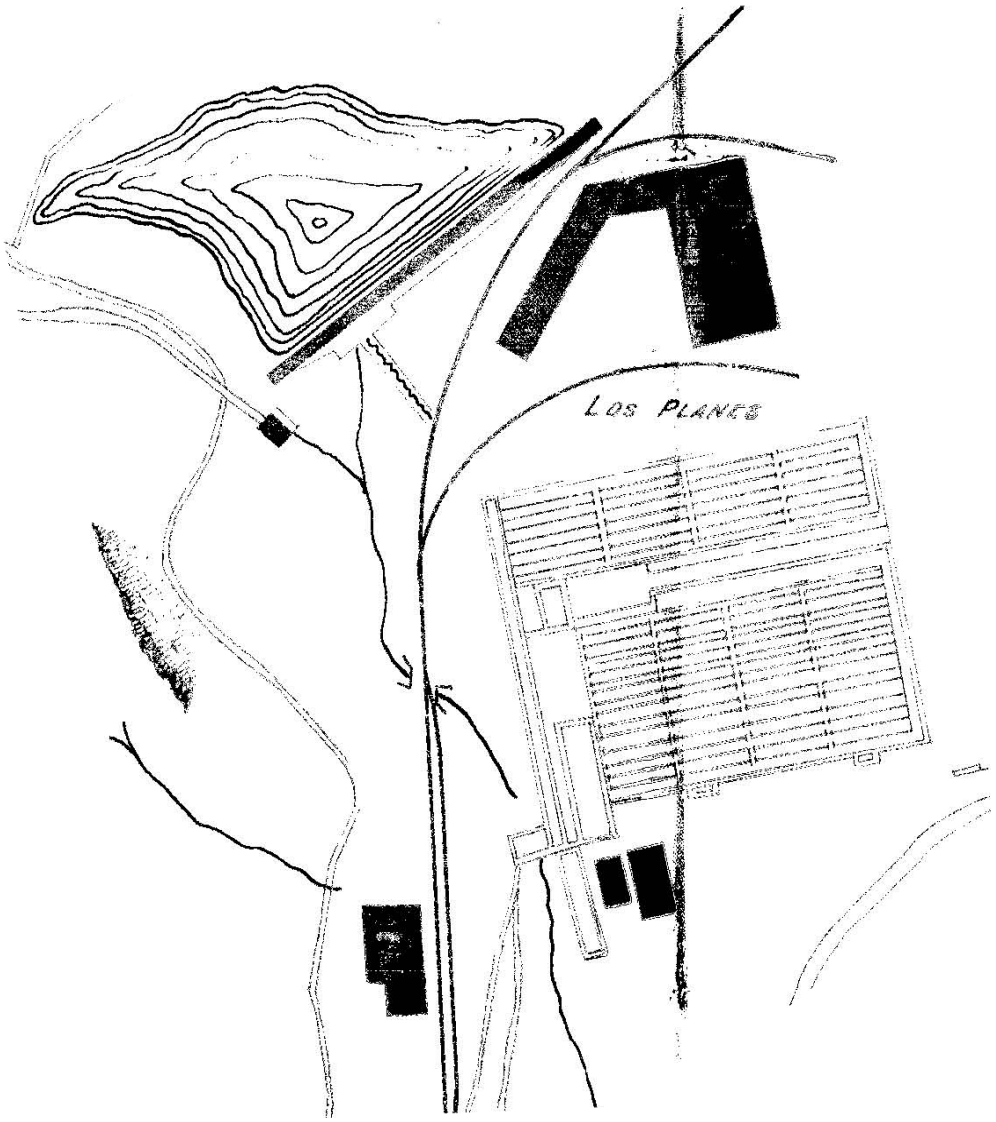
1900 15	Nerva y Planes Heaps: 1.276.590 Planes Washing Tanks: 6.500 Sulphate of copper works: 127.211	1.410.301	1.874.556 = 857.172 Rvn
1901 13	Nerva y Planes Heaps: 779.10 Sulphate of copper works: 123.128	902.232	1.251.328 = 694.110 Rvn
1902 16	Nerva y Planes Heaps: 1.178.825 Sulphate of copper works: 168.948	1.347.573	1.827.669 = 836.271 Rvn
1903 16	Nerva y Planes Heaps: 391.114 Sulphate of copper works: 63.471	454.585	590.959 = 246.683 Rvn

ESTADO DE CONSERVACIÓN:

Actualmente de esta instalación hidrometalúrgica tiene un estado de conservación media, aunque fue sepultada y determinada por una pista conserva todos los elementos, canalas y balsas de decantación, etc. La principal afección es debida a la interacción de los agentes naturales con el suelo mineralizado y el agua ácida que se forma con el agua de lluvia.



Legajo 100 B 35, 4. AHMFRT, donde se indica la producción de Cementación Planes en 1882



Plano 31, Plano de la Cementación, tomado del plano 100- D-7, 1114 (1890). Escala 1=1.500. A.F.R.T.

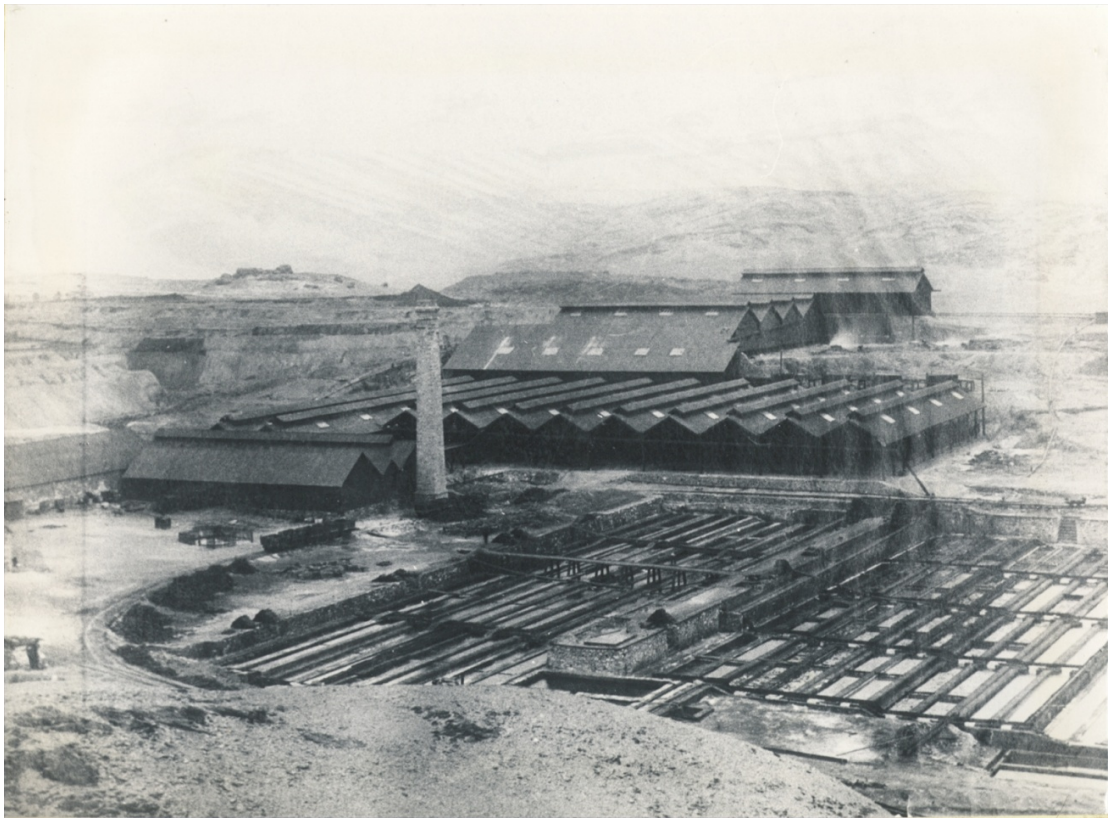


Foto 75, Cementación Planes, en primer plano y fábrica de Sulfato de Cobre en segundo plano. Vista S.O. 1895. AHMFRT.



Foto 76, Cementación Planes, Vista S.E. 1890. AHMFRT.



Foto 77, Cementación Planes, Vista S.O., 1894. AHMFRT.



Foto 78 Vista de la Cementación Planes desde el Este, 1984. AHMFRT



Foto 79, Vista Oeste de la cementación Planes, se puede observar como la pista construida en los años 50 del siglo XX que la cruza en diagonal afectó a varios canales. 2014 ADD.



Foto 80, Cementación Planes, Estado actual. Vista de los dos decantadores en primer plano. 2013, ADD



Foto 90, Cementación Planes, Estado actual. Vista de los canales.2013, ADD



Foto 91, Cementación Planes, Estado actual. Vista de los canales. 2013, ADD



Foto 92, Cementación Planes, Estado actual. Vista de los canales desde el S.O.,2013. ADD



Foto 93, Vista de los canales, tramo de 35 metros, 2013, Foto ADD.



Foto 94, Vista de los canales conservados completamente, a la derecha de las piletas de decantación. 2013, ADD.



Foto 95, Vista de los canales conservados completamente, a la derecha de las piletas de decantación. 2013, ADD.



Foto 96, Vista Sur de la balsa de decantación Oeste, la mejor conservada. ADD.



Foto 97 Vista Norte de las balsas de decantación, en primer plano la mejor conservada. ADD.



Foto 98, Sistema constructivo empleado, mampuestos de pizarra trabados con mortero bastardo, 2020. ADD.

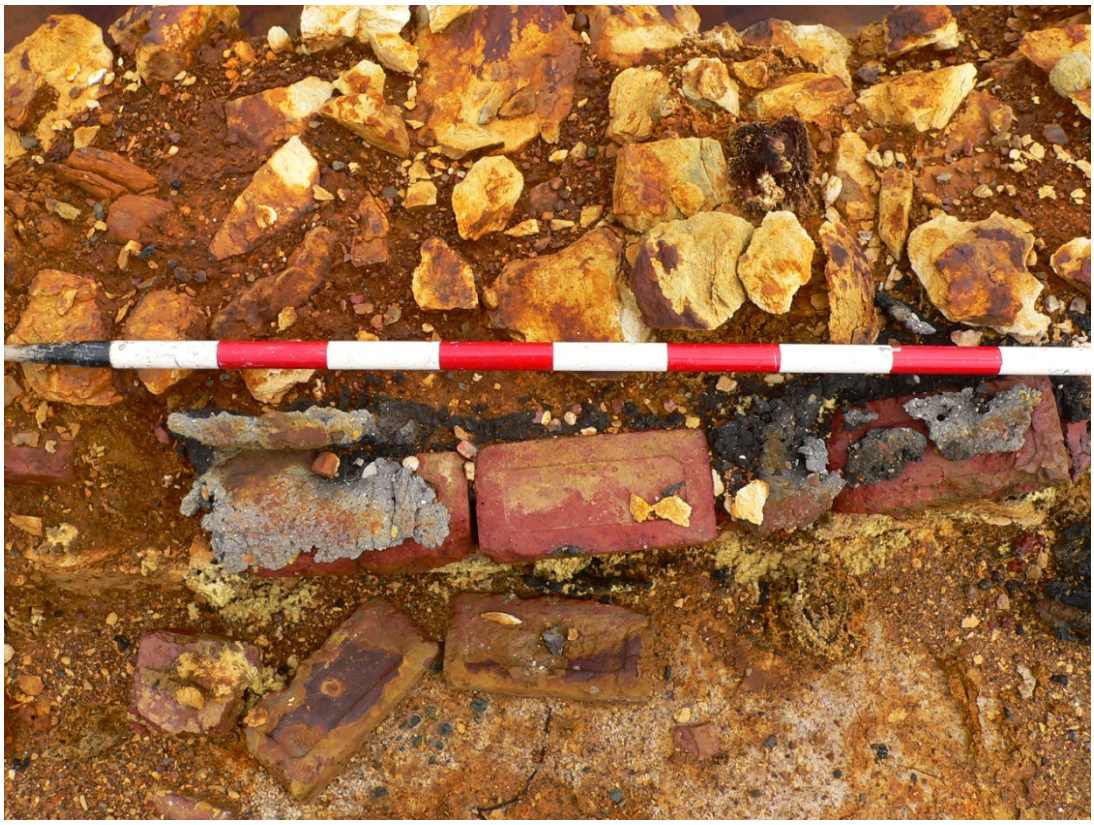


Foto 99, Restos de alquitrán empleado en el revestimiento de los canales, 2020. ADD.



Foto 100, Restos de revestimiento betunado en el interior del canal central, 2020. ADD.

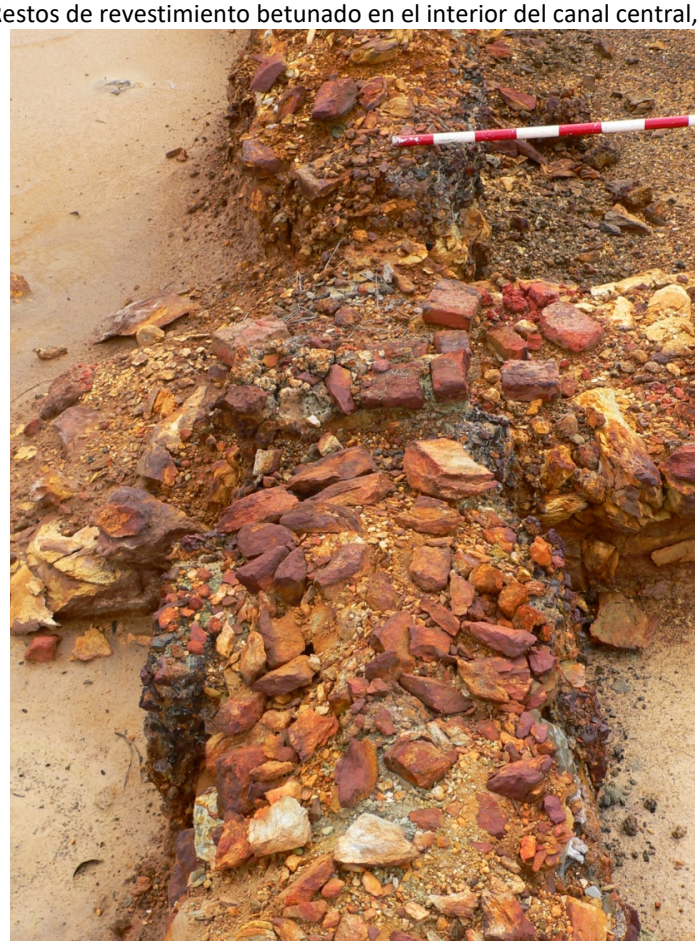


Foto 101, Intersección de paramentos de los canales donde se observan restos del revestimiento alquitranado, 2020, ADD.

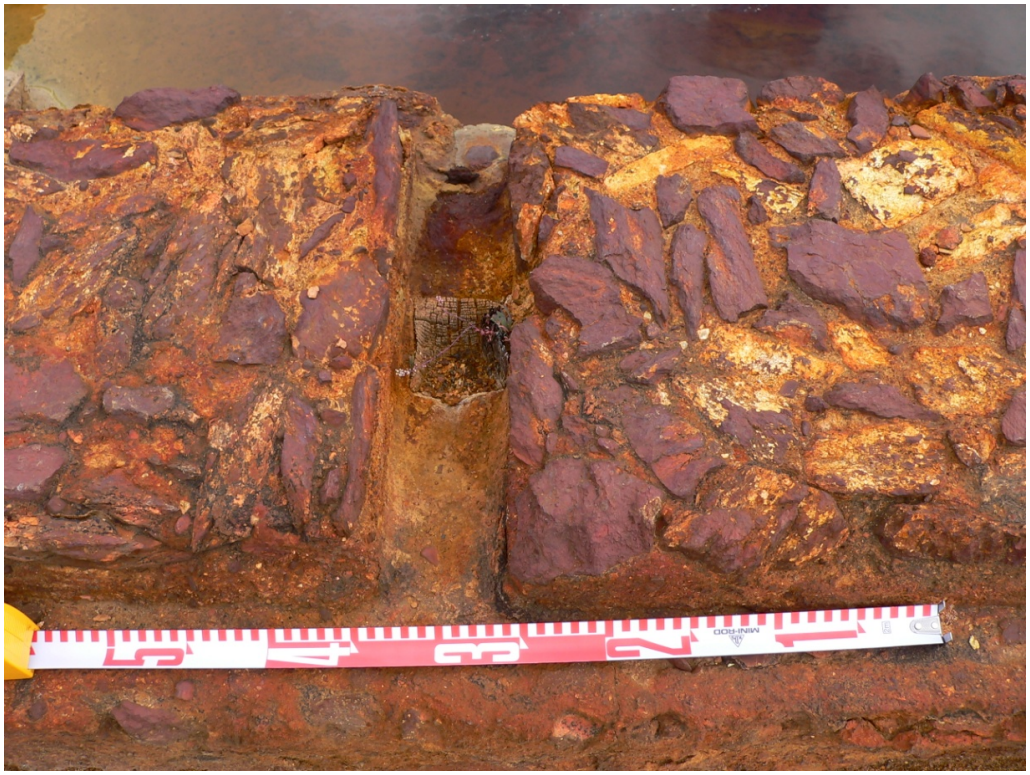


Foto 102, Sistema constructivo de las balsas de decantación donde se observa también el empleo de madera. 2020, Foto ADD.



Foto 103, Detalle de la inserción donde se ubicaba la compuerta de madera que permitía el paso de las aguas enriquecidas en cobre desde las balsas de decantación a los distintos tramos de los canales, 2020, ADD.



Foto 104, Vista de sección del canal de madera embreada que conducía el agua desde Terreros Naya y Planes; Tanques de lavado de Planes; Tanques de lavado de cementación Nerva y Tanques de la fábrica de Sulfato de Cobre, 2020, Foto ADD.

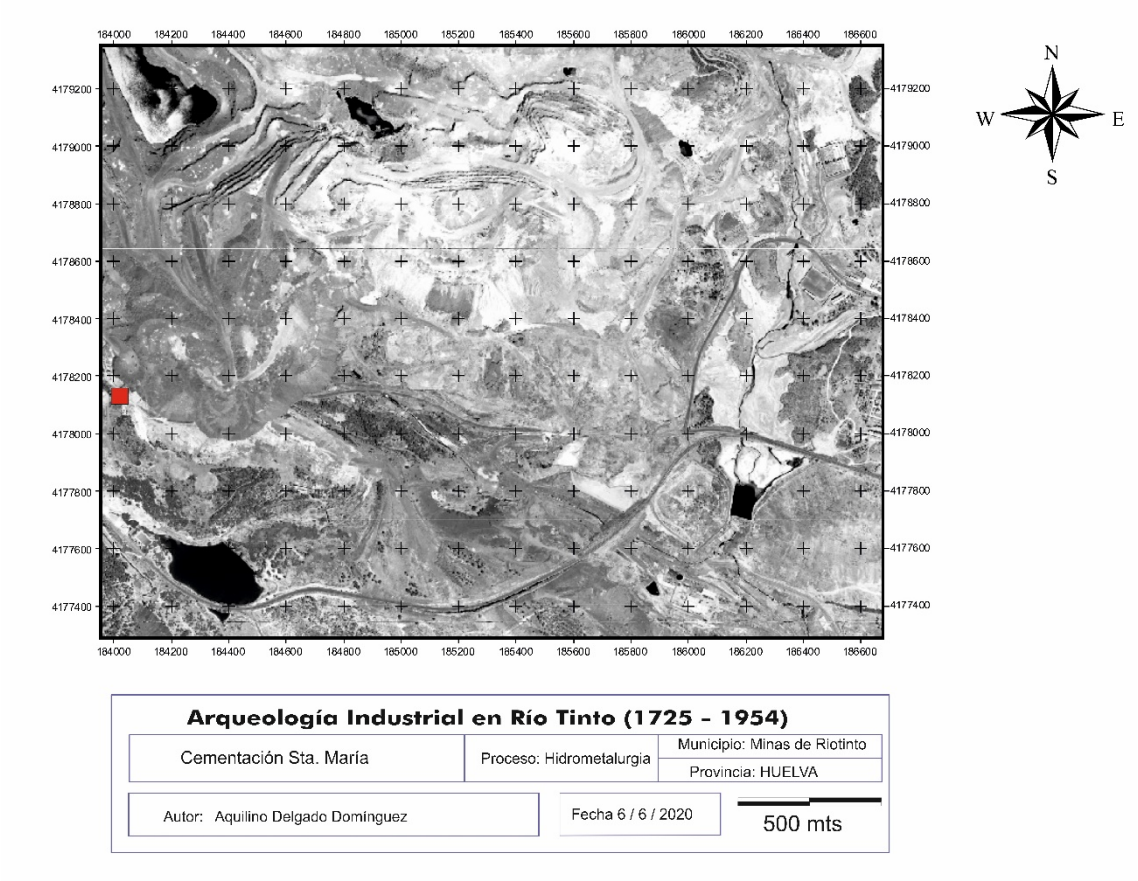


Foto 105 Vista de un tramo de canal de madera embreada en las inmediaciones de la Cementación Planes, 2020, ADD.

6.5.3. Cementación Santa María

DENOMINACIÓN: Cementación Santa María

OTRAS DENOMINACIONES: Cementación del Primer Departamento



Plano 32 Cementación Planes

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Río Tinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

CRONOLOGÍA: años 70 del siglo XVIII – 1878

DESCRIPCIÓN:

El primer dato que disponemos de la Fábrica de Santa María, denominada también como Cementación del Primer Departamento o de la Hacienda nos la da Fausto Elhuyar en 1823, donde nos dice que se encontraba en buen estado y que necesitaba

carbón para el afino de la cáscara de cobre[1], aunque por referencia indirecta sabemos que debió estar operativa desde los años 70 del siglo XVIII.

La cementación Santa María, gestionada por la Real Hacienda, menos en los veinte años del arriendo de la empresa de Remisa, produjo el cobre de mejor calidad obtenido en Río Tinto, afinado a punto de artillería. Mientras los operadores de las fábricas de los Planes y Cerda decían que era porque no disponían de agua dulce para enfriar las rosetas y tenían que hacerlo con agua ácida del interior de la mina, cuando se debía a una "incompleta afinación", como se demostró tras analizar los torales provenientes de Planes y Cerda, es decir por el desarrollo deficiente de las operaciones para afinar la cáscara de cobre[2].

Anciola y Cossio, en su memoria sobre Río Tinto apuntaron como la producción de precipitado de cobre del Departamento del Estado, dependía de la cantidad de hierro disponible para los trabajos de cementación[3].

Aunque el documento donde se recogen más datos sobre esta cementación es el Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales[4]. Donde se nos informa que en 1871 había 17 saturadores, de los que sólo 13 estaban en activo; cuatro reposadores, de los que sólo estaban tres operativos, mientras que los trece pilones cementadores no estaban en buen estado de conservación.

Esta instalación contaba con dos hornos secadores de bolas, que tenían unas dimensiones de 8 metros de largo por 3,2 metros de ancho y 1,70 de alto y cinco hornos prismáticos para calcinar bolas con una base cuadrada de 1,30 metros de lado y 1,10 metros de alto, unificados en un macizo de once metros de largo por 2,50 de ancho y 2,10 metros de alto[5].

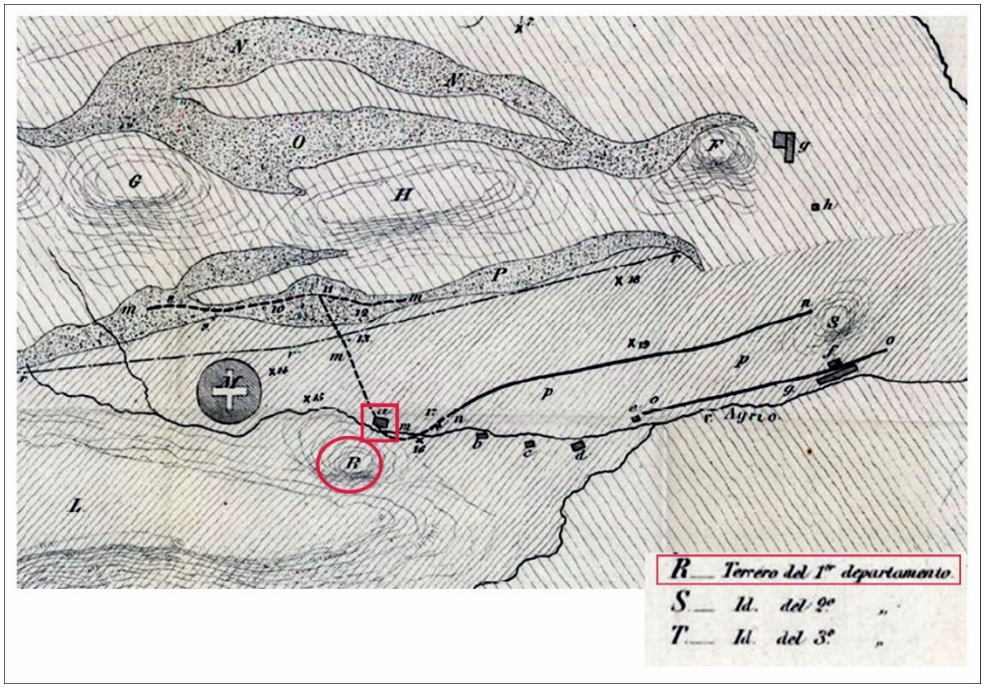
En 1873 tras la venta esta instalación pasó a manos de RTCL que la puso en operación, como nos indica el apunte del Libro de Caja nº 78 de 1893, cuando con fecha 24 de junio de 1873 se consigna el pago de la nómina de los trabajos de Cementación Sta. María.

[1]ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Río Tinto, en la provincia de Huelva, que D. Fausto Elhuyar, dirige a la Comisión especial de administración y recaudación del crédito público" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* V, 116.
[2]BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña sobre los cobres de Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil III*, 154. En el mismo sentido V.V.A.A. (1852) "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil III*, 320. Se afirma que los torales y rosetas enviados para su examen por la Hacienda se demostraron muy superior a las que se producían en los Planes y Cerda, donde el proceso de afino era incompleto.
[3] ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria…*95.
[4] Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 23.
[5] Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 23.

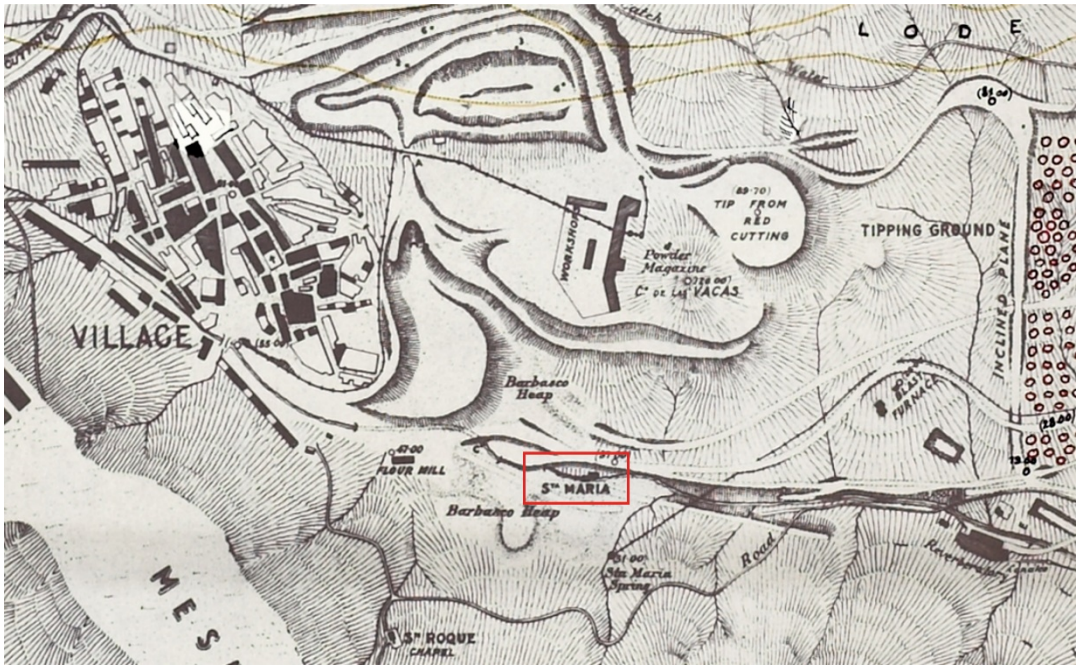
En 1876 esta instalación no se amplió como si se hizo con las otras preexistentes, como con Planes, aunque aparece indicado el topónimo Sta. María, se aprecia como la instalación no está desarrollada como las otras cementaciones, para 1880 no se refleja la existencia de esta instalación en la cartografía.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

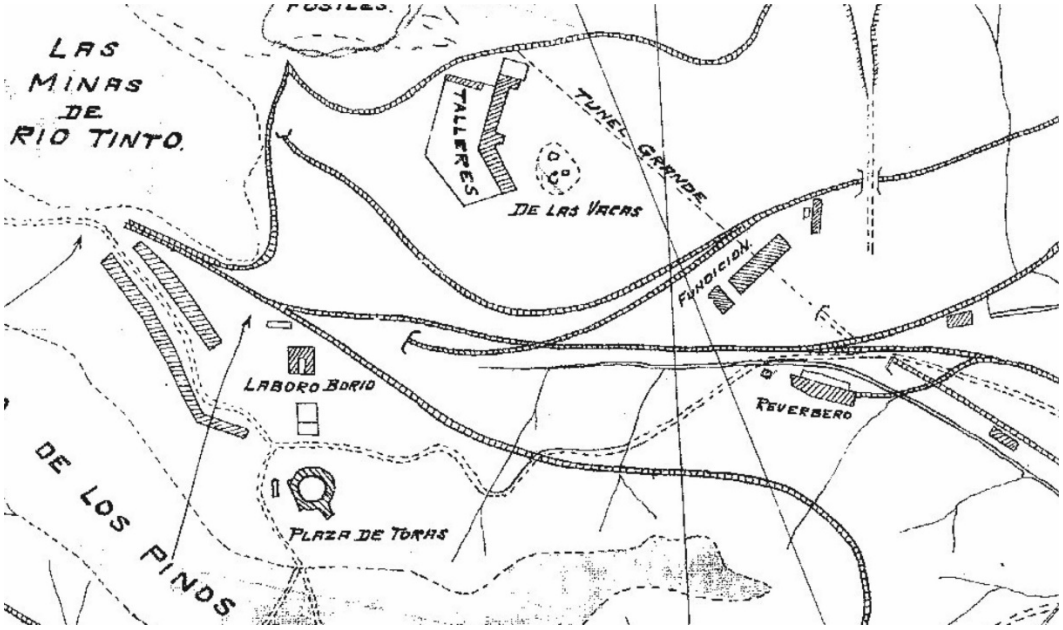
Esta cementación desapareción entre 1879 y 1880 por el avance de las infraestructuras ferroviarias en la entrada de Río Tinto en la zona conocida como El Coso, como se aprecia en el plano 35 de 1880 donde ya no aparece.



Plano 33, Detalle del Plano Representación del Terreno, Criaderos y otros objetos de las Minas del Estado en Río Tinto según los trabajos de la Comisión de Visitas de 1867 y 68. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXI, 1870. Donde se indica la cementación Sta. María.



Plano 34 Detalle del Plano A-2174 Río Tinto Mines General Plan of Works, 1878, AHMFRT.



Plano 35 Detalle del Plano C-00324 de Geología de las Minas de Río Tinto realizado por J. H. Collins. 1880 AHMFRT.

ARQUEOLOGÍA INDUSTRIAL EN RÍO TINTO.

PRODUCCIÓN HIDROMETALÚRGICA (1873- 1954) Y SUS PAISAJES CULTURALES



THE MEN WHO DID THINGS

AVERY, D. (1974), 137.

7. HIDROMETALURGIA 1873 – 1954

Las operaciones hidrometalúrgicas en Río Tinto entre 1873 y 1954 las podemos dividir en Cementación Artificial y Natural, si bien los principios de ambos procesos fueron ya descritos en los capítulos 8.1 y 8.3, en este periodo describiremos cómo y dónde se desarrollaron durante el periodo que operó RTCL, haciendo hincapié en los nuevos sistemas empleados. Teniendo en cuenta que estos trabajos tuvieron como fin beneficiar el mineral de cobre con leyes medias y bajas para obtener cobre precipitado, pues el mineral con leyes altas se destinó a fundición, en Río Tinto, como en las que RTCL dispuso en Cwn Avon y Port Talbot (Gales).

7.1. PRECIPITADO DE COBRE O CÁSCARA

Todas las operaciones que se describirán a continuación y las instalaciones donde se desarrollaron tuvieron como fin la obtención del precipitado de cobre, también conocido como cemento de cobre o "cáscara"

La cáscara obtenida precipitada en hierro se clasifico en seis tipos dependiendo de su contenido en cobre y arsénico[6].

	% Cu	% As
Nº 1	93.36	0.26
Nº2	91.36	0.56
Nº3	85.67	1.35
Nº4	82.22	2.83
Nº5	53.72	3.86
Nª6	32.14	7.22

Tabla 3 Fuente Salkield 1984, 243. Elaboración Propia.

Desde el comienzo de la explotación de Río Tinto por parte de RTCL el precipitado fue un producto demandado y vendible en Reino Unido[7]. La clase nº 1, nº2 y nº3 fueron destinados a la exportación[8], en principio se vendieron en Swansea[9], posteriormente fueron llevados en gran parte a las fundiciones que RTCL tenía operativas en Gales, Cwn Avon[10] y Port Talbot[11].

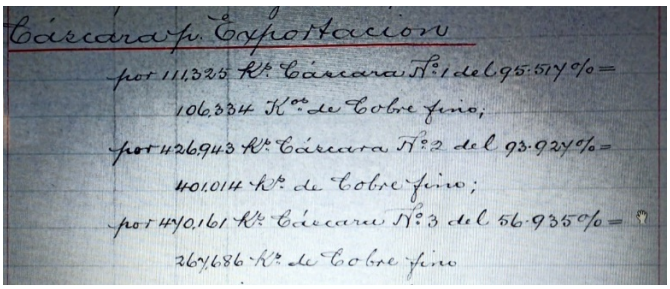

Cáscara p. Exportacion
por 111,325 Kg. Cáscara Nº 1 del 95.517 % =
106,334 Kgs. de Cobre fino;
por 426,943 Kg. Cáscara Nº 2 del 93.924 % =
401,014 Kg. de Cobre fino;
por 440,161 Kg. Cáscara Nº 3 del 56.935 % =
267,686 Kg. de Cobre fino

Foto 115, Ejemplo de envío de cáscara de cobre para exportación Libro Diario 18, octubre 1899, 31. AHMFRT

[6]Libro Diario 18, octubre de 1899, página 31. AHMFRT.; SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 243.
[7]2nd *Annual Report* 1874, 2, AHMFRT; 3rd *Annual Report* 1875, 4, AHMFRT y SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 40
[8] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 244.
[9]2nd *Annual Report* 1874, 2, AHMFRT,
[10] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 243. Serie Costs Statement AHMFRT
[11] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 262 -263. Serie Costs Statement AHMFRT

Esto fue así hasta 1939, cuando tras el comienzo de la Segunda Guerra Mundial se dejó de enviar el precipitado a Inglaterra y se destinó toda la producción a Fundición Piritas[12], como se siguió haciendo hasta 1954. El precipitado de las clases 4º al 6º, incluida la "papucha" [13] se envió por su contenido en arsénico al Departamento de Fundición, a partir de 1901 se añadieron directamente a los convertidores[14], tanto en la Fundición Bessemer, como en la Fundición Piritas.

La cascara de cobre obtenida en los canales, si se utilizaba lingotes de hierro parte de la cáscara se quedaba adherida, mientras que si se empleaba chatarra se desprendía fácilmente y quedaba en el fondo de los canales[15]. Tanto el precipitado desprendido de los lingotes, como el producido posteriormente por medio de chatarra, era paleado en parihuelas o carreterillas de mano para ser trasladados a los vagones que los transportaban a la zona de lavado, secado y empaquetado. En Cerda y Naya en las zonas donde se dispuso de grúas el precipitado se paleaba en cajas que eran movidas por las grúas a los vagones[16].

La cáscara desde los vagones se llevaba la zona de lavado, secado y empaquetado, donde primero se lavaba el precipitado con agua fresca, posteriormente se dejaba secar, tras lo cual se construían las briquetas, lo cual se realizaba paleando dentro de un cubo de hierro la cáscara[17]; cada briqueta tenía un peso de 6 kilos[18]. Desde los años treinta hasta el final de las operaciones esta labor era realizada por dos operarios que debían fabricar 517 briquetas remuneradas a tarea[19], a partir de ese número se pagaban aparte.

Hasta el inicio de la Segunda Guerra Mundial, el precipitado destinado a la exportación, las tres primeras clases, fue empaquetado en sacos de yute. A partir de ese momento, como se veía haciendo con los restantes tipos de cáscara, se hicieron briquetas, eran cargadas por un operario en cuatro vagones "I" en tiempo seco y 3 vagones "F" en tiempo lluvioso.[20].

[12] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 265.
[13] Subsales con contenidos beneficiables en cobre
[14] SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 244.
[15]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….64.
[16]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación, documentación cedida por Familia Domínguez Navarro, transcripción Alfredo Moreno Bolaños,7
[17]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación. 5.
[18]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….70.
[19]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación. 5.
[20]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación. 5.



Foto 116a Briquetado a mano en la zona de Cementación Nerva y Station, Detalle de la foto C7, 1892 realizada por Hauser y Menet. AHMFRT.



Foto 116b, operario haciendo briquetas antes de cargarlas en las bateas con laterales de madera, a la izquierda del operario se ve un montón de precipitado de cobre, sobre la que hay una pala para llenar el molde para hacer las briquetas, al fondo está el transportador Temperley, 1934, Col. Salkield.

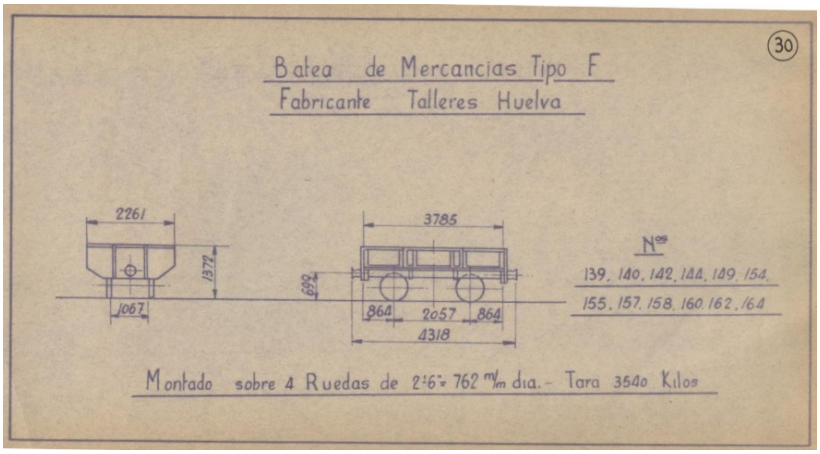


Foto 116c, Bateas "F" empleadas para llevar las briquetas desde la Cementación Naya a la Fundición Piritas. AHMFRT

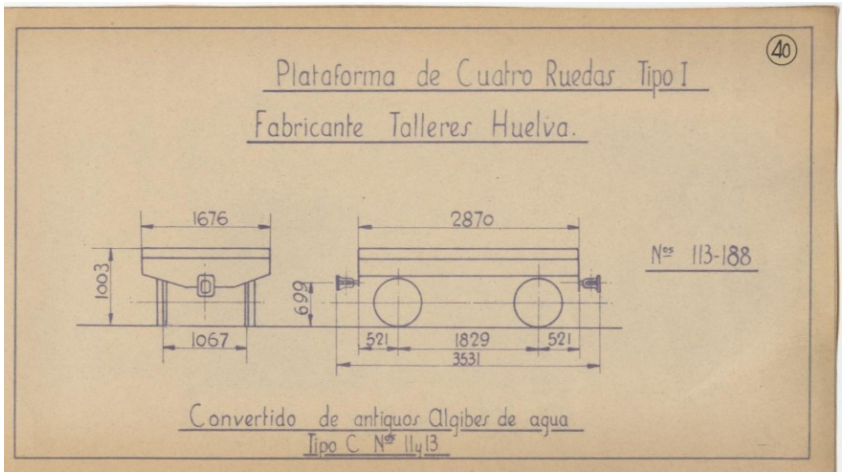
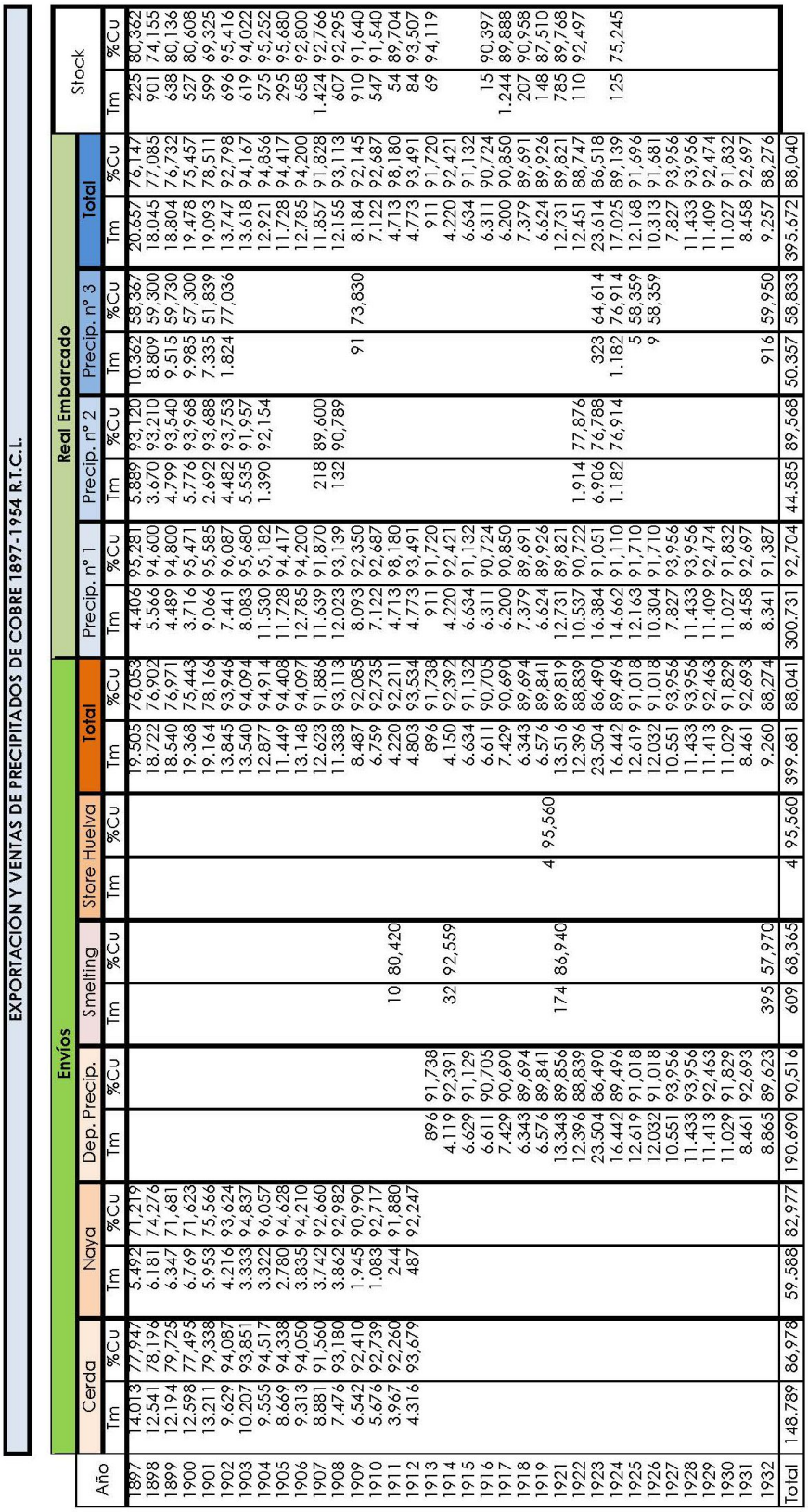


Foto 116d, Bateas "I" empleadas para llevar las briquetas desde la Cementación Naya a la Fundición Piritas. AHMFRT

La exportación de precipitado, de las tres clases ya indicadas, la conocemos gracias a la serie *Cost Statement* conservada en el Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, pero soló consignan información hasta 1932. Desde 1897 hasta 1912 conocemos la cantidad de cáscara producida por Cementación Naya y Cerda, a partir de ese año hasta 1932 las exportaciones se consignan dentro del Departamento de Precipitación, desde 1928 toda la producción pertenece a Cementación Naya. Además del precipitado destinado a la exportación, gracias a esta documentación tenemos conocimiento de los compradores españoles (Francisco Lacambra Lacambra, L- García Vila, S.E. Construcciones Electromecánicas, Sociedad Industrial Asturiana, S.A. Cross, Bonaplata, José Antonio Noguera, Vicente Ros, Trenor y Cª y Antonio Oliveira), que mayormente eran empresas dedicada la construcción de elementos de cobre y derivados, como de componentes eléctricos, pues el precipitado tenía un contenido alto en cobre y bajo en arsénico, siendo una fuente de este metal ideal para sus fines.



EXPORTACION Y VENTAS DE PRECIPITADOS DE COBRE 1897-1954 R.T.C.L.

Año	Envíos										Real Embarcado						Stock	
	Cerda		Naya		Dep. Precip.		Smelting		Store Huelva		Total		Precip. nº 1		Precip. nº 2		Precip. nº 3		Total			
	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu	Tm	%Cu
1897	14.013	77,947	5.492	71,219							19.505	76,053	4.406	95,281	5.889	93,120	10.362	58,367	20.657	76,147	225	80,362
1898	12.541	78,196	6.181	74,276							18.722	76,902	5.566	94,600	3.670	93,210	8.809	59,300	18.045	77,085	901	74,155
1899	12.194	79,725	6.347	71,681							18.540	76,971	4.489	94,800	4.799	93,540	9.515	59,730	18.804	76,732	638	80,136
1900	12.598	77,495	6.769	71,623							19.368	75,443	3.716	95,471	5.776	93,968	9.985	57,300	19.478	75,457	527	80,608
1901	13.211	79,338	5.953	75,566							19.164	78,166	9.066	95,585	2.692	93,688	7.335	51,839	19.093	78,511	599	69,325
1902	9.629	94,087	4.216	93,624							13.845	93,946	7.441	96,087	4.482	93,753	1.824	77,036	13.747	92,798	696	95,416
1903	10.207	93,851	3.333	94,837							13.540	94,094	8.083	95,680	5.535	91,957			13.618	94,167	619	94,022
1904	9.555	94,517	3.322	96,057							12.877	94,914	11.530	95,182	1.390	92,154			12.921	94,856	575	95,252
1905	8.669	94,338	2.780	94,628							11.449	94,408	11.728	94,417					11.728	94,417	295	95,680
1906	9.313	94,050	3.835	94,210							13.148	94,097	12.785	94,200					12.785	94,200	658	92,800
1907	8.881	91,560	3.742	92,660							12.623	91,886	11.639	91,870	218	89,600			11.857	91,828	1.424	92,766
1908	7.476	93,180	3.862	92,982							11.338	93,113	12.023	93,139	132	90,789			12.155	93,113	607	92,295
1909	6.542	92,410	1.945	90,990							8.487	92,085	8.093	92,350			91	73,830	8.184	92,145	910	91,640
1910	5.676	92,739	1.083	92,717							6.759	92,735	7.122	92,687					7.122	92,687	547	91,540
1911	3.967	92,260	244	91,880			10	80,420			4.220	92,211	4.713	98,180					4.713	98,180	54	89,704
1912	4.316	93,679	487	92,247							4.803	93,534	4.773	93,491					4.773	93,491	84	93,507
1913					896	91,738					896	91,738	911	91,720					911	91,720	69	94,119
1914					4.119	92,391	32	92,559			4.150	92,392	4.220	92,421					4.220	92,421		
1915					6.629	91,129					6.634	91,132	6.634	91,132					6.634	91,132		
1916					6.611	90,705					6.611	90,705	6.311	90,724					6.311	90,724	15	90,397
1917					7.429	90,690					7.429	90,690	6.200	90,850					6.200	90,850	1.244	89,888
1918					6.343	89,694					6.343	89,694	7.379	89,691					7.379	89,691	207	90,958
1919					6.576	89,841			4	95,560	6.576	89,841	6.624	89,926					6.624	89,926	148	87,510
1921					13.343	89,856	174	86,940			13.516	89,819	12.731	89,821					12.731	89,821	785	89,768
1922					12.396	88,839					12.396	88,839	10.537	90,722	1.914	77,876			12.451	88,747	110	92,497
1923					23.504	86,490					23.504	86,490	16.384	91,051	6.906	76,788	323	64,614	23.614	86,518		
1924					16.442	89,496					16.442	89,496	14.662	91,110	1.182	76,914	1.182	76,914	17.025	89,139	125	75,245
1925					12.619	91,018					12.619	91,018	12.163	91,710			5	58,359	12.168	91,696		
1926					12.032	91,018					12.032	91,018	10.304	91,710			9	58,359	10.313	91,681		
1927					10.551	93,956					10.551	93,956	7.827	93,956					7.827	93,956		
1928					11.433	93,956					11.433	93,956	11.433	93,956					11.433	93,956		
1929					11.413	92,463					11.413	92,463	11.409	92,474					11.409	92,474		
1930					11.029	91,829					11.029	91,829	11.027	91,832					11.027	91,832		
1931					8.461	92,693					8.461	92,693	8.458	92,697					8.458	92,697		
1932					8.865	89,623	395	57,970			9.260	88,274	8.341	91,387			916	59,950	9.257	88,276		
Total	148.789	86,978	59.588	82,977	190.690	90,516	609	68,365	4	95,560	399.681	88,041	300.731	92,704	44.585	89,568	50.357	58,833	395.672	88,040		

Tabla 4.1 Exportación y ventas de cobre, Fuente *Cost Statement*, elaboración Alfredo Moreno Bolaños.

Resumen Exportaciones y Ventas de Precipitados 1897-1932 R.T.C.L.

	Origen	Tm	%Cu	Cu Metal
Envíos Puerto Huelva	Precipitación Cerda	148.789,34	86,978	129.413,53
	Precipitación Naya	59.588,35	82,977	49.444,42
	Departamento Precipitación	190.689,90	90,516	172.604,66
	Departamento Fundición (Smelting)	609,44	68,365	416,64
	Almacén Huelva (Store Huelva)	4,36	95,560	4,17
	Total	399.681,39	88,041	351.883,42

	Tipos	Tm	%Cu	Cu Metal
Embarque	Precipitado Nº 1	300.730,54	92,704	278.790,67
	Precipitado Nº 2	44.584,55	89,568	39.933,48
	Precipitado Nº 3	50.356,81	58,833	29.626,63
	Total	395.671,90	88,040	348.350,77

	Comprador	Tm	%Cu	Cu Metal
Ventas	Francisco Lacambra Lacambra	74,48	92,431	68,85
	L. García Vila	47,19	70,403	33,23
	S. E. Construcciones Electromecánicas	4.847,94	75,023	3.637,07
	Sociedad Industrial Asturiana	959,07	80,293	770,07
	S. A, Cross	202,33	93,509	189,20
	Bonaplata	0,50	68,600	0,34
	José Antonio Noguera	256,41	90,215	231,32
	Vicente Ros	9,21	90,796	8,37
	Trenor y Cª	18,47	91,209	16,85
	Antonio Oliveira	0,06	91,500	0,05
	Total	6.415,68	77,238	4.955,34

Tabla 4.2 Resumen Exportación y Ventas de Cobre, Fuente *Cost Statement*, elaboración Alfredo Moreno Bolaños.

7.2. PROCESOS HIDROMETALURGICOS 1873 - 1954

En este capítulo haremos mención de los procesos hidrometalúrgicos desarrollados para la obtención de cobre haciendo hincapié en los ensayados o empleados en Río Tinto, excepto al método Doetsch que tratamos de forma individualizada por su importancia histórica para Río Tinto.

Los primeros intentos para extraer cobre empleando cloruro de hierro tuvieron lugar en Muehlben (Alemania)[21]. En 1861 Richardson empleó un sistema donde la sal de amoniaco hacía la función de la sal marina. En el mismo sentido en 1866 Kopp y Chalandre aconsejaban el uso de la sal en condiciones de intemperie y humedad junto con la aplicación de ácido clorhídrico[22].

En 1877 E. Wellens patentó en Bélgica un sistema basado en emplear sales férricas unidas a nitratos, con el fin de regenerar los residuos líquidos por agentes oxidantes como nitratos, cloratos, manganatos, etc.[23].

En 1878 James Mason obtuvo la patente 2984 para un procedimiento donde se declaraba como "nuevo" un procedimiento que consistía en la acción que ejercía sobre el mineral el aire y la humedad.

El mismo año el Dr. Joly experimentó con un procedimiento que consistía en levigar[24], 10 toneladas de mineral crudo por medio de una disolución de ocho toneladas de agua, dos de ácido clorhídrico y una décima de tonelada de ácido nítrico o cloruro férrico obtenido de óxido férrico hervido en ácido clorhídrico.

En 1879 Albert Grothe obtuvo una patente para un procedimiento que consiste en emplear los líquidos que resulten del riego de los terreros, para levigar el mineral crudo con cal para neutralizar el óxido férrico antes de la precipitación con hierro para obtener cobre[25].

En 1880 Baxeres y Drouin indicaron que ensayaron un proceso donde se empleaba sal en disoluciones, mezclada con ácido nítrico, clórico, sulfúrico u otros ácidos, empleando Pirolusita para tratar minerales crudos para extraer plata y cobre[26].

[21]Der Berggeist: Zeitungfür Berg, 1860 página 30. Citado en DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XL, 177,
[22]Dingler´s Journal nº 199, 483 y nº 200, 335. Citado en DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre…177,
[23]DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre...177.
[24]Definición según el Diccionario de la RAE vigésima segunda edición: Desleír en agua una materia pulverizada, para separar la parte más tenue de la más gruesa, que se deposita en el fondo de la vasija.
[25]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 178.
[26]DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre...178.

Farham Maxwell-Lyte en 1887 desarrolló un sistema que inscribió con número de patente 2.087, que se basó en humedecer el mineral triturado y calcinado, con ácido sulfúrico[27].

En 1887 Theodor Thoger Blum[28], ingeniero que trabajó para Río Tinto Co. Ltd., publicó una mejora en el sistema de cementación que se basaba en emplear polvo de cal para impedir que el exceso de sulfato de hierro, que era uno de las causas del exceso del consumo de hierro[29].

[27]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.
[28]Legajo 1613 AHMFRT y Staff Book nº1, 11, 12, 13, 18-22, LMA.
[29]DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", 177.

7.3 CEMENTACIÓN ARTIFICIAL 1873 – 1908

La mejor definición de las operaciones conocidas como "cementación artificial", para el periodo que nos ocupa nos la ofrece el ingeniero alemán Jorge Rieken: "*Consiste en calcinar (quemar) las piritas en grandes montones llamados «teleras», preparar del mineral calcinado por la extracción con agua soluciones vitriólicas cobrizas, de las que se precipita (cementa) el cobre al estado metálico (cáscara) por medio de lingotes de hierro"* [30].

Las operaciones de calcinación, lixiviación y cementación, no cambiaron en la forma de realizarlos, la diferencia con el periodo español será la escala de la operación de calcinación. Las aportaciones realizadas por RTCL las trataremos en capítulos individualizados.

La obtención de cobre precipitado fue muy interesante para RCTL desde el principio de su presencia España:

"*Tan pronto como Río Tinto Co. Ltd. tomaron el control de las minas, pararon la fundición y el refino de cobre. En cambio, con gran energía aumentaron la calcinación de los minerales de cobre, hicieron precipitar el cobre y lo vendieron en el mercado de Swansea*" [31].

Esta frase de L.U. Salkield sirve para explicar por qué buena parte de las primeras operaciones de RTCL al principio que consistieron en reabrir las cementaciones heredadas de la época española, Planes[32], Cerda[33] e incluso Cementación Santa María[34]. Los trabajos de calcinación también se retomaron pronto, en junio de 1873[35]. RTCL también puso en servicio la fundición en la propia mina. La primera operativa fue la Fundición San Luis, que era la antigua fundición de época de Remisa a la que RTCL le añadió un soplante accionado por vapor, que estuvo en funcionamiento entre 1874 y 1879. La primera fundición *ex novo*, la Fundición Mina, no fue construida hasta 1879[36].

[30]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras", 189.
[31]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 40.
[32]Libro de Caja 1873, nº 78, 3 con fecha 24 de junio de 1873, se consigna el pago de la nómina del mes de mayo a los trabajadores de Cementación Planes.
[33]Libro de Caja 1873, nº 78, 3 con fecha 24 de junio de 1873, se consigna el pago de la nómina del mes de mayo a los trabajadores de Cementación Planes.
[34]Libro de Caja 1873, nº 78, 3 con fecha 24 de junio de 1873, se consigna el pago de la nómina del mes de mayo a los trabajadores de Cementación Santa María.
[35]Libro de Caja 1873, nº 78, 5 con fecha 30 de julio de 1873, se consigna el pago de la nómina del mes de junio a los trabajadores de Calcinación.
[36]SALKIELD, L. U. (1971): *Recent history of copper smelting at Río Tinto*, inédito, AHMFRT, 1-2.

La facilidad y la baratura de la obtención de cobre por vía húmeda, llevó a que en 1875 el Consejo de RTCL[37] tomara medidas para aumentar la cantidad de precipitado de cobre, "que se vende inmediatamente en Swansea"[38]. Esto se vio muy claramente al año siguiente, donde además de reconstruirse y mejorarse las cementaciones de época española, como Planes[39], se construyeron por orden del *Board* tres nuevas cementaciones Nerva[40], Naya[41] y *Old Station*[42].

Así para 1877 tanto Planes y Cerda, ya reformadas, como las nuevas cementaciones estaban en funcionamiento[43], como se aprecia en el Plan of Works de 1878, aunque no la Cementación Santa María.

RTCL apostó por la cementación artificial claramente, principalmente porque era el sistema más económico, en este sentido Rieken nos dice: "*Es opinión muy corriente y sostenida con absoluta buena fé por muchas personas competentes que la sulfatación de piritas cobrizas por la calcinación en teleras es el único procedimiento y, á causa de su poco coste el mejor que se conoce para beneficiar los minerales pobres*"

La calcinación de mineral no es un proceso metalúrgico completo y al hacerse al aire libre, no se dan siempre las mismas condiciones debido a los cambios de temperatura y las lluvias[44]. Entre los principales inconvenientes de las operaciones de calcinación desatacamos principalmente dos, que parte del cobre contenido en los minerales no se recuperaba y la emisión de los gases sulfurosos que provocaba, en este sentido Del Villar, hace la siguiente afirmación: "*Si la calcinación en telera pudiera conducirse bien, se conseguiría que todo el cobre quedase en estado de sulfato cúprico, y todo el hierro en el de óxido férrico, cómo que como el primero es soluble y el segundo no, por medio del agua se separarían completamente. En la práctica no sucede así; en unos sitios de las teleras la temperatura se eleva poco, por lo cual resultan sulfuros por*

[37] *3rd Annual Repport*, 1875,4, AHMFRT.
[38] *3rd Annual Repport*, 1875,4, AHMFRT.
[39] Libro de Caja nº 78, 4, con fecha 31 de diciembre de 1876. Donde se recoge el pago de una gratificación a los trabajadores por valor de 40 reales por la construcción del dique, canales y edificios.
[40] *4th Annual Repport*, 1876, 4 AHMFRT.
[41] *4th Annual Repport*, 1876, 4 AHMFRT, afirma que "*Los tanques de se estaban construyendo fueron construidos y estaban en operació*n".
[42] *4th Annual Report*, 1876, 4 AHMFRT.
[43] *5th Annual Repport*, 1877, 4 AHMFRT; Libro Diario 13, 30-6-1876, 538.AHMFTR.
[44] RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras examinada desde el punto de vista de los intereses mineros", *Revista Minera,* XLV, 189.

descomponer y en otros, por el contrario se funde el mineral, ó bien se forman núcleos" [45].

A lo anterior hay que unir que el azufre contenido en los minerales calcinados en la telera no era aprovechado sobre este particular Rieken dice lo siguiente: "*La California del Cobre" [Río Tinto], se quema cada año próximamente una cantidad de azufre suficiente para producir dos veces la cantidad de ácido sulfúrico que se consume en Europa y el resto del mundo*".[46]

Este sistema que implicaba la calcinación en teleras, no fue exclusivo de Río Tinto, ni de la Faja Pirítica, así minas como Tharsis, La Zarza, Cabezas del Pasto, Lagunazo, Peña de Hierro en Huelva o Minas del Castillo en Sevilla y otros criaderos mineros al otro lado de la Raya como Sâo Domingos y Aljustrel emplearon teleras. Este método de calcinación de mineral cobrizo fue empleado en otros países como Estados Unidos, Suecia, Noruega, Hungría, Italia, la mina extranjera que trató por este sistema cantidades similares a las de Río Tinto, fue Mansfeld en Alemania[47].

Pero a diferencia de Río Tinto otras grandes minas[48] de la Faja Pirítica, abandonaron la calcinación de mineral cobrizo por la cementación natural disponiendo grandes terreros donde rindieron el cobre contenido regándolos y precipitando el cobre contenido con hierro, siendo los dos casos más exitosos Sâo Domingos[49], en Portugal y Tharsis en Huelva, que llegó a tener 400 teleras en operación[50] y pasó a tratar los minerales con leyes bajas mediante su disposición en Terreros, obtener los licores cobrizos y cementarlos mediante hierro desde 1888[51]. En este sentido Juan Gómez de la Hera escribió lo siguiente: "*La empresa Tharsis, una de las mejor dirigidas y administradas de las extranjeras que explotan el subsuelo de este país, desde hace dos años, sin ruidosas exhibiciones, ha abandonado en absoluto las calcinaciones de las*

[45]DEL VILLAR Y LAVÍN, M. (1894): Beneficios de los minerales de Río Tinto, *Revista Minera XLV,* 148.
[46]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras" … 190.
[47]CORTAZAR D. (1888): La mina de Riotinto y sus calcinaciones, Discurso pronunciado en la conferencia del 26 de enero de 1888, celebrada en el Ateneo de Madrid, Tipografía de Manuel G. Hernández, Madrid, 9, RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras…189.
[48]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Tomo II, 645.
[49]SALKIELD, L.U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines*..234. En Portugal las calcinaciones fueron prohibidas en 1878 y Sâo Domingos apostó por la cementación natural de forma exitosa. RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras…, 190. Sobre este particular afirmó "*En la mina de Santo Domingo se estableció la sulfatación natural hace bastante tiempo, en gran escala y con gran éxito*". GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Tomo II, 645, nos dice que los terreros habían sido adoptados en varias minas de la Faja Pirítica Ibérica, destacando "*las minas de Santo Domingo (Portugal), cuya producción es muy importante, aplicándolo también a todas las piritas que se arrancan, las cuales, después que han rendido á los lavados el sulfato de cobre que han rendido*"; DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 491-497, hace una detallada descripción de la sulfatación natural. *rendido*". SALKIELD, L.U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines*
[50]CHECKLAND, S.G. (1967): *The mines of Tharsis…*155.
[51]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 49 y SALKIELD, L.U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines*..234.

piritas al aire libre con los más decididos beneficios directos, pues á costa de prolongar algún tanto la extracción total del metal de sus minerales, obtiene compensaciones amplias, porque la sulfatación espontánea le produce mejores disoluciones que exigen menos cantidad de hierro para la cementación y que da precipitados más ricos y puros quedando muy simplificadas las operaciones" [52].

RTCL amplió el número de teleras, que seguirá creciendo hasta 1888, cuando tras el decreto de Albareda, como veremos en el capítulo dedicado a las teleras, se limitó su número, teniendo en cuenta que el máximo número de teleras documentado en Río Tinto fue de 730[53] en febrero de 1888, entre las 48 que se estaban conformando, 382 teleras en calcinación y 300 teleras ya calcinadas. Habiéndose aumentado en 467 el número de teleras desde las 233 que se recogen en el Boletín de Ventas.

A partir de 1878[54] RCLT, sin abandonar el sistema de Cementación Artificial, comenzó a probar con otros métodos que permitieran rendir cobre sin calcinar[55]. Concretamente un sistema basado en la cloración patentado por Heinrich Doetsch, el proceso Doetsch. A partir de 1882, tras cuatro años de operación no se estaban obteniendo los resultados esperados, Doetsch desarrolló un segundo proceso, el Segundo Proceso Doetsch o *Ferro Chloric Process*, que consistió en mezclar el mineral calcinado proveniente de Teleras 1, con mineral crudo con sal y manganeso. Los licores obtenidos pasaban por los tanques de lavado donde estaban depositados mineral menudo crudo, que permitía recuperar en las aguas el cobre contenido conllevó un menor consumo de hierro en las operaciones de precipitación, este proceso estuvo en funcionamiento hasta junio de 1895, cuando por un lado la oposición de parte del staff técnico ante los discutibles resultados obtenidos y principalmente evitar seguir pagando los royalties a los herederos de Herr Doetsch[56], decidió que se paralizaban los trabajos.

A partir del final del proceso Doetsch, se continuó con la cementación artificial clásica pero pronto RTCL comenzó a poner en marcha la cementación natural u oxidación natural, un importante cambio en la estrategia operativa de la Compañía,

[52]GÓMEZ DE LA HERA, J. (1894): "Los humos de Huelva y la Cª de Tharsis", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XLV, 180.
[53]Legajo 100 D 7, LMA 13.
[54]Libro de Caja nº 79, con fecha 30 de junio de 1878, 232 se recoge el pago de 1000 reales a Julian Deby por los trabajos experimentales de cloración.
[55]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras"…228
[56] HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company*…94 Indica que "fue indirectamente motivado por el reclamo de los herederos de los royalties de Doetsch"

como reconoce Charles Harvey: "*El primer gran cambio de sistema de producción después del proceso Doetsch fue la adopción en 1895 del proceso de oxidación natural como método para tratar minerales de cobre de baja ley con preferencia a procesos de calcinación – lixiviación y Ferro Clóric*o" [57].

En 1895 el Consejo de Administración de Londres ordenó que para 1896 se construyera entre el Terrero Cerda y Naya uno nuevo ex profeso para cementación natural *Corralejos Heaps*[58] que estuvo operativo hasta 1908[59].

Otro hecho clave para cambiar la percepción de RTCL sobre la puesta en operación de la cementación natural en Río Tinto, fue la visita realizada a Tharsis en 1899[60] por parte del Presidente, Mr. Keswick[61], acompañado de Mr. Sartoris[62], miembro del Consejo, junto con Mr. Rich[63] y Mr. Carlyle[64]. Donde vieron cómo funcionaba la oxidación natural en los terreros, a diferencia de Río Tinto no movían los terreros hasta que el mineral estuviera lavado y habiendo recuperado el cobre posible. Esta transmisión de *Know how* enseño a los directivos de RTCL que el terrero conformados en Río Tinto eran muy grandes por lo que se redujo su altura hasta los 3,5 metros de altura[65].

Pero a pesar de buscar sistemas alternativos a la calcinación en Río Tinto, que RTCL comenzó a apostar por la cementación natural y aunque se redujo el tonelaje en calcinación, entre 1897 y 1899 solo se trataron por este sistema 35,199 toneladas[66]. Lo que acabó con el este sistema fue el desarrollo de la tecnología metalúrgica, que permitió obtener cobre sin calcinar ni precipitar. Así en 1901 el Proceso Bessemer / Manhes Dawid que se basaba en el principio que cuando se soplaba aire caliente en el convertidor donde estaba la mata, el hierro se oxidaba el azufre reaccionaba con la sílice

[57] HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company…*94

[58]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 3, AHMFRT; Cost Statement 1897, Statement 19.

[59]Cost Statement 1908, Statement 21.

[60]SALKIELD, L. U. (1984): *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 250.

[61]John. J. Keswick, directivo de RTCL, que estuvo en la compañía desde el 24/6/1894 hasta su muerte el 18/5/1905 Staff Book nº2, 144 LMA. Desde su entrada en la empresa fue uno de los Vicepresidentes de RTCL, Deputy Chairman. En 1898 sucedió a Mr. Matheson, como Presidente, Chairman, cargo que ostentó hasta su muerte, siendo sucedido por Charles Fielding. Fue integrante de numerosas comisiones del Consejo de Administración de RTCL, como la que fue a Tharsis en 1899.

[62]Lionel Charles George Sartoris, alta en RTCL el 19 de julio de 1894 como miembro del Consejo de Administración, participó en varias comisiones. Causó baja en RTCL el 2 de abril de 1907. Staff Book nº2, 248 y Staff Book nº3, 226 LMA.

[63]William Rich, Directivo de RTCL, donde estuvo empleado entre el 2/6/1887, hasta su retiro voluntario por disconformidad con el Presidente Mr. Keswick el 10/5/1900. Legajo 1620 y Staff Book nº2, 231 LMA.

[64]William Arthur Carlyle, ingeniero con mucha experiencia en operaciones mineras en Estados Unidos, alta en RCTL con fecha 14/9/1899 sustituyó a Mr. Rich, como General Manager, Director General en las minas, cargo que ostentó hasta su dimisión por telegrama por desacuerdo con Mr. Fielding, Presidente de RTCL el 27/2/1907. Staff Book nº3, 41 LMA.

[65]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 253.

[66]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 253.

del revestimiento, formando un ferro silicato, escoria, y liberando el cobre. Fue aplicado por RTCL de forma experimental en Cwn Avon (Gales). Su resultado, fue satisfactorio y se decidió la construcción en Río Tinto de la nueva fundición[67]. La puesta en operación de esta fundición, que estuvo en funcionamiento hasta 1914, determinó que el mineral que hasta ese momento se estaba destinando a Teleras 1 hasta 1900[68], pasando a procesarse desde ese momento en la Fundición Bessemer[69].

El segundo cambio sucedió con la implantación de la Fundición Pirítica, durante el mandado de Mr. Fielding, que coincidió con el periodo de gestión de Mr. Browning, cuando se produjeron los mayores avances técnicos[70] y fue la Fusión Pirítica, que se basaba en utilizar el azufre que contenían los minerales para fundir dentro del horno sin emplear combustible. Los primeros ensayos de este tipo de fusión se desarrollaron en 1889 en Austin, en Montana en 1891 se probó con hornos water – jacket, aunque el más exitoso fue en Mount Lyell (Tasmania), donde en 1892 se fundió sin emplear cok, aunque en Río Tinto se realizaron ensayos en 1890 en Fundición Mina. La prueba concluyente se realizó en 1903, cuando se construyó un horno water-jacket para ensayar la fusión pirítica en la Fundición Bessemer. Tras cuatro años, el éxito de esta fusión determinó que RTCL decidiera la construcción de una nueva Fundición, a 1300 metros de la Bessemer. Originalmente se denominó Extensión Bessemer, pasando al poco tiempo a denominarse como Fundición Piritas[71]. La implantación de la fusión pirítica supuso el final de la calcinación, pues a partir de 1908 el mineral que se destinaba a Teleras 2[72], desde ese año se trató en los convertidores de la Fundición Piritas. La implantación del sistema Orkla en 1932 permitió recuperar el azufre elemental de los gases del horno[73].

En definitiva, los avances metalúrgicos para tratar los minerales cobrizos desarrollados en Río Tinto, fueron los que acabaron con la calcinación.

[67]Sobre la Fundición Bessemer ver RUBIO y MUÑÓZ, C. (1902): "Nueva fundición de Cobre de Río Tinto", 363 -365; 375 -377; 387 -389, 415-416, láminas nº3, nº4 y nº5.
[68]Cost Statement 1900, Statement 10, AHMFRT.
[69]SALKIELD, L. U. (1971) Recent history of copper smelting at Río Tinto, 2-3.
[70] HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company…*90.
[71]SALKIELD, L. U. (1971) Recent history of copper smelting at Río Tinto, 3-4.
[72]Cost Statement 1908, Statement 14, AHMFRT.
[73]SALKIELD, L. U. (1971) Recent history of copper smelting at Río Tinto, 4.

7.3.1. Calcinación al aire libre

Las operaciones desarrolladas en la cementación artificial continuaron haciéndose hasta el final de este sistema de la misma manera que cuando el establecimiento minero estaba gestionado por la Real Hacienda. La diferencia estará en el tonelaje y en el número de teleras empleados en el campo de calcinación.

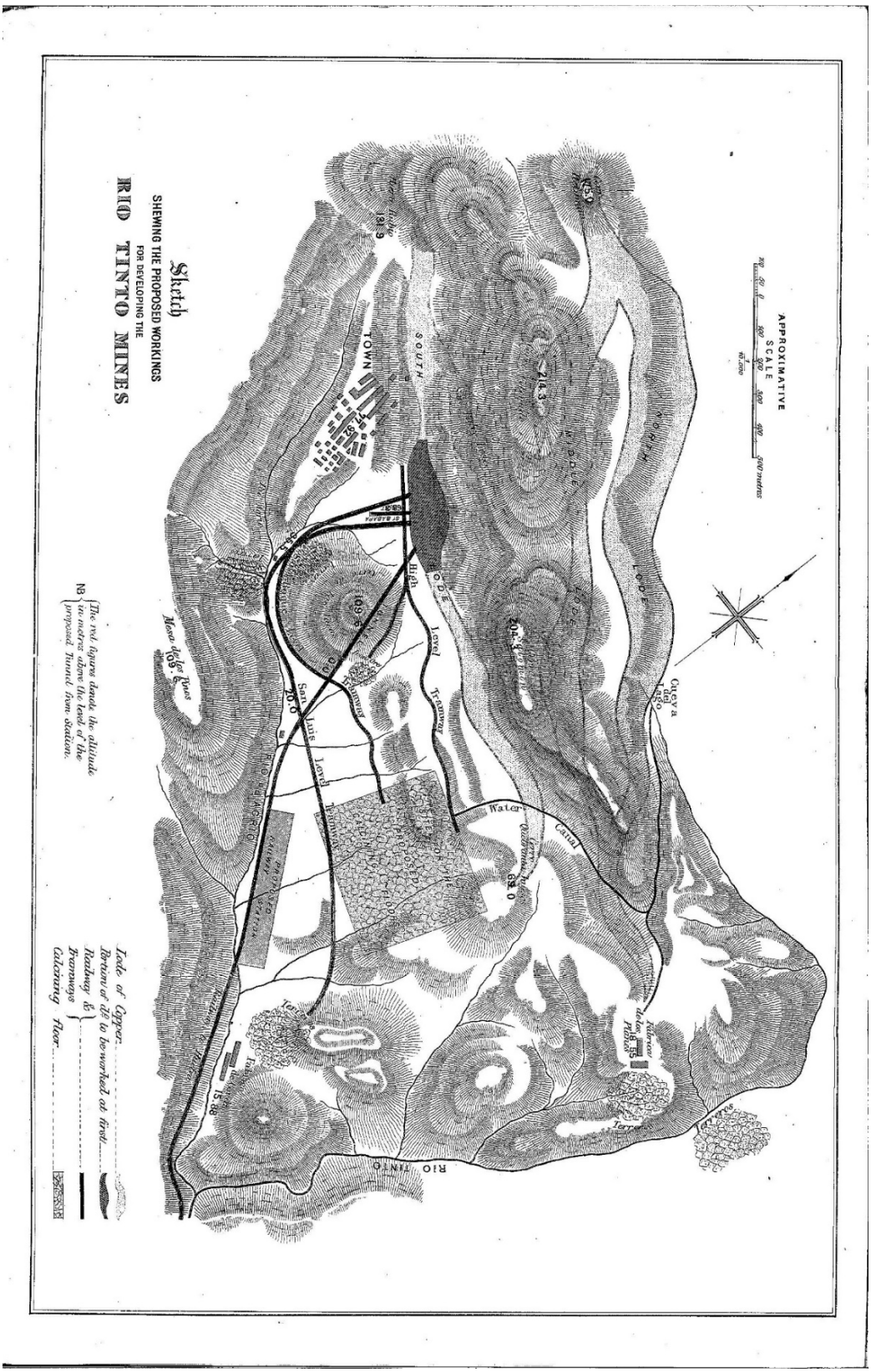
Gonzalo y Tarín[74] recoge que para fines de los años ochenta del siglo se denominaba *telera* a todos los montones de calcinación al aire libre, fueran prismáticos o cónicos. Los cónicos tenían una base de 4 metros y una altura que variaba entre 2, 25 y 3,25 metros, se componían con 110 a 200 toneladas de mineral. Las prismáticas tenían 14 metros de base por 5 metros de ancho y 1,90 de altura[75], de media tenían 260 toneladas de mineral pero podían contener entre 500 y 800 toneladas. Estas dimensiones son mayores que las que se conformaron en época española, unas tres veces y media. [76] Cumenge nos informa que para 1879 el campo de calcinación de teleras ocupaba una superficie de 20 has, donde se beneficiaban por el sistema que nos ocupa unas 300.000 toneladas, afectando los humos a unos quince kilómetros a la redonda[77].

El empleo de una telera tendente a rectangular o cuatrilonga, dependió como durante el periodo español del sitio en la plaza de calcinación y el criterio del capataz[78].

El armado de la telera[79] se realizaba desde el asiento que consistía en una capa 10 centímetros de espesor de mineral menudo crudo o mal calcinado, sobre las que se disponían perpendicularmente al perímetro de la misma y con las raíces hacia fuera, los haces de jara que servían para iniciar la combustión, la leña que había que aportar era de 14 a 15 kilos de leña por tonelada de mineral, aunque el mismo autor reconocía que la proporción podía llegar a 20 o 25 kilos de leña por cada mil kilos de mineral. La granulometría del mineral empleado en las teleras oscilaba entre los 5 y 7 centímetros de diámetro, pues un tamaño mayor hubiera favorecido la formación de núcleos. Finalizada la telera, se cubría la parte superior, denominaba corona si era cónica o cresta

[74]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*. Tomo II, 619 - 622.
[75]Medidas similares a las que tenían las descritas en el Boletín de Ventas de la Minas de Riotinto, sobre este particular ver capítulo 8.3.1.1.
[76] Ver Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 19 - 22. Se recogen todas las medidas y el volumen de las 230 teleras que existían en el Establecimiento de las Minas de Río Tinto con fecha 30 de noviembre de 1870.
[77]CUMENGE, D.E. (1884) Apuntes sobre Río Tinto, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXV, 151-154.
[78]EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias…*12.
[79] Sobre el armado de las calcinaciones al aire libre Ver capítulos 8.3.1.1. y 8.3.1.2.

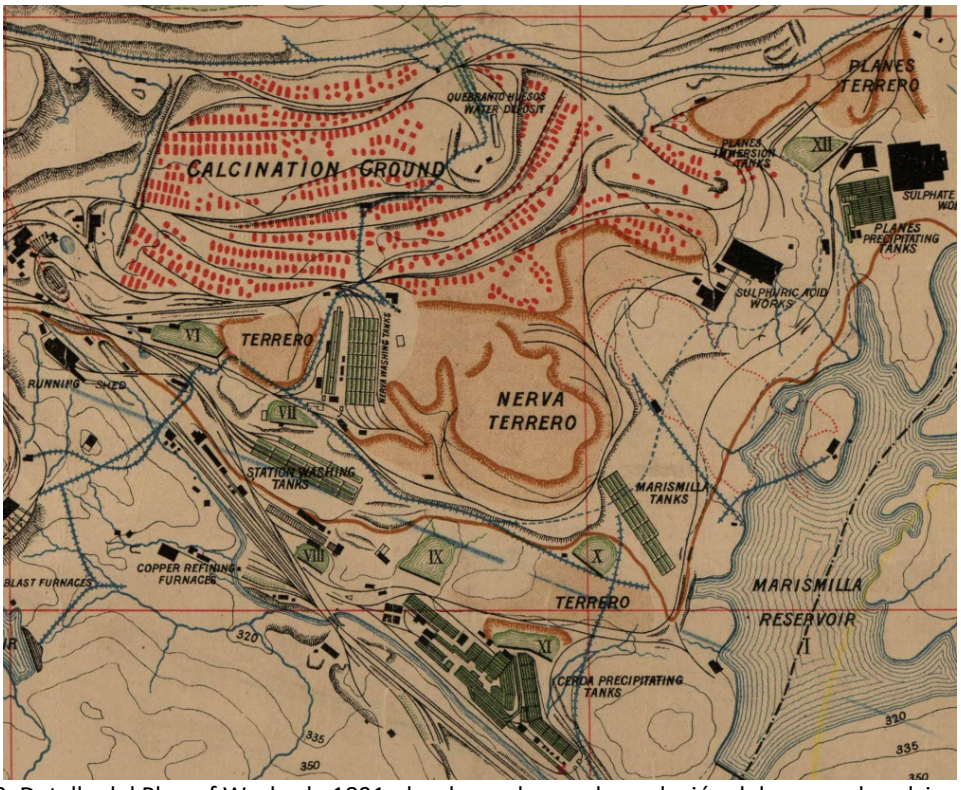
y cabeza a las aristas y chaflanes de los montones prismáticos. El espacio entre las filas de teleras se denominaba *calle*.



Plano 36, Legajo 100 B 33, Plano de los trabajos propuestos para la explotación de Río Tinto donde se indica el medio del mismo el sitio destinado al campo de calcinación.



Plano 37, Detalle del Plan of Works de 1878 donde se observa el campo de calcinación (*calcination ground*). AHMFRT.



Plano 38, Detalle del Plan of Works de 1891, donde se observa la evolución del campo de calcinación, los terreros y las cementaciones. AHMFRT

Prendida la telera, esta permanecía ardiendo unos seis meses, aunque este periodo se podía adelantar o retrasar por la acción de los agentes atmosféricos, principalmente lluvia y viento. Cuando el fuego *había recorrido toda la telera*, y antes de que se apagara se procedía *a picar o hacer pica*, denominado así pues esta labor ser realizaba a pico. Con esta herramienta se iban deshaciendo los fragmentos de mena de la que se habían aglutinado, en los bordes del montón de calcinado, pues llegado al centro del mismo se abandonaba esta labor pues el mineral calcinado estaba muy caliente cuando se enfriaba era extraído a pala. El mineral crudo extraído era debajo en la *calle* para armar la siguiente telera. Finalizada esta operación el peso del mineral contenido en la telera se reducía entre un 20 a un 25 %.

Si bien en los primeros años el sistema no cambió si se produjo un aumento considerable del número de teleras y de su tonelajes[80]y por ende del efecto de los humos sulfurosos sobre el entorno minero, lo cual no fue privativo de Río Tinto sino que afectó en mayor o menor medida a todas las minas en explotación en la Faja Pirítica Ibérica en ese momento[81]. En el caso que nos ocupa, el pueblo de Zalamea la Real, hizo numerosas denuncias, llegando a llevar a las Cortes sus reivindicaciones contra el sistema de calcinación al aire libre. Esto llevó a que además de otra comisión presidida por el Gobernador de Huelva visitara la zona[82], el Gobierno declarara el sistema de calcinación de los minerales de cobre de la provincia de Huelva como de utilidad pública[83], debido sobre todo al beneficio que esto reportaba al país y sobre todo los jornales que aportaba[84], lo cual será ampliamente por las distintas compañías mineras[85].

A pesar de la citada declaración continuaron las denuncias sobre las teleras, constituyéndose lo que denominamos "la cuestión de los Humos de Huelva"[86], centrada

[80] V.V.A.A. (1877): "Expediente de Zalamea La Real por el aumento de las teleras". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXVIII*, 111; V.V.A.A. (1880): "Situación de los Humos". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXI*, 190. Es este artículo se recoge que para esa fecha se habían aumentado en 400 el número de teleras en Río Tinto.

[81] V.V.A.A. (1877): "Comisionado de S.M. para el estudio de los daños por humos en Tharsis y Minas de Riotinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXVIII*, 157; V.V.A.A. (1880): "Efectos de los humos en Tharsis y Rio Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXI*, 267.

[82] V.V.A.A. (1878): "La Cuestión de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXIX*, 177; V.V.A.A. (1880): Manifestación en Zalamea la Real sobre los humos de Minas de Riotinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 22; V.V.A.A. (1888): Humos, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 30.

[83] V.V.A.A. (1888): Humos, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 30 y 46.

[84] V.V.A.A. (1878): "Variedades". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXIX*, 14. Recogía qué si se reducía el número de teleras en un 30 %, como se pedía esto podía suponer la pérdida de 600 puestos de trabajo.

[85] GÓMEZ DE LA HERA, J. (1887): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX*, 89. Se reconoce que a las arcas nacionales en Huelva la agricultura aportaba en 1887 301.230 pts., mientras que la minería aportaba 994.985 pts.

[86] Sobre este tema ver V.V.A.A. (1878): "La Cuestión de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXIX*, 177; V.V.A.A. (1880): Manifestación en Zalamea la Real sobre los humos de Minas de Riotinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 22; V.V.A.A. (1880): "Situación de los Humos". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXI*, 190; V.V.A.A. (1888): Humos, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 30; V.V.A.A. (1888): Humos, *Revista Minera, Científica,*

sobre todo en la compañía de Río Tinto[87]. Esto se verá acrecentado por los luctuosos acontecimientos acaecidos en la plaza de la Constitución el actualmente desaparecido pueblo de Río-Tinto el 4 de febrero de 1.888, conocidos como "*El año de los tiros*"[88]

Industrial y Mercantil XXX, 30,46; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1887): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX*, 89, 97 – 101, 128, 285, 306; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL*, 128.

[87] Frente a los trabajos citados en la nota anterior "los humos" de Tharsis y Sotiel sólo aparecen reflejados en tres: V.V.A.A. (1877): "Comisionado de S.M. para el estudio de los daños por humos en Tharsis y Minas de Riotinto"…,157; V.V.A.A. (1880): "Efectos de los humos en Tharsis y Rio Tinto"…, 267; J.G.G. (1888): "Otra solución técnica para los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL*, 209-210.

[88] Este tema excede de esta tesis doctoral centrada en el estudio e investigación de los sistemas de beneficio de minerales empleados en Riotinto entre 1725 y 1954.Sobre los acontecimientos del 4 de febrero, sus causas, hechos y consecuencias véase: AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s birthday*, Collins, London; BECERRO DE BENGOA. R. (1890): "La provincia de Huelva y sus Minas". Conferencia del 7 de marzo de 1890 en el Círculo de la Unión Mercantil, Madrid; CHASTAGNARET, G. (2017), *Humos y Sangre, Protestas en la cuenca de las piritas y masacre en Riotinto (1877 – 1890)*, Universitat D´Alacant, Alicante; CORNEJO CARVAJAL, J. (1892) Los Humos de Huelva, Madrid; CONSEJO DE MINERIA. (1916): *Memoria sobre el aprovechamiento industrial de los yacimientos de pirita ferro-cobriza de la provincia de Huelva*. Tip. A. De Ángel Alcoy. Madrid; CORTAZAR D. (1888): La mina de Riotinto y sus calcinaciones, Discurso pronunciado en la conferencia del 26 de enero de 1888, celebrada en el Ateneo de Madrid, Tipografía de Manuel G. Hernández, Madrid; DEBY, J. (1889): "Extracción del cobre de las piritas sin calcinar", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 126 – 127; DEBY, J. (1889): "Hidrometarlurgia del Cobre", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL, 169, 174, 183, 185, 201.*; DEL VILLAR Y LAVÍN, M. (1894): Beneficios de los minerales de Río Tinto,148-149, 165 - 172.; FERRERO BLANCO, M.D. (1988): Los Conflictos de febrero de 1.888 en Río Tinto. Distintas versiones de los hechos" en Huelva en su Historia 2. Huelva; FERRERO BLANCO, M.D. (1991): Estudios sobre Río Tinto. Los Conflictos de 1888, sus antecedentes y repercusiones. Tesina de Licenciatura; FERRERO BLANCO, M.D. (1994): *Capitalismo minero y resistencia rural en el suroeste andaluz,* Diputación de Huelva. Huelva; FERRERO BLANCO, M.D. (2008): El 4 de febrero de 1888: la primera gran huelga minero agrícola de la historia contemporánea. *120 Aniversario del año de los tiros. 4 de febrero de 1888 -2008 "Las Teleras". Conflictos Sociales. Causas y Consecuencias*. Nerva, 11-27; FLORES CABALLERO, Manuel. (1981): *Rio Tinto: La fiebre minera del XIX*. Instituto de Estudios onubenses: Padre Marchena. Excma. Diputación Provincial. Huelva; GIL VARÓN, L. (1984): "Las luchas obreras en Riotinto (1888-1920)", *Seis estudios sobre el proletariado andaluz 1868 – 1939,* Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba, 129 -173; GIL VARÓN, L. (1984): *Minería y Migraciones, Río Tinto 1873-1973,* Sociedad Cooperativa Industrial Tipografía Católica, Córdoba; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1887): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX*, 89, 97 – 101, 128, 285, 306; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888a): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX*, 128; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888b): Los Humos de Huelva, La Supresión de las calcinaciones y sus consecuencias, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XXXIX* 81; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888c): La representación a las cortes de la Compañía de Riotinto, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 121; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888d): Los humos de Huelva, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 135; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888e): Otra Solución técnica para los humos de Huelva, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 209 -210; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1890): Los Humos de Huelva., *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 259-261, 393-395; GÓMEZ DE LA HERA, J. (1894): Los humos de Huelva y la Cª de Tharsis, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLV,* 179 – 180; RUÍZ BALLESTEROS, E. (Coord.) Cultura Minera en Andalucía Demófilo. Fundación Machado en PÉREZ CEBADA, J.D. (1999): "Conflictividad Social y contaminación atmosférica en la Cuenca Minera Onubense, 67-81; PEREZ CEBADA, J.D. (2008): "Historia de la contaminación minera en España, med. S. XIX – med. S. XX", Boletín Geológico y Minero 119, nº3, 383-398; PÉREZ CEBADA, J.D. (2014): *Tierra devastada, historia de la contaminación minera*, Síntesis, Madrid; PÉREZ LÓPEZ, J. M (1994): *Las calcinaciones al aire libre: Las teleras. Los conflictos sociales de febrero de 1888. Causas y consecuencias*. Fundación Río Tinto; PÉREZ LÓPEZ, J. M (2006): "1888 El año de los Tiros", en DELGADO DOMÍNGUEZ, A. *Catálogo del Museo Minero de Riotinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla, 51-57; PÉREZ LÓPEZ, J. M (2007a): *Sindicalismo minero en Huelva. La huelga de 1913 en Río Tinto, como paradigma de acción colectiva desde los órganos de representación obrera.* ADR Cuenca Minera Riotinto. Sevilla; PÉREZ LÓPEZ, J. M (2007e): *La cementación artificial como causa de conflictividad socioeconómica en las minas de Rio Tinto. El año de los tiros*. Coloquio Internacional de Annaberg, 411-426; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008): "El año de los tiros a través de su rastro documental y las fuentes hemerográficas".*120 Aniversario del año de los tiros. 4 de febrero de 1888 -2008 "Las Teleras". Conflictos Sociales. Causas y Consecuencias*. Nerva, 29 – 42; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2011b): "Nuevas interpretaciones sobre los sucesos de "el año de los tiros", a partir de los acuerdos plenarios y otras fuentes documentales. La solución del enigma "Tornet". PÉREZ, J.A.; DELGADO, A., PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.) *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural.*557-573; PÉREZ LÓPEZ, J. M. y MORENO BOLAÑOS, A. (2008): «Testimonios fehacientes sobre El Tren de la Muerte. 4 de febrero de 1.888.» en *NERVAE*, 103 – 107; PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva*. Ed. Summa, Madrid; PULIDO FERNÁNDEZ, A. (1890): "Las Calcinaciones de Huelva (problemas de salubridad)" Madrid; RIEKEN, J. (1894): "Las calcinaciones en teleras"….,188, 19, 212, 217; SALKIELD, L.U. (1964). *Notes on the modern history of the Rio Tinto Mines*, London; SANCHEZ DÍAZ, F.J. (1988): "Estrategias campesinas frente a la penetración del capitalismo minero". *Huelva en su historia, 2*, 589-602; STEVENS, H.J. (1909): *The Copper Handbook. A manual of the copper industry of the world*. IX. M.A. Donohue & Company. Chicago USA; VVAA (1888): "Alborotos en Rio Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 47; VVAA (1888): "Real decreto de 29 de febrero de 1888, Supresión de las Calcinaciones", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 75; VVAA (1888): "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 166; VVAA (1888): "Los humos de Huelva, telegrama desde Zalamea", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 367; VVAA (1888): "Memoria técnica sobre los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 367; VVAA (1889): "Los humos de Huelva, el periódico el Día", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 50; VVAA (1889): "Comisión a Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 182; VVAA (1889): "Comisión de Riotinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 189 -191; VVAA (1889): "Derechos de indemnización", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 265-267; VVAA (1890): "Los Humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 189-202; VVAA

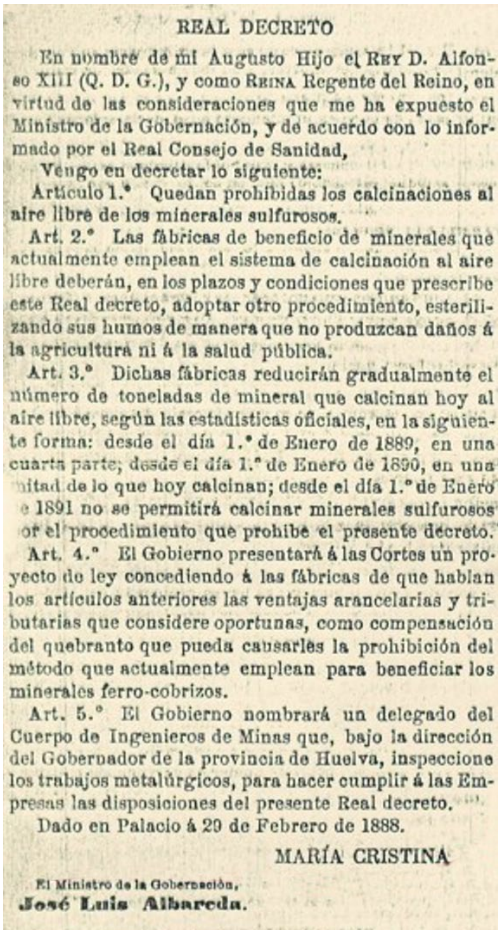
donde murieron más de un centenar de personas. Al confluir en el lugar referido dos manifestaciones, la antihumista procedente sobre todo de Zalamea la Real e integrada por campesinos, en su mayoría colonos de los terratenientes zalameños y la manifestación de los mineros junto con sus familias donde pedían cobrar los días de manta y mejorar las condiciones de trabajo, nunca la supresión de las calcinaciones[89].

Tras ese fatídico día, el gobierno tomó cartas en el asunto y con fecha 29 de febrero de 1888 por Real Decreto firmado por la reina regente Mª Cristina y siendo ministro de gobernación José Luis Albareda y Sezde se prohibieron las calcinaciones al aire libre (art. nº 1).

Este Real Decreto, además de no seguir autorizando las calcinaciones recogía que se debía arbitrar un sistema donde se esterilizaran los humos sulfurosos. También se planificaba la reducción de las teleras para que tres años tras el Real Decreto la supresión fuera completa. Así para el 1 de enero de 1889 tendrían que haberse reducido en un 25%, para el 1 de enero de 1890 un 50 % y para el 1/1/1891 el 100 %. Aunque esto último no llegó a suceder como veremos. El gobierno reconocía que establecerían compensaciones a las compañías mineras y estableció un sistema por parte de Ingenieros de Minas del Estado, bajo la autoridad del gobernador civil, que velaran por el cumplimiento de lo recogido en este ordenamiento jurídico.

(1890): "Comisión de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 191; VVAA (1890): "Los Humos de Huelva. La academia de Medicina", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 199, 369, 393, 413; VVAA (1890): "Real Decreto autorizando las calcinaciones de minerales sulfurosos al aire libre, 18 de diciembre de 1890". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 414; VVAA (1891): "Reglamentos provisional", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLII,* 13 y 14; VVAA (1891): "Calcinación de Río Tinto en un periódico francés", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLII*. 151; VVAA (1892): "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII, 6;* VVAA (1892): "Los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII,* 250; VVAA (1893): "Los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIV, 140;* VVAA (1895): "Varias", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLVI*, 333; VVAA (1905): "Real Decreto de Agricultura de 12 de mayo de 1905 referente a la explotación y beneficio de piritas ferrocobrizas" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil LVI*, 244.

[89]PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008): "El año de los tiros a través de su rastro de su rastro documental y las fuentes hemerográficas".*120 Aniversario del año de los tiros. 4 de febrero de 1888 -2008 "Las Teleras". Conflictos Sociales. Causas y Consecuencias*. Nerva, 29 – 42; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2011): "Nuevas interpretaciones sobre los sucesos de "el año de los tiros", a partir de los acuerdos plenarios y otras fuentes documentales. La solución del enigma "Tornet". PÉREZ, J.A.; DELGADO, A., PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.) *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural.*557-573; MORENO BOLAÑOS, A. (2016): *Génesis del Anarquismo en Minas de Río Tinto, Maximiliano Tornet como paradigma y su papel en el "año de los tiros"*. Círculo Rojo, Almería,



REAL DECRETO

En nombre de mi Augusto Hijo el Rey D. Alfonso XIII (Q. D. G.), y como Reina Regente del Reino, en virtud de las consideraciones que me ha expuesto el Ministro de la Gobernación, y de acuerdo con lo informado por el Real Consejo de Sanidad,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.° Quedan prohibidas los calcinaciones al aire libre de los minerales sulfurosos.

Art. 2.° Las fábricas de beneficio de minerales que actualmente emplean el sistema de calcinación al aire libre deberán, en los plazos y condiciones que prescribe este Real decreto, adoptar otro procedimiento, esterilizando sus humos de manera que no produzcan daños á la agricultura ni á la salud pública.

Art. 3.° Dichas fábricas reducirán gradualmente el número de toneladas de mineral que calcinan hoy al aire libre, según las estadísticas oficiales, en la siguiente forma: desde el día 1.° de Enero de 1889, en una cuarta parte; desde el día 1.° de Enero de 1890, en una mitad de lo que hoy calcinan; desde el día 1.° de Enero de 1891 no se permitirá calcinar minerales sulfurosos por el procedimiento que prohibe el presente decreto.

Art. 4.° El Gobierno presentará á las Cortes un proyecto de ley concediendo á las fábricas de que hablan los artículos anteriores las ventajas arancelarias y tributarias que considere oportunas, como compensación del quebranto que pueda causarles la prohibición del método que actualmente emplean para beneficiar los minerales ferro-cobrizos.

Art. 5.° El Gobierno nombrará un delegado del Cuerpo de Ingenieros de Minas que, bajo la dirección del Gobernador de la provincia de Huelva, inspeccione los trabajos metalúrgicos, para hacer cumplir á las Empresas las disposiciones del presente Real decreto.

Dado en Palacio á 29 de Febrero de 1888.

MARÍA CRISTINA

El Ministro de la Gobernación,
José Luis Albareda.

Foto 117, Real Decreto de 29 de febrero de 1888. Gaceta de Madrid nº 1 de marzo, 579[90]

Este decreto provocó reacciones enfrentadas, por un lado los detractores del sistema y en mayor medida de RTCL lo celebraron incluso lo pusieron blanco sobre negro[91], incluso continuaron las denuncias[92] y por otro la Compañía hizo uso de sus contactos en Madrid llegando a las cortes[93] defendiendo que el sistema prohibido en el Decreto de 29 de febrero era no sólo el mejor, sino el único sistema[94] para el beneficio de los minerales cobrizos, haciéndose mención incluso de posibles compensaciones a las compañías mineras[95].

[90]Real Decreto de 29 de febrero de 1888 prohibiendo la calcinación al aire libre de minerales sulfurosos. (1888) R*evista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL*, 75.

[91]GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888): "La supresión de las calcinaciones y sus consecuencias".., 81-82.

[92]V.V.A.A. (1888): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL*, 367. Un telegrama del Alcalde de Zalamea la Real con fecha 5 de noviembre afirmaba que se había incrementado el número de teleras y volvía a exponer los efectos perniciosos de los humos sulfurosos sobre las personas, plantas, sementeras, etc.

[93]GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888): "Representación a las cortes de la Compañía de Río Tinto"…, 121-122.

[94]Lo cual no es totalmente cierto pues para esas mismas fechas tenemos conocimiento que RTCL estaba ensayando otros métodos en los "Pilones de Marismilla". Legajo 100 D 7 LMA, 24-25..

[95]GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888): "Representación a las cortes de la Compañía de Río Tinto"…, 121-122.
GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888): "Los humos de Huelva"….,135. En este artículo se recoge como el ingeniero de minas y senador Fernández de Castro defendió las tesis de RTCL frente a los senadores Ortiz de Pineda y Bosch y al ministro de gobernación José Luis Albareda y Sezde.

El Estado nombró a Jacobo Mª Rubio, ingeniero de minas, inspector encargado de inspeccionar que se cumpliera lo dispuesto en el Real Decreto de 29 de febrero. Como resultado de girar esta visita de inspección del citado Sr. Rubio se puso de manifiesto por un lado el buen grado técnico de explotación de las masas de pirita y por otro se criticaba la extensión de la calcinación en la Faja Pirítica onubense, centrándose en Riotinto, proponiendo la adopción de métodos alternativos, aunque no determinaba cuales[96]. Contra lo consignado en el acta levantada por el Sr. Rubio, RTCL formuló una protesta ante el gobierno central en Madrid[97].

La necesidad de RTCL de generar un documento donde se recogiera la cantidad de mineral calcinado nos proporciona uno de los mejores documentos de que disponemos sobre el sistema de calcinación al aire libre para época británica. El acta notarial levantada por José Agustín Bernabé y Ruíz, notario del Colegio de Sevilla y residente en Zalamea La Real a petición del ingeniero de minas William Rich[98], *Deputy General Manager*, representante de RTCL, a tenor del Real Decreto de 29 de febrero de 1888, que recogía en el art. 3º que las fábricas dedicadas a este tipo de beneficio se reducirían gradualmente el número de toneladas a 1 de enero de 1889 en una cuarta parte, a fecha 1 de enero de 1890 la mitad, y a fecha de 1 de enero de 1891 la totalidad de ellas.

En este documento en cumplimiento del Decreto anteriormente citado, se recogían los trabajos de medida y aforo de las teleras del campo de calcinación de RTCL realizados por el arquitecto Manuel Pérez González y Manuel Manzano Reyes jefe de la Sala de Dibujo, e incluso lo reflejaron en un plano, donde se describen los estados del minera contenido en las teleras, si están en formación, formada por encender, en calcinación, calcinado completamente y calcinado en extracción por cada plaza indicando sobre cada una el tonelaje, que a continuación detallamos en el siguiente resumen.

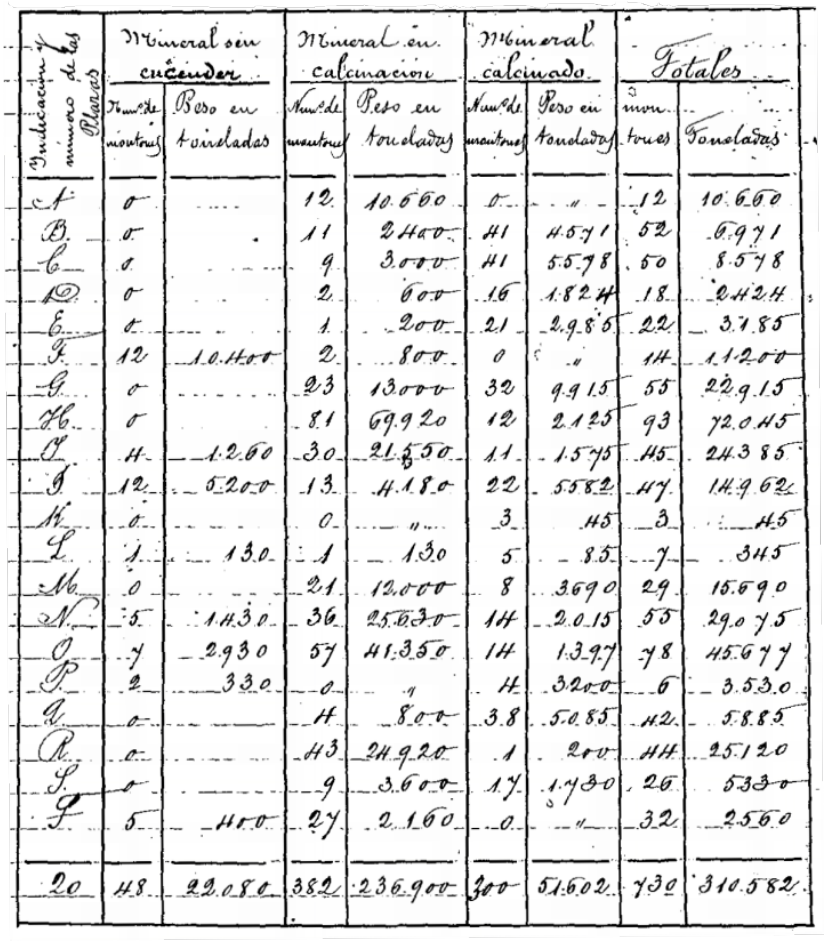
[96]V.V.A.A. (1888): "Memoria técnica sobre los humos de Huelva". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL*, 375.
[97]V.V.A.A. (1889): "Comisión a Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI*, 182.
[98]Legajo 1620 y Staff Book nº2, 231 LMA.

TABLA 5 RESUMEN DEL CONTENIDO EN MINERAL DE LAS TELERAS EN RÍO TINTO, A FECHA 1 / 1 / 1890

MINERAL SIN ENCENDER		MINERAL EN CALCINACIÓN		MINERAL CALCINADO	
Montones	Toneladas	Montones	Toneladas	Montones	Toneladas
48	22.080	382	236.900	300	51.602

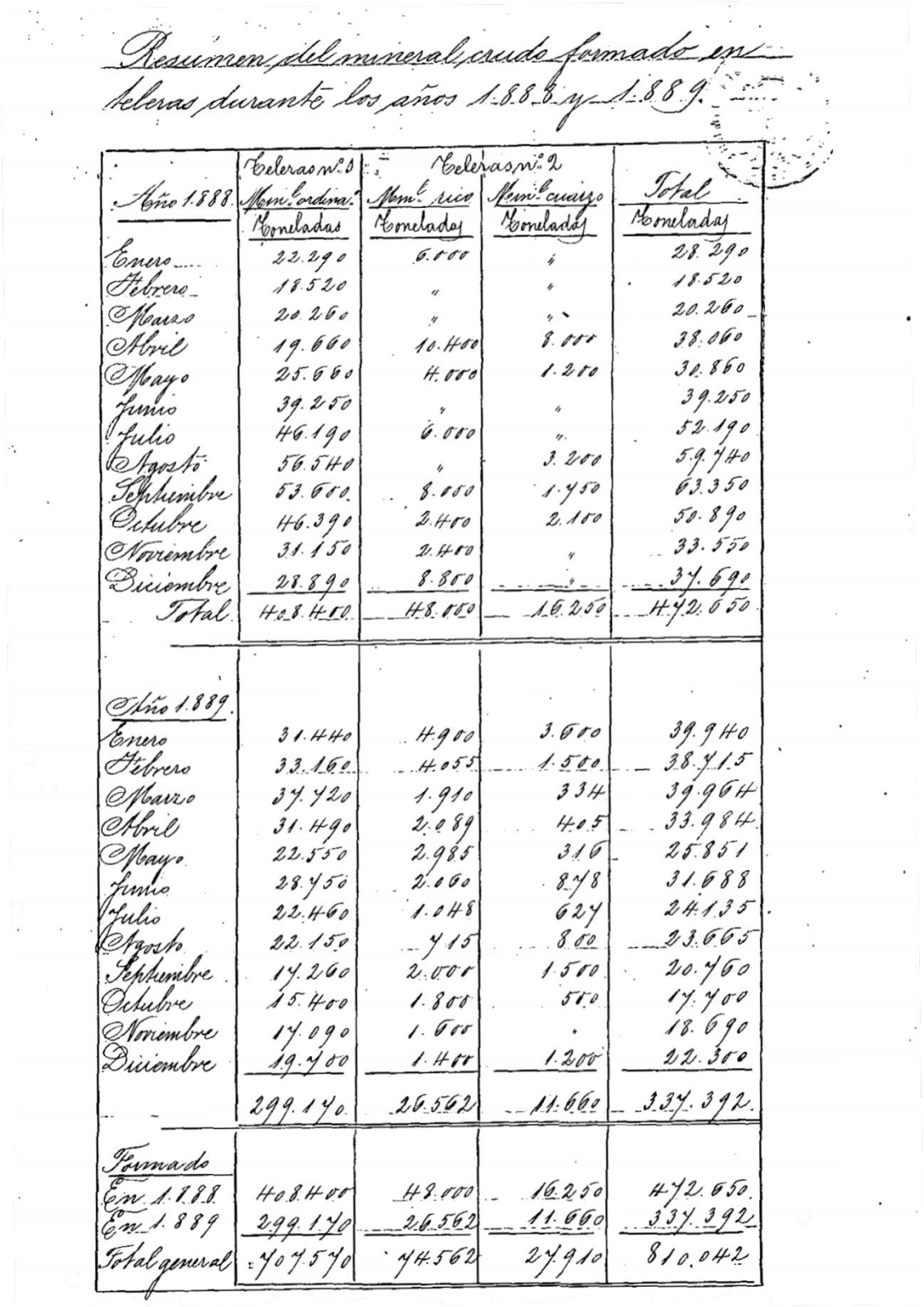
MONTONES	MINERAL (Sin encender, en calcinación y calcinado	
730	310.582 toneladas	TOTAL

Fuente Legajo 100 D 7 LMA, Elaboración Propia



Indicación y número de las Plazas	Mineral sin encender		Mineral en calcinación		Mineral calcinado		Totales	
	Número de montones	Peso en toneladas	Número de montones	Peso en toneladas	Número de montones	Peso en toneladas	montones	Toneladas
A	0		12	10.660	0	"	12	10.660
B	0		11	2440	41	4.571	52	6.971
C	0		9	3.000	41	5.578	50	8.578
D	0		2	600	16	1.824	18	2.424
E	0		1	200	21	2.985	22	3.185
F	12	1.040	2	800	0	"	14	1.200
G	0		23	13000	32	9.915	55	22.915
H	0		81	69.920	12	2.125	93	72.045
I	4	1.260	30	21.550	11	1.575	45	24.385
J	12	5.200	13	4.180	22	5.582	47	14.962
K	0		0	"	3	45	3	45
L	1	130	1	130	5	85	7	345
M	0		21	12.000	8	3690	29	15.690
N	5	1430	36	25.030	14	2.015	55	29.075
O	7	2.930	57	41.350	14	1.397	78	45.677
P	2	330	0	"	4	3200	6	3.530
Q	0		4	800	38	5.085	42	5.885
R	0		43	24.920	1	200	44	25.120
S	0		9	3.600	17	1.730	26	5330
T	5	400	27	2.160	0	"	32	2.560
20	48	22.080	382	236.900	300	51.602	730	310.582

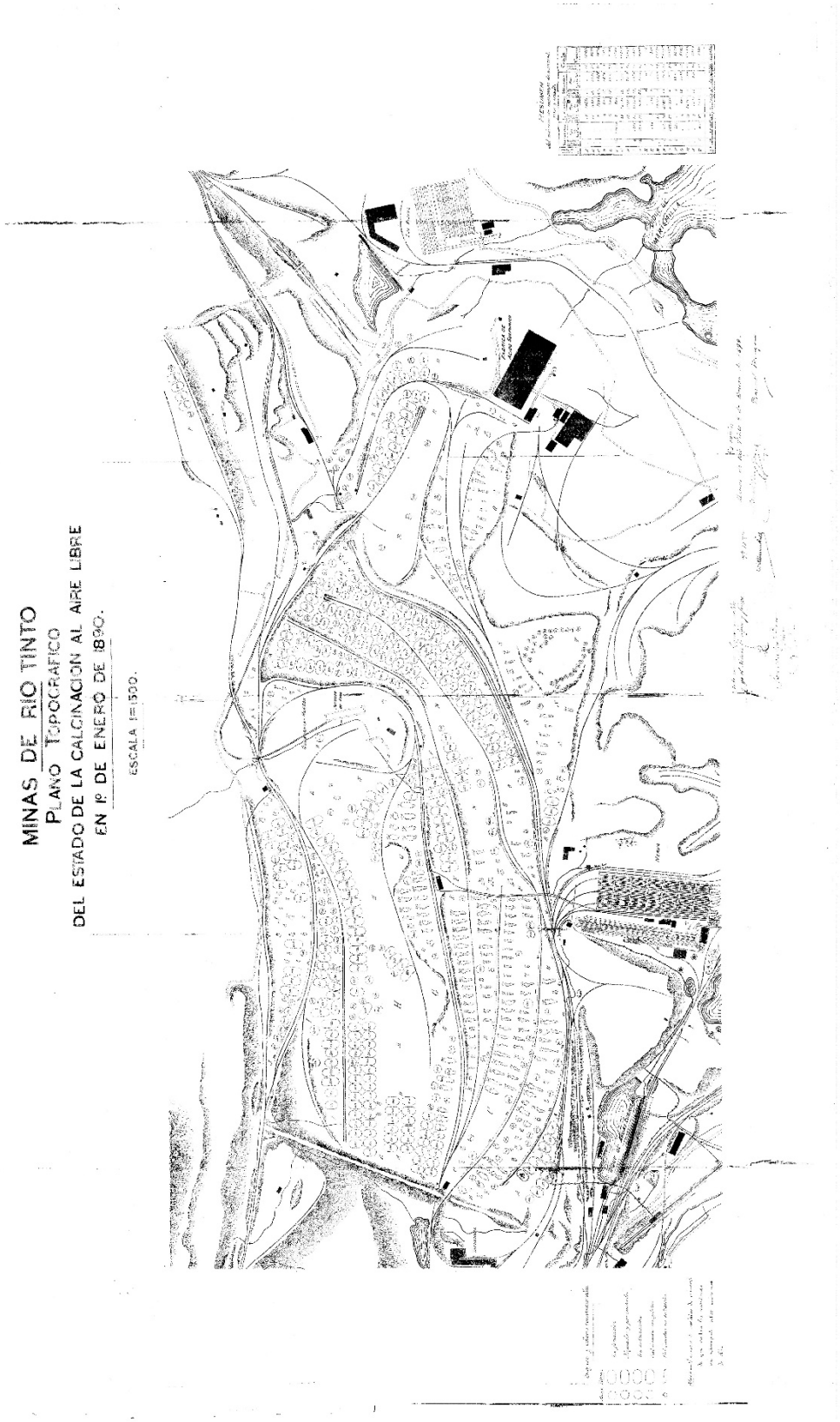
Foto 118, Teleras en Río Tinto por Plazas de Calcinación 1/1/1890. Fuente Legajo 100 D 7. AHMFRT, 13.



Resúmen del mineral crudo formado en Teleras durante los años 1.888 y 1.889.

Año 1.888	Teleras nº 1 Mem.l ordinario Toneladas	Teleras nº 2 Mem.l rico Toneladas	Mem.l cuarzo Toneladas	Total Toneladas
Enero	22.290	6.000	"	28.290
Febrero	18.520	"	"	18.520
Marzo	20.260	"	"	20.260
Abril	19.660	10.400	8.000	38.060
Mayo	25.660	4.000	1.200	30.860
Junio	39.250	"	"	39.250
Julio	46.190	6.000	"	52.190
Agosto	56.540	"	3.200	59.740
Septiembre	53.600	8.000	1.750	63.350
Octubre	46.390	2.400	2.100	50.890
Noviembre	31.150	2.400	"	33.550
Diciembre	28.890	8.850	"	37.690
Total	408.400	48.000	16.250	472.650
Año 1.889				
Enero	31.440	4.900	3.600	39.940
Febrero	33.160	4.055	1.500	38.715
Marzo	37.720	1.910	334	39.964
Abril	31.490	2.089	405	33.984
Mayo	22.550	2.985	316	25.851
Junio	28.750	2.060	878	31.688
Julio	22.460	1.048	627	24.135
Agosto	22.150	715	800	23.665
Septiembre	17.260	2.000	1.500	20.760
Octubre	15.400	1.800	500	17.700
Noviembre	17.090	1.600	.	18.690
Diciembre	19.700	1.400	1.200	22.300
	299.170	26.562	11.660	337.392
Formado				
En 1.888	408.400	48.000	16.250	472.650
En 1.889	299.170	26.562	11.660	337.392
Total general	707.570	74.562	27.910	810.042

Foto 119, Mineral crudo formado en Teleras en Río Tinto años 1888 / 1889 100 D 7 LMA, 37.



Plano 39, Plano Topográfico del Estado de la Calcinación al Aire Libre en el 1º de enero de 1890. Fuente Legajo 100 D 7, 13. LMA

El 29 mayo de 1889 el gobierno nombró inspector al Sr. La Viña para que girara visita de inspección a Río Tinto, que sobre la documentación generada por la comisión anterior, mejor que sobre la que le pudiera aportar RTCL por tendenciosa, comprobara el mineral que estaba en calcinación[99].

Así el gobierno había retrasado casi seis meses la inspección de Río Tinto para 1889, incluso incumpliendo la cantidad que debía tener en combustión, pues a fecha 1 de enero se debía haber inspeccionado el número de mineral calcinado en Río Tinto. Documentándose 193.582 toneladas de mineral más que el debiera haber habido[100].

En este punto una vez visto que podemos documentar la cantidad de teleras y el tonelaje de cada una de ellas queremos hacer hincapié en dos puntos muy importantes, el primero es que nunca estuvieron todas encendidas a la misma vez, sino que hubo más o menos un tercio encendidas, mientras otro tercio se estaban conformando y el último tercio estaba desmontándose, estos dos últimos procesos se hacían a mano y clasificando tanto el mineral a calcinar como el que se había calcinado.

Otro aspecto a tener en cuenta , como puso ya de manifiesto Alfredo Moreno[101], es que la "Telera Monstruo" que estaba entre los términos municipales de Río Tinto y Nerva y que saltaba el río Tinto calcinando 20.000 toneladas, nunca existió, a pesar da la información que ofreció el periódico El Cronista con fecha 5 de junio de 1887, escrita por un periodista con poco conocimiento de las operaciones hidrometalúrgicas, y quizás sensacionalista, lo que nos resulta "curioso" que es investigadores[102] más de un siglo después mantengan la existencia de esta monstruosa telera sin haber consultado parte de la documentación que está a disposición de los investigadores en el Archivo Público de Londres y en el Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto.

Ante el Real Decreto de Albareda, RTCL no había estado ociosa intentando hacer valer sus derechos, casi desde el principio tanto mediante recursos llevados a cabo por el señor Parejo, representante legal de la Compañía[103], como empleando los medios de comunicación para hacer patente su derecho a indemnización por el Real Decreto de 29 de febrero, incluso haciendo valer sus derechos adquiridos por compra sobre el suelo,

[99]V.V.A.A. (1889): "Comisión a Río Tinto". *Revista Minera Científica, Industrial y Mercantil XLI*, 182.
[100]Cifra que sale de restar 310.582 toneladas de mineral Legajo 100 D 7, LMA, 13. De las 117.000 toneladas que debía de haber en beneficio. V.V.A.A. (1889): "Comisión a Río Tinto"….,*Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI*, 182.
[101]MORENO BOLAÑOS, A. (2016): *Génesis del Anarquismo en Minas de Río Tinto,* 39 – 42.
[102]FERRERO BLANCO, M.D. (1994): Capitalismo Minero y resistencia rural en el suroeste andaluz, Río Tinto, 1873 -1900, Diputación Provincial de Huelva, Huelva, 68.
[103]Legajo 100 D 7 LMA,56-74.

sobrevuelo y subsuelo[104]. Llegando incluso a ir a Madrid una Comisión de propietarios, comerciantes e Industriales de Huelva para defender la derogación de la calcinación como sistema de beneficio para el mineral de cobre por las pérdidas que eso podía suponer para la economía provincial. Incluso llegó a haber un informe de la Academia de Medicina donde se pretendía "contentar a todo el mundo" y no se reconocía todo lo dañino que los humos eran para la salud[105]. Estos movimientos favorables a la derogación del sistema de calcinación y por tanto a RTCL también tuvieron su respuesta, incluso apuntando que los cambios políticos que se sucedieron aprovechándose de los cambios políticos[106], llegándose a afirmar que RTCL "se saldría con la suya"[107].

A pesar de todo lo anterior las presiones de RTCL hicieron efecto, pues con fecha de 19 de diciembre se publicó en la Gaceta de Madrid el Real Decreto autorizando las calcinaciones de minerales sulfurosos al aire libre[108], por lo que se pudo volver a beneficiar el mineral para la obtención de cobre de la misma manera que se había venido haciendo. La administración arbitró una serie de medidas tendentes a indemnizar a los afectados por los humos[109], pagándose la última indemnización en 1918[110]. El nuevo Real Decreto permitiendo las calcinaciones supuso la pérdida de fuerza del movimiento antihumista[111], aunque se siguieron sucediendo denuncias por los efectos de los humos mefíticos y no sólo por los producidos en Río Tinto[112].

Las teleras siguieron en operación hasta 1908, pues como afirmó Gonzalo y Tarín no había otro método mejor tras haberse ensayados varios[113]. No siendo hasta la implantación en Río Tinto por RTCL de nuevos sistemas metalúrgicos, como el Bessemer en 1901 y la fusión Pirítica en 1907, para beneficiar los minerales cobrizos cuando se dejó de emplear la calcinación de minerales.

Por último, sobre las Teleras, es importante señalar que RTCL desde el principio

[104]J.M.R. (1889): "Derecho de indemnización de la Compañía de Río Tinto ", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI*, 265-268.
[105]V.V.A.A. (1890): "Humos de Huelva"…, 199.
[106]V.V.A.A. (1890): "Humos de Río Tinto"…., 259-261. Los cambios políticos hacen referencia al fin del "gobierno largo de Sagasta", que dimitió el 21 de enero, aunque tras presentar su dimisión, volvió a serle encargada la presidencia del Gobierno hasta el 5 de julio de 1890, cuando ésta pasó de Antonio Cánovas.
[107]V.V.A.A. (1890): "Humos de Huelva"…, 393.
[108]V.V.A.A. (1890): "Decreto autorizando las calcinaciones de minerales sulfurosos al aire libre"..., 414.
[109]V.V.A.A. (1891): "Reglamento provisional para la indemnización de los daños y perjuicios causados a la agricultura por las industrias mineras". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII*, 13 y 14.
[110]Cost Statement 1918, Statement 18 *Smoke Indemnity* por un montante de 16.855,82 ptas.
[111]V.V.A.A. (1891): "La disolución de la Liga Provincial de Huelva contra las Calcinaciones". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII*, 38.
[112]GÓMEZ DE LA HERA, J. (1894): Los humos de Huelva y la Cª de Tharsis, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLV,* 179 - 180.
[113]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión …* Tomo II, 644.

de los trabajos mineros se clasificó el mineral destinado a calcinar dependiendo de su ley en cobre y azufre. Así los minerales que contenía entre 1,5% y 2 % de cobre y un 50% de azufre, el mineral se calcinaba en las Teleras 1. Cuando las leyes eran superiores a 2% se trataban en las Teleras 2, si tomamos los datos aportados en la serie Cost Statement, los minerales calcinados en las Teleras 2 tenían una ley de cobre de 6.45 % de cobre y tras la calcinación tenían una ley media de 5,3 % de cobre[114], si la cantidad de plomo era significativa se calcinó en las Teleras alto Plomo[115].



Foto 120a Vista de Teleras 2, ubicadas entre Cementación Nerva, la Trituradora Doetsch y Fundición Mina, detalle de foto A-9/1100, 1882, fuente Salkield, L.U. (1984), 240.

Gracias a la serie Cost Statement conocemos la procedencia del mineral calcinado en las Teleras nº 1 y nº2 y donde fueron enviados con posterioridad, además de la ley de cobre como ya hemos indicado, a partir de 1897 que es cuando comienza.

Así el mineral calcinado en Teleras nº1, procedía del estocado, del Polvorín de Huelva y de San Dionisio y fue enviado tras ser calcinado a Terreros Nerva y Planes y a Cementación Nerva.

El mineral que se calcinó en Teleras nº2 tuvo la misma procedencia que el que se trató en Teleras nº1, en el periodo entre 1897 y 1908, con la diferencia que el que se calcinó en Teleras nº2 doblaba la ley de cobre que el tratado en Teleras nº1. En mineral

[114]Cost Statement 1897 - 1908 Statement 9, 12, 13 y 14;
[115]Legajo 100 D 7, 2. LMA.

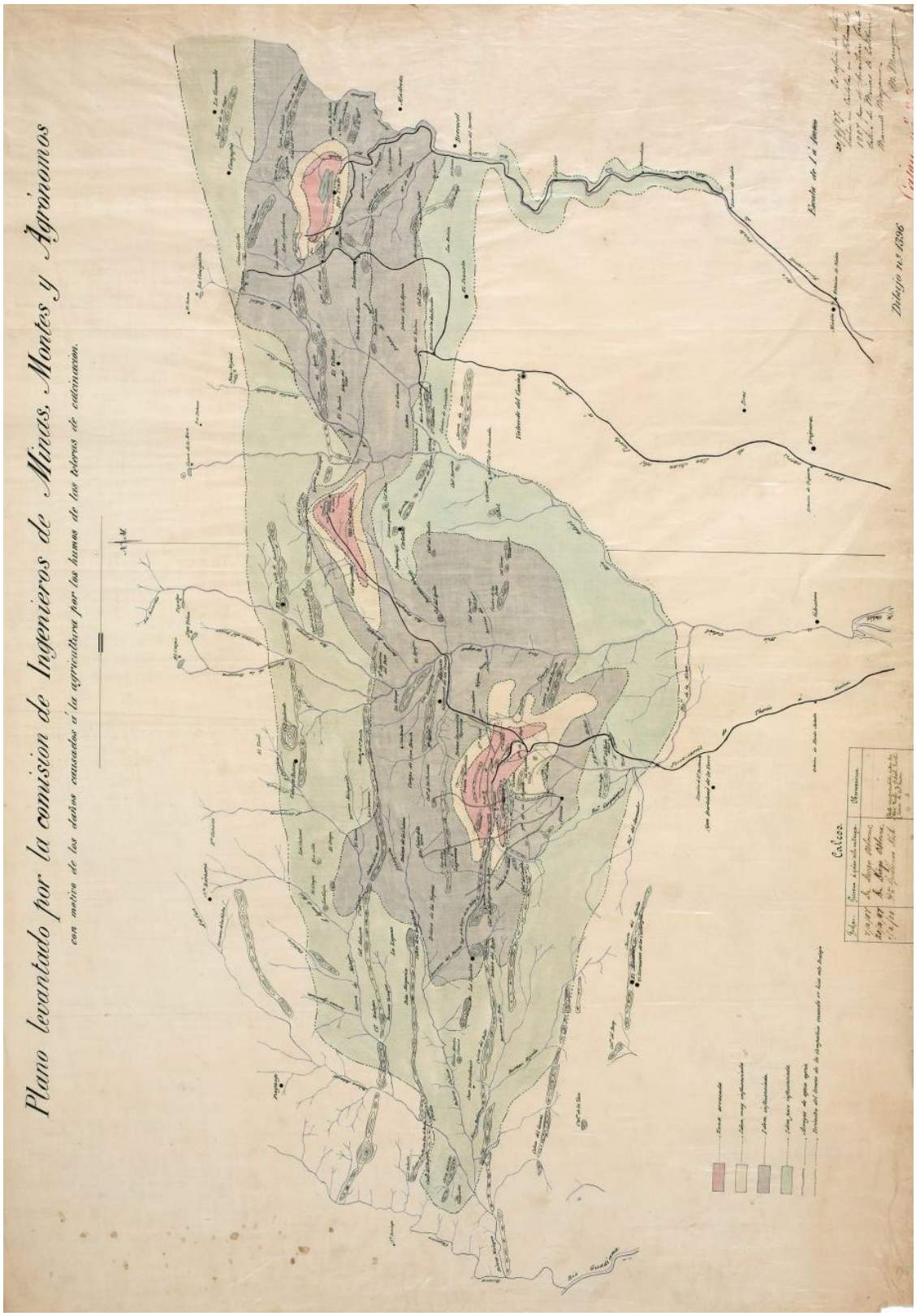
calcinado en Teleras 2, al igual que en Teleras nº1 se destinó al Terrero de Nerva y Planes y a Cementación Nerva. Además de a Huelva para su embarque al extranjero y a la Fundición Huerta Romana, hasta 1901 y a partir de ese año a la Fundición Bessemer hasta 1908 cuando finalizó la operación de las Teleras nº1.

Tabla 6, Teleras 1

Año & Statemens	Mineral recibido Kilos	Mineral enviado Kilos
1897 10	Estocado de 1896: 220.725.381 (2,2 % Cu) Polvorín de Huelva y San Dionisio: 64.824.000 (1,8% Cu)	Nerva and Planes Heaps y Nerva Tanks: 28.833.000 (2,02% Cu) Calcinado: 172.154.000 (2,05% Cu)
1898 10	Estocado de 1897: 113.600.051 (2,3% Cu) Polvorín de Huelva y San Dionisio: 57.090.000 (1,4% Cu)	Nerva and Planes Heaps y Nerva Tanks: 31.686.000 (2,1% Cu) Calcinado crudo Nerva Tanks: 118.329.000 (2,1% Cu)
1899 10	Estocado de 1898: 20.768.051 (1,5% Cu) Polvorín de Huelva y San Dionisio: 35.190.000 (1,5% Cu)	Nerva and Planes Heaps y Nerva Tanks: 2.590.000 (0,9% Cu) Calcinado crudo Nerva Tanks: 46.723.051 (1,3% Cu)
1900 10	Estocado de 1899: 6.645.000 (1,7% Cu)	Nerva and Planes Heaps y calcinado crudo Nerva Tanks: 6.645.000 (1,7% Cu)

Tabla 7, Teleras 2

Año y Statements	Mineral recibido en Kilos	Mineral enviado en Kilos
1897 9	Estocado de 1896: 42.945.350 (7,8% Cu) San Dionisio: 64.824.000 (7,7% Cu	A Nerva and Planes Heaps: 500.000 Calcinado a Huerta Romana: 67.190.665 (9,9% Cu)
1898 9	San Dionisio: 71.806.130 (6,2% Cu) Estocado de 1897: 40.078.685 (9,2% Cu)	A Nerva and Planes Heaps: 1.200.000 Calcinado a Huerta Romana: 79.558.389 (5,4% Cu)
1899 9	San Dionisio: 96.286.500 (6,5% Cu) Polvorín Huelva: 701.440 (3,3% Cu) Fundición Huerta Romana: 30.000 (3,7% Cu) Estocado de 1898: 36.176.426 (7,7% Cu)	Nerva Tanks: 1.077.000 (5.1% Cu) Calcinado a Huerta Romana: 90.004.150 (4,9% Cu) Al puerto de Huelva para su embarque: 510.487(5,6% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heap: 1.100.000
1900 9	San Dionisio: 86.688.000 (6,3% Cu) Polvorín Huelva: 108.700 (1.7% Cu) Estocado de 1899: 40.502.729 (8,5% Cu)	Nerva Tanks: 414.000 (4,8% Cu) Calcinado a Huerta Romana: 97.216.375 (5.2% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 1.200.000
1901 9	San Dionisio: 92.262.000 (8,3% Cu) Estocado de 1900: 31.830.450 (8,3% Cu)	Nerva & Planes Heaps: 2.875.400 (6,1% Cu) Calcinado a Huerta Romana: 87.998.000 (4.9% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 1.200.000
1902 13	San Dionisio: 88.767.000 (5,9% Cu) Estocado de 1901: 36.019.050 (7,4% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 78.996.500 (4.8% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 1.200.000
1903 13	San Dionisio: 71.541.000 (6.1% Cu) Estocado de 1902: 44.589.550 (7,4% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 94.886.500 (4.8% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 1.200.000
1904 12	San Dionisio: 25.004.050 (6.5% Cu) Estocado de 1903: 71.710.160 (5,7% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 81.598.125 (4.5% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 600.000
1905 12	San Dionisio: 57.479.460 (6.4% Cu) Estocado de 1904: 22.555.085 (6% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 77.839.500 (4.7% Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 600.000
1906 13	San Dionisio: 77.463.800 (6.3% Cu) Estocado de 1905: 14.596.015 (5% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 81.663.125 (5.07 % Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 300.000
1907 14	San Dionisio: 64.223.930 (6.6% Cu) Fundición Pirítica: 794.359 (7.3% Cu) Estocado de 1906: 20.096.720 (5% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 82.457.875 (4.7 % Cu) Enviados en licores a Nerva & Planes Heaps: 500.000
1908 14	Estocado de 1906: 13.157.134 (5,7% Cu)	Calcinado a Fundición Bessemer: 15.535.250 (4 % Cu) Calcinado a Fundición Piritas: 489.500 (4.3% Cu) Enviado a la Fundición Piritas: 1.242.000 (6.4% Cu)



Plano 40, Plano donde se recogen los daños causados a la agricultura por los humos de las teleras, realizado por la Comisión de Ingenieros de Minas, Montes y Agrónomos. Plano A-2034, 1887. AHMFRT.



Plano 41, Plano de las zonas de indemnizaciones que pagó RTCL por la acción de la lluvia ácida provocada por las calcinaciones al aire libre. Plano A-2035, 1887. AHMFRT.



Foto 120b, Postal mostrando hornos cónicos, se observa la base de piedra dispuesta sobre la plaza de calcinación. AHMFRT, Años 90 del s. XIX.



Foto 121, Vista de las Teleras en combustión desde el NE. Río Tinto, AHMFRT, Años 90 del s. XIX.



Foto 122, Vista desde el Sur del Campo de Calcinación en la zona de Nerva *Washing Tanks,* Foto A 1/6 AHMFRT, 1888 del s. XIX.



Foto 123, Campo de teleras visto desde el SE, Archivo Histórico Provincial de Huelva, signatura Colección Compañía de Río Tinto nº8, 1890.



Foto 124, Vista de las teleras “cuatrilongas” se aprecia, como se disponían sobre una base de piedra con los canales de ventilación, en primer plano se observa una base antes de conformar la telera. Foto A2/121 AHMFRT. 1890.



Foto 125, Vista de las teleras circulares calcinándose en segundo plano, en primer plano se observan dos sin calcinar aún, además de su altura se aprecia como tienen una base de piedra con canales de ventilación y la separación entre ellas. Foto A 1/73 AHMFRT, 1888.



Foto 126, Vista de las teleras en calcinación, en primer plano se observa como sobre una ya calcinada se ha dispuesto un tramo de vía para ir desmontándola y transportando el mineral calcinado. Foto A-1/74 AHMFRT. 1890.



Foto 127, Vista del campo de calcinación desde el SO. Foto A-8/838 AHMFRT. 1888.



Foto 128, Teleras 1884, en esta foto se aprecia cómo se transportan con bestias los haces de matorral para leña para las teleras, en esta foto se aprecia como el tiro de las teleras se construye mediante los haces de matorral. Colección Herbert Fuller Carter, donación de Mike Carter a Alfredo Moreno Bolaños, a quien agradecemos la cortesía de cedernos el uso de esta foto para este trabajo de investigación.

7.3.1.1. El color de las teleras

Aunque hemos documentado como eran las teleras, cuánto tiempo se emplearon y disponemos de planos y fotografías donde se nos muestran muchos detalles, desde cómo era su base, tamaños, como se armaban y desarmaban, no hay ningún documento donde se recojan en color. Pero si disponemos de la producción artística de algunos de los pintores de la zona que nos acerca a como fueron en color. Si bien esto no aporta ningún dato a lo ya reflejado, si ayuda a comprender cómo sería el ambiente mefítico provocado por la calcinación de mineral al aire libre.

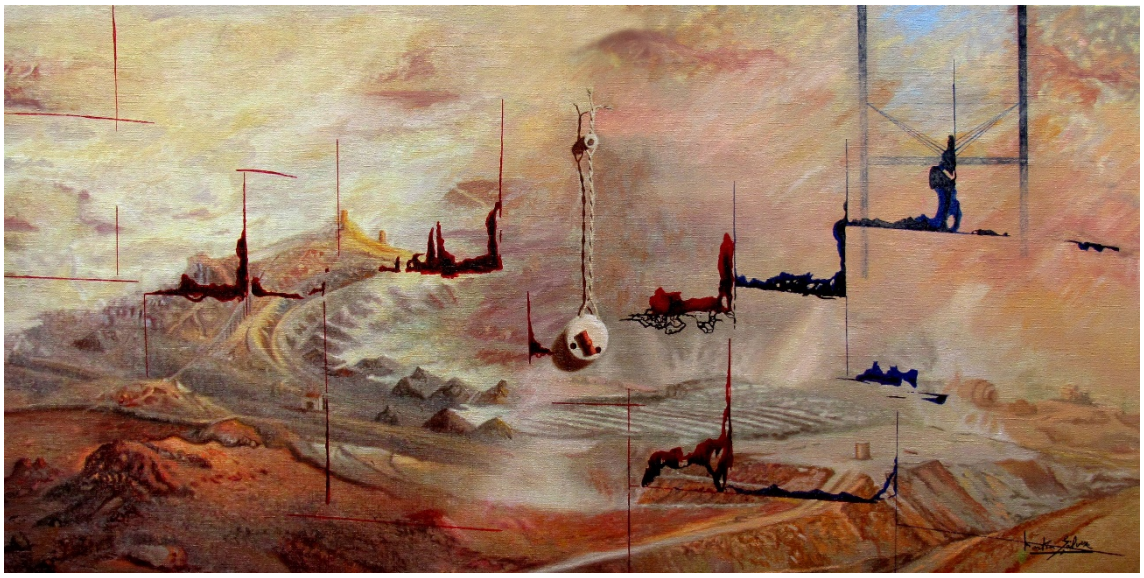


Foto 129, La Ciudad de los Humos, Martín Gálvez.



Foto 130, *Calcinaciones de minerales, Antiguas Teleras*, Antonio Romero Alcaide.



Foto 131, *Las Teleras, niños barcaleadores*, Antonio Romero Alcaide.

7.3.2 ¿Las últimas teleras?

Al Oeste de la Cementación Planes y al NO de la antigua fábrica de ácido hay 11 acopios que en la Cuenca Minera tradicionalmente se han identificado con las “teleras”.

Estos acopios, tienen un diámetro medio de 2,5 metros y una altura conservada media de 1,90, con una distancia media entre ellas de 1,30 metros, están muy erosionados.

Los denominamos acopios porque nuestra hipótesis de trabajo es que no se tratan, ni de teleras, ni de hornos cónicos pues no tienen las características que se pueden ver en las fotos de esos sistemas de calcinación. La primera es que no tienen una base de piedra, ni tiro desde donde poder encender y controlar el fuego. La segunda es que en todas las descripciones que conservamos de los hornos cónicos y las teleras el interior estaba conformado con mineral y carbón, incluso los tiros verticales, conocemos que primero se ponían los “duros” para hacer una solera sobre la base de piedra y se conformaba la telera. En estos once acopios se observa que encima y en el interior tienen material constructivo y la distancia entre estos “heaps” es menor que el que se puede observar en los planos y las fotografías conservadas

Por último, su ubicación no se corresponde con las conocidas a través de la cartografía histórica, hemos superpuesto el Plano Topográfico del Estado de la Calcinación al Aire Libre en el 1º de enero de 1890. Fuente Legajo 100 D 7, 13 LMA que es el plano donde aparece el campo de calcinación en su mayor extensión y el Plano A 2875 de 1891 y la ubicación de las llamadas teleras, está fuera.

Por todo lo anterior, y tras haber analizado y estudiado las descripciones y fotografías conocidas de las teleras, no podemos afirmar que estos acopios lo sean.



Foto 132, Vista desde el NO de los acopios denominados teleras. Foto ADD



Foto 133, Vista de uno de los acopios denominados teleras. Foto ADD



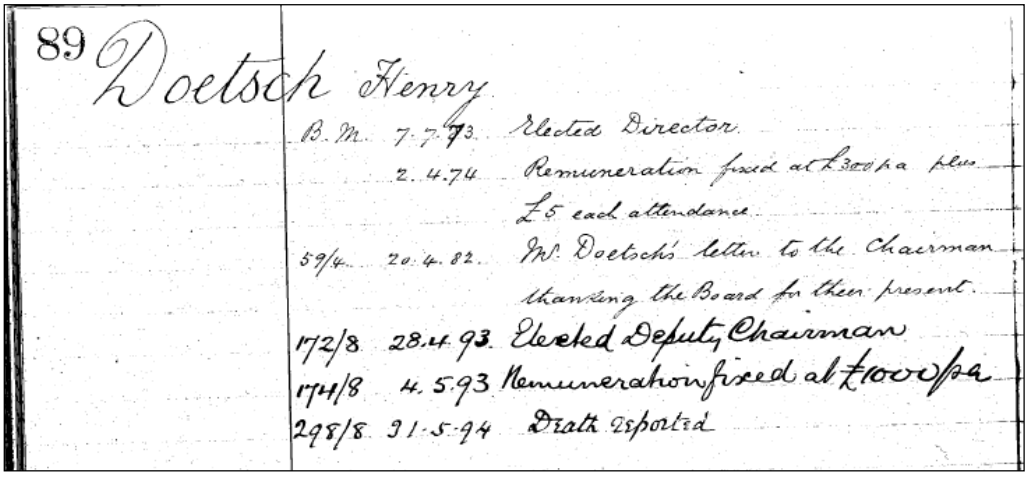
Foto 134, Vista de detalle de la parte superior donde hay material constructivo que no es mineral, sobre y dentro del acopio. Foto ADD.

7.3.3. Proceso Doetsch[116]

La denominación de este sistema de beneficio se debe a que la patente fue desarrollada por el ingeniero de minas Heinrich Doetsch[117], miembro de la firma Sundheim & Doetsch y del consejo de administración de RTCL donde fue uno de los directores desde 1873[118], hasta su muerte en 1894[119], fue nombrado uno de los Vicepresidentes de RTCL en 1893[120].



Foto 135, Heinrich Doetsch, en su juventud.


89 Doetsch Henry

B.M.	7.7.73.	Elected Director
	2.4.74	Remuneration fixed at £300 p.a. plus £5 each attendance
59/4	20.4.82.	M. Doetsch's letter to the Chairman thanking the Board for their present.
172/8	28.4.93.	Elected Deputy Chairman
174/8	4.5.93	Remuneration fixed at £1000 p.a.
298/8	31-5-94	Death reported

Foto 136, Staff Book nº2, página 89. LMA.

[116]Sobre el sistema o método Doetsch Ver GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*. Tomo II, 643-648; CUMENGE, E. (1884): Apuntes sobre Río Tinto, Revista Minera XXXV, 152-153; DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, Revista Minera XL, 177 -178; DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 498 -502; DEL VILLAR Y LAVÍN, M. (1894): Beneficios de los minerales de Río Tinto,145 -148, 171-172; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas de Huelva, 602; AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s*…140-142: HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company*…90 – 97; SALKIELD, L. U. (1964: *Notes on the modern history*..41-47 SALKIELD, L. U. (1984): *A Technical history..230-242*; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…62-63.*; ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina y Mineros… 39;* AVILÉS PALACIOS, C (2008): "Invenciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las minas de Río Tinto 1873 -1897", Boletín Geológico y Minero 119, nº3, 338 -339.

[117] Sobre Heinrich Doetsch, ver Staff Book nº1, página 47; Staff Book nº2, 89 LMA.; AVERY, D. (1974): *Not on Queen*…10, 103,109, 111, 117, 140, 142, 175, 193,194,195, 234; Doetsch, tuvo mucha importancia en algunos procesos empleados en Rio Tinto para la obtención de cobre que trataremos más adelante con su proceso HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company*…90-95

[118] Desde el 7 de julio de 1873, Staff Book nº2, 89 LMA.

[119] Staff Book nº2, 89 LMA.

[120] Desde el 28 de mayo de 1893, Staff Book nº2, 89 LMA.

7.3.3.1. El primer proceso doetsch o «ferric sulphate process»

Heinrich Doetsch presentó una variante del método del Dr. Joly y obtuvo la patente en Inglaterra con nº 2882 el 19 de julio de 1878 para ser usada para la obtención de cobre de minerales cupríferos. Este procedimiento fue presentado al Consejo de Administración de RTCL en mayo de 1879[121], siendo aprobado su uso en Río Tinto.

En España de 20 de septiembre de 1880, recogiéndose en la descripción de esta última que: "*era un proceso regenerativo para la extracción de cobre y otros metales por sulfuración de los metales que contienen*" afirmándose "*que es un proceso regenerativo por el que los productos químicos empleados en la operación podían ser empleada un número indefinido de veces*" Legajo 100-B-58, 32. AHMFRT.

El primer proceso Doetsch consistió en transformar en cloruro el sulfuro de cobre contenido en los minerales cupríferos mediante la acción una disolución de percloruro de hierro sobre unas teleras realizadas *ad hoc* para el mineral que tuviera una ley de 2,68 % de cobre[122]. En la documentación interna de RTCL se describía como sistema basado en "*emplear ácido clorhídrico o agua regia[123], o ambos simultáneamente con peróxido de manganeso, o peróxido de hierro, o ambos con los residuos de los trabajos de clorado, o con gas de cloro o cloruros, o hipocloritos u otro agente oxidante, tal como se aplica a la extracción de cobre y los metales preciosos cuando están presentes en forma de mineral crudo o sin calcinar, ya sea sólo o con minerales calcinados"[124].*

De puño y letra del propio Doetsch en el documento *Especificaciones provisionales dejadas por Henry Doetsch en la oficina del Comisionado de Patentes el 19 de julio de 1878*[125], explica su invención para la mejora en la extracción de cobre de minerales por vía húmeda de la siguiente manera: "*mi sistema consiste en la aplicación en un montón de mineral de cobre con ácido hidroclórico, o con licor madre proveniente de los minerales calcinados o añadiéndole agua regia o el residuo de los trabajos de cloro o de la cloración de sales férricas o de manganeso….Los licores (brown liquor*[126]*) conteniendo minerales debido al contacto directo con minerales no tienen el suficiente*

[121]SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*, 61.
[122]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España...*, 645
[123]Disolución formada por una parte de ácido nítrico y tres de ácido clorhídrico.
[124]Legajo 100 B 60, 202. AHMFRT.
[125] *Provisional Specification left by the said Henry Doetsch at the office of the Commissioner of Patents on the 19th july 1878. Henry Doetsch of nº2 Copthall Building in the city of London, Merchant*. Legajo 100 B 58, 169. AHMFRT.
[126] *Brown liquors* era la denominación que recibía en la documentación técnica de Río Tinto la disolución que contenía cobre y sales solubles de hierro, estas al oxidarse le daban al agua un color marrón achocolatado y de ahí su denominación en inglés.

agente oxidante. Entonces le añadí manganeso o cloro o ambos o hipoclorito o perclorato o ácido nítrico o nitratos en suficiente cantidad o introducir en los licores vapores nitrosos o gas de cloro y dejarlas expuestas durante un tiempo a los agentes atmosféricos para producir el grado necesario de reoxidación…Este sistema arriba descrito, no ha sido aplicado antes según mi conocimiento y recomiendo el uso de este sistema por la posibilidad de reemplear los licores y reoxidarlos" Legajo 100-B-58, 169-175. AHMFRT. En el *Annual Report* de 1879, se menciona este nuevo sistema para obtener cobre, pero se hace referencia que suponía "un ahorro en costes y una disminución en la emisión de vapores sulfurosos debidos al actual sistema de calcinación" [127].

El desarrollo del proceso de cloración en Río Tinto, fue llevado a cabo en fecha temprana, en el libro de coste nº 79, en su página 232 con fecha 6 de junio de 1878[128] se recoge el pago de 1000 reales a Julian Deby por trabajos de experimentación con el sistema Doetsch, mes y medio antes de la existencia oficial de dicho proceso. En el mismo libro aparece otro apunte con fecha 31 de julio por la compra de 200 quintales de mineral de manganeso[129] para experimentos en el departamento de cementación, con un coste de 700 reales. Deby en un informe emitido al presidente y directores de RTCL sobre su visita a Río Tinto con fecha 17 de julio de 1879. Un año después de los citados experimentos, Mr. Deby reconocía los buenos resultados de sus experimentos, las buenas perspectivas que esto suponía para las operaciones hidrometalúrgicas en Río Tinto, siempre que se dispusiera del suficiente mineral de cobre crudo, recomendando una cuidadosa selección de los minerales de plomo plata (*silver lead ores*) existentes en la mina que nos ocupa y de los que preveía la obtención de oro y plata con el sistema ensayado[130].

Otro trabajo donde se demuestra que este tipo de trabajo no era ajeno al conocimiento de los técnicos de RTLC es el informe de Theodor Blum, titulado *The Cementation process and a recently patented improvement concerning the same*[131] emitido el 17 de noviembre de 1877. Afirmaba que tras ensayos realizados el cobre

[127] 7th *Annual Report*, 1879, AMHFRT, 4.
[128] La fecha de la patente de Doetsch es de 19 de julio de 1878, por lo que se estaba ensayando el proceso con anterioridad al estar cubierto por la patente, inglesa. En España esta patente no tendrá validez hasta el 20 de septiembre de 1880.
[129] Equivalente a 9207,8 kilogramos.
[130] Legajo 100 – B- 58b, Mr. Deby´s Report to the Chairman & Directors of RTCL presented 17 july 1879, 1. AHMFRT.
[131] Legajo 100 – B- 58e, Theodor Blum, The Cementation process and a recently patented improvement concerning the same. 16th november 1877, 1-9. AHMFRT.

precipitado así obtenido, no contenía subsulfato férrico y está casi libre de arsénico, que en gran medida había sido eliminado. Este sistema es ventajoso pues evitaba la pérdida de un 8% de cobre y reducía el considerablemente el consumo de hierro[132].

En la séptima Junta General de Accionistas Ordinaria, el jueves 23 de abril de 1880 a partir de las dos en punto en el Hotel Cannon[133], Londres. Mr. Hugh Matheson, *Chairman* de RTCL, reconocía que hasta ese momento que el sistema de obtención por de cobre empleado no había sido el mejor, que provocaba muchos inconvenientes derivados en su mayor parte del anhídrido sulfuroso liberado durante la calcinación, destacando los perniciosos efectos que se derivaban de los mismos, tanto a la naturaleza como a los habitantes de la zona, mencionando el costo que suponían las reclamaciones por este motivo. Frente a esto mencionaba que se habían hecho experimentos a gran escala con el método Doetsch, que permitía obtener entre 15 a 20 toneladas. Llegando a afirmar que se estaba empezando a reemplazar las teleras por maquinaria para trituración de mineral crudo menudo. El nuevo método, el primero método, según Mr. Matheson tenía un coste menor que el método antiguo y no perdiendo el hierro y el azufre contenido en los minerales, dando como resultado un precipitado de cobre de alta calidad con una ley media del 75 %. También se planteó la posibilidad de utilizar hornos para la producción de azufre.

El sistema de Doetsch se iniciaba triturando el mineral de cobre a 10 mm en la trituradora que se construyó en al efecto en la zona de San Luis[134]. Este material triturado, junto con calcinado en teleras, y el material proveniente de los terreros antiguos (*old mixed ore*) se disponía formando una telera con la superficie plana, las dimensiones de las mismas eran quince metros cuadrados y tres metros de altura según Gonzalo y Tarín[135], cuatro según Salkield[136]. Para la construcción de estas teleras se edificaba una base plana en piedra seca[137], en el que se disponían tres canales paralelos a la longitud de la telera, estos a su vez estaban comunicados con otro en el centro y

[132]Legajo 100 – B- 58e, Theodor Blum, The Cementation process and a recently patented improvement concerning the same. 16th november 1877, 9. AHMFRT.
[133]*Report and Accounts, presented to the propietors at the Seventh Ordinary General Meeting, held at the Cannon Street Hotel, London, E.C., on Friday, the 23rd day of April, 1880, also Report of the Transactions at the said Meeting*. 9 - 10 AHMFRT.
[134]CUMENGE, E. (1884): Apuntes sobre Río Tinto, Revista Minera XXXV,152-153 y SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history of the Río Tinto mines…*236.
[135]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Tomo II, 647.
[136]SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*, 62.
[137]SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*, 62.

tres chimeneas de ladrillo [138]. Conformada la telera en la superficie nivelada y aplanada se disponían una capa de sal, que era el 2% del peso del mineral. Como las teleras tenían de media entre 800 a 1200 toneladas, fueron 20 kilos de sal la cantidad media de sal utilizada por cada mil kilogramos para este sistema. Realizada esta operación se construía en la parte superior de la telera con el mismo mineral una balsa de 1,7 metros cuadrados, donde se bombeaba periódicamente una solución de cloro[139], que percolaba por el montón de mineral daba lugar a una descomposición sulfato de sosa y percloruro de hierro en disolución, que actuaba el sulfuro de cobre dando lugar a cloruros de cobre.

Estos cloruros eran recogidos en canales en la parte inferior de la telera y llevados por canales a los cementadores para rendir el cobre que contenían precipitándolo en los lingotes de hierro[140].

Como apunta Salkield el empleo de este sistema estaba diseñado para que cada unidad de cobre hiciera necesario el gasto de 0,44 unidades de hierro para precipitarlo. Pero la práctica demostró que el gasto de hierro era mayor entre 1,1 y 1,2 unidades de hierro por cada una de cobre[141].

El cloro necesario para este proceso se obtuvo en reverberos por la reacción de la sal marina con el sulfato de hierro y cierta cantidad de manganeso[142]. Pero no se obtenía en cantidad necesaria para el correcto desarrollo del proceso Doetsch, siendo este uno de los principales inconvenientes de este sistema.

En este sentido es muy importante el informe realizado por J. H. Collins[143], donde ya se recogían críticas y dudas sobre el primer proceso Doetsch. Para ello se probaron tres métodos para producir licores férricos que fueran eficaces, pero sin el uso del mineral calcinado:

1) Calentó sulfato de hierro en un horno de reverbero, y la sal férrica así producida se mezcló con el mineral crudo antes de que se fuera lixiviado.

[138]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Tomo II, 647-648.
[139]Cloruros: compuesto que tienen un átomo de cloro en estado de oxidación.
[140]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Tomo II, 648 y SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*, 62-63.
[141]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 236; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*, 61.
[142]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Tomo II, 646.
[143]Joseph Henry Collins, ingeniero químico inglés, con amplia experiencia en las minas de Cornwall, fue nombrado jefe Químico y Metalúrgico el 6 de enero de 1881, tras tres años por motivos de salud, renunció a su cargo y volvió a Londres en 1884, donde permaneció como consultor. Sobre este particular Ver Staff Book nº1, 228-229, 240 LMA y VVAA (1885): *On the Geology of the Rio Tinto Mines*. Quarterly Journal of the Geological Society of London, Volume XLI, 245-265. En 1893 a petición de RTCL realizó un informe sobre el Proceso Doetsch en Río Tinto.

2) El sulfato de hierro se mezcló con sal y se calentó de la misma forma descrita en el punto 1. Los vapores producidos se llevaron a una torre de condensación, por la que se pasó el licor empleado en los tanques de precipitación y este licor generado se empleó para lavar mineral crudo.
3) El sulfato de hierro se mezcló con peróxido de manganeso, y los vapores generado se mezclaron con licores procedentes de los tanques de cementación y ese licor se empleó para lavar mineral crudo.

Documentándose la producción de cloro sólo en el tercer proceso[144].

La poca eficiencia del Proceso Doetsch, pudo verse, según Collins en *Station Heaps*, cuando tras tres años de lavado del Terrero, aun contenía la mitad del cobre que tenían los minerales allí dispuestos. Aunque el cobre obtenido lo fue a un precio muy ventajoso y sin calcinar el mineral evitando en inconveniente de los humos[145].

[144] Legajo 100 B 58, 62 – 85, AHMFRT.
[145] SALKIELD, L.U. (1984) A Technical history... 236 – 237; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…*61-62.

7.3.3.2. Segundo proceso doetsch o «ferro chloric process»

A pesar de lo afirmado por Matheson 1880[146], el primer proceso Doetsch no estaba siendo un éxito, ante esto Doetsch patentó un segundo método conocido cómo Proceso de Cloruro Férrico o Proceso FC (*Ferro Chloric Process*), que se comenzó ensayar en 1882, fue empleado a partir de 1883[147] hasta junio de 1895 Por este proceso ya en 1887, Doetsch recibió royalties por valor de 2325 libras y 15 chelines[148].

Este sistema consistía en emplear el calcinado proveniente de las Teleras nº1[149] y el mineral crudo que habían sido lavados en tanques separados y mezclados en una proporción de tres partes de mineral crudo por una de calcinado, al que se le añadía un 1 % de sal común y 0,25 % de manganeso molido[150], se disponían en un terrero que se regaba con agua (*fresh water*) (ver foto 136b) . Obteniéndose *brown liquor*[151]*,* que era la denominación que recibía en la documentación técnica en Río Tinto la disolución que contenía cobre y sales solubles de hierro en estado ferroso y férrico[152]. Estas al oxidarse le daban al agua un color marrón achocolatado y de ahí su denominación en inglés. Este tipo de disolución, en los primeros momentos, fue directamente enviada a los cementadores para obtener cobre precipitado con hierro, pero debido a que el ácido sulfúrico que contenía y el sulfato férrico, al actuar sobre el hierro consumían una gran cantidad de este metal.

[146]*Report and Accounts, presented to the propietors at the Seventh Ordinary General Meeting, held at the Cannon Street Hotel, London, E.C., on Friday, the 23rd day of April, 1880, also Report of the Transactions at the said Meeting*. 9 - 10 AHMFRT.

[147]Legajo 100 – B- 58, 100-104 y correspondencia contenida en el citado legajo: letter nº 1590 from the secretary to the mines dated 23rd June 1883; letter nº 1376 from the mines to the secretary dated 14th september 1883; letter nº 1590 from the secretary to the mines dated 21st september 1883; Extract from mine´s letter (nº 1384) to the secretary dated 21st september 1883; Extract from mines letter (nº 1388) to the secretary dated 26th September 1883; Extract from secretary´s letter (nº 1708) to the mines dated 6th November 1883; Extract from mines letter (nº 1459) to the secretary dated 23rd November 1893; Letter from Mr. Osborne to Mr. Prebble dated 23rd November 1883; Extract from secretary´s letter (nº 1730) to the mines dated 4th december 1883; Extract from mine´s letter (nº1594) to the secretary dated 19th march 1884 y Extract from mine´s letter (nº 1686) to the secretary dated 10th june 1884.

[148]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*239.

[149]Las Teleras nº1 eran aquellas que estaban conformadas con minerales con una ley de entre 1,5 y 2 % de cobre y un 50 % de azufre, su calcinado estaba destinado al beneficio por vía húmeda. Legajo 100 – D – 7. nº 13-2. LMA.

[150] Legajo 100 A3 *Instruction of Deputation of 1885*, 3, AHMFRT; SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*239; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…* 62. Indican que el mineral que se empleaba en esta mezcla era Pirolusita (MnO_2), proveniente de diversas minas onubenses controladas por la firma Sundheim & Doetsch.

[151] *Brown liquors* era la denominación que recibía en la documentación técnica de Río Tinto la disolución que contenía cobre y sales solubles de hierro, estas al oxidarse le daban al agua un color marrón achocolatado y de ahí su denominación en inglés. Este tipo de disolución con alto contenido en hierro en los primeros momentos era directamente enviado a los cementadores para obtener cobre precipitado con hierro, pero debido a que el ácido sulfúrico que contenía y el sulfato férrico el presente trabajo mantendremos esta denominación.

[152]Legajo 100 – B- 58, Letter from Mr. J. Osborne to the Chairman & Directors of the Río Tinto Company Ltd., dated 12th September 1894,2. AHMFRT.



Foto 136b Detalle de la foto A9/1100, 1882 AMHFRT, donde se aprecia el terrero para el Segundo Proceso Doetsch en Station Washing Tanks. En la parte inferior del terrero se observa las salidas para que el licor obtenido sea conducido a los canales de la Estación.

Para solventar esto se dispuso en los canales mineral crudo menudo, donde se introducía el *brown liquor*[153], qué tras pasar por los crudos menudos, cambiaba el color marrón a verde, óxido cúprico, que era enviado al dique de aguas enriquecidas en cobre (*Copper liquor Dam*) y desde allí a los cementadores donde se precipitaba con hierro obteniendo cáscara de cobre, este sistema además de recuperar el cobre del mineral crudo menudo conllevó un menor gasto de hierro y menos impurezas[154].

Este sistema fue implantado gracias a los trabajos de Brenton Symon, quien sobre este particular afirmó: "Mis experimentos han demostrado de manera concluyente que se obtienen mejores resultados cuando se mezclan minerales calcinados y mineral crudo, cuando los licores del mineral quemado se emplean para lavar pequeñas cantidades de mineral crudo" [155].

Esto determinó que RTCL decidiera adoptar este sistema, lo cual hizo en *Nerva Washing Tanks* y para lo que construyó *Planes Washing Tanks for crude smalls*, S*tation Washing Tanks for crude smalls* y *Marismilla Washings Tanks for crude small,* cómo se recoge en la serie *Cost Statement* entre 1897 y 1900, *Statement* nº12 y 13, conservada en el Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto. El mineral menudo crudo lavado

[153]Legajo 100 – B- 58, Letter from Mr. J. Osborne to the Chairman & Directors of the Río Tinto Company Ltd., dated 12th September 1894,2. AHMFRT.
[154]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42.
[155]Trabajo publicado en Mining Institution of Cornwall citado en SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 231; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*62-63.

en estos tanques se destinó a los terreros o a la exportación, como base para la fabricación de ácido sulfúrico[156], siendo una importante fuente de ingreso para RTCL.

Una vez rendido el cobre que contenía el agua era llevada al río Tinto o era bombeada para lavar terreros si no había agua (*fresh water*) disponible[157].

En 1886 la firma Sundheim y Doetsch renovó su contrato con RTCL para suministrar 20.000 toneladas de mineral de manganeso anualmente durante 4 años más, que debían contener entre 32 y 56% de MnO_2[158]. Estuvo en funcionamiento hasta 1895.

[156]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España…*. Tomo II, 645.
[157]Legajo 100 – B- 58, Letter from Mr. J. Osborne to the Chairman & Directors of the Río Tinto Company Ltd., dated 12th September 1894,2. AHMFRT.
[158]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*241.

7.3.3.3. Efectividad y validez del proceso Doetsch desarrollado en Río Tinto

Frente a lo expresado por Matheson en la séptima reunión de accionistas en 1880[159] y diversos expertos[160], hubo trabajos realizados por técnicos de RTCL o por expertos foráneos, que pusieron de manifiesto que el proceso Doetsch en cualquiera de sus variantes no era tan beneficioso como el presidente de RTCL había dicho en la reunión de accionistas, en este sentido en 1887 Henry F. Collins, director de Cementación Naya entre 1887 y 1888[161], llevó a cabo cinco experimentos en laboratorio y tres a escala industrial en Naya, donde descubrió que el lavado directo de los minerales crudos con ácido sulfúrico diluido daba un resultado tan bueno como el proceso Doetsch[162], además de posibles mejoras reconoció que "*según mis experimentos, en ningún saludo la adición de sal y manganeso al mineral en frío fue seguido de un aumento de la cantidad de cobre soluble*"[163].

El mismo año el Dr. B. Möhr[164], director de la Fundición de Cwn Avon (Gales) en una carta con fecha 2 de diciembre de 1887 tras explicar de forma sintética el proceso que nos ocupa, recoge que el método Doetsch es defectuoso e inútil, que el empleo de 2% sal, 1% manganeso y 2% ácido sulfúrico no tenían ningún efecto sobre el beneficio de cobre, "como cualquier entendido en química sabe". Se pronuncia sobre el método de ácido sulfúrico, pues para ese momento no existía ninguna patente, no apareciendo en la patente en uso en ese momento. Por último según la epístola referida había sido por consejo de Mr. Möhr a la comisión del Consejo de Administración de RTCL en Huelva en la fecha antedicha lo que permitió la puesta en marcha del servicio del proceso del proceso de ácido sulfúrico[165].

[159]*Report and Accounts, presented to the propietors at the Seventh Ordinary General Meeting, held at the Cannon Street Hotel, London, E.C., on Friday, the 23rd day of April, 1880, also Report of the Transactions at the said Meeting*. 9 - 10 AHMFRT.

[160]CUMENGE, E. (1884): Apuntes sobre Río Tinto, Revista Minera XXXV,153. Afirma sobre el proceso Doetsch lo siguiente: "*Este procedimiento, establecido en su origen para obviar al inconveniente de los humos, ofrece no solo una reducción en el hierro colado consumido para la cementación y una ventaja appreciable con relación al costo, sino también al medio de obtener en menos tiempo en las menas*"

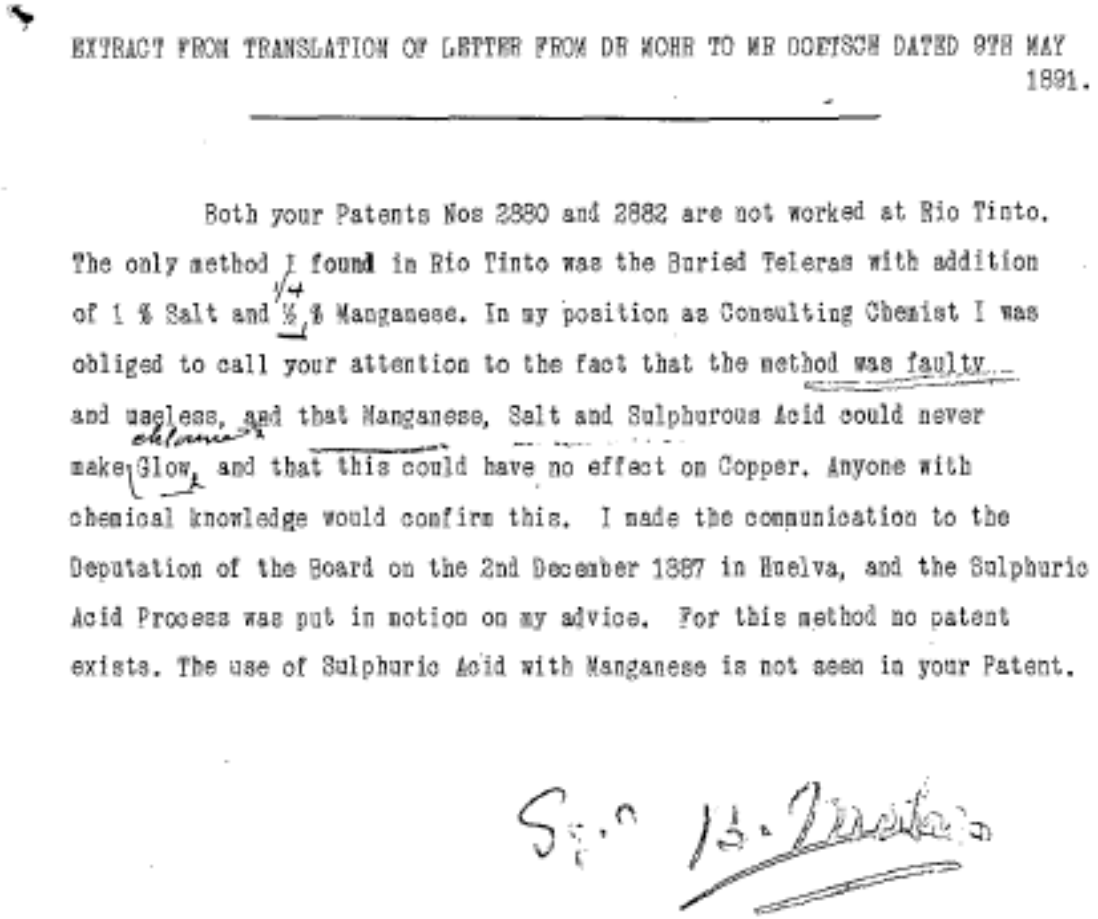
[161]Henry Francis Collins, químico que trabajó en Río Tinto en el laboratorio entre 28 de junio de 1883 y el 28 de marzo de 1888. Staff Book nº1, 276 y Staff Book nº2, 60. LMA.

[162]Legajo 110 B 58 (d), *H.G. Collins Reports on experiments performed at Naya*. 20-26. AHMFRT. Los tres experimentos realizados por Collins en Cementación Naya donde documentó que la adición de sal y mangananeso no era necesarios fueron los siguientes: 1) Lavado de mineral menudo crudo con una disolución de ácido sulfúrico solo (10.000 gramos por metro cúbico; 2) Lavado de mineral menudo crudo con una disolución de ácido sulfúrico, mezclando con un 1% de sal y 0,25% de manganese, como especifica el segundo sistema Doetch y 3) Lavado de mineral menudo crudo con una disolución de ácido sulfúrico, mezclado con mineral conteniendo 0,25% de manganese.

[163]Legajo 110 B 58 (d), *H.G. Collins Reports on experiments performed at Naya*. 25-26. AHMFRT.

[164]Möhr, B., ingeniero químico, alta en RTCL desde el 16 de julio de 1885. Fue nombrado de la fundición de Cwn Avon (Galés) el 28 de noviembre de 1886. Formó parte del personal de RTCL hasta el 10 de abril de 1891. Ver Staff Book nº2, 168 LMA.

[165]Legajo 110 B 58 B. Mohr, 24. AHMFRT.



EXTRACT FROM TRANSLATION OF LETTER FROM DR MOHR TO MR DOETSCH DATED 9TH MAY 1891.

Both your Patents Nos 2880 and 2882 are not worked at Rio Tinto. The only method I found in Rio Tinto was the Buried Teleras with addition of 1 % Salt and ¼ % Manganese. In my position as Consulting Chemist I was obliged to call your attention to the fact that the method was faulty and useless, and that Manganese, Salt and Sulphurous Acid could never make Glow, and that this could have no effect on Copper. Anyone with chemical knowledge would confirm this. I made the communication to the Deputation of the Board on the 2nd December 1887 in Huelva, and the Sulphuric Acid Process was put in motion on my advice. For this method no patent exists. The use of Sulphuric Acid with Manganese is not seen in your Patent.

Foto 137, Legajo 100-B 58, Extract from translation of letter from Dr. Mohr to Mr. Doetsch dated 9th may 1891, 13. AHMFRT.

En el mismo sentido Franck Johnson[166] realizó una serie de informes donde se recogía que las reacciones que se debían producir durante el proceso Doetsch no tenían lugar en frío. Ambos elevaron sus resultados al Consejo de Administración, que no hizo nada al respecto, posiblemente porqué uno de los integrantes del *Board* desde su formación hasta su muerte en 1894 era Heinrich Doetsch, que además era el único ingeniero de minas de entre los directivos.

La solvencia del proceso en cuestión no sólo fue puesta en duda por técnicos coetáneos sino también por otros posteriores. Sobre este sistema llama la atención que si hubiera sido tan beneficioso como argumentaba su "inventor" nunca fuera empleado

[166]Staff Book nº2, 147, LMA. Fue contratado por RTCL como asistente de laboratorio el 13/1/1881, fue ascendido con fecha 31/7/1884 a Jefe de Laboratorio con un sueldo anual de 250 libras, por diferencias con el desarrollo de las operaciones en Río Tinto dimitió de su cargo con fecha 21/2/1889. Por lo que éste químico era un técnico con suficiente conocimiento de primera mano del Proceso Doetsch.

por ninguna otra empresa[167], que en este sentido fue la práctica habitual, cuando una innovación reportaba cualquier tipo de beneficio en una mina era rápidamente adoptado por otra. Esto llamó la atención de RTCL cuando tras la muerte de Doetsch se comenzó a interesar por esta cuestión.

Claudet realizó un informe a petición de Consejo de Administración donde el resultado de sus estudios indicó que la mezcla de Pirolusita y Sal aumentaba la cantidad de hierro consumido en los canales, y no recomendando que el material que había sido mezclado se enviara al Terrero Naya[168].

En el *Report of Deputation from the board: Instruction and estimates for the year 1895.* Legajo 100 A 4 AHMFRT, en su capítulo VII, en la página 6 aparecen los dos conflictos más importantes para el *Board* que implicó el empleo del proceso Doetsch, la validez de las patentes y el pago de los royalties a Doetsch. El primero de ellos fue que la dirección de la Compañía tuvo dudas de la originalidad y validez de sus patentes. Sobre este particular ya hemos expuesto que no fue el primero en pedir la patente[169], e incluso en Río Tinto ya en 1877 se habían hecho ensayos[170], a pesar de esto el interesado de su puño y letra expresó lo siguiente[171]:

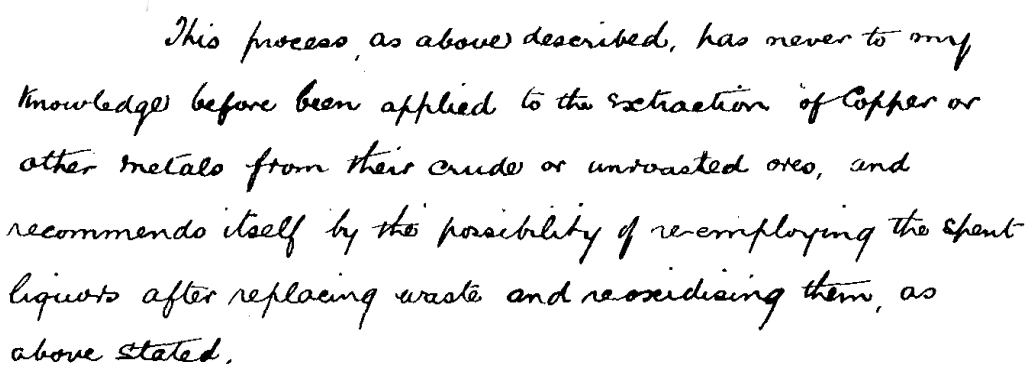

This process, as above described, has never to my knowledge before been applied to the extraction of Copper or other metals from their crude or unroasted ores, and recommends itself by the possibility of re-employing the spent liquors after replacing waste and re-oxidising them, as above stated.

Foto 138, *Provisional Specifications left by the said Henry Doetsch at the office of the Commisioners of Patent on the 19th july 1878.* Legajo 110 B 58, 169. AHMFRT.[172]

[167]Legajo 100-B-58, Notes *of an interview with Mr. Fulton at the Rio Tinto office on 7th Novr* 1894, 122. Se le planteó a Mr. Fulton esta cuestión y reconoció que nunca fue empleado el sistema por otra compañía. 122

[168]Legajo 100 A4 *Report of Deputation from the board: Instruction and estimates for the year 1895*, 6. AHMFRT.

[169]DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,177; Cost Statement nº 79, en su página 232, fecha 6 de junio de 1878. Pago del trabajo de los experimentos realizados a Deby y gasto de materiales. AHMFRT.

[170]Legajo 100 – B- 58e, Theodor Blum, *The Cementation process and a recently patented improvement concerning the same. 16th november* 1877, 9. AHMFRT.

[171] Legajo 110 B 58 *Provisional Specifications left by the said Henry Doetsch at the office of the Commisioners of Patent on the the 19th july 1878.*, 167-172. AHMFRT.

[172] "*El sistema arriba descrito, no ha sido aplicado antes según mi conocimiento, y recomiendo el empleo de este sistema por la posibilidad de volver a emplear los licores consumidos después de sustituir residuos y reoxidarlos, como declaro arriba*". Traducción propia.

El Dr. Möhr no consideraba que era válida ni como sistema, "como cualquiera con conocimientos de química podría confirmar, ni como patente, pues en el desarrollo de campo aparecían elementos no descritos en las patentes[173]. Mr. Osborne[174] en una carta con fecha 12 de septiembre de 1894 no quiere pronunciarse al respecto no queriendo expresar ninguna opinión sobre la validez de las patentes, ni si las operaciones realizadas en Río Tinto había estado cubiertas por ellas[175].

Sobre la validez de la patente de Doetsch hay que señalar que en 1894 Mr. Fulton[176], antiguo trabajador de la Compañía y conocedor de la documentación de las patentes reconoce que en la patente Española de 1880 se hicieron pequeñas modificaciones para solventar las reclamaciones que habían suscitado la de 1878, destacando que en la presentada en Madrid se destacó que el proceso era regenerativo. El comité con el que se reunió compuesto por Mr. Matheson, Presidente de RTCL (*Chairman*), Mr. Keswick[177], Vicepresidente de RTCL (*Deputy Chairman*) y Mr Duff[178] Secretario de RTCL cuando se le preguntó si las patentes, británicas y españolas, cubrían el proceso desarrollado en RTCL descritos en los informes de Mr., con fecha de 12 de septiembre de 1894[179] y Mr. Rich[180], con fecha de 13 de septiembre de 1894[181], donde se describían los procesos que se desarrollaban en Río Tinto y por los que pagaban royalties estaban cubiertos por la patente española de 1880. Mr. Fulton contestó que en su opinión ciertamente no lo estaba.

[173]Legajo 110 B 58 B. Mohr, Extract from translation of letter from Dr. Mohr to Mr. Doetsch dated 9th may 1891. AHMFRT.
[174] James Osborne, Ingeniero de Minas, con alta en RTCL el 17 de enero de 1877, donde desarrolló su carrera professional hasta el 19 de abril de 1895 cuando fue jubilado, se le otorgó una pension de 400 libras anuales. Fue nombrado el 5 de marzo de 1885 Subdirector y Director Técnico para las operaciones mineras y del Departamento de Precipitación de Cobre. Staff Book nº1, 185 - 186 y Staff nº2, 207, 210 LMA. Fue nombrado el 5 de marzo de 1885 Subdirector y Director Técnico para las operaciones mineras y del Departamento de Precipitación de Cobre.
[175]Legajo 110 B 58 B. 107 -111. AHMFRT.
[176]Henry Brock Fulton, ingeniero de minas, alta en RTCL con fecha 29 de septiembre de 1879, hasta el 15 de febrero de 1883. Staff Book nº1, 77 LMA. Fue comisionado en su contratación por RTCL para hacerse cargo del desarrollo del "new process", es decir del Primer Proceso Doectsh, con un sueldo inicial de 350 libras anuales, que fue incrementado el 21 de enero de 1882 a 500 libras anuales. Por todo lo anterior Mr. Fulton, gracias a su conocimiento del Proceso Doetsch era un técnico ideal para emitir estos informes.
[177]Staff Book nº2, 144 LMA. En 1898 sucedió a Mr. Matheson, como Presidente, Chairman, cargo que ostentó hasta su muerte, siendo sucedido por Charles Fielding. Fue integrante de numerosas comisiones del Consejo de Administración de RTCL, como la que fue a Tharsis en 1899.
[178]Staff Book nº2, 16 LMA.
[179]Legajo 100 B 58 B. Copy of Letter Doetsch Patent, Mr. James Osborne, 12th /9/1894, 107-109. AHMFRT.
[180]Legajo 1620 y Staff Book nº2, 231 LMA.
[181]Legajo 100 B 58, *Notes of an interview with Mr. Fulton at the Rio Tinto office on 7th Novr* 1894, 122. AHMFRT. Se le planteó a Mr. Fulton esta cuestión y reconoció que nunca fue empleado el sistema por otra compañía.

Reference was then made to the report by Mr Osborne dated 12th Septr 1894 and to the report by Mr Rich dated 13th September 1894, both describing the processes at present carried on at Rio Tinto for the extraction of copper, under which a royalty is charged, and Mr Fulton was asked whether the processes there described were covered by Mr Doetsch's Spanish patent of 1880. Mr Fulton stated that in his opinion they certainly were not.

Foto 139, Legajo 100-B-58, *Notes of an interview with Mr. Fulton at the Rio Tinto office on 7th Novr* 1894, 122.

Salkield, en su experta opinión, afirmó que fue una pena que se hubieran hecho trabajos experimentales donde se hubieran empleado los licores de salida de los tanques de cementación, que ya habían pasado por los terreros. En Este sentido en 1888 E.P. Dunnington, tras unos trabajos realizados informó que "la solución ácida de sulfato ferroso formada por la oxidación de los minerales de manganeso con piritas no oxidaba directamente el sulfuro de cobre, sino que producía sulfato férrico" [182], sus resultados como los anteriores no fueron tenidos en cuenta.

Sobre la originalidad a pesar de lo expresado por Herr Doetsch, existen muchas patentes similares en las que "se inspiró" el ingeniero de minas alemán en cuestión[183]. RTCL era conocedora de este particular como se recoge en su documentación interna, donde comparan sus patentes tanto la británica de 1878 como la española de 1880 y las dos "más parecidas" que son anteriores la de Clark y Esilman de 1867 y la de Lewis Hunt y Douglas de 1869:

[182]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*240.
[183]Legajo 100 B 58, Letter Nº 5155, William Rich 13th / 9 /1894, 181-185. AHMFRT.

RESUMEN - OF PATENTS.

DOETSCH PATENTS.

A.D. 1878 19th July. No 2682.

Extracting Copper from its Ores by the use of

Hydrochloric Acid, or of aqua regia, simultaneously with peroxide of Manganese, or peroxide of Iron, or both or with the residuum of Chlorine works, or with chlorine gas, or chlorides, or hypochlorites or other oxidising agents, as applied to the extraction of copper and the precious metals when present from crude or unburnt ores, either alone or mixed with calcined or burnt ores.

SPANISH PATENT

A.D. 1880 20th September

by the use of

Ferric Salts, Chlorine, & other oxidising agents.

CLARK & HESLOP

(Specification only)

A.D.1867, 14th November. No 3282.

Decomposing Sulphides of Copper &c. by the use of

Persalts of Iron.

LEWIS HUNT & DOUGLAS.

Letters Patent

A.D. 1869 13th August. No 2425

Improvements in extracting Copper from its Ores by the use of

Green copperas (Protosulphate of Iron

Common Salt,

Sulphurous Acid

Protochloride of Iron

Chloride of Calcium

Does not claim the use of any particular kind of furnace, nor lixiviating, nor precipitating tanks, nor the use of Protosalts of Iron otherwise than in solution

Foto 140, Legajo 100 B 58, 204. Donde se resumen las patentes similares al sistema Doetsch, AHMFRT.

El principal problema para RTCL, como ya se ha apuntado, era el importante monto que supusieron los pagos de royalties a Doetsch, que curiosamente parece que no había interesado hasta que este desapareció del Consejo de Administración y no querían seguir pagando al socio del finado Herr Sundheim, ni a sus herederos, que eran 6 chelines por cada tonelada de mineral movida. Prueba de esto último está en la documentación generada referente a este tema, desde a fines de 1894 y sobre todo en 1895. Siendo el documento más importante por la información que contiene y porque está toda resumida es el informe *Note on the payment of Royalties under the Doetsch Patent* realizado por Sam J. Bowes, *Assistant Secretary* en Londres, con fecha 6 de marzo de 1895.

Así conocemos que el primer pago de royalties[184] fue realizado en 1882 sobre el mineral que estaba en los terreros de la Estación y Planes. El año siguiente los pagos se cargaron a cargo del mineral crudo en los mismos terreros del proceso Ferro Clórico. El 14 de junio de 1883 también se le pagaron royalties sobre el mineral lavado con *Brown liquors* En 1886 los royalties fueron cargados sólo sobre el mineral crudo. Llegando en 1887 a seis peniques por tonelada de minera removido en terreros Nerva, del mineral tratado en Teleras nº1 y el antiguo terrero del gobierno en Cerda. En ese mismo año se pagaron royalties sobre el mineral cargado en las teleras 1. A partir de 1887 fecha los royalties se cargaron tanto al mineral crudo como al que fue tratado. Desde diciembre de 1888 hasta julio de 1894 se pagaron royalties por el mineral tratado en los tanques de Marismilla. Desde agosto de 1889 hasta 1894 se pagaron royalties por el proceso de ácido sulfúrico. Desde 1892 con la creación del Nuevo Terrero hasta que se finalizó con el empleo de este sistema se imputaron pagos por el mineral crudo y lavado. Entre 1891 y 1892 se cargaron royalties sobre el mineral crudo en Terreros Planes, mineral calcinado lavado de Terreros Nerva hasta julio de 1895, cuando acabó la adición de sal y pirolusita, se hizo sobre el mineral tratado con estos dos elementos.

[184] Sobre el pago de royalties derivados del Proceso Doetsch en sus dos modalidades Ver *Notes on the Payment of royalties under the Doetsch Patent*, 1-4, escrita por Samuel. J. Bowes, Assistant Secretary con fecha 6 de marzo de 1895, Legajo 100 B 58. AHMFRT.

7.3.3.4. 1894, el principio del fin del proceso Doetsch en Río Tinto

El fin del empleo del método Doetsch en Río Tinto lo podemos achacar, además de las dudas sobre su efectividad, que supuso la oposición de parte del personal técnico de RTCL como hemos visto, al hecho de que no estaba claro para RTCL la validez de las patentes existentes de Herr Doetsch y que estas cubrieran las operaciones hidrometalúrgicas que se desarrollaban en Río Tinto. Pero, sobre todo, a los pagos de los royalties que se derivaron del empleo de las mismas y que el *Board* de RTCL no quiso seguir pagando los royalties, siendo reseñable que mientras Doetsch, ejerció como Director y Vicepresidente, el Consejo de la Compañía no actuó en su contra[185]. Salkield sobre este particular, afirmó lo siguiente

"*El apoyo de la junta de RTC a Doetsch en su participación en la promoción de los procesos de la que deriva beneficio sustancial, tanto por concepto de royalties y de la venta al por RTC Sundheim y Doetsch de sal y mineral de manganeso, y frente a la insatisfacción con el rendimiento de los procesos por parte del personal técnico de las minas, fue un episodio que sólo puede ser juzgado por la ética empresarial del día*"[186]. Pues es sistema Doetsch fue muy rentable para su "inventor", puesto que además de los royalties, recibió el 50% de las ganancias por la venta del mineral de manganeso y la comisión por el suministro de sal, proveniente de las salinas de la ría de Huelva[187].

En 1894, aprovechando que Doetsch no acudió al Consejo de Administración por enfermedad, que al poco tiempo derivó en su fallecimiento, el *Board* estimó que el beneficio que se pudiera derivar de la aplicación del Proceso Doetsch no estaba claro, recomendaron que se pararan sus operaciones y que las 3.635 toneladas de Sal y las 1092 toneladas de manganeso productos suministrados por la firma Sundheim & Doetsch, fueran vendidas y borradas de los inventarios[188],

El manganeso fue vendido en Inglaterra, aunque no había mercado para el mineral triturado y mezclado con sal y manganeso[189]. La sal no se consiguió vender[190].

[185]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España. ….*, 645, sobre este particular dice lo siguiente sobre el " Otro procedimiento en uno en Río-Tinto desde hace pocos años…, es el privilegiado de Doetsch".
[186]SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…62.*
[187]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*240. Este autor también afirma que Doetsch no era agradable para el personal de RTCL.
[188]Legajo 100 A4 *Report of Deputation from the board: Instruction and estimates for the year 1895*, 6. AHMFRT.
[189]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*242.
[190]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history*…49.

Sobre el empleo de Manganeso y sal en el método Doetsch, Salkield afirmó que "sospechaba que Doetsch buscó otra industria para emplear manganeso y sal , así que mejor lugar que el rico Río Tinto" [191].

Por último, si bien no vamos a volver sobre la efectividad de este método, si podemos afirmar que nuestro punto de vista está en sintonía con lo expresado por el Dr. Morh y Salkield, lo cierto es que este sistema en ninguna de sus dos variantes permitió suprimir las teleras que se continuaron empleando en Río Tinto hasta 1908. En este sentido, incluimos en este trabajo la necrológica de Doetsch, publicada en el tomo XLV de la Revista Minera en 1894 en su página 205.

† **D. Enrique Doetsch**.—Ha fallecido en Londres D. Enrique Doetsch, el socio de la casa Sundheim y Doestch, de Huelva, quien ha tenido parte activísima en los negocios mineros é industriales de la provincia de Huelva, por los cuales ambos han demostrado gran interés, uniéndolos en lo posible con los suyos propios. El Sr. Doetsch era el alma de lo que había que hacer en el extranjero en favor de la provincia, como el Sr. Sundheim estaba más especialmente encargado de lo de España y lo local, y entre ambos han tenido un éxito en general en sus empresas, hasta que ha venido á malograrse la del ferrocarril de Zafra, tal vez por haber querido seguir en él las corrientes del sistema francés, que no había sido el suyo en otras empresas. No puede negarse que el Sr. Doetsch contribuyó mucho á hacer grandes servicios en la provincia de Huelva, y es seguramente lástima que fuera un defensor activo de las calcinaciones al aire libre, de lo cual tal vez le haya alcanzado la vida para arrepentirse. De todos modos es demasiado lo bueno y lo útil que para la provincia de Huelva ha dejado hecho el señor Doetsch para que su nombre suene siempre en aquella comarca, como el de un bienhechor de gran actividad y elevado criterio.

***

Donde nos llama la atención la frase "*es seguramente lástima que fuera un defensor activo de las calcinaciones al aire libre, de lo cual tal vez le haya alcanzado la vida para arrepentirse*". Cuando uno de los objetivos del proceso desarrollado por Heinrich Doetsch fue rebajar la cantidad de mineral calcinado.

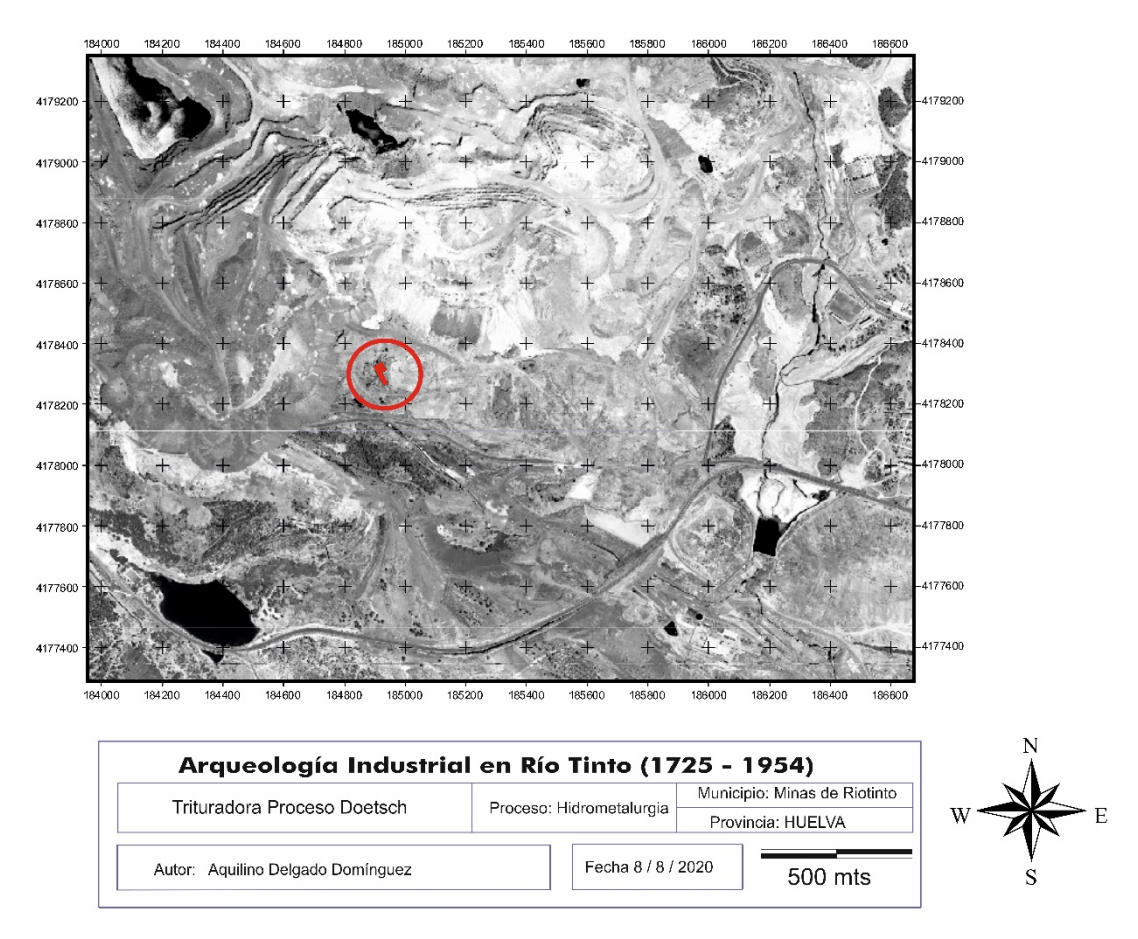
[191]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history,* 47. En este sentido es interesante lo apuntado por Salkield, donde indica que tras una coyuntura propicia donde la firma Doetsch & Sundheim habían colocado en el mercado entre 20.000 y 30.000 de pirolusita anualmente. La introducción del sistema Wolden para obtener cloro, permitía recuperar el manganeso empleado y seguir utilizándolo, con lo que la demanda de este mineral descendió mucho, por lo que poder colocar cantidades importantes a RTCL para el proceso Doetsch, debió ser muy importante.

7.3.3.5. Denominación: trituradora proceso Doetsch[192]

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 184881.58857

Y: 4178317.84329



Plano 42 Ubicación Trituradora del Proceso Doetsch.

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

[192]Sobre el sistema o método Doetsch Ver GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*. Tomo II, 643-648; CUMENGE, E. (1884): Apuntes sobre Río Tinto, Revista Minera XXXV, 152-153; DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, Revista Minera XL, 177 -178; DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 498 -502; DEL VILLAR Y LAVÍN, M. (1894): Beneficios de los minerales de Río Tinto, 145 -148, 171-172; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas de Huelva, 602; AVERY, D. (1974): Not on Queen Victoria´s…140-142: HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company…*90 – 97; SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history*..41-47 SALKIELD, L. U. (1984): *A Technical history..230-242*; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…62-63.*; ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina y Mineros… 39;* AVILÉS PALACIOS, C (2008): "Invenciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las minas de Río Tinto 1873 -1897", Boletín Geológico y Minero 119, nº3, 338 -339. Sobre la Trituradora Doetsch en particular Ver DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2015a): Memoria Preliminar y Definitiva de la Intervención Arqueológica Superficial del Proyecto Río Tinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, Inédito, 19-20; DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2015b): Proyecto Global del Proyecto Río Tinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, Inédito, 54 -55;IGLESIAS GARCÍA, L. (2016): Integración documental de la Trituradora del Proceso Doetsch, Agosto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, inédito; DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2017): "Prospección Arqueológica Superficial del Área del Proyecto Riotinto (Minas de Riotinto, El Campillo, Nerva – Huelva. España)", en *De Re Metallica* 29, 1-10. y el punto 9.3.3 PROCESO DOETSCH de este trabajo de investigación.

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre / Trituración

TIPOLOGÍA: Trituración

CRONOLOGÍA: 1881 - 1895

DESCRIPCIÓN:

Para el desarrollo del Proceso Doetsch RTCL construyó en 1881 una planta para de Trituración[193], cuya mejor descripción es la siguiente:

"Previendo este desarrollo [el Segundo Proceso Doetsch], se ha construido un gran taller de trituración para aplicar el sistema, no solo á los menudos, sino también á los fragmentos del apartado o escogido; está admirablemente dispuesto para evitar maniobras inútiles y las remociones de sustancias, que aumentarían la mano de obra, cuya economía hay que procurar al tratarse de semejantes masas.

Este taller se compone de 9 grandes quebrantadoras de mandíbulas del sistema Blake y al salir de ellas los trozos de mineral pasan á los cilindros trituradores de Cornwall de fundición templada. Un ingenioso sistema de rejillas continúas vuelve los pedazos mal triturados y vierte en los vagones el mineral apropiado para el beneficio.

Aunque este taller sólo ha funcionado en un periodo de ensayo, duda la abundancia de los menudos naturales, creo que podría verificar la trituración de mil toneladas diarias, en condiciones muy económicas" [194]

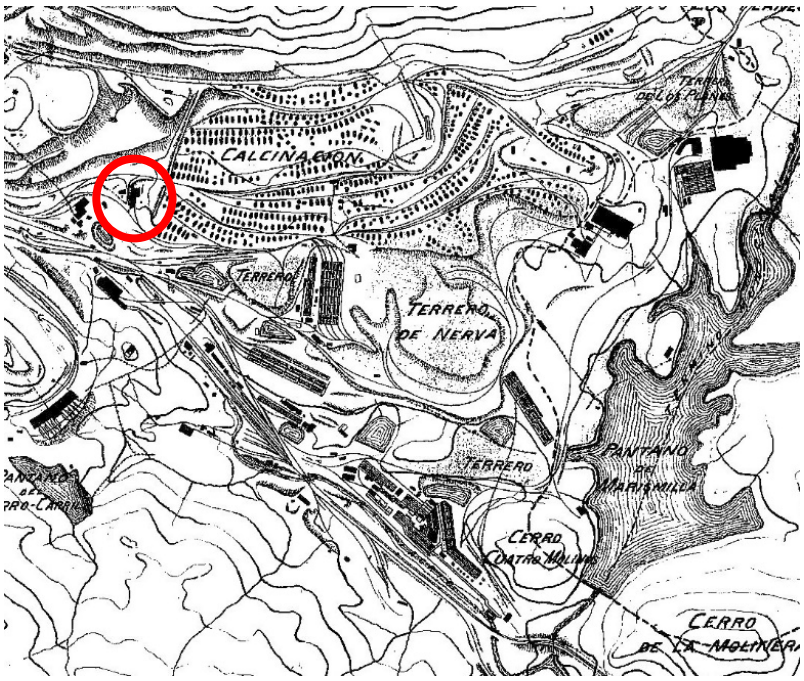
La planta trituradora tiene unas dimensiones de 42 metros de largo por 14 de ancho y de 6,45 metros de alto. No conserva la cubierta de la zona superior planta trituradora estaba construida en mampuesto de pizarra, las esquinas están solventadas con sillarejo canteado y los vanos de ventilación y acceso, con esquinales de ladrillo. La cubierta a dos aguas que hoy no se conserva, estaba resuelta con tejas curvas. Al norte de la planta hay un túnel de 30 metros para el acule de las vagonetas[195]. Constaba de dos pisos, en el superior se disponía la maquinaria de trituración, como nos describe Cumenge, era reducido a una granulometría de 10 mm.

Una vez realizado este proceso, caía por una piquera al piso inferior donde era cargado en vagones para su transporte hasta el terrero donde se mezclaba en tres partes

[193]No se documenta la presencia de esta planta ni el Plan of Works de 1878, Plano A-2174, pero si aparece en la foto A-9/1100 de 1882 (ver foto 141) y en el el Plano A-1837 del AHMFRT, de 1884 (ver plano 43).
[194]CUMENGE, E. (1884): Apuntes sobre Río Tinto, Revista Minera XXXV, 152-153; DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, Revista Minera XL, 152-153.
[195]IGLESIAS GARCÍA, L. (2016): Integración documental de la Trituradora del Proceso Doetsch, agosto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, inédito, 18.

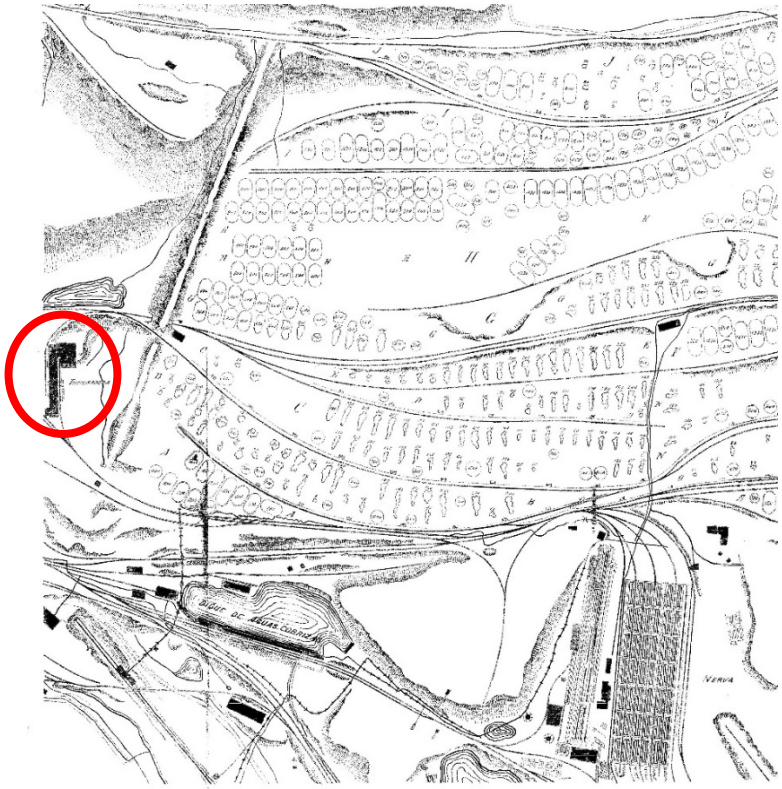
cuartas partes con una parte de mineral procedente de Teleras nº1 y calcinado lavado junto con 1% de sal común y 0,25% de manganeso molido, se regaba con agua fresca y se obtenía el *Brown liquor*, el licor que contenía cobre y sales de hierro en estado ferroso y férrico, que se pasaba luego por los tanques de lavado donde se disponía mineral crudo y menudo. El licor cambiaba el color marrón a verde, óxido cúprico, que era enviado al dique de aguas enriquecidas en cobre (*Copper liquor Dam*) y desde allí a los cementadores donde se precipitaba con hierro obteniendo cáscara de cobre, este sistema además de recuperar el cobre del mineral crudo menudo conllevó un menor gasto de hierro y menos impurezas[196]. Este sistema estuvo operativo hasta junio de 1895. Aunque no disponemos de información

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Actualmente no existe se encuentra bajo la escombrera Sur, antes de que esto sucediera Atalaya Mining, realizó la documentación de la Trituradora Doetsch [197], dentro de las medidas incluidas en el Proyecto Global del Proyecto Riotinto[198]..

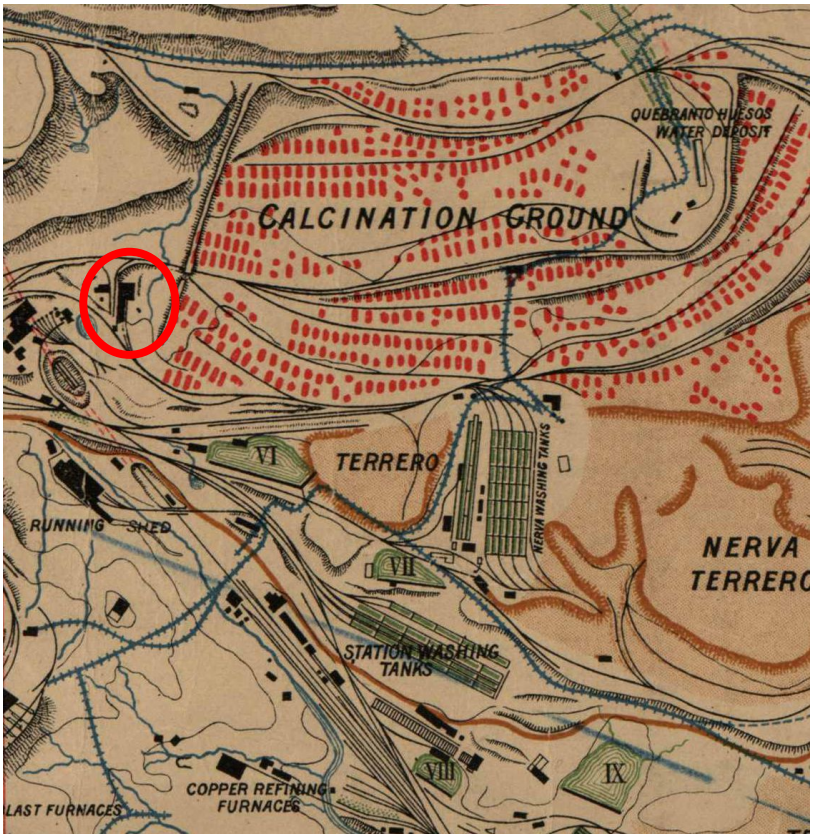


Plano 43, Detalle del Plano A-1837, 1884, AHMFRT.

[196]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42.
[197]IGLESIAS GARCÍA, L. (2016): Integración documental de la Trituradora del Proceso Doetsch, agosto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, inédito.
[198]DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2015b): Proyecto Global del Proyecto Río Tinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, Inédito, 46 -50.



Plano 44, Detalle del Plano del 1 de enero de 1890, 100 D 7, LMA, donde se indica la presencia de la Trituradora.



Plano 45, Detalle del Plano A-2875, de 1891, AHMFRT.

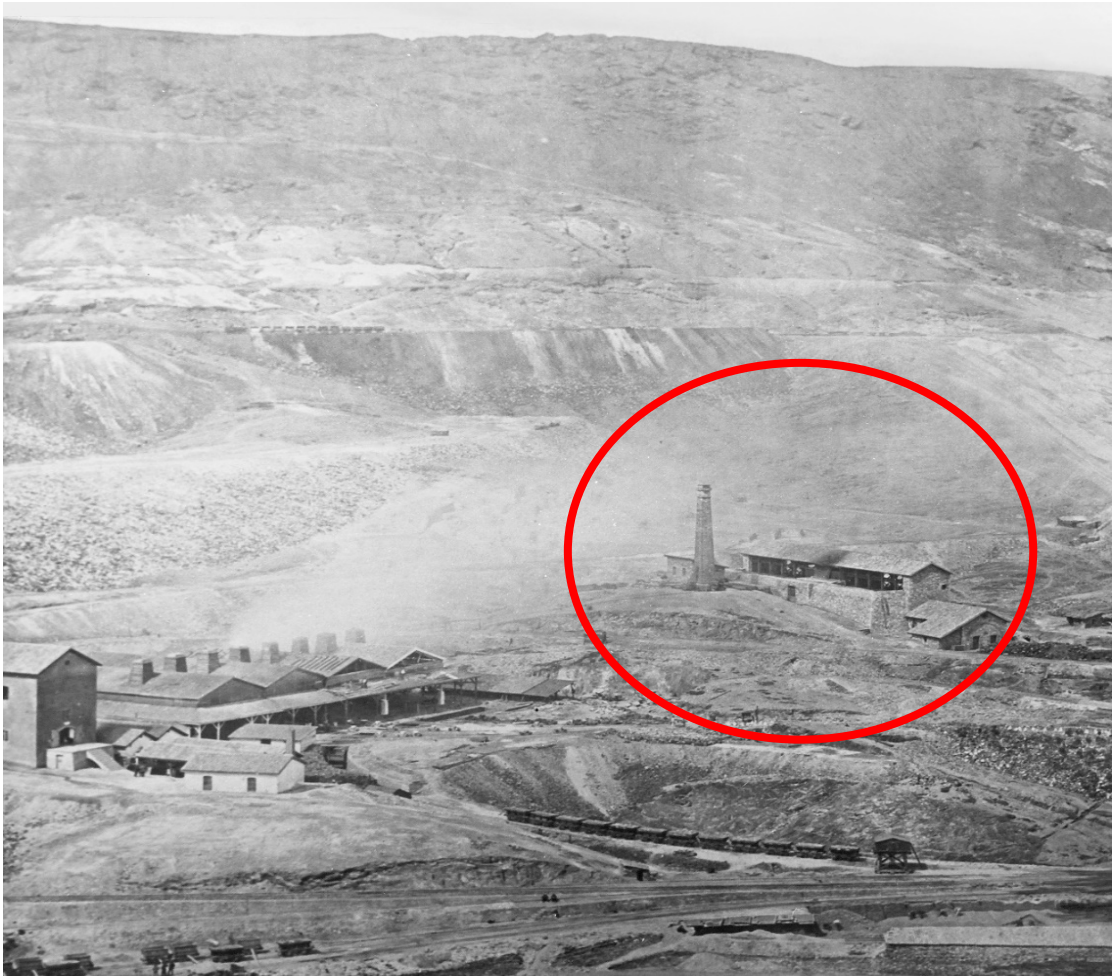


Foto 141 Vista de detalle desde el SE de la Trituradora Doetsch, de la foto A-9/1100, 1882, AHMFRT.

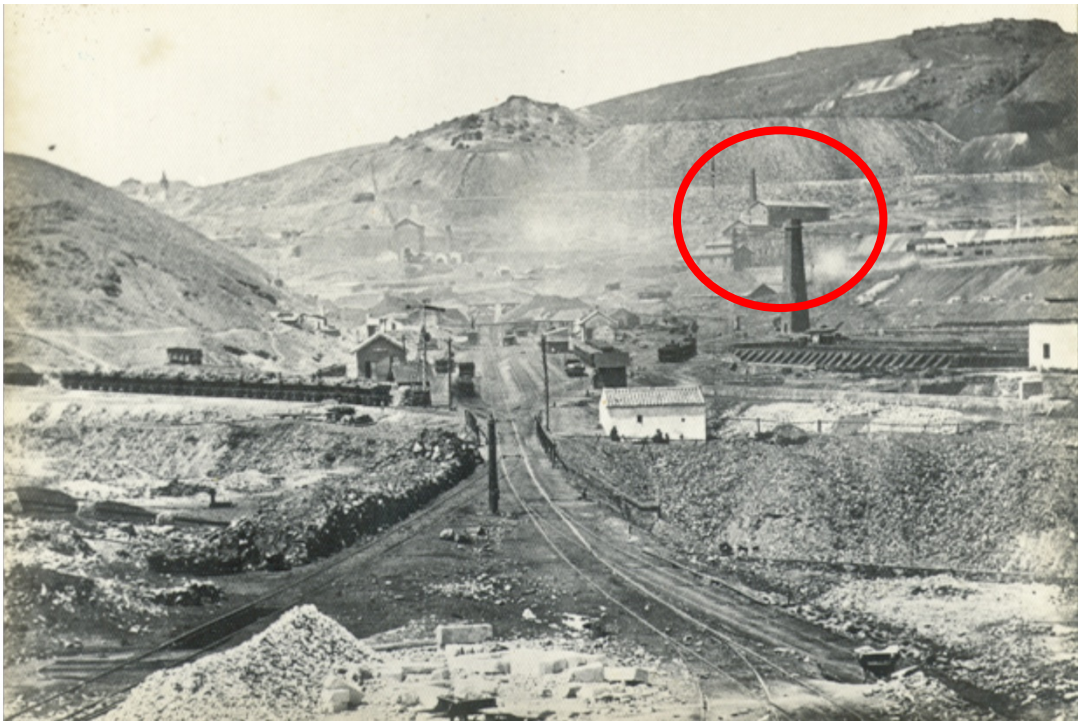


Foto 142, Vista desde el Este de Station Washing Tanks, a la derecha de la imagen se aprecia la Trituradora Doetsch. 1884 AHMFRT.

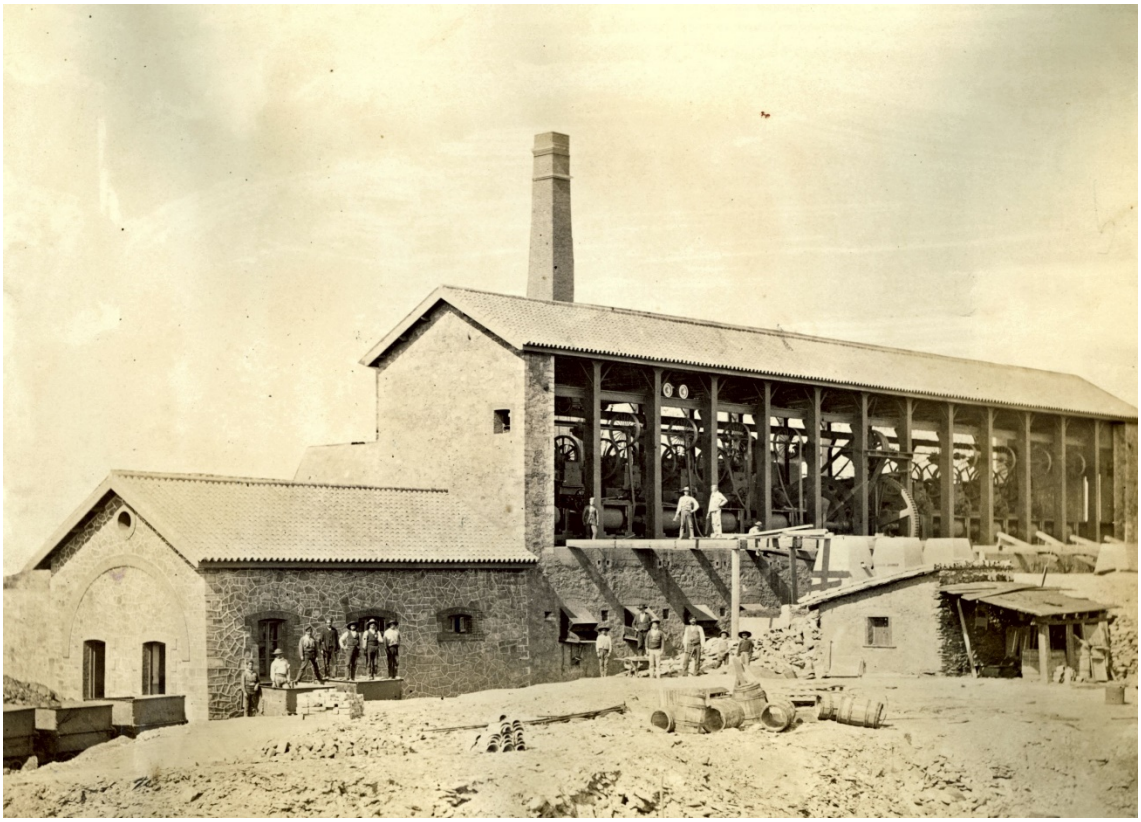


Foto 143, Vista desde el SE de la Trituradora Doetsch, 1885, colección Herbert Fuller Carter, donada por su nieto Mark Cartera Alfredo Moreno Bolaños, por cortesía de quien la podemos reproducir en este trabajo.



Foto 144, Vista desde el Norte de la Trituradora Doetsch, 1885, colección Herbert Fuller Carter, donada por su nieto Mark Cartera Alfredo Moreno Bolaños, por cortesía de quien la podemos reproducir en este

trabajo. Se aprecia perfectamente como era el mecanismo de funcionamiento de la trituradora de mandíbulas Blake y los cilindros trituradores Cornwall de la planta.

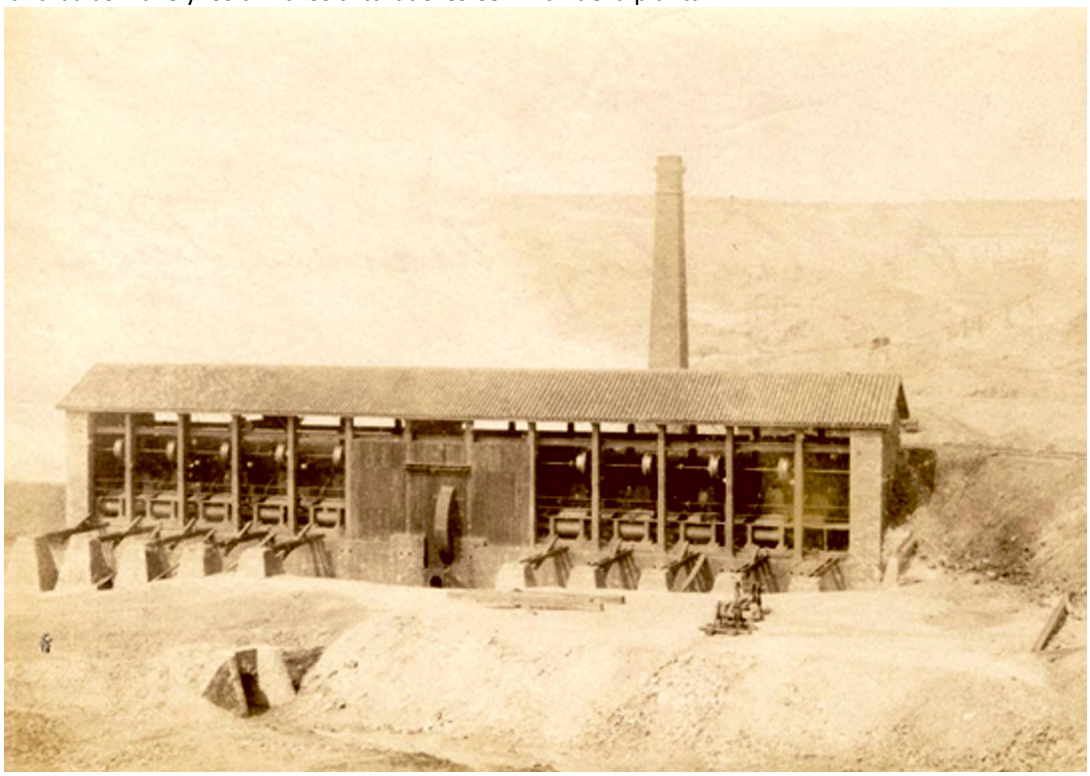


Foto 145, Vista desde el Este de la Trituradora Doetsch 1886, como en la foto anterior se aprecia perfectamente como era el mecanismo de funcionamiento de la trituradora de mandíbulas Blake y los cilindros trituradores Cornwall de la planta. AHMFRT.



Foto 146, Vista de detalle desde el Este de la Trituradora Doetsch, 1886 – 1887, como en las dos fotos anteriores se ve como era la rueda de movimiento de la trituradora de mandíbulas accionada a vapor. Foto donación Paul Craddock.



Foto 147, Vista de detalle desde el Este de la Trituradora Doetsch, Riotinto Survey, 1984. AHMFRT



Foto 148, Vista de detalle desde el Oeste de la Trituradora Doetsch, Riotinto Survey, 1984. AHMFRT



Foto 149, Vista desde el Sur de la Trituradora Doetsch, 1986, foto donación Paul Craddock.



Foto 150, Vista desde el Norte de la Trituradora Doetsch, 1986, foto donación Paul Craddock.



Foto 151, Vista desde el NO de la segunda planta de la Trituradora Doetsch, 1986, foto donación Paul Craddock.



Foto 152, Vista desde el Sur de la Trituradora Doetsch, 2009, foto ADD.



Foto 153, Vista panorámica desde el NE de la Trituradora Doetsch, 2014, foto ADD.



Foto 154, Vista desde el Sur de la Trituradora Doetsch, 2013, foto ADD.



Foto 155, Vista de detalle desde el Sur de la Trituradora Doetsch, 2013, foto ADD.



Foto 156, Vista desde el NO de la Trituradora Doetsch, 2013, foto ADD.



Foto 157, Vista de detalle desde el NO de la Trituradora Doetsch, 2014, foto ADD.



Foto 158, Vista de detalle desde el SE de la zona norte de la Trituradora Doetsch, 2013, foto ADD.



Foto 159, Vista de detalle desde debajo de una de las tolvas por donde el mineral era cargado el mineral triturado en los cilindros Cornwall.



Foto 160, Vista de detalle de la parte superior de la Trituradora Doetsch, donde estaba ubicada la trituradora de mandíbulas Blake. 2014, foto ADD.



Foto 161, Vista desde el Sur del túnel de acule situada al Norte de la Trituradora Doetsch. 2013, foto ADD.

7.3.3.6. El proceso Osborne

En 1884 Mr. Osborne[199] propuso a RTCL un método para mejorar la obtención de cloruros. Empleando una mezcla de sal y manganeso con mineral calcinado y crudo de las teleras. Por este medio se intentó obtener líquidos ferro-clóricos en el mínimo tiempo posible, tanto usando mineral crudo como tratado en los mismos terreros para extraer cobre con lavados de ácido sulfúrico. Se comprobó el resultado y se muestrearon las aguas. Aunque no se pudo aplicar de inmediato debido a las impurezas, como arsénico, ya que RTCL tenía previsto tratar los precipitados con contenido en arsénico con la mata de los hornos[200]. También debió de pesar el hecho de que el sistema fuera similar al proceso Doetsch y que este componente alemán del Consejo de Administración de RTCL era muy celoso del cumplimiento del pago de los royalties de su patente.

Este sistema se puso en funcionamiento en 1886 en Cementación Naya. La mejor descripción de este método nos la ofrece Gonzalo y Tarín: "*Consiste en tratar desde luego una mezcla de las menas con sal y manganeso por ácido sulfúrico, ….Reducidas las menas a polvo, o por lo menos a fragmentos que no pasen del volumen de 3 centímetros cúbicos se vierten en los pilones alternando con una mezcla, lo más homogénea posible, de manganeso y sal común bien molidas, y al mismo tiempo que se verifica la carga se va extendiendo y removiendo a fin de conseguir que el mineral quede envuelto por igual en la mezcla dicha… Sobre esa carga [la que está en los pilones] se echa hasta llegar al pilón, agua aciculada con el sulfúrico en cantidad que varía según la riqueza en cobre de las menas y los grados del ácido; pero en términos generales, de 23 metros cúbicos de líquido que se necesitan para cada estanque, 14 son de agua común y los 9 restantes de ácido sulfúrico de 156º del areómetro de Twadlt. Al cabo de 3 o 4 días ó, con más precisión, cuando la temperatura en los pilones, que se eleva considerablemente mientras se verifican las reacciones, desciende á la del ambiente, se hacen pasar las legías á los cementadores, y se vuelven á llenar los estanques, donde quedan las menas, con agua común que permanece en ellos 24 horas, repitiéndose este*

[199] James Osborne, ingeniero de minas, con alta en RTCL el 17 de enero de 1877, donde desarrolló su carrera professional hasta el 19 de abril de 1895 cuando fue jubilado, se le otorgó una pension de 400 libras anuales. Fue nombrado el 5 de marzo de 1885 Subdirector y Director Técnico para las operaciones mineras y del Departamento de Precipitación de Cobre. Staff Book nº1, 185 - 186 y Staff nº2, 207, 210 LMA. Fue nombrado el 5 de marzo de 1885 Subdirector y Director Técnico para las operaciones mineras y del Departamento de Precipitación de Cobre.

[200] Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1884, 1, AMHFRT.

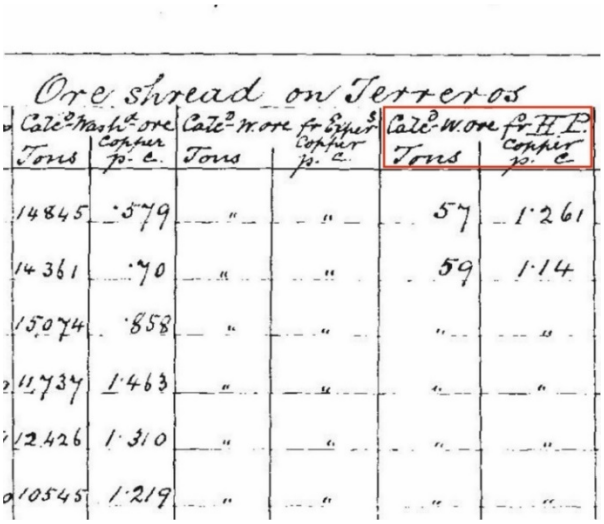
lavado hasta 12 veces por lo común en ocasiones hasta 20; es decir, en una palabra, mientras las legías acusan contener cloruro cúprico, y después, como todavía los minerales que quedan en los recipientes contienen cobre, se le conduce á los terreros."[201]

El Consejo de Administración de RTCL gratificó el 28 de enero de 1886 a Mr. Osborne con 200 libras anuales durante 10 años en pago por su invención y los trabajos realizados con ácido sulfúrico en Cementación Naya[202].

[201]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión …* Tomo II, 630 - 632.
[202]Staff Book nº2, 207, LMA.

7.3.3.7. Hartmann Process

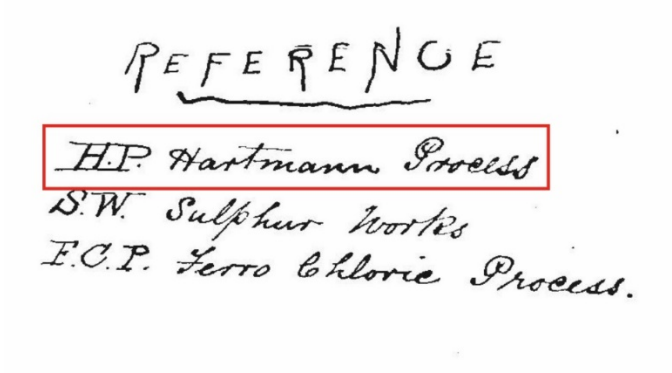
En la documentación consultada durante este trabajo de investigación hemos encontrado referencia a otro proceso ensayado en Río Tinto el Hartmann Process, concretamente en el *Terrero Statement for year 1882* en enero y febrero se trataron por este sistema 57 toneladas de mineral en enero y 59 en febrero[203]. Por un apunte en el Libro de Caja 80 de 1881, en su página 259 recoge el apunte del alquiler de una cama entre el 18 y el 31 de enero a J. Charles para el proceso Hartmann.



Ore shread on Terreros

Calc^d Wash^d ore Tons	Copper p. c.	Calc^d W. ore fr Exper^s Tons	Copper p. c.	Calc^d W. ore fr H.P. Tons	Copper p. c.
14845	·579	"	"	57	1·261
14361	·70	"	"	59	1·14
15074	·858	"	"	"	"
11737	1·463	"	"	"	"
12426	1·310	"	"	"	"
10545	1·219	"	"	"	"

Foto 162, Legajo 100 B 35, 5 *Terrero Statement for year 1882*, AHMFRT donde se indica el tonelaje tratado por este sistema en enero y febrero de 1882.



REFERENCE

H.P. Hartmann Process
S.W. Sulphur Works
F.C.P. Ferro Chloric Process.

Foto 163, Detalle de la leyenda del l *Terrero Statement for year 1882* Legajo 100 B 35, 5, AHMFRT donde se indica el tonelaje tratado por este sistema en enero y febrero de 1882.

No disponemos de más información de este proceso que estuvo en operación en Río Tinto entre enero de 1881 y febrero de 1882, salvo el tonelaje tratado en enero y febrero de 1882.

[203]Legajo 100 B 35, 5. AHMFRT

7.3.3.8. Lixiviación, Cementación Artificial y Procesos Doetsch 1873 – 1908

En este capítulo trataremos las operaciones desarrolladas en Río Tinto entre 1873 y 1895 que fueron las propias del sistema de cementación artificial y los procesos Doetsch. Estos sistemas no se sucedieron, es decir la cementación artificial que podemos denominar clásica tuvo lugar desde la llegada de RTCL en 1873 hasta el fin de las operaciones de calcinación en 1908. En 1878 se iniciaron las operaciones del Primer Proceso Doetsch, pero no finalizó por ello la cementación artificial, es más cada una de las cementaciones que veremos de forma pormenorizada tenían parte de sus canales para la cementación artificial clásica y para los procesos Doetsch. Cuando en 1882 se inició el *Ferro Chloric Process,* se continuó con la cementación artificial y el primer proceso Doetsch siguió en Cementación Cerda. Siendo común la fase de precipitación para las tres modalidades de lixiviación al igual que en el caso de la cementación artificial hasta los años veinte como veremos.

Las operaciones de lixiviación en Río Tinto en el proceso de Cementación Artificial se desarrollaron de la misma forma que en época de la Real Hacienda. Es decir, el mineral calcinado en las teleras se llevaba a los pilones de disolución de las diferentes cementaciones donde se producía la disolución.

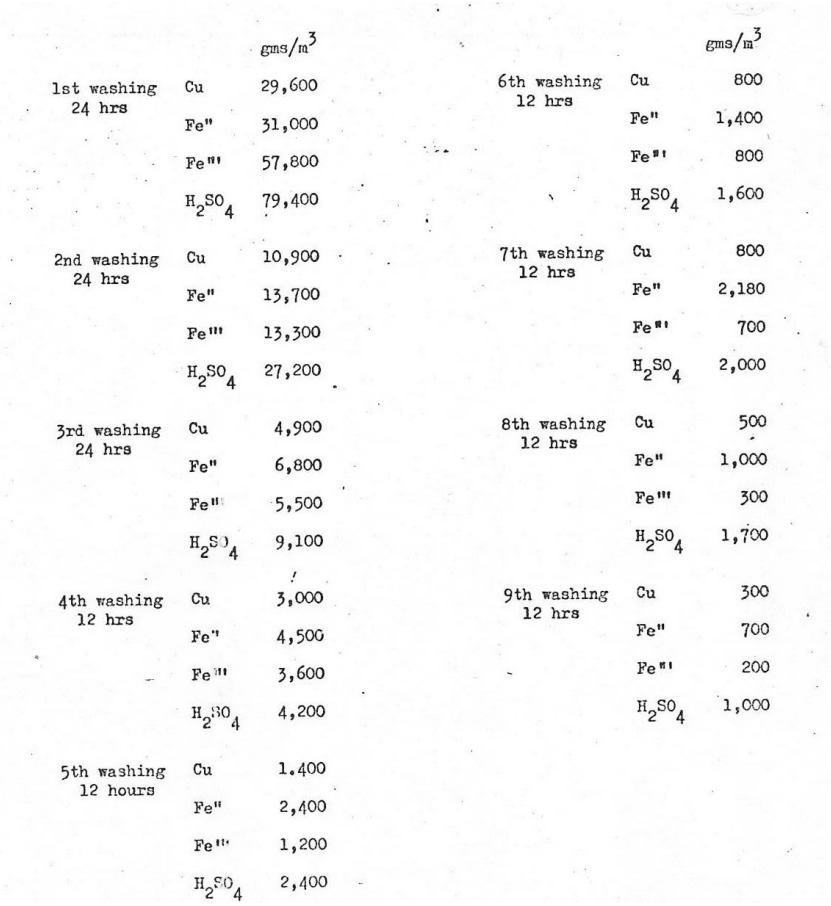


Foto 164, Pilón de disolución Cementación Planes, foto ADD. 2019

Estos pilones tuvieron distintas medidas estaban construidos en mampostería, ladrillos trabados con mortero de cal y barro, recubiertos de madera embreada, tanto

en las paredes como en el fondo. Según Salkield tenían unas dimensiones medias de 30 pies (9,144 metros) de longitud por 8 pies (2,43 metros) de lado y 3 pies de profundidad (0,91 metros) y que disponían de un doble fondo encofrado vasto de madera. Pero los únicos conservados actualmente, en Cementación Planes, pues los de Cerda y Nerva, ya no existen y los de Naya fueron demolidos y remodelados, tienen unas dimensiones de 10, 80 metros de largo por 6,40 metros de largo y 0,90 metros de profundidad.

El mineral calcinado era transportado en vagones a los tanques de lavado, que estaban construidos en mampostería recubierto con asfalto que Una vez cargados los tanques con el calcinado se llenaban de agua y se dejaba durante 24 horas. El licor obtenido, *brown liquor*, denominado así por el contenido en sulfato férrico que le da un color marrón. Estas aguas enriquecidas se drenaban y el calcinado se lavaba de 6 a 8 veces, este proceso de lavado duraba por lo general una semana, para lo cual se empleaba un metro cúbico por tonelada de mineral calcinado[204].



		gms/m^3
1st washing 24 hrs	Cu	29,600
	Fe"	31,000
	Fe"'	57,800
	H_2SO_4	79,400
2nd washing 24 hrs	Cu	10,900
	Fe"	13,700
	Fe"'	13,300
	H_2SO_4	27,200
3rd washing 24 hrs	Cu	4,900
	Fe"	6,800
	Fe"'	5,500
	H_2SO_4	9,100
4th washing 12 hrs	Cu	3,000
	Fe"	4,500
	Fe"'	3,600
	H_2SO_4	4,200
5th washing 12 hours	Cu	1.400
	Fe"	2,400
	Fe"'	1,200
	H_2SO_4	2,400
6th washing 12 hrs	Cu	800
	Fe"	1,400
	Fe"'	800
	H_2SO_4	1,600
7th washing 12 hrs	Cu	800
	Fe"	2,180
	Fe"'	700
	H_2SO_4	2,000
8th washing 12 hrs	Cu	500
	Fe"	1,000
	Fe"'	300
	H_2SO_4	1,700
9th washing 12 hrs	Cu	300
	Fe"	700
	Fe"'	200
	H_2SO_4	1,000

Foto 165, Análisis del contenido de cobre, óxido de hierro II u óxido ferroso, óxido de hierro III u óxido férrico y ácido sulfúrico en los nueve lavados cada 12 horas. Salkield, L. U. (1984),228.

[204]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 40-42; SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 224-226; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…43-44.*

El calcinado, lavado, húmedo y muy ácido, contenía un 1% de Cobre, se volvía a transportar en vagones y se depositaba en los Terreros, donde este cobre se rendía de forma más lenta.

En Río Tinto el calcinado lavado propiciaba la corrosión de los vagones, esto se solventó en Tharsis acercando la zona de lavado a los terreros[205], en otras minas de la Faja Pirítica como Aljustrel, la caja de los vagones estaba construida en madera embreada.

El agua enriquecida se pasaba a los canales donde estaba dispuestos los castillejos de hierro para la precipitación del cobre contenido en las aguas.

Durante el Primer Proceso Doetsch la lixiviación se produjo en la telera construida con mineral triturado, calcinado y proveniente de los terreros al que se le añadía sal, y sobre la que se excavaba una balsa de 1,70 una balsa donde se vertía el cloruro obtenido de tratar sal marina y manganeso en los hornos de reverbero. Este percolaba por el montón de mineral dando lugar a un cloruro de cobre que se recogía en la base de la telera y se pasaba a los cementadores para que precipitar con hierro el cobre que contenía[206].

En el Ferro Chloric Process se construía un pequeño terrero que se conformaba con tres partes de mineral crudo lavado y una de mineral calcinado en Teleras nº1, con un 1% de sal común y un 0,25% de manganeso, se regaba con agua (fresh water) y se obtenía el *brown liquor*, que era el licor lixiviador producido por la oxidación provocada por el agua de riego sobre el terrero ya descrito, como este contenía ácido sulfúrico y óxido férrico, que consumía mucho hierro durante la precipitación. Para evitar esto se dispuso en los canales de lavado mineral crudo menudo que tras el lavado el brown liquor, se enriquecía en óxido cúprico, que era enviado a los diques, desde donde era distribuido a los canales de precipitación[207]. Este sistema además de recuperar el cobre contenido en el mineral crudo menudo conllevó un menor gasto de hierro y menos

[205]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 41.
[206]Sobre la construcción de la telera del primer proceso Doetsch y como se obtenían los cloruros ricos en cobre ver GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.* Tomo II, 646-648; SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 236; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*, 61-63.
[207]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 231; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines…*62-63.

impurezas[208]. El mineral menudo crudo lavado en estos tanques se destinó a los terreros o a la exportación, como base para la fabricación de ácido sulfúrico[209].

Las operaciones de lixiviación de los dos procesos Doetsch finalizaron en 1895 cuando se paralizaron estos sistemas por el Consejo de Administración.

[208]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42.
[209]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España…*. Tomo II, 645.

7.4. CEMENTACIÓN NATURAL, LIXIVIACIÓN 1895 - 1954

El proceso de Cementación Natural que se desarrolló en Río Tinto no fue como el que tuvo lugar durante época española, que era que el agua del interior de la mina o del río Tinto se pasaba por los canales donde se encontraban los lingotes de hierro.

Con la llegada de RTCL la principal fuente de agua para la cementación que provenía del antiguo socavón romano, dejó de ser operativo, tanto por las labores mineras que comenzaron a profundizar, como porque comenzar a excavar la futura corta fue necesario construir el ferrocarril de interior, así para el 30 de julio de 1873 en el Libro de Caja nº 78, en la página 5 se consigna el pago de 144 reales a los trabajadores que construyeron un muro para el ferrocarril de interior.

El sistema que denominamos cementación natural, oxidación natural o sulfatación natural que consistía en disponer sobre una superficie plana con drenajes en la parte inferior, chimeneas de ventilación mineral crudo que eran regados con agua fresca. Para el periodo que RTCL apostó por este sistema la mejor descripción indicando los beneficios del mismo a nuestro parecer es la que aporta Rieken:

"*En la sulfatación por vía húmeda no hay ningún consumo estéril de mineral. La materia cobriza no sufre otra alteración que la precisa para transformar el sulfato del estado de insolubilidad al de la solubilidad en agua. Esta transformación es directa, sin formación de óxidos, ni educciones metálicas; es decir, sin pérdida de cobre en sentido metalúrgico.*

El procedimiento admite mayor vigilancia en la constitución de la constitución de las disoluciones vitriólicas, porque éstas proceden de un solo origen y no de tres, como sucede en el otro sistema. El consumo de hierro, por consiguiente, puede reducirse con más facilidad á justas proporciones y los residuos, que proceden de la extracción del cobre, conservan próximamente su valor entero como mineral de azufre. El procedimiento admite grandes economías igualmente en el espacio de las localidades y en el empleo del agua" [210].

El principal inconveniente para este método era el tiempo que se tardaba en rendir el cobre contenido en el mineral crudo dispuesto en el terrero. En este sentido, aunque varios autores se pronuncian sobre este particular, es Jorge Rieken quien aportó

[210]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras"…227-228

un estudio comparativo entre la producción en Río Tinto por calcinación en teleras y Sâo Domingos, el criadero minero donde la oxidación natural se estaba desarrollando en la Faja Pirítica Ibérica a gran escala desde 1875, entre los años 1881 y 1886.

SULFATACIÓN POR CALCINACIÓN EN TELERAS (Ríotinto).

AÑOS	Terreros contribuyentes á la producción. — *Toneladas.*	Piritas beneficiadas. — *Toneladas.*	Cobre producido. — *Toneladas.*	Cobre producido por 100 toneladas de piritas.
1881	3.884.178	773.949	9.466	»
1882	»	688.307	9.740	»
1883	»	786.682	12.295	»
1884	»	1.057.890	12.668	»
1885	»	994.694	14.593	»
1886	5.263.355	1.041.833	15.863	»
	9.147.533	5.263.355	74.625	1,41

SULFATACIÓN POR VÍA HÚMEDA (Santo Domingo).

Depósito contribuyente á la producción. — *Toneladas.*	Piritas beneficiadas. — *Toneladas.*	Cobre producido. — *Toneladas.*	Cobre producido por 100 toneladas de piritas.
1.313.909	209.311	4.340	»
»	275.592	4.860	»
»	295.105	5.974	»
»	247.506	6.198	»
»	342.970	6.513	»
1.615.747	281.263	6.534	»
2.929.656	1.615.747	34.419	2,12

Tabla 8 Comparativas de la producción por calcinación en teleras en Río Tinto y por Sulfatación por vía húmeda en Sâo Domingos. RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras examinada desde el punto de vista de los intereses mineros" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLV*, 228.

De este estudio comparativo Rieken extrajo dos conclusiones principales, la primera es que la sulfatación por vía húmeda de los minerales crudos menudos era un procedimiento menos lento que la cementación artificial empleando la calcinación de mineral en teleras. La segunda y casi más importante que la primera es que en el mismo tiempo en Río Tinto apenas había recuperado la mitad del cobre contenido en el mineral tratada, mientras que Mason & Barry en Sâo la extracción del cobre de los terreros había sido casi completa, afirmando Rieken "t*an perfecta cómo podía esperarse del procedimiento metalúrgico más perfecto*" [211].

Rieken finaliza su magnífico trabajo sobre la Calcinación en Teleras publicado en la Revista Minera de la siguiente manera:

"*Lo que en todo caso puede afirmarse sin riesgo es que el abandono de la calcinación en teleras no comprometerá ni la prosperidad ni el porvenir de las minas del distrito de Río Tinto. Al contrario, duplicará su valor y las garantías de su estabilidad*" [212]. Tras 1908 el tiempo le dio la razón.

En Río Tinto desde el principio de las operaciones de RTCL, como hemos visto apostó por desarrollar la cementación artificial, pero a partir de 1895, con el fin del proceso Doetsch, el *board* decidió apostar por la cementación artificial y ordenó

[211]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras"…228
[212]RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras"…228

construir el Terrero Corralejos[213], aunque esto no supuso el fin de la cementación artificial hasta 1908[214]. El acicate para el empleo de la cementación natural será la visita que hizo a Tharsis por invitación de W.P. Rutherford, Director General de Tharsis una comisión de RTCL en 1899, con el presidente Mr. Keswick[215], Mr Sartoris[216], miembro del Consejo de Administración, Mr. Rich[217] y Mr. Carlyle[218], Director y subdirector en las minas, donde vieron la buena marcha de la cementación natural en Tharsis, que conllevó también la toma de algunas medidas en Río Tinto.

En este sistema la lixiviación sucedió en los Terreros, donde el agua fue el agente lixiviador, actuando sobre los minerales dispuestos en el heaps, en un primer momento se empleó agua dulce proveniente del Pantano de Campofrío y posteriormente de las aguas provenientes del interior de la mina, Pozo Planes, Pantano de Marismilla[219] y de los propios licores generados en los terreros[220].

El trabajo desarrollado en los Terreros y los distintos Terreros que hubo en Río Tinto los desarrollamos en 7.4.1 Terreros, definición y evolución 1873 – 1954; 7.4.2. Los terreros en Río Tinto, 1873 – 1954 y como se realizaron los trabajos de Precipitación

Las operaciones realizadas en Río Tinto en los Terreros, y los distintos terreros donde se desarrolló la cementación natural los desarrollamos en los siguientes capítulos: 7.4.2.2. *Corralejos Heaps*; 7.4.2.4. *Tejonera Heap*; 7.4.2.5. *Cerda Heaps* y 7.4.2.6. *Terreros Naya*.

El desarrollo de la precipitación, común a los procesos ya descritos y a la cementación natural lo tratamos en el capítulo 7.5. PRECIPITACIÓN.

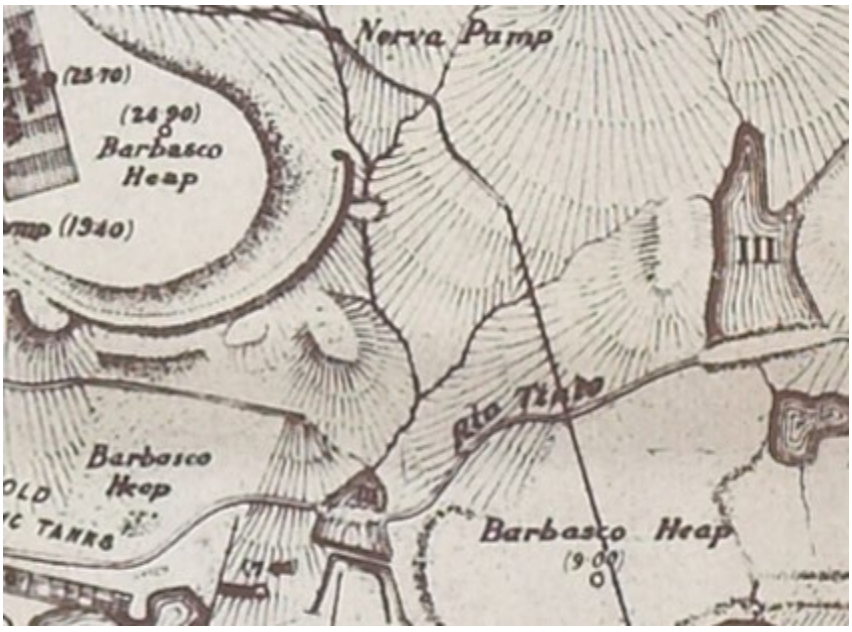
Aunque Río Tinto empleó la Cementación Natural de forma más tardía que otros cotos mineros en la Faja Pirítica, como Sâo Domingos o Tharsis, desde inicios del siglo XIX extendió los trabajos de hidrometalurgia y los fue depurando con la tecnología de la época, obteniendo buenos resultados que este sistema de obtención de cobre por vía húmeda se conoció como “lixiviación Río Tinto”.

[213]Legajo 100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 3, AHMFRT.
[214]RIEKEN, J. (1894): “La Calcinación en Teleras examinada desde el punto de vista de los intereses mineros”…228
[215]Staff Book nº2, 144 LMA.
[216]Staff Book nº2, 248 y Staff Book nº3, 226 LMA.
[217]Legajo 1620 AHMFRT y Staff Book nº2, 231 LMA.
[218]Staff Book nº3, 41 LMA.
[219]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 606.
[220]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….37.

7.4.1. Terreros, definición y evolución 1873 - 1954

Definimos Terreros de la siguiente manera: "*El nombre dado a los grandes montones que se forman con los residuos de los minerales beneficiados por cementación. Conteniendo el mineral crudo que no se calcinó. Con el transcurso del tiempo y los agentes atmosféricos agua y sol y la renovación del aire se experimenta una especie de fermentación que en ocasiones produce la combustión oportuna*". Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 8. Como ya hicimos referencia este sistema se empleó en Río Tinto desde los años de la gestión de Angulo en los años 80 del s. XVIII[221].

El nombre dado al mineral calcinado y lavado en época española fue "barbasco", que se asoció también a los montones del mismo, así en el General Plan of Works de 1878 todavía a parecen como "barbasco heap".



Plano 46, Detalle del Plan of Works de 1878, AHMFRT.

Salkield en su manuscrito recoge que barbasco era como se denominó en Río Tinto a los Terreros[222].

Isidro Pinedo describe el sistema de Terreros de la siguiente manera: "*Este beneficio consiste en situar la pirita en montones adecuados para que mediante el riego con agua por espacio de varios años, pase la mayor parte de su cobre a sulfato soluble y precipitarlo con hierro*" [223].

[221]SALKIELD, L.U. (1987): *A technical history…*24.
[222]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 227.
[223]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 604.

Salkield nos describe el proceso desarrollado en los Terreros de la siguiente forma: "*El proceso consiste en colocar piritas de aproximadamente 3 pulgadas de tamaño en montones en la parte superior de una cama de piedras, para permitir la ventilación natural. Se añade agua para humedecer el mineral y con la ayuda de ellos, la superficie de las piritas se oxida, generando calor y con ello aumentando la oxidación. La atmósfera húmeda y húmeda estimula esta oxidación, el cobre soluble y los sulfatos de hierro viajan al exterior del bulto y son arrastrados por el agua. También se produce ácido sulfúrico*" [224].

Gonzalo y Tarín en su *Nota acerca del Beneficio de las Piritas en la Provincia de Huelva*[225] describe para fines de la década de los ochenta del siglo XIX, como se desarrollaron estas operaciones hidrometalúrgicas durante los primeros años de RTCL explica como el *barbasco*, término empleado en terminología minera decimonónica para definir al residuo procedente de los pilones reposadores. Estos residuos fueron calcinados una segunda y tercera vez, con el fin de poder extraerle todo el cobre contenido pero cada operación encarecía mucho las operaciones pues se consumía mucho hierro, debido a la gran cantidad de sales férricas que contenía, con lo que la proporción de cobre beneficiado, con respecto al de hierro consumido no era rentable. Por lo cual se abandonó este sistema de tres calcinaciones y los calcinados generados tras la primera calcinación, una vez rendido el cobre que contenían se dispusieron en los terreros sin que se pensara en su ulterior explotación.

Estos acopios de residuos sufrieron una lenta calcinación espontánea que fue favorecida por los agentes naturales, sobre todo la lluvia, que fueron disolviendo sales férricas, ferrosas y cúpricas, que eran muy interesante pues podían ser beneficiadas mediante su precipitación con hierro al haber pasados el sulfuro de cobre a sulfato.

La oxidación con aire de los minerales cobrizos fue el más simple de todos los procesos y rápido sobre todo en las mineralizaciones del SO de la Península Ibérica[226].

Para el periodo que nos ocupa en este capítulo, podemos dividir los terreros en dos tipos, desde la llegada de RTCL hasta 1897 los terreros que se conformaron provinieron de disponer el material calcinado y ya tratado en los tanques de lavado o en

[224]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history*.49.
[225]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión …* Tomo II, 630 - 632.
[226]Joseph E. Collins citado en SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 248.

las cementaciones para que tras el riego se pudiera recuperar el cobre que aún contenían y a partir de 1897 hasta 1954 cuando se apostó por la cementación natural.

Entre 1873 y 1895 los minerales dispuestos en los Terreros tenían una ley de cobre superior al de los minerales antes de ser calcinados en las teleras, pues durante la calcinación perdían durante el 25%, concentrándose el cobre en el 75% restante, a esto hay que unirle que durante el lavado de la mena calcinada se solubilizaba menos de la mitad del cobre y por último, pero no menos interesante estos residuos contenían aún una cantidad importante de azufre.

RTCL estimó que la renovación de los terreros se haría con una operación normal cada 5 años[227].

Los montones de mineral calcinado o crudo se dispusieron formando una montaña de entre 5 a 10 metros y conteniendo unos 80.000 a 150.000 toneladas[228], a una cota superior de las balsas y canales de precipitación, donde llevar las aguas mediante canales de madera embreada por su propio peso hasta los diques donde tras reposar, eran pasadas mediante compuertas a los canales de la cementación.

A partir de 1889 el Decreto de Albareda donde se prohibían las calcinaciones, determinó que el mineral de baja ley en los años 1889 y 1890 no se llevara a las Teleras para su calcinación, sino que se depositó formando un terrero improvisado, este material con una ley media del 0,75% se descompuso de forma natural con el agua de lluvia y a partir del tercer año se documentó una descomposición muy activa que permitía recuperar en torno al 25 o 35% del cobre contenido[229].

En 1895 tras haberse comprobado que el Proceso Doetsch en cualesquiera de sus variantes, no había sido todo lo beneficioso para RTCL que se había afirmado y tras conocer la exitosa experiencia desarrollada en Tharsis en el desarrollo de la cementación natural, RTCL comenzó a operar en este sentido, tras el informe realizado sobre este respecto por Mr. Rich[230] al Consejo de Administración[231], lo cual sucedió en un momento donde el Proceso Doetsch se había parado y la Compañía estaba buscando un sistema de poder recuperar cobre de los minerales[232]. La propuesta de este directivo era no

[227]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1886, 1, AMHFRT.
[228]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 605.; TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….37.
[229]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 249.
[230]Legajo 1620 AHMFRT y Staff Book nº2, 231 LMA. En 1888 fue el General Manager durante los acontecimientos conocidos como "El Año de los Tiro" hasta 1900.
[231]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 2-3, AHMFRT.
[232]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 248.

calcinar ningún mineral de baja ley, con una ley entorno al 1% de cobre, y depositarlos en terreros para recuperar el cobre regándolos. Se propuso crear un terrero con unas 200.000 toneladas[233] de mineral baja ley, de los que se podía recuperar mayor cantidad en varios años por descomposición natural que calcinándolo[234]. Otra conclusión que se derivó del informe de Rich fue que el empleo del mineral baja ley en los terreros también supondría la disminución de 200.000 toneladas de mineral calcinado y a pesar de eso no se reduciría la obtención de cobre, pues se recuperaría de los licores de los terreros. Esto llevaría también a una reducción de las emisiones de gases mefíticos a la atmósfera y por ende se reducirían las indemnizaciones por lluvia ácida que RTCL pagaba. Por último, el empleo de mineral crudo en los terreros en vez del mineral calcinado sería menos agresivo para los vagones metálicos, pues el mineral calcinado es más ácido, en esto también se vio en Tharsis que los terreros se dispusieron más cerca de los tanques de lavado y cementaciones que en Río tinto, lo cual suponía otro considerable ahorro en transporte[235]

Así el Board tomó en cuenta las indicaciones de Mr. Rich y ordenó construir el Terrero Corralejos[236], entre el Terrero Cerda y Terrero Naya, siendo este el primer barbasco creado específicamente para la cementación natural.

En 1899 W.P. Rutherford, Director General de Tharsis, invitó a RTCL a conocer la mina que gestionaba, que envió una comisión compuesta por el presidente Mr. Keswick[237], Mr. Sartoris[238], miembro del Consejo de Administración, Mr. Rich[239] y Mr. Carlyle[240].

Durante su visita a Tharsis, descubrieron con asombro que el "nuevo sistema", la cementación natural, adoptado en Río Tinto, estaba en operación en la otra gran mina onubense desde hacía nueve años. El desarrollo de los trabajos en los terreros era diferente, los terreros una vez establecidos no se movían hasta que se había recuperado todo el cobre posible y estaba listo el mineral lavado para la venta[241]. Otro aspecto que

[233] En 1897 este Terrero se materializó en el Terrero Corralejos como se recoge en el Legajo 100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 3, AHMFRT.
[234]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 250.
[235]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history*..49.
[236]Legajo 100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 3, AHMFRT.
[237]Staff Book nº2, 144 LMA.
[238]Staff Book nº2, 248 y Staff Book nº3, 226 LMA.
[239]Legajo 1620 y Staff Book nº2, 231 LMA.
[240]Staff Book nº3, 41 LMA.
[241]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 250.

aprendieron de la visita a Tharsis fue que los Terreros conformados en Río Tinto, como Corralejos, eran demasiado grandes, razón por la que podía explicar porque tardaban tanto en rendir el cobre que contenían, por eso se comenzaron a construir de 3,5 metros de altura[242].

El mineral empleado en el terrero desde que 1901 fueron menas cobrizas secundarias con una ley de entre 1 y 1,6 % de cobre, pues la calcopirita era *rebelde* a la oxidación[243]. Conforme aumentaba la altura del acopio lo hacía la chimenea hasta una altura media de 4,5 metros, que se construían con una separación de 5 metros[244].



Foto 166 Vista de la descarga de los minerales de baja ley en el terrero Naya, fotograma "Riotinto 1929", AHMFRT

En 1914 se probó en Naya Heaps construyendo un barbasco de 0,3 metros de altura, pues se esperaba que con esa altura la obtención del cobre contenido en el terrero sería más rápida, pero esto no sucedió así, pues los minerales no alcanzaban la temperatura necesaria para la oxidación natural[245]. Ante esto la dirección de Terreros Naya decidió que había que construirlos más altos, así en 1919 se construyó uno de 7 metros de altura, documentándose que aumentó la temperatura y que se recuperó una mayor cantidad de cobre en menor tiempo, posteriormente se aumentó la altura hasta

[242]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 253.
[243]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 604.
[244]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….37.
[245]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 253.

los 10 metros, aunque a partir de 1932 se estandarizó la altura de los terreros en 8 metro[246].

Los terreros disponían de conducciones tenían como finalidad la ventilación del *barbasco*, regulando la entrada de aire cerrando o abriendo las conducciones, a los distintos puntos del terrero que una vez regados, daba lugar una serie de reacciones químicas que provocaban la lenta calcinación natural de los residuos convirtiendo el sulfuro de cobre en sulfato soluble que podía ser beneficiado precipitándolo con hierro en los canales[247].

Tras los trabajos experimentales desarrollados por Mr Leese en 1927, se puso de manifiesto la importancia de disponer bajo el Terrero canales de ventilación para favorecer la oxidación de los minerales, que .tras el riego iban generando los licores enriquecidos en cobre[248].

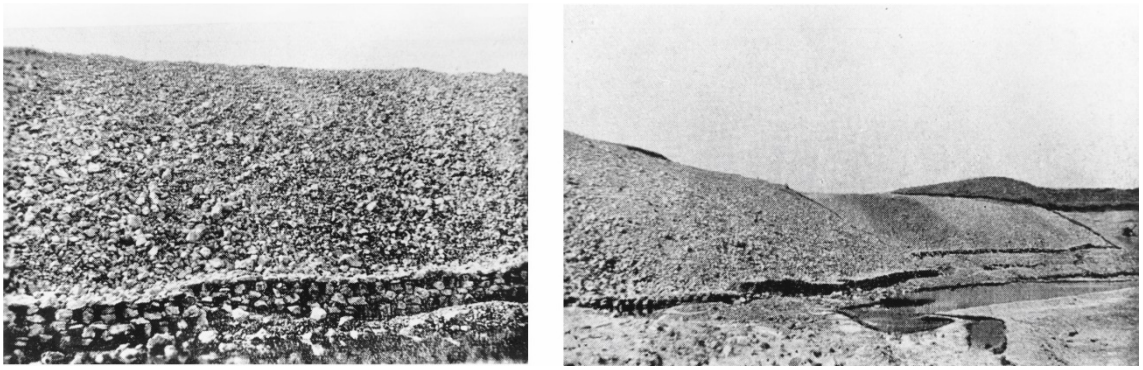
Así a partir de 1927 en la base del terrero con piedra seca se construyeron conducciones en horizontal (canales) como verticalmente (chimeneas) sobre las que dispusieron los barbascos[249]. La base del terrero para constituir los canales se construyó con mineral cobrizo que no se desintegrase, formando línea de 9 pulgadas[250], sobre las que se disponían minerales con forma plana que taparan las 9 pulgadas, esta estructura se denominaba la "estera", los últimos 10 metros de longitud la estera se construía doble[251], esta solera debe a su nombre porque vista desde el lateral tenía una estructura similar a las esteras de esparto. La función de la estera era favorecer la ventilación del terrero, como ya habían puesto de manifiesto los trabajos de Mr. Leese.

[246]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 253 -254.
[247]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión* ...Tomo II, 632.
[248]Legajo 100 A 19 Report Deputation from the Board, march 1928, Instructions & Estimates 1928, 5. AHMFRT. Sobre este particular ver TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….38.
[249]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 605.
[250]22.86 cms.
[251]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….37.



Foto 167, Detalle de la zona inferior de los Terreros, Pinedo Vara (1963), 604.

Desde 1928 la cantidad de mineral cobrizo tratado en los terreros se estandarizó en Río Tinto en 50.000 toneladas.



Fotos 168, Vista de detalle de la "estera", base del Terrero (a la izquierda) y de conjunto a la derecha. Taylor & Whelan (1942), Fig. 1 y 2.

El riego de los terreros tenía como fin beneficiar el cobre contenido en los minerales dispuesto en el barbasco, tras haberse producido este provocaba una reacción exotérmica que propiciaba un aumento de la temperatura, sobre todo en los primeros ocho días, que había que controlar para que no subiera demasiado, pues a

partir de los 82º la pirita auto combustiona. El agua para el riego provenía del interior del pozo Planes, del Pantano de Marismilla[252] y de los propios licores generados en los terreros[253], aunque originalmente el agente lixiviador fue el agua dulce[254] proveniente del Pantano de Campofrío.

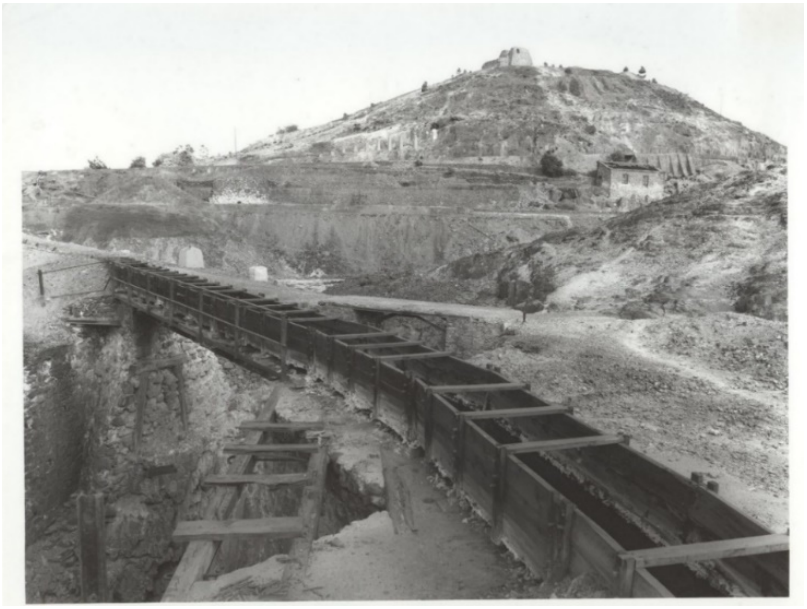


Foto 169a, Vista desde el SE del canal de madera embreada que transportaba el agua desde el dique de Marismilla (Minas de Riotinto) hacia Terreros Naya (Nerva), 1980, AHMFRT



[252]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 606.
[253]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….37.
[254]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….37.

Foto 169b, Vista desde el SE del canal de madera embreada que transportaba el agua desde el dique de Marismilla (Minas de Riotinto) hacia Terreros Naya (Nerva), 1986, colección Paul Craddock.

En un principio el riego se realizó por inundación[255], si bien esto ahorró en un primer momento el sistema de tubería, aumentaba la duración del proceso y enfangaba las laderas del terrero.

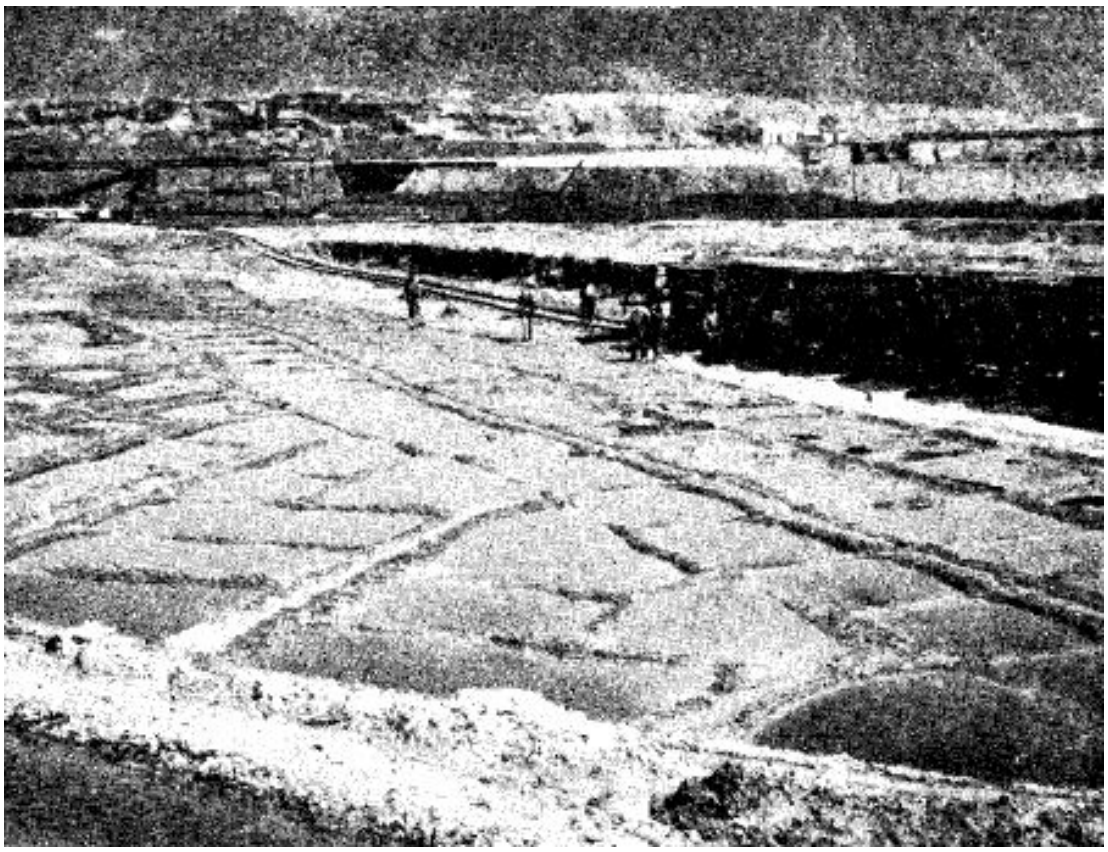


Foto 170, Riego por inundación, Pinedo Vara (1963), 605.

Posteriormente, entorno a los años 20 del siglo XX se comenzó a realizar el riego controlado, para ello se conformaron balsas con un cordón mineral de unos 40 cms de altura, las balsas tenían unas dimensiones que iban de 2 x 2 metros[256], 3 x 3 metros[257]y 4x 4 metros[258]. Se regaban de 8 o de 10 en 10 y cada cuatro horas se iba repitiendo en proceso, hasta que estaban regados todas las balsas. Repitiendose el proceso varias veces, esta operación conllevaba 360 peonadas al año[259].

[255]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, *Instructions of Deputation* 1885, 2, AMHFRT. En esta orden se indicaba que se regaran durante 12 meses y que el coste se imputara el coste al primer lavado; GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión* ...Tomo II, 632.; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 604 – 607.
[256]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling,37; VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación, 7.
[257]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación., 7.
[258]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación. 7.
VVAA (1959): [259]Departamentos Terreros / Precipitación. 7.



Fotos 171, Balsas del Terrero Cerda, 1984. AHMFRT.

El tiempo de riego variaba dependiendo del clima, del tipo del mineral y la granulometría del mismo, pero como media era necerario 10 m^3 por tonelada de mineral dispuesto en el terrero[260]. Después de cada descanso en el riego se picaba la superficie de la blasa para remover la superficie y que el agua de riego se filtrara más fácilmente, cada jornada de ocho horas permitía picar 160 m^2.



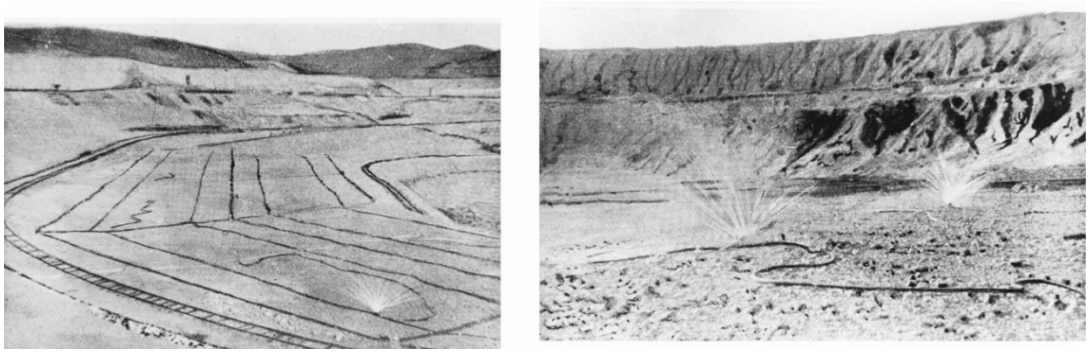
Foto 172, Tractor Caterpillar decapando en Terreros Naya, Taylor & Whelan, 1942, Fig. 11

Tras finalizar el regado del terrero, se decapaba el terrero, esta operación consistía en remover la superficie de 1 a 3 metros, para "desenlamarlo" removiéndolo la parte del terrero que ya poseía poco cobre tras haberse disuelto y poner al

[260]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 606.

descubierto zonas nuevas partes del terrero ricas en cobre para que tras el riego se favoreciera la filtración del agua que al percolar formara los licores cobrizos. Esto se hacía con un tractor Caterpillar, al que una vez que terminaba la tarea descrita se le acoplaba un arado a la pala, para dejar floja la superficie del terrero[261].

Una vez que se había decapado el terreno se pasaba a construir la regata general del terrero cuyo fin era servir para el riego del barbasco, que tenía unas dimensiones de 50 por 25 cms, cada 10 metros de regata conllevaba una peonada por operario, necesitándose para este trabajo 40 peonadas anuales[262].Tras la excavación de la regata se construían las balsas y se procedía al riego de las mismas hasta que finalizaba el proceso.



Fotos 173, Vista de las calles alquitranadas en Terreros Naya y uno de los aspersores regando (izquierda) y Vista de detalle de los aspersores al final de la manguera de goma operando. Taylor & Whelan (1942), Fig. 3 y 6.

El riego por aspersión de los terreros necesitaba de la instalación del sistema de tuberías y permitía al concentrarse en las balas que el proceso fuera más rápido que cuando era por inundación. Para poder regar se tendieron tuberías de 3 y 2 pulgadas que conectaban con mangueras de goma de 1 pulgada y media al final de la cual se instalaban los aspersores[263]. Si el ciclo de riego era de 7 días, en época de mayor calor, se delimitaba un área de 32 por 9 metros y de 42 por 18 metros cuando el ciclo de lavado era de 14 días, en época de menor calor[264]. El terrero era marcado con líneas alquitranadas rectangulares formando “calles” de un metro que cubrían toda la superficie, los regadores iban moviendo los aspersores cada 4 horas, normalmente 6

[261]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación. 7.
[262]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación.6.
[263]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….39.
[264]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….39.

aspersores por terrero[265], recorriéndose de esta forma toda la superficie del terreno. Esta operación la realizaban 28 especialistas regadores diarios en tres relevos a jornal[266].

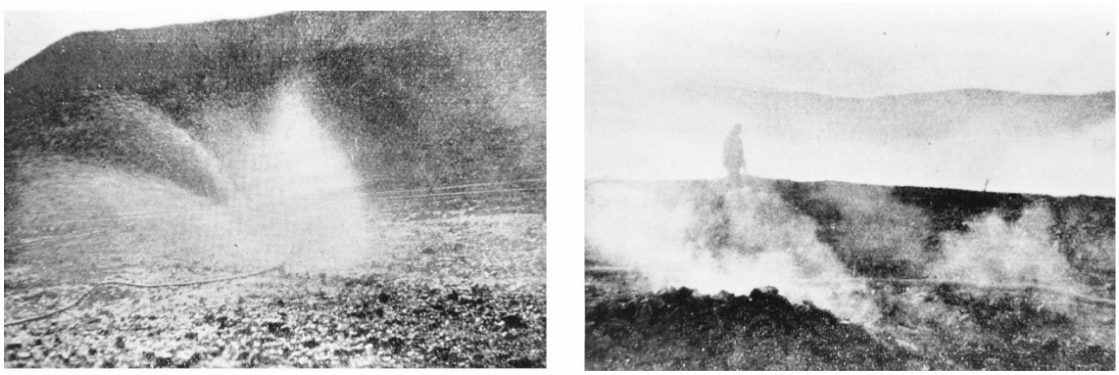


Foto 174, Vista de detalle del riego mediante aspersores en Terreros Naya (Izquierda) y Vista de los vapores emitidos en el Terrero tras el riego. Taylor & Whelan (1942), Fig. 4 y 5.

Aprovechando los descansos de los periodos de riego se producía el picado del terrero que consistía en picar toda la superficie para "desenlamarlo" para favorecer que el agua se filtrara hacia el interior del terrero y así poder extraer mejor y de forma más rápida el cobre contenido en el barbasco. Esta tarea se desarrollaba sobre una superficie de unos 160 m2 en una jornada de 8 horas y era realizada por tres peones diarios a tarea[267].

Para poder conocer el contenido de cobre y azufre de los materiales contenidos en el terrero se construyeron pozos para tomar muestras, sus dimensiones normales eran de 1,5 metros por 1,5 metros, la profundidad variaba según la zona a muestrear, pudiendo estar entibados, para este trabajo se necesitaban 300 peonadas anuales[268].

Hasta aquí hemos explicado cómo se desarrollaron las operaciones en los terreros en Río Tinto de forma general, tratamos cada uno de los terreros de forma independiente en el siguiente epígrafe.

[265]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….39.
[266]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación.7.
[267]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación.7.
[268]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación.7.



Foto 175 Vista del sistema de canales para el riego de los terreros. Fotograma “Riotinto 1929”, AHMFRT.



Foto 176 Vista de detalle del sistema de canales para el riego de los terreros. Fotograma “Riotinto 1929”, AHMFRT.



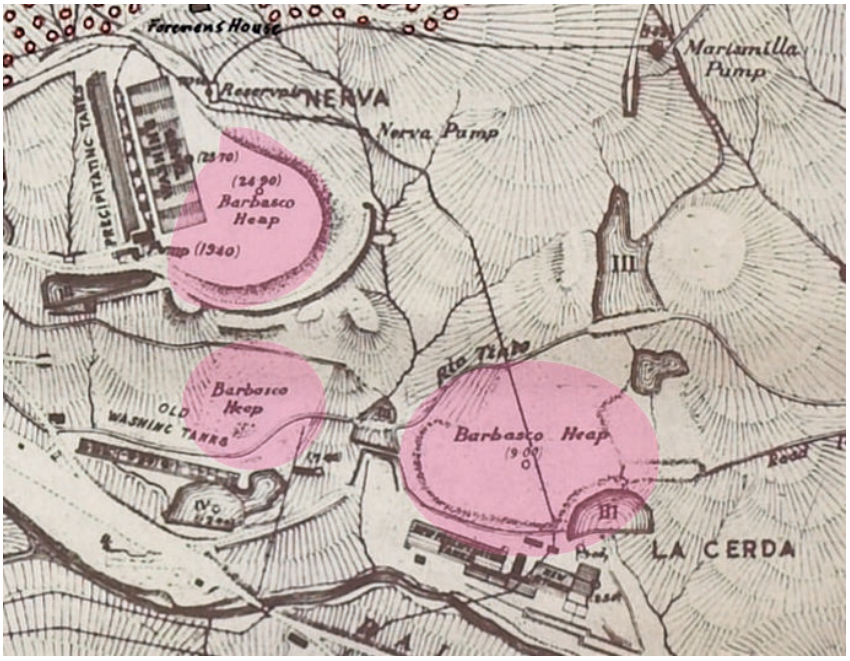
Foto 177 Vista de detalle de cómo se llevaba el agua desde el Dique a los canales de Cementación Naya. Fotograma “Riotinto 1929”, AHMFRT.



Foto 178 Vista desde el Norte de la Planta de Lavado del Precipitado de Cobre y del monorraíl que transportaba la cáscara desde los canales. Fotograma “Riotinto 1929”, AHMFRT.

7.4.2. Los Terreros en Río Tinto, 1873 - 1954

Frente a los terreros que se habían conformado disponiendo el "barbasco" sin intención de su posterior beneficio en las cercanías de las cementaciones en época española, hasta que se dieron cuenta de su aprovechamiento, se pasó a constituirlos junto a las cementaciones, Planes, Cerda o Santa María. Con la llegada de RTCL esto se siguiendo de igual manera, el cambio estuvo en que se aumentó el número de cementaciones, junto a la cual se construyó su terrero o *barbasco heap* y en los distintos procesos hidrometalúrgicos que aportaron los materiales sobre los terreros.



Plano 46 Detalle Plan of Works 1878.

En la imagen de arriba que es un detalle del *General Plan of Works* de 1878, se observa como las cementaciones, tanto las que provenían de época española, como Cerda o junto a las nuevas construidas por RTCL se construyeron los Terreros donde poder producir "*brown liquors*"

A partir de finales de los años 80 del siglo se construyeron unos terreros mejor organizados y destinados a que los procesos permitieran rendir el máximo de cobre, como indica Gonzalo y Tarín no eran más que *teleras de grandes dimensiones*[1]. Una vez preparado el "terrero", se buscaba una zona impermeable de cierta inclinación y

[1]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión...*,Tomo II, 632 - 633.

con una zona a una cota inferior donde poder construir los canales y balsas donde se pudieran desarrollar las operaciones hidrometalúrgicas[2].

Para 1882 gracias al legajo 100 B 35 en su página 5 conocemos, el costo, la cantidad, ley en cobre y procedencia del material aportado en los Terreros: mineral crudo; mineral calcinado; mineral proveniente del Primer Proceso Doetsch, mineral calcinado y lavado para exportación y vitriolos. Aunque no conocemos debido a que la información no se refleja en la documentación donde fueron aportados los materiales.

[2]PINEDO VARA, I. (1963): Piritas …, 604.

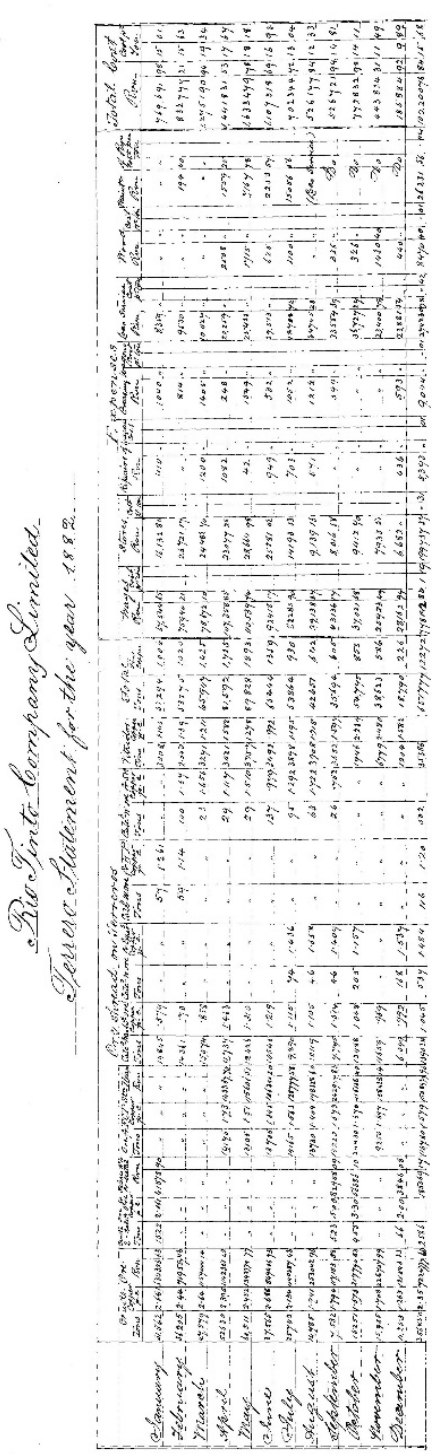


Foto 179, Costes y procedencia del material de Terreros, 1882, Legajo 100 B 35, 5. AHMFRT

Para el periodo 1885 y 1894, conocemos el cobre producido en los terreros de *Calcination Ground* (Cerda), Nerva, *Station*, Planes, Naya y *Poor* (Baja Ley) gracias a la información recogida en el legajo 100 B 37,28. Aunque no disponemos de información del material que se aportaba en ellos, del que salía de los mismos, donde iban los licores, etc.

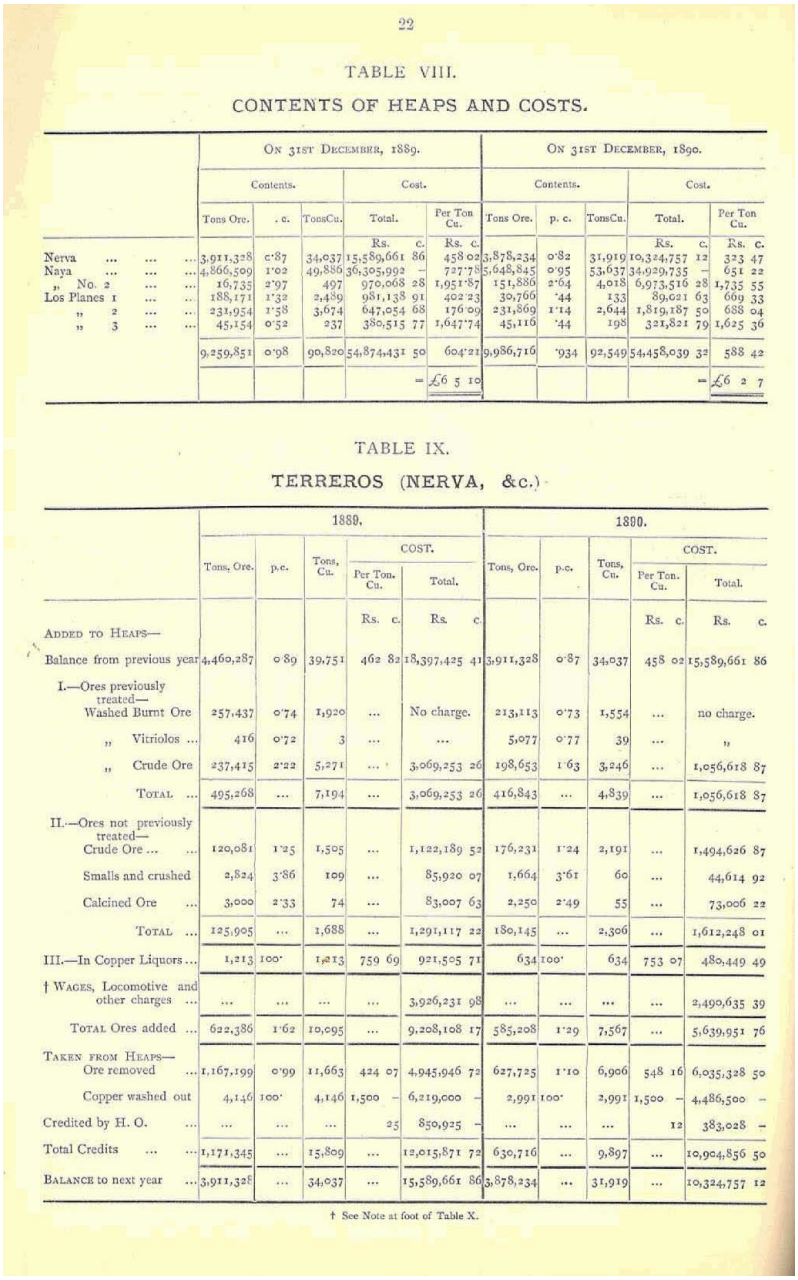
PRODUCCIÓN DE COBRE EN KILOS, LEGAJO 100 B 37, 28. AHMFRT

	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894
Terreros washing calcination ground	5.596.000	5.000.000	4.800.000	2.984.000	3.051.000	2.990.000	3.790.000	4.012.000	4.832.000	5.228.000
Natural liquors	278.000	300.000	226.000	404.000	375.000	464.000	1.029.000	2.286.000	1.284.000	1.261.000
Terreno ore vitriolos at Nerva Tanks	1.736.000	1.357.000	1.307.000	1.956.000	1.231.000	1.494.000	1.029.000	638.000	718.000	718.000
Terreno ore vitriolos at Station Tanks										
Los Planes Terreros	740.000	1.008.000	650.000	1.502.000	1.622.000	1.296.000	765.000	921.000	793.000	814.000
La Naya Heaps		2.003.000	3.600.000	3.533.000	564.000	5.362.000	5.954.000	3.958.000	3.854.000	3.461.000
Poor ore reserve heaps							62.000	3.000		

Tabla 9, Cobre Producido en los Terreros 1885 – 1894, Legajo 100 B 37, 28. AHMFRT. Tabla Elaboración Propia

Los *Annual Reports* de 1890 a 1894[3] nos aportan la información sobre la operación de los Terreros Nerva y Naya entre 1889 y 1893 y de Planes los años 1892 y 1893 detallando los costes de los insumos, origen del destino de las aguas del terrero, del mineral del mismos.

[3]18th *Annual Report*, 1890, AMHFRT, 22 y 23 Tables VIII – XI; 19th *Annual Report,* 1891, 22-23 AHMFRT, Tables VIII – XI; 20th *Annual Report* 1892, 25 – 28, AHMFRT, XIII – XVI; 21th *Annual Report* 1893, 34-37, AHMFRT, XXV – XXIX.



22

TABLE VIII.

CONTENTS OF HEAPS AND COSTS.

	On 31st December, 1889.					On 31st December, 1890.				
	Contents.			Cost.		Contents.			Cost.	
	Tons Ore.	p. c.	Tons Cu.	Total.	Per Ton Cu.	Tons Ore.	p. c.	Tons Cu.	Total.	Per Ton Cu.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
Nerva	3,911,328	0·87	34,037	15,589,661 86	458 02	3,878,234	0·82	31,919	10,324,757 12	323 47
Naya	4,866,509	1·02	49,886	36,305,992 –	727·78	5,648,845	0·95	53,637	34,929,735 –	651 22
„ No. 2	16,735	2·97	497	970,068 28	1,951·87	151,886	2·64	4,018	6,973,516 28	1,735 55
Los Planes 1	188,171	1·32	2,489	981,138 91	402·23	30,766	·44	133	89,021 63	669 33
„ 2	231,954	1·58	3,674	647,054 68	176·09	231,869	1·14	2,644	1,819,187 50	688 04
„ 3	45,154	0·52	237	380,515 77	1,647·74	45,116	·44	198	321,821 79	1,625 36
	9,259,851	0·98	90,820	54,874,431 50	604·21	9,986,716	·934	92,549	54,458,039 32	588 42
				= £6 5 10					= £6 2 7	

TABLE IX.

TERREROS (NERVA, &c.)

	1889.					1890.				
	Tons, Ore.	p.c.	Tons, Cu.	COST.		Tons, Ore.	p.c.	Tons, Cu.	COST.	
				Per Ton. Cu.	Total.				Per Ton. Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
Added to Heaps—										
Balance from previous year	4,460,287	0·89	39,751	462 82	18,397,425 41	3,911,328	0·87	34,037	458 02	15,589,661 86
I.—Ores previously treated—										
Washed Burnt Ore	257,437	0·74	1,920	...	No charge.	213,113	0·73	1,554	...	no charge.
„ Vitriolos ...	416	0·72	3	...	...	5,077	0·77	39	...	„
„ Crude Ore	237,415	2·22	5,271	...	3,069,253 26	198,653	1·63	3,246	...	1,056,618 87
Total ...	495,268	...	7,194	...	3,069,253 26	416,843	...	4,839	...	1,056,618 87
II.—Ores not previously treated—										
Crude Ore	120,081	1·25	1,505	...	1,122,189 52	176,231	1·24	2,191	...	1,494,626 87
Smalls and crushed	2,824	3·86	109	...	85,920 07	1,664	3·61	60	...	44,614 92
Calcined Ore ...	3,000	2·33	74	...	83,007 63	2,250	2·49	55	...	73,006 22
Total ...	125,905	...	1,688	...	1,291,117 22	180,145	...	2,306	...	1,612,248 01
III.—In Copper Liquors ...	1,213	100·	1,213	759 69	921,505 71	634	100·	634	753 07	480,449 49
† Wages, Locomotive and other charges ...	...	...	...	...	3,926,231 98	...	...	...	...	2,490,635 39
Total Ores added ...	622,386	1·62	10,095	...	9,208,108 17	585,208	1·29	7,567	...	5,639,951 76
Taken from Heaps—										
Ore removed ...	1,167,199	0·99	11,663	424 07	4,945,946 72	627,725	1·10	6,906	548 16	6,035,328 50
Copper washed out	4,146	100·	4,146	1,500 –	6,219,000 –	2,991	100·	2,991	1,500 –	4,486,500 –
Credited by H. O. ...	...	...	...	25	850,925 –	...	...	...	12	383,028 –
Total Credits	1,171,345	...	15,809	...	12,015,871 72	630,716	...	9,897	...	10,924,856 50
Balance to next year ...	3,911,328	...	34,037	...	15,589,661 86	3,878,234	...	31,919	...	10,324,757 12

† See Note at foot of Table X.

Foto 180, Página 22 18th Annual Report, 1890.

La página 22 del 18th *Annual Report,* 1890, AMHFRT en la Tabla IX nos muestra como este Terrero estuvo destinado a recibir mineral lavado calcinado, mineral crudo lavado y vitriolos. La información sobre Planes Heaps, sólo se indica en la tabla VIII, pero no se desarrolla posteriormente para este año.

TABLE X.

NAYA HEAP, No. 1.

ORES LAID DOWN AND COST.

	Ores laid down. 1889.			Cost.		Ores laid down. 1890.			Cost.	
	Tons.	p. c.	TonsCu.	Per ton, Cu.	Total.	Tons.	p. c.	TonsCu.	Per ton Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs.
Balance from previous year	3,703,530	1 17	43,205	775 51	33,505,987 –	4,866.509	1 02	49,886	727 77	36,305,981
A.—Ores now first laid down :—										
Crude Ore										
From Tanks	7,818	3 26	255	1,781 82	454,366 –					
	7,818	3 26	255	1,781 82	454,366 –					
B.—Ores removed from other heaps :—										
* From Los Planes, No. 1						157,207	1 372	2,157	435 —	1,011,024
„ „ „ 2						4,356	– 837	36	5 30	193
„ „ „ 3	3,445	– 32	11	1,648 81	18,137 –					
„ Nerva	1,164,352	– 99	11,488	481 96	5,537,313 –	625,629	1 084	6,784		2,672,021
	1,167,797		11,499		5,555,450 –	787,192		8,977		3,683,238
C.—In Liquors										
Total laid down during year	1,175,615		11,754		6,009,816 –	787,192		8,977		3,683,238
Manganese					1,053,658 –					708,629
Salt					1,164,954 –					754,045
Wood					...					...
Royalty					2,225,545 –					1,023,572
Wages, &c.					1,376,257 –					935,998
					5,720,414 –					3,422,244
	4,879,145		54,959		45,236,217 –	5,653,701		58,863		43,411,463
Deduct—										
Copper washed out ...	4,818	100 —	4,818	1,500 —	7,228,708 –	5,226	100	5,226		7,838,084
Mineral sent to Heap No. 2	7,818	3 26	255		454,367 –					
Credited by H.O. ...				25 —	1,247,150 –				12 —	643,644
Balance to next year	4,866,509		49,886		36,305,992 –	5,648,845		53,637		34,929,735

TABLE XI.

NAYA HEAP, No. 2.

ORES LAID DOWN AND COST.

1889.

	Tons, Ore.	p. c.	Tons, Cu.	Cost.	
				Per ton, Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs. c.
MINERAL LAID DOWN :—					
From Naya Heap, No 1	7,818	3 26	255	...	454,366 69
„ Marismilla Washing Tanks	8,917	2 71	242	...	519,554 84
Total laid down	16,735	2 97	497	...	973,921 53
Wages, &c., in working Heap ...	...	...	...	...	8,581 72
	...	...	...	1,976 87	982,503 25
Credited by H.O. ...	...	...	...	25	12,414 97
Balance to next year ...	16,735	2 97	497	1,951 87	970,088 28
1890.					
Balance from previous year	16,734	2 97	497	1,953 46	970,088 23
MINERAL LAID DOWN :—					
From Naya Heap, No. 1	...	...	...	...	...
„ Marismilla Washing Tanks...	104,250	2 73	2,851	1,646 58	4,727,333 83
„ R. T. Station Tanks ...	31,044	2 61	812	1,770 15	1,433,823 67
Total laid down	135,294	2 72	3,663	...	6,161,157 50
Wages, &c , in working Heap ...	...	...	...	...	104,542 55
	...	...	...	...	6,265,700 05
	152,028	...	4,160	...	7,235,788 28
Deduct—					
Copper washed out ...	142	– 100	142	1,500 —	214,056 —
Credited by H.O. ...	...	...	...	12 —	48,216 —
Balance to next year ...	151,886	...	4,018	1,735 55	6,973,516 28

Foto 181, Página 23 18th Annual Report, 1890.

La página 23 del 18th *Annual Report,* 1890, AMHFRT en la Tabla X y XI trata sobra la producción y costes de los Terreros Naya, el nº 1 es donde se depositaban los

minerales tratados por el proceso Doetsch y el nº2 es el que se denomina también P*oor Heaps*, el mineral.

En el 19th Annual Report de 1891, la información se dispone de la misma manera que para el año anterior, pero se centra en la tabla IX sobre Terreros Nerva y las tablas X y XI a los dos sectores de Terreros Naya, el denominado así propiamente empleado para el proceso Doetsch y *Poor Heap*. Sobre Terreros Planes sólo se indica el mineral contenido en esa anualidad.

TABLE VIII.

CONTENTS OF HEAPS AND COSTS.

	On 31st December, 1890.					On 31st December, 1891.				
	Contents.			Cost.		Contents.			Cost.	
	Tons Ore.	p. c.	TonsCu.	Total.	Per Ton Cu.	Tons Ore.	p. c.	Tons Copper.	Total.	Per Ton Cu.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
Nerva	3,878,234	0·82	31,919	10,324,757 12	323 47	3,850,507	·74	28,411	7,476,518 05	263 16
Naya, No. 1	5,648,845	0·95	53,637	34,929,735 —	651 22	6,212,572	·88	54,827	31,130,836 65	567 80
„ No 2	151,886	2·64	4,018	6,973,516 28	1,735 55	293,220	2·16	6,327	5,503,282 11	869 81
„ No. 3	...	...	...	...	...	29,804	1·81	539	555,464 72	1,030 55
Los Planes 1	30,766	·44	133	89,021 63	669 33	133,595	1·01	1,350	1,003,240 47	743 13
„ 2	231,869	1·14	2,644	1,819,187 50	688 04	177,935	·74	1,323	910,319 20	688 00
„ 3	45,116	·44	198	321,821 79	1,625 36	43,068	·33	150	247,641 34	1,654 70
	9,986,716	·934	92,549	54,458,039 32	588 42	10,742,701	·865	92,927	46,827,298 54	503 91
					£6 2 7					£5 5 0

TABLE IX.

TERREROS (NERVA, &c.)

	1890.					1891.				
	Tons, Ore.	p.c.	Tons, Cu.	COST.		Tons, Ore.	p.c.	Tons, Cu.	COST.	
				Per Ton. Cu.	Total.				Per Ton. Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
Added to Heaps—										
Balance from previous year	3,911,328	0·87	34,037	458 02	15,589,661 86	3,878,234	0·82	31,919	323 47	10,324,757 12
I.—Ores previously treated—										
Washed Burnt Ore	213,113	0·73	1,554	...	no charge.	121,436	0·58	700	...	No charge.
„ Vitriolos ...	5,077	0·77	39	...	„	2,286	0·61	14	...	„
„ Crude Ore	198,653	1·63	3,246	...	1,056,618 87	206,234	1·65	3,413	...	2,033,728 97
Total ...	416,843	...	4,839	...	1,056,618 87	329,956	...	4,127	...	2,033,728 97
II.—Ores not previously treated—										
Crude Ore	176,231	1·24	2,191	...	1,494,626 87	159,917	0·98	1,568	...	1,295,653 16
Smalls and crushed	1,664	3·61	60	...	44,614 92	2,710	3·28	89	...	76,317 83
Calcined Ore ...	2,250	2·49	55	...	73,006 22	3,000	2·10	63	...	92,810 63
Total ...	180,145	...	2,306	...	1,612,248 01	165,627	...	1,720	...	1,464,781 62
III.—In Copper Liquors ...	634	100·	634	753 07	480,449 49	510	100·	510	795 33	405,616 74
Wages, Locomotive and other charges ...	...	...	...	...	2,490,635 39	...	...	...	...	2,330,247 71
Total Ores added ...	585,208	1·29	7,567	...	5,639,951 76	496,093	1·28	6,357	...	6,234,375 04
Taken from Heaps—										
Ore removed ...	627,725	1·10	6,906	548 16	6,035,328 50	520,030	1·17	6,075	503 04	3,055,995 11
Copper washed out	2,991	100·	2,991	1,500 —	4,486,500 —	3,790	100·	3,790	1,500 —	5,685,687 —
Credited by H. O. ...	...	...	...	12	383,028 —	...	...	...	12	340,932 —
Total Credits	630,716	...	9,897	...	10,904,856 50	523,820	...	9,865	...	9,082,614 11
Balance to next year ...	3,878,234	..	31,919	...	10,324,757 12	3,850,507	...	28,411	263 16	7,476,518 05

Foto 182, 19th *Annual Report,* 1891, 22, Tables VIII – IX, AHMFRT.

TABLE X.

NAYA HEAP, No. 1.

ORES LAID DOWN AND COST.

	Ores laid down. 1890.			Cost.		Ores laid down. 1891.			Cost.	
	Tons.	p. c.	TonsCu.	Per ton Cu.	Total.	Tons.	p. c.	TonsCu.	Per ton, Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs.				Rs. c.	Rs.
Balance from previous year	4,866,509	1 02	49,886	727 77	36,305,981	5,648,475	– 95	53,637	651 23	34,929,735
A.—Ores now first laid down :—										
Crude Ore	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
From Tanks	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
B.—Ores removed from other heaps :—										
From Los Planes, No. 1	157,207	1 372	2,157	435 —	1,011,024	...	...	...	...	..
„ „ „ 2	4,356	– 837	36	5 30	193	53,276	1 24	662	696 75	461,246
„ „ „ 3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
„ Nerva	625,629	1 084	6,784	...	2,672,021	516,195	1 14	5,903	302 53	1,785,837
	787,192	...	8,977	...	3,683,238	569,471	1 15	6,565	342 28	2,247,083
C.—In Liquors	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Total laid down during year	787,192		8,977		3,683,238	569,471	1 15	6,565	342 28	2,247,083
Manganese					708,629					505,581
Salt					754,045					551,705
Wood					...					...
Royalty					1,023,572					775,920
Wages, &c.					935,998					838,700
Sulphuric Acid ...					...					1,177
					3,422,244					4,920,166
	5,653,701		58,863		43,411,463	6,217,946		60,202		39,849,901
Deduct—										
Copper washed out ...	5,226	100	5,226	1,500 —	7,838,084	5,374	100 —	5,374	1,500 —	8,061,134
Mineral sent to Heap No. 2										
Credited by H.O. ...				12 —	643,644				12 —	657,924
Balance to next year	5,648,475	– 95	53,637	651 23	34,929,735	6,212,572	– 88	54,828	567 80	31,130,837

TABLE XI.

NAYA HEAP, No. 2.

ORES LAID DOWN AND COST.

	Ores laid down. 1890.			Cost.		Ores laid down. 1891.			Cost.	
	Tons.	p. c.	TonsCu.	Per ton. Cu.	Total.	Tons.	p. c.	TonsCu.	Per ton. Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs				Rs. c.	Rs
Balance from previous year	16,734	2 97	497	1,953 46	970,088	151,887	2·65	4,018	1,735 55	6,973,516
Mineral laid down :—										
From Naya heap No. 1 .	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
„ Marismilla Washing Tanks	104,250	2 73	2,851	1,646 58	4,727,334	82,186	2 05	1,688	1,882 23	3,177,212
„ R. T. Stations Tanks	31,044	2 61	812	1,770 15	1,433,824	62,105	2 —	1,240	1,871 43	2,320,581
Total laid down ...	135,294	2 72	3,663	...	6,161,158	144,291	2 03	2,928	1,877 66	5,497,793
Wages, etc., in working heap	...	...	...	...	104,542	...	...	...	...	125,785
					6,265,700					5,623,578
	152,028	...	4,160	...	7,235,788	296,178	...	6,946	...	12,597,094
Deduct—										
Copper washed out ...	142	100 —	142	1,500 —	214,056	558	100 —	558	1,500 —	836,443
Mineral removed to Station Tanks	...	...	...	...	...	2,400	2 54	61	1,762 56	107,516
Credited by H. O. ...	...	...	...	12 —	48,216				12 —	75,924
„ „ ...	...	...	..	...	...	...	...	...	960 —	6,073,920
Balance to next year	151,886	2 65	4,018	1,735 55	6,973,516	293,220	2 16	6,327	869 67	5,503,282

Foto 183, 19th *Annual Report,* 1891, 23, Tables X - XI, AHMFRT.

Para los años 1892 y 1893 la información que nos ofrecen en los *Annual Report* se amplía en cuanto a Terreros Planes, disponiéndose el resto de la misma forma que

TABLE XIII.

CONTENTS OF HEAPS AND COSTS.

	On 31st December, 1891.					On 31st December, 1892.				
	Contents.			Cost.		Contents.			Cost.	
	Tons Ore.	p. c.	Tons Copper.	Total.	Per Ton Cu.	Tons Ore.	p. c.	Tons Copper.	Total.	Per Ton Cu.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
Nerva	3,850,507	·74	28,411	7,476,518 05	263 16	4,368,254	·78	33,931	7,797,937 95	229 82
Naya, No. 1 ...	6,212,572	·88	54,827	31,130,836 65	567 80	6,661,184	·89	58,987	36,777,657 87	623 49
„ No. 2 ...	293,220	2·16	6,327	5,503,282 11	869 81					
„ No. 3	29,804	1·81	539	555,464 72	1,030 55	29,699	1·46	433	404,125 74	932 61
Los Planes 1	133,595	1·01	1,350	1,003,240 47	743 13	133,060	·602	801	400,317 –	500 –
„ 2	177,935	·74	1,323	910,319 20	688 00	222,659	·711	1,584	792,012 –	500 –
„ 3	45,068	·33	150	247,641 34	1,654 70	...	Written off.		...	...
	10,742,701	·865	92,927	46,827,298 54	503 91	11,414,856	·839	95,736	46,172,050 56	482 29
					£5 5 –					£5 – 6

en los años anteriores

Foto 184,20th *Annual Report* 1892, 25, table XIII, AHMFRT.

TABLE XXV.

TERREROS.

CONTENTS OF HEAPS AND COSTS.

	On 31st December, 1892.					On 31st December, 1893.				
	Contents.			Cost.		Contents.			Cost.	
	Tons Ore.	p. c.	Tons Copper.	Total.	Per Ton Cu.	Tons Ore.	p. c.	Tons Copper.	Total.	Per Ton Cu.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
Nerva	4,368,254	0·780	33,931	7,797,937 95	229 82	4,956,471	0·837	41,495	11,963,953 46	288 32
Naya, No. 1 ...	6,661,184	0·890	58,987	36,777,657 87	623 49	6,912,504	0·827	57,133	35,086,959 –	614 13
„ No. 3	29,699	1·460	433	404,125 74	932 61	...	...	...	...	...
Los Planes 1	133,060	0·602	801	400,317 –	500 –	259,807	1·056	2,745	1,821,039 90	663 40
„ 2	222,659	0·711	1,584	792,012 –	500 –	60,052	0·822	494	261,630 84	529 62
	11,414,856	·839	95,736	46,172,050 56	482 29	12,188,834	·836	101,867	49,133,583 20	482 33
					£5 – 6					£5 – 6

Foto 185, 21th *Annual Report* 1893, 34, table XXV, AHMFRT.

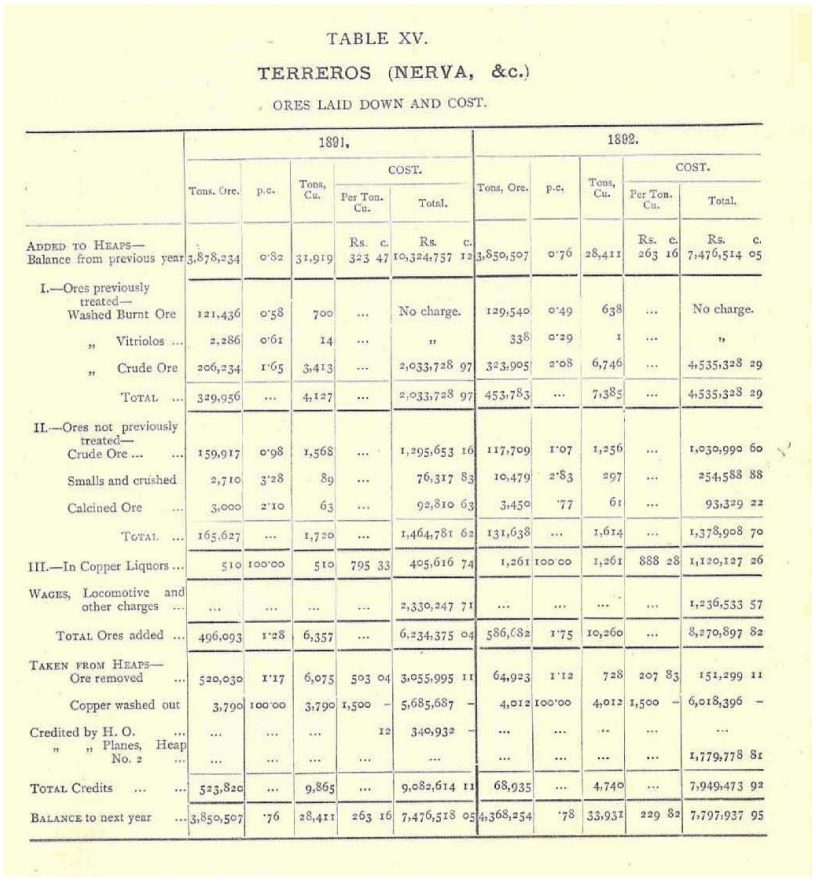


TABLE XV.

TERREROS (NERVA, &c.)

ORES LAID DOWN AND COST.

	1891.					1892.				
	Tons. Ore.	p.c.	Tons, Cu.	COST. Per Ton. Cu.	COST. Total.	Tons, Ore.	p.c.	Tons, Cu.	COST. Per Ton. Cu.	COST. Total.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
ADDED TO HEAPS— Balance from previous year	3,878,234	0·82	31,919	323 47	10,324,757 12	3,850,507	0·76	28,411	263 16	7,476,514 05
I.—Ores previously treated— Washed Burnt Ore	121,436	0·58	700	...	No charge.	129,540	0·49	638	...	No charge.
„ Vitriolos ...	2,286	0·61	14	...	„	338	0·29	1	...	„
„ Crude Ore	206,234	1·65	3,413	...	2,033,728 97	323,905	2·08	6,746	...	4,535,328 29
TOTAL ...	329,956	...	4,127	...	2,033,728 97	453,783	...	7,385	...	4,535,328 29
II.—Ores not previously treated— Crude Ore	159,917	0·98	1,568	...	1,295,653 16	117,709	1·07	1,256	...	1,030,990 60
Smalls and crushed	2,710	3·28	89	...	76,317 83	10,479	2·83	297	...	254,588 88
Calcined Ore ...	3,000	2·10	63	...	92,810 63	3,450	·77	61	...	93,329 22
TOTAL ...	165,627	...	1,720	...	1,464,781 62	131,638	...	1,614	...	1,378,908 70
III.—In Copper Liquors ...	510	100·00	510	795 33	405,616 74	1,261	100·00	1,261	888 28	1,120,127 26
WAGES, Locomotive and other charges ...	...	...	...	...	2,330,247 71	...	...	...	...	1,236,533 57
TOTAL Ores added ...	496,093	1·28	6,357	...	6,234,375 04	586,682	1·75	10,260	...	8,270,897 82
TAKEN FROM HEAPS— Ore removed ...	520,030	1·17	6,075	503 04	3,055,995 11	64,923	1·12	728	207 83	151,299 11
Copper washed out	3,790	100·00	3,790	1,500 –	5,685,687 –	4,012	100·00	4,012	1,500 –	6,018,396 –
Credited by H. O. ...	...	...	...	12	340,932 –	...	...	...	...	...
„ „ Planes, Heap No. 2 ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1,779,778 81
TOTAL Credits	523,820	...	9,865	...	9,082,614 11	68,935	...	4,740	...	7,949,473 92
BALANCE to next year ...	3,850,507	·76	28,411	263 16	7,476,518 05	4,368,254	·78	33,931	229 82	7,797,937 95

Foto 186, 20th *Annual Report* 1892, 27, table XV, AHMFRT

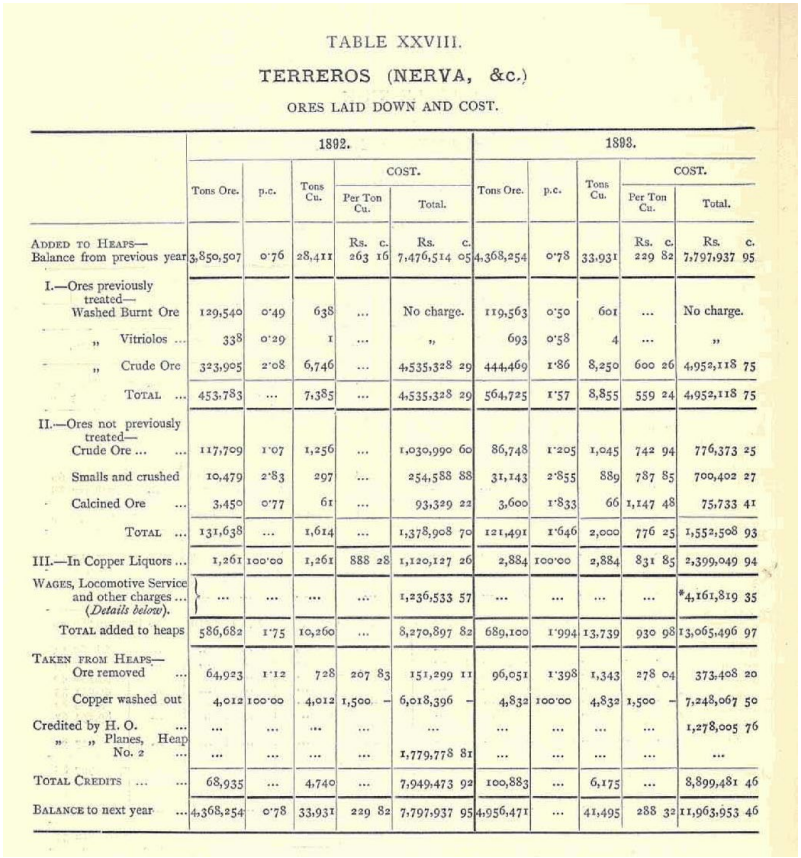


TABLE XXVIII.

TERREROS (NERVA, &c.)

ORES LAID DOWN AND COST.

	1892.					1893.				
	Tons Ore.	p.c.	Tons Cu.	COST. Per Ton Cu.	COST. Total.	Tons Ore.	p.c.	Tons Cu.	COST. Per Ton Cu.	COST. Total.
				Rs. c.	Rs. c.				Rs. c.	Rs. c.
ADDED TO HEAPS— Balance from previous year	3,850,507	0·76	28,411	263 16	7,476,514 05	4,368,254	0·78	33,931	229 82	7,797,937 95
I.—Ores previously treated— Washed Burnt Ore	129,540	0·49	638	...	No charge.	119,563	0·50	601	...	No charge.
„ Vitriolos ...	338	0·29	1	...	„	693	0·58	4	...	„
„ Crude Ore	323,905	2·08	6,746	...	4,535,328 29	444,469	1·86	8,250	600 26	4,952,118 75
TOTAL ...	453,783	...	7,385	...	4,535,328 29	564,725	1·57	8,855	559 24	4,952,118 75
II.—Ores not previously treated— Crude Ore	117,709	1·07	1,256	...	1,030,990 60	86,748	1·205	1,045	742 94	776,373 25
Smalls and crushed	10,479	2·83	297	...	254,588 88	31,143	2·855	889	787 85	700,402 27
Calcined Ore ...	3,450	0·77	61	...	93,329 22	3,600	1·833	66	1,147 48	75,733 41
TOTAL ...	131,638	...	1,614	...	1,378,908 70	121,491	1·646	2,000	776 25	1,552,508 93
III.—In Copper Liquors ...	1,261	100·00	1,261	888 28	1,120,127 26	2,884	100·00	2,884	831 85	2,399,049 94
WAGES, Locomotive Service and other charges ... (*Details below*).	...	...	...	...	1,236,533 57	...	...	...	...	*4,161,819 35
TOTAL added to heaps	586,682	1·75	10,260	...	8,270,897 82	689,100	1·994	13,739	930 98	13,065,496 97
TAKEN FROM HEAPS— Ore removed ...	64,923	1·12	728	207 83	151,299 11	96,051	1·398	1,343	278 04	373,408 20
Copper washed out	4,012	100·00	4,012	1,500 –	6,018,396 –	4,832	100·00	4,832	1,500 –	7,248,067 50
Credited by H. O. ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1,278,005 76
„ „ Planes, Heap No. 2 ...	...	...	...	...	1,779,778 81	...	...	...	...	...
TOTAL CREDITS	68,935	...	4,740	...	7,949,473 92	100,883	...	6,175	...	8,899,481 46
BALANCE to next year ...	4,368,254	0·78	33,931	229 82	7,797,937 95	4,956,471	...	41,495	288 32	11,963,953 46

Foto 187, 21th *Annual Report* 1893, 36, table XXVIII, AHMFRT

El Terrero Nerva, siguió en estos dos años operando tratando mineral crudo lavado, mineral crudo lavado menudo, mineral calcinado y vitriolos. El terrero Naya, continuó tratando, mineral crudo, mineral crudo lavado y el proveniente del Proceso Doetsch.

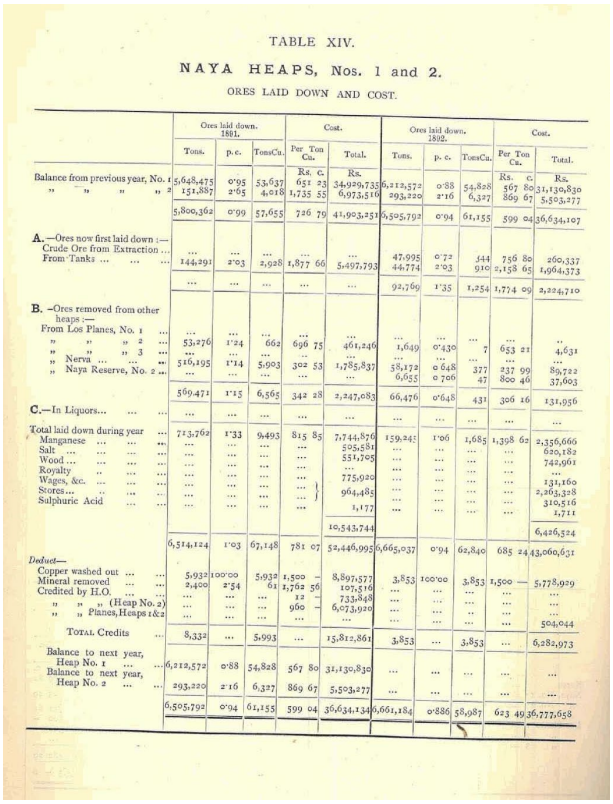


TABLE XIV.

NAYA HEAPS, Nos. 1 and 2.

ORES LAID DOWN AND COST.

	Ores laid down. 1891. Tons.	p. c.	TonsCu.	Cost. Per Ton Cu.	Total.	Ores laid down. 1892. Tons.	p. c.	TonsCu.	Cost. Per Ton Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs.				Rs. c.	Rs.
Balance from previous year, No. 1	5,648,475	0·95	53,637	651 23	34,929,735	6,212,572	0·88	54,828	567 80	31,130,830
" " " " 2	151,887	2·65	4,018	1,735 55	6,973,516	293,220	2·16	6,327	869 67	5,503,277
	5,800,362	0·99	57,655	726 79	41,903,251	6,505,792	0·94	61,155	599 04	36,634,107
A.—Ores now first laid down :—										
Crude Ore from Extraction ...	...	...	...	...	...	47,995	0·72	344	756 80	260,337
From Tanks	144,291	2·03	2,928	1,877 66	5,497,793	44,774	2·03	910	2,158 65	1,964,373
	...	...	...	...	...	92,769	1·35	1,254	1,774 09	2,224,710
B. –Ores removed from other heaps :—										
From Los Planes, No. 1 ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..
" " " 2 ...	53,276	1·24	662	696 75	461,246	1,649	0·430	7	653 21	4,631
" " " 3 ...	...	...	...	..	...	...	...	...	...	...
" Nerva	516,195	1·14	5,903	302 53	1,785,837	58,172	0 648	377	237 99	89,722
" Naya Reserve, No. 2 ...	...	...	...	...	...	6,655	0 706	47	800 46	37,603
	569,471	1·15	6,565	342 28	2,247,083	66,476	0·648	431	306 16	131,956
C.—In Liquors...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Total laid down during year ...	713,762	1·33	9,493	815 85	7,744,876	159,245	1·06	1,685	1,398 62	2,356,666
Manganese	...	...	...	...	505,581	...	...	...	...	620,182
Salt	...	...	...	...	551,705	...	...	...	...	742,961
Wood	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Royalty	...	...	...	...	775,920	...	...	...	...	131,160
Wages, &c.	...	...	...	...	964,485	...	...	...	...	2,263,328
Stores...	...	...	...	...	1,177	...	...	...	...	310,516
Sulphuric Acid	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1,711
					10,543,744					6,426,524
	6,514,124	1·03	67,148	781 07	52,446,995	6,665,037	0·94	62,840	685 24	43,060,631
Deduct—										
Copper washed out	5,932	100·00	5,932	1,500 —	8,897,577	3,853	100·00	3,853	1,500 —	5,778,929
Mineral removed	2,400	2·54	61	1,762 56	107,516	...	...	...	...	...
Credited by H.O.	...	...	...	12 —	733,848	...	...	...	...	...
" " " (Heap No. 2)	...	...	...	900 —	6,673,920	...	...	...	...	...
" " Planes, Heaps 1&2	...	...	...	...	...	...	...	..	...	504,044
Total Credits ...	8,332	...	5,993	...	15,812,861	3,853	...	3,853	...	6,282,973
Balance to next year, Heap No. 1	6,212,572	0·88	54,828	567 80	31,130,830	...	...	...	...	...
Balance to next year, Heap No. 2	293,220	2·16	6,327	869 67	5,503,277	...	...	...	...	...
	6,505,792	0·94	61,155	599 04	36,634,134	6,661,184	0·886	58,987	623 49	36,777,658

Foto 188, 20th *Annual Report* 1892, 26

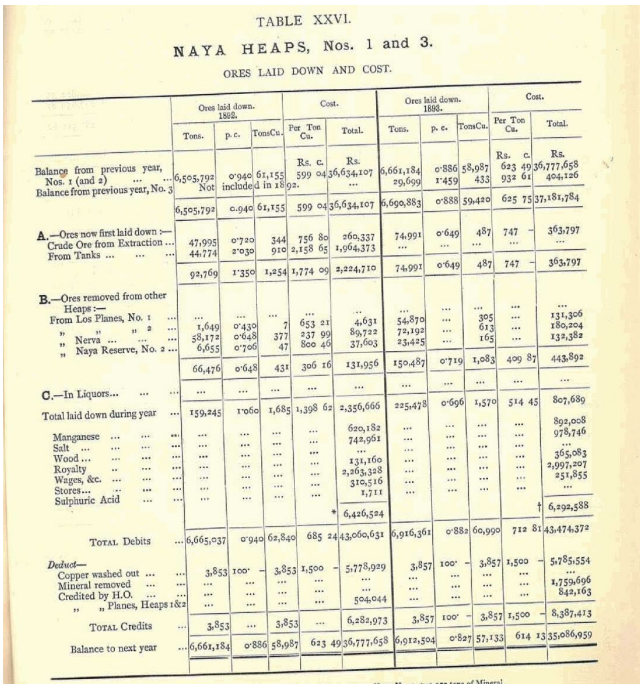


TABLE XXVI.

NAYA HEAPS, Nos. 1 and 3.

ORES LAID DOWN AND COST.

	Ores laid down. 1892. Tons.	p. c.	TonsCu.	Cost. Per Ton Cu.	Total.	Ores laid down. 1893. Tons.	p. c.	TonsCu.	Cost. Per Ton Cu.	Total.
				Rs. c.	Rs.				Rs. c.	Rs.
Balance from previous year, Nos. 1 (and 2)	6,505,792	0·940	61,155	599 04	36,634,107	6,661,184	0·886	58,987	623 49	36,777,658
Balance from previous year, No. 3	Not	included in 1892.				29,699	1·459	433	932 61	404,126
	6,505,792	0·940	61,155	599 04	36,634,107	6,690,883	0·888	59,420	625 75	37,181,784
A.—Ores now first laid down :—										
Crude Ore from Extraction ...	47,995	0·720	344	756 80	260,337	74,991	0·649	487	747 —	363,797
From Tanks	44,774	2·030	910	2,158 65	1,964,373	...	...	...	...	...
	92,769	1·350	1,254	1,774 09	2,224,710	74,991	0·649	487	747 —	363,797
B.—Ores removed from other Heaps :—										
From Los Planes, No. 1 ...	...	...	...	...	..	...	...	...	...	...
" " " 2 ...	1,649	0·430	7	653 21	4,631	54,870	...	305	...	131,306
" Nerva	58,172	0·648	377	237 99	89,722	72,192	...	613	...	180,204
" Naya Reserve, No. 2 ...	6,655	0·706	47	800 46	37,603	23,425	...	165	...	132,382
	66,476	0·648	431	306 16	131,956	150,487	0·719	1,083	409 87	443,892
C.—In Liquors...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Total laid down during year ...	159,245	1·060	1,685	1,398 62	2,356,666	225,478	0·696	1,570	514 45	807,689
Manganese	...	...	...	...	620,182	...	...	...	...	892,008
Salt	...	...	...	...	742,961	...	...	...	...	978,746
Wood	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Royalty	...	...	...	...	131,160	...	...	...	...	365,083
Wages, &c.	...	...	...	...	2,263,328	...	...	...	...	2,997,207
Stores...	...	...	...	...	310,516	...	...	...	...	251,855
Sulphuric Acid	...	...	...	...	1,711	...	...	...	...	...
					* 6,426,524					† 6,292,588
Total Debits ...	6,665,037	0·940	62,840	685 24	43,060,631	6,916,361	0·882	60,990	712 81	43,474,372
Deduct—										
Copper washed out	3,853	100·	3,853	1,500 —	5,778,929	3,857	100·	3,857	1,500 —	5,785,554
Mineral removed	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Credited by H.O.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1,759,696
" " Planes, Heaps 1&2	...	...	...	...	504,044	...	...	...	...	842,163
Total Credits ...	3,853	...	3,853	...	6,282,973	3,857	100·	3,857	1,500 —	8,387,413
Balance to next year ...	6,661,184	0·886	58,987	623 49	36,777,658	6,912,504	0·827	57,133	614 13	35,086,959

Foto 189, 21th *Annual Report* 1893, 34

Hasta junio de 1895 con el final del Segundo Proceso Doetsch[4], hubo un terrero junto a cada cementación, a partir de esa fecha con el fin del segundo proceso Doetsch se restructuraron los Terreros o "Heaps", y el morrongo procedente del sistema Doestch no se reaprovechó, se destinó a las escombreras mineras, pues el Consejo desde Londres no había recomendado que se llevara a Terreros Naya[5], como se había estado haciendo hasta entonces.

Así para ese momento existían los Terreros: Nerva & Planes, Naya, Poor (baja ley que eran una sección de Naya) y Corralejos (área situada al NE de Terreros Naya).

Desde 1897 hasta 1954 gracias a la serie de *Cost Statement* conservada en el Archivo Histórico Minero, podemos conocer el origen del material que se llevó a los Terreros, donde se transportó el mineral procedente de cada uno de los terreros, las aguas empleadas para regar los terreros, cuanto cobre se produjo y donde se transportaron.

[4]Legajo 100 A4 *Report of Deputation from the board: Instructionss and Estimates for the year 1895*, 2 AHMFRT.
[5]Legajo 100 A4 *Report of Deputation from the board*, 3. AHMFRT.

7.4.2.1. Nerva & Planes Heaps

Terreros ubicados al Este y al SE de Cementación Nerva y al Norte y NE de Cementación Planes. Nerva Heaps se constituyó a partir de 1876[6] y en 1877 se terminaron de tender las vías ferroviarias que unían el Terrero con Cementación Nerva y otras zonas de operaciones hidrometalúrgicas como Cerda o Naya[7]. En 1884 se ordenó que en el Terrero de Nerva se depositara el calcinado de Teleras[8]. En 1886 el Consejo desde Londres dio la Orden de que el mineral de Nerva Heaps fuera trasladado a Terreros Naya, gradualmente[9].

El terrero Nerva se empleó para depositar los minerales tratados en el primer proceso Doetsch (*Old Process*)[10].

Mientras en Planes, el Terrero se constituido a partir de 1882[11] fue empleado para acoger el mineral tratado por el Segundo Proceso Doetsch[12].

En este terrero de dos sectores el material que se dispuso en ellos fue proveniente de: *Nerva Tanks*, mineral menudo lavado, mineral crudo de S. Dionisio, Polvo de los tragantes de las fundiciones, aguas ácidas provenientes de Filón Norte, mineral calcinado de Teleras 1, mineral calcinado de Teleras 2, mineral crudo de Huerta Romana, mineral crudo Polvorín, mineral crudo de la Fábrica de Ácido, mineral calcinado de la Fábrica de Ácido, mineral crudo de Corralejos, mineral de Cementación Cerda y del Puerto de Huelva. Tras un tiempo de riego y de beneficiar el cobre contenido en el terrero el material proveniente del Terrero de Nerva y Planes se destinaba a Terreros Naya, a Baja Ley (Poor), Corralejos, mineral sulfuroso para la exportación, Fábrica de Ácido Sulfúrico y a calcinador MacDougall. El cobre producido fue enviado hasta 1903 a Cementación Cerda y Planes, a partir de este año hasta 1909 sólo a Cementación Cerda. Este Terrero en ambos sectores estuvo operativo hasta 1909 tras finalizar el funcionamiento de las Teleras 2. Todo el material que contenían estos Terreros fue traslado a Cerda Heaps[13].

[6]4th *Annual Report*, 1876, AMHFRT, 4.
[7]5th *Annual Report*, 1877, AMHFRT, 4.
[8]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1884, 1, AMHFRT.
[9]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1886, 1, AMHFRT.
[10]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1886, 1, AMHFRT.
[11]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 246.
[12]Legajo 100 A3 Instructions of Deputation 1885, 2 y Legajo 100 A3 Instructions of Deputation 1886, 2
[13]Cost Statement 1910, Statement 14.

Tabla 9, Nerva & Planes Heaps, mineral recibido, mineral enviado y cobre producido.
Fuente Cost Statement 1897 – 1909. Elaboración Propia.

Año & Statement	Mineral recibido en kilos	Mineral enviado en kilos	Cu Producido *Copper produced in liquors* *Fine copper* en kilos
1897 Statement 11	De Nerva Tanks: 125.412.673 (0,7% Cu) Terreros: 16.389.672 (1,7% Cu) Menudos Lavados: 43.404.450 (1,9% Cu) Menudos Lavados de Washing Tanks: 263.594.485 (1,7% Cu) Mineral crudo San Dionisio: 50.412.000 (1,5% Cu) Flue dust from Huerta romana: 3.115.79 (5,8% Cu) Copper liquors North Lode: 751.906 Copper liquors Teleras nº2: 500.000 Mineral crudo Teleras nº 1 : 8.833.000 (2,02% Cu)	Naya Heap: 499.999.330 (1,1% Cu) Poor Heaps: 14.668.210 (0,6% Cu) Corralejos Heaps: 15.641.750 (0,8% Cu)	Enviado a Cerda: 5.326.721 Enviado a Planes: 2.084.396
1898 Statement 11	Calcinado Nerva Tanks: 85.396.913 (0,85% Cu) Menudos Lavados: 178.156.105 (1,9% Cu) Menudos Lavados de Washings Tanks: 246.519.077 (1,6% Cu) Mineral crudo San Dionisio: 76.727.000 (1,4% Cu) Flue dust from Huerta romana: 3.796.032 (6,3% Cu) Copper liquors North Lode: 823.177 (6,3% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 1.200.000 (6,3% Cu) Mineral crudo Teleras nº 1: 31.683.000 (2,1% Cu)	Naya Heaps: 489.048.875 (1,05% Cu) Poor Heaps: 1.678.005 (0,6% Cu)	Enviado a Cerda: 4.858.245 Enviado a Planes: 1.859.129
1899 Statement 11	Calcinado Nerva Tanks: 37.812.233 (0,47% Cu) Menudos Lavados: 55.504.123 (2,1% Cu) Menudos Lavados de Washings Tanks: 185.831.145 (2,1% Cu) Mineral crudo San Dionisio: 397.056.000 (1,6% Cu) Telera ore from Nerva Tanks: 1.066.022 (4,1% Cu) Flue dust from Huerta romana: 2.834.392 (5,5% Cu) Copper liquors North Lode: 874.143 Copper liquors Teleras nº2: 1.100.000 Mineral crudo Huerta Romana: 295.500 (2,7% Cu) Mineral crudo Teleras nº 1: 2.509.000 (0,9% Cu)	Naya Heap: 386.247.285 (0,9% Cu) Poor Heaps: 44.430.285 (0,5% Cu)	Enviado a Cerda: 6.987.967 Enviado a Planes: 1.577.484
1900 Statement 11	Calcinado Nerva Tanks: 4.903.660 (0,6% Cu) Menudos Lavados: 10.903.840 (2,4% Cu) Menudos Lavados de Washings Tanks: 43.545.060 (2,3% Cu) Mineral crudo San Dionisio: 671.428.000(1,6% Cu) Telera ore from Nerva Tanks: 410.629 (3,2% Cu) Flue dust from Huerta romana: 3.272.340 (5,4% Cu) Copper liquors North Lode: 938.616 Copper liquors Teleras nº2: 1.200.000 Mineral crudo Polvorín Huelva: 1.651.380 (2,2% Cu) Mineral crudo Fábrica de Ácido: 508.200 (0,5% Cu) Mineral calcinado Fábrica de Ácido: 1.086.560 (0,8% Cu)	Naya Heap: 145.206.610 (0,9% Cu) Poor Heaps: 4.223.400 (0,5% Cu) Mineral sulfuroso para exportación: 2.937.780 (0,5% Cu)	Enviado a Cerda: 8.899.757 Enviado a Planes: 1.276.590
1901 11	Mineral crudo San Dionisio: 756.140.000 (2.07% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 2.661.960 (2,8% Cu)	Mineral sulfuroso para exportación: 15.146.761 (0,29% Cu)	Enviado a Cerda: 10.533.823 Enviado a Planes: 779.104

	Flue dust from Huerta romana: 2.403.791 (5,5% Cu) Copper liquors North Lode: 600.297 Mineral crudo Fábrica de Ácido: 1.165.230 (0,5% Cu) Mineral calcinado Fábrica de Ácido: 2.163.195 (0,8% Cu) Mineral crudo de Teleras nº2: 2.875.400 (6,1% Cu) Mineral crudo Corralejos Heaps: 15.220.000 (0,2% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 1.200.000		
1902 11	Mineral crudo San Dionisio: 728.622.000 (2.8% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 1.778.300 (2,4% Cu) Flue dust from Bessemer Plant: 1.037.063 (8,5% Cu) Copper liquors North Lode: 1.037.063 Mineral crudo Fábrica de Ácido: 1.785.130 (1.1% Cu) Mineral calcinado Fábrica de Ácido: 2.011.400 (1,5% Cu) Mineral crudo de Corralejos heaps: 9.330.000 (0,2% Cu) Mineral calcinado de Macdougall Calciner: 514.400 (1.8% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 1.200.000	Mineral sulfuroso para exportación: 28.482.820 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 885.000 820 (0,3% Cu) Mineral enviado a Macdougall Calciner: 260.000 (0,3% Cu)	Enviado a Cerda: 10.988.548 Enviado a Planes: 1.178.625
1903 14	Mineral crudo San Dionisio: 750.845.000 (1.9% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 3.157.737 (2,4% Cu) Copper liquors North Lode: 598.531 Mineral crudo Fábrica de Ácido: 500.000 (1.1% Cu) Mineral calcinado Fábrica de Ácido: 684.780 (1,9% Cu) Mineral crudo de Corralejos heaps: 1.120.000 (0,1% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 1.200.000	Mineral sulfuroso para exportación: 61.149.850 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 2.406 000 (0,3% Cu)	Enviado a Cerda: 11.200.621 Enviado a Planes: 391.114
1904 13	Mineral crudo San Dionisio: 798.427.020 (1.8% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 3.072.340 (2,0% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 600.000 Mineral crudo menudo Puerto de Huelva 95.400 (1.7% Cu)	Mineral sulfuroso para exportación: 87.901.630 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 3.091.000 (0,3% Cu)	Enviado a Cerda: 10.666.955
1905 13	Mineral crudo San Dionisio: 754.608.240 (2.01% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 4.549.210 (2,0% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 129.740 (0.7% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 600.000 Mineral crudo menudo Puerto de Huelva 95.400 (1.7% Cu)	Mineral sulfuroso para exportación: 182.936.670 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 5.241.500 (0,3% Cu)	Enviado a Cerda: 10.222.507
1906 14	Mineral crudo San Dionisio: 769.070.300 (2.11% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 2.886.870 (1.7% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 325.420 (1.9% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 300.000 Mineral sulfuroso del Polvorín de Huelva 157.010 (no se indica)	Mineral sulfuroso para exportación: 241.755.380 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 11.087.500 (0,3% Cu)	Enviado a Cerda: 10.367.351
1907 16	Mineral crudo San Dionisio: 769.408.900 (2.0% Cu) Mineral crudo Polvorín Huelva: 1.068.500 (1.7% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 510.160 (1.8% Cu) Copper liquors Teleras nº2: 500.000 Mineral sulfuroso del Polvorín de Huelva 73.150 (6.3)	Mineral sulfuroso para exportación: 380.550.800 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 7.960.500 (0,4% Cu)	Enviado a Cerda: 9.480.551
	Mineral crudo San Dionisio: 530.090.460	Mineral sulfuroso para exportación:	Enviado a Cerda:

1908 16	(1.7% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 579.020 (1.7% Cu)	328.868.470 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 12.835.000 (0,1% Cu)	9.309.279
1909 14	Mineral crudo San Dionisio: 375.332 (1.7% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 303 (1.6% Cu)	Mineral sulfuroso para exportación: 268.430 (0,3% Cu) Mineral enviado a la fábrica de Ácido Sulfúrico: 18.397 (0,1% Cu)	Enviado a Cerda: 8.612.013

7.4.2.2. Corralejos Heaps

Terrero situado al NO de Cementación Naya, fue el primer Terrero destinado exclusivamente para la cementación natural tras el fin del segundo Proceso Doetsch[14]. Se conformó por orden del Board en 1897[15] con 200.000 toneladas mineral crudo baja ley (1% de Cu) proveniente de San Dionisio y Nerva & Planes Heaps[16], indicándose que se dispusieran todos los drenajes y chimeneas de ventilación, agua fresca[17] y todo lo necesario para la oxidación natural, con el fin de extraer el cobre por este medio en lugar de la calcinación.

En 1897 la visita de la Comisión del Consejo de RTCL documentó que no se había producido ningún aumento apreciable de temperatura, por lo que no había comenzado la descomposición activa del mismo, como se esperaba, pues estimaban que la descomposición de los minerales y por tanto la recuperación del cobre contenido en licores no se iba a producir hasta pasados dos o tres años[18].

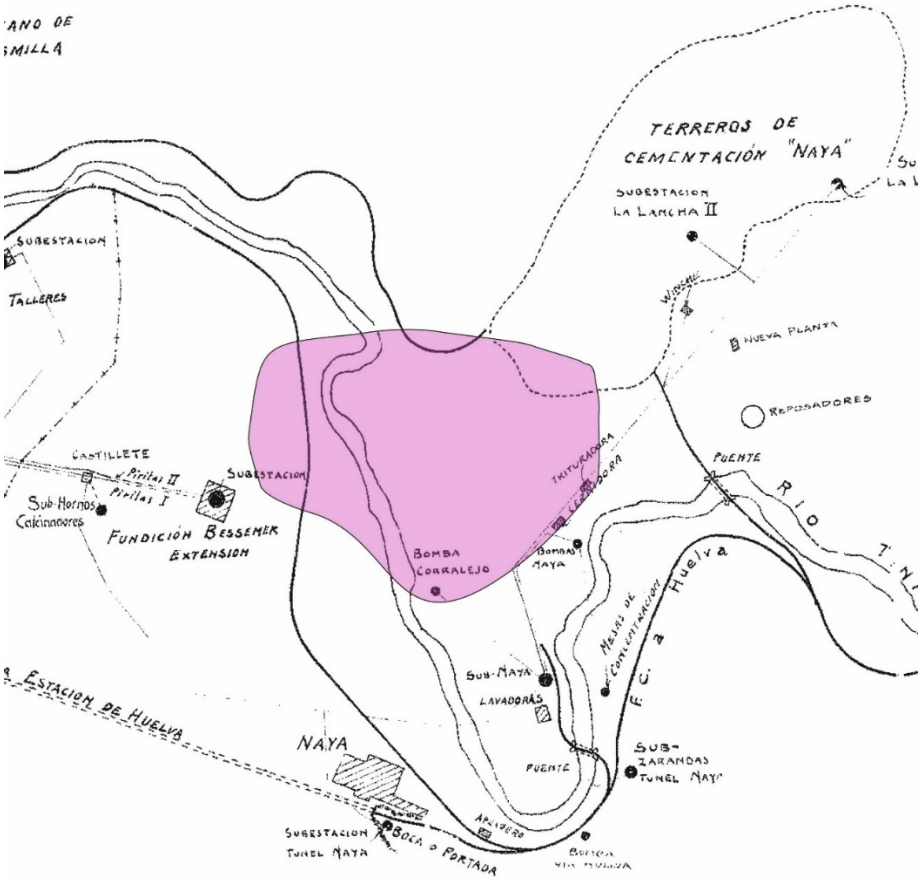
Este Terrero siguió operando con el Stock hasta 1908[19]. Entre 1899 y 1903 envió mineral tratado en el Terrero a Naya Heaps[20]. Estuvo operativo hasta 1908 cuando todo el material se llevó a Terreros Naya, aunque dejó de enviar mineral en 1903, hasta ese momento lo hizo a Terreros Naya, Planes y Poor. El cobre producido se envió entre 1897 y 1904 a Cementación Naya, desde ese año no tuvo actividad. A partir de 1909 se llevó todo el material a Terreros Naya, pues con el fin de las teleras en 1908, no hacía falta tener un terrero sólo para cementación natural que ya era para ese momento el sistema hidrometalúrgico que se desarrollaba en Río Tinto.

Tabla 10, Corralejos Heaps, mineral recibido, mineral enviado y cobre producido.
Fuente Cost Statement 1897 – 1908. Elaboración Propia.

Año & Statement	Mineral recibido en kilos	Mineral enviado en kilos	Cobre produced in liquors en kilos
1897 Statement 19	S. Dionisio: 70.811.000 (0,8% Cu) Nerva & Planes Heaps: 15.641.750 (0,6% Cu) Stock 1896: 205.303.544 (0,8% Cu)	-	73.296 enviados Cementación Naya
1898 Statement 19	Stock 1897: 219.773.008 (0,8% Cu)	-	787.435 enviados Cementación Naya
1899	Stock 1898: 290.985.573 (0,57%	Naya Heaps 78.604.000 (0,37%	610.802 enviados Cementación

[14]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 246.
[15]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 3, AHMFRT; Cost Statement 1897, Statement 19. AHMFRT.
[16]Cost Statement 1897, Statement 19. AHMFRT.
[17]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 4 y 5, AHMFRT.
[18]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1897, *Instructions and estimates for 1898*, 3, AHMFRT.
[19]Cost Statement 1908, Statement 21. AHMFRT
[20]Cost Statement 1897, Statement 19; Cost Statement 1898, Statement 19; Cost Statement 1899, Statement 19; Cost Statement 1900, Statement 19; Cost Statement 1901, Statement 19; Cost Statement 1902, Statement 20 y Cost Statement 1903, Statement 20. AHMFRT

Statement 19	Cu)	Cu) Poor Heaps 8.040.000 (0.28% Cu)	Naya
1900 19	Stock 1899: 203.722.771 (0,35% Cu)	Naya Heaps 57.793.000 (0,32% Cu)	188.759 enviados Cementación Naya
1901 19	Stock 1900: 145.741.012 (0,23% Cu)	Naya & Planes Heaps: 15.220.000 (0,24% Cu)	54.007 enviado a Cementación Naya
1902 20	Stock 1901: 130.467.006 (0,19% Cu)	Naya & Planes Heaps: 9.330.000 (0,24% Cu)	63.177 enviado a Cementación Naya
1903 20	Stock 1902: 121.073.828 (0,14% Cu)	Naya & Planes Heaps: 1.120.000 (0,11% Cu)	20.348 enviado a Cementación Naya
1904 18	Stock 1903: 119.933.480 (0,12% Cu)	_	119.919.169 enviado a Cementación Naya
1905 18	Stock 1904: 119.919.169 (0,11% Cu) Coste de operación 0	–	–
1906 18	Stock 1904: 119.919.169 (0,11% Cu) Coste de operación 0	–	–
1907 21	Stock 1904: 119.919.169 (0,11% Cu) Coste de operación 0	-	-
1908 21	Stock 1904: 119.919.169 (0,11% Cu) Coste de operación 0	-	-



Plano 47, Zona donde se ubicaba Corralejos Heaps, al norte de la Bomba Corralejos, sobre el Plano Dpto. Central Eléctrica, Diagrama General de la Red de Distribución Eléctrica, 1920. AHMFRT.

7.4.2.3. Poor Heaps

Terrero con mineral de baja ley constituido a partir de 1891[21], en 1896 el Consejo de Administración de RTCL indicó que debía construirse de nuevos canales para drenar los licores enriquecidos[22]. En 1897 la Comisión indicó que el mineral de baja ley se dispusiera todo sobre este Terreno, con el fin de eliminar gastos de transporte[23].

Este Terrero estuvo operativo hasta 1901, recibió el mineral tratado baja ley de Nerva y Planes Heaps, el mineral crudo de Masa San Dionisio, Terreros Naya y Corralejos[24]. A partir de ese año no recibió mineral y siguió operando hasta 1908 con el Stock que disponía. En ese mismo año se realizó la preparación de un Terrero "Experimental" con un costo de 84.139,23 reales[25], aunque al final todo el material fue enviado a Terreros Naya. Todo el cobre obtenido en los "liquors" fue enviado a Cementación Naya.

Tabla 11, Poor Heaps, mineral recibido, mineral enviado y cobre producido.
Fuente Cost Statement 1897 – 1908. Elaboración Propia.

Año & Statement	Mineral recibido en kilos	Cobre produced in liquors en kilos
1897 Statement 18	Nerva y Planes Heaps: 14.668.215 (0,6% Cu) S. Dionisio: 168.000 (0,6% Cu) Naya Heaps: 513.140.000 (0,5% Cu	406.003 enviados a Cementación Naya
1898 Statement 18	Nerva y Planes Heaps: 1.679.0005 (0,6% Cu) S. Dionisio: 5.606.000 (0,6% Cu) Naya Heaps: 470.196.000 (0,57% Cu)	771.372 enviados a Cementación Naya
1899 18	Nerva y Planes Heaps: 44.430.285 (0,5% Cu) S. Dionisio: 22.940.000 (0,7% Cu) Naya Heaps: 312.356.000 (0,6% Cu) Corralejos Heaps: 8.040.000 (0,28% Cu)	725.927 enviados a Cementación Naya
1900 18	S. Dionisio: 303.000 (0,58% Cu) Nerva y Planes Heaps: 4.223.400 (0,7% Cu) Naya Heaps: 210.828.000 (0,5% Cu)	482.098 enviados a Cementación Naya
1901 16	Naya Heaps: 113.640.000 (0,5% Cu)	398.161 enviados a Cementación Naya
1902 19	Stock 1901: 3.537.108.000 (0,4% Cu)	206.354 enviados a Cementación Naya
1903 19	Stock 1902: 3.536.847.701 (0,4% Cu)	202.570 enviados a Cementación Naya
1904 17	Stock 1903: 3.536.645.131 (0,4% Cu)	283.364 enviados a Cementación Naya
1905 17	Stock 1904: 3.536.361.767 (0,4% Cu)	213.694 enviados a Cementación Naya
1906 18	Stock 1905: 3.536.148.073 (0,4% Cu)	255.197 enviados a Cementación Naya
1907 20	Stock 1906 : 3.535.892.876 (0,3% Cu)	333.726 enviado a Cementación Naya
1908 20	Stock 1907: 3.535.195.785 (0.3% Cu)	363.365 enviado a Cementación Naya

[21]Legajo 100 B 37,28. AHMFRT.
[22]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 4 y 5, AHMFRT.
[23]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1897, *Instructions and estimates for 1898*, 3, AHMFRT.
[24]Cost Statement 1897, Statement 18; Cost Statement 1898, Stament 18; Cost Statement 1899, Stament 18; Cost Statement 1900, Stament 18 y Cost Statement 1901, Statement 16.
[25]Cost Statement 1908, Statement 20. AHMFRT.

7.4.2.4. Tejonera Heap

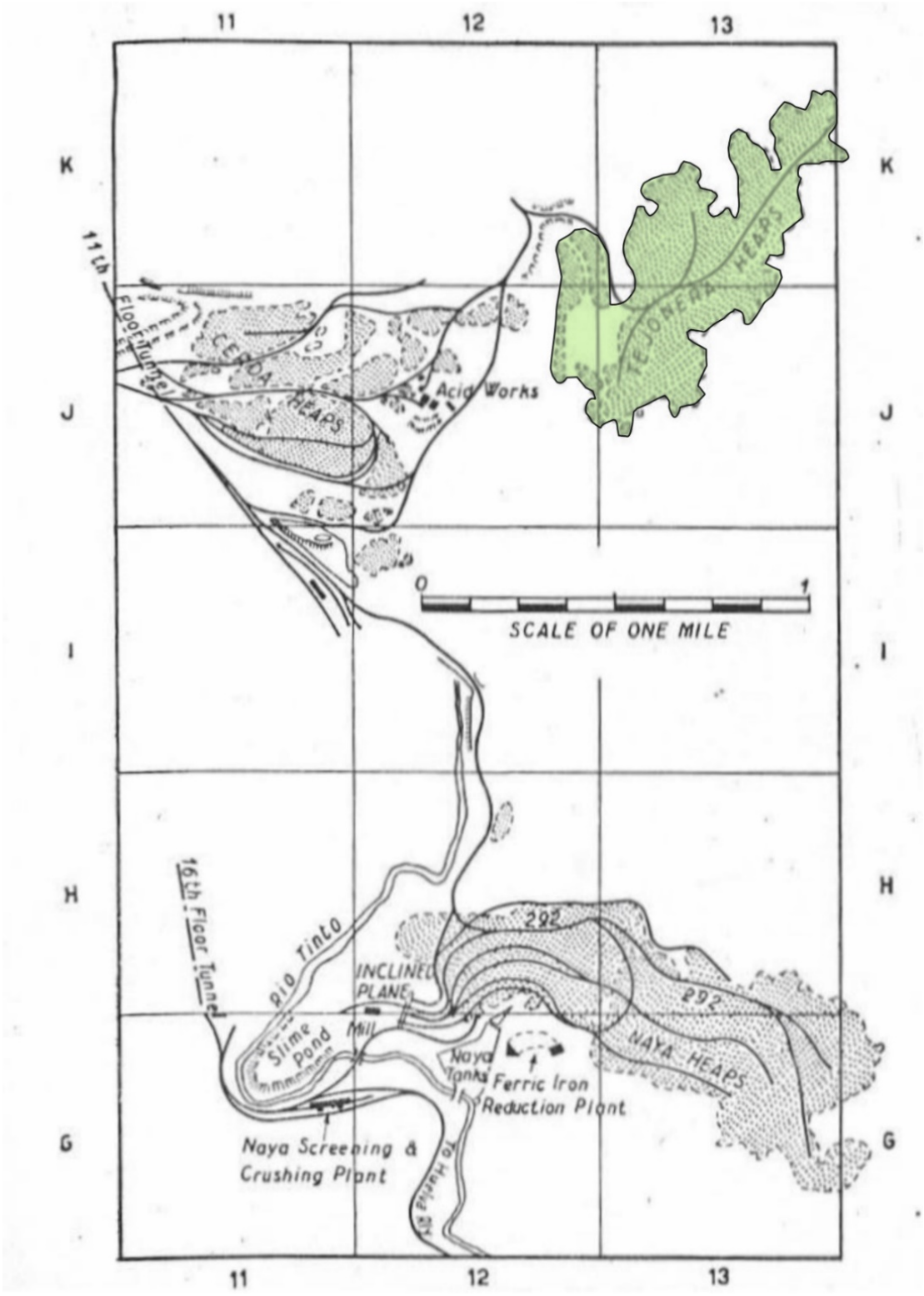
Terrero constituido en 1910[26] para tratar por este sistema el mineral de baja ley con cuarzo proveniente de Filón Norte[27], aunque después también se trataron estos minerales en Terreros Cerda y Naya, además de mineral crudo de San Dionisio, Terreros Cerda, Solera de la Fábrica de Sulfato Ferroso, Polvo de Tragante, mineral sulfuroso de Terreros Cerda y mineral silíceo menudo de 2ª Clase. Desde este Terrero se envió mineral al Departamento de Fundición, Terreros Cerda, Concentrador y Terreros Naya. El riego de este terrero se hizo con agua fresca, y los licores se enviaron hasta 1927[28] a Cementación Cerda, después Cementación Naya. A partir de 1929, la serie *Costs Statement* indica sólo *Heaps*, unificando el mineral que se disponía en los Terreros, el que se enviada desde los Terreros y el cobre producido en ellos. Este Terrero siguió en operación hasta 1954, para 1934 conocemos que tenía 161,874 hectáreas[29].

Tabla 12, Tejonera Heaps, mineral recibido, mineral enviado y cobre producido.
Fuente Cost Statement 1897 – 1908. Elaboración Propia.

AÑO Statement	Mineral recibido en kilos	Mineral enviado en kilos	Cobre "produced in liquors" en kilos
1910 14	Mineral crudo San Dionisio: 624.539.000 (1.5% Cu) Mineral de Terreros Cerda: 3.482.000 (2,4% Cu) Solera de la fábrica de sulfato: 16.496.000 (0,9% Cu) Polvo de tragante del Dpto. Fundición: 44.000 (3,9% Cu) Mineral sulfuroso de Terreros Cerda: 81.000 (0.15% Cu)	Polvo de tragante enviado al Dpto. Fundición: 16 (4,2% Cu)	1.573.099 enviados Cementación Cerda
1911 14	Mineral crudo San Dionisio: 696.483.000 (1.5% Cu)		3.055.394 enviados a Cementación Cerda
1912 15	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 612.246.000 (1,4% Cu)	Terreros Cerda 11.537.000 (0.3% Cu)	3.721.000 enviados a Cementación Cerda
1913 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 336.494.000 (1.1% Cu)		3.493.813 enviados a Cementación Cerda
1914 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 208.463.000 (1,14% Cu)	Mineral crudo limpio a Terreros Cerda: 37.592.000 (0.3% Cu)	3.084.000 enviados a Cementación Cerda
1915 11	Mineral crudo: 15.249.000 (5.0% Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 173.286.000 (1.3% Cu)	Mineral crudo limpio a Terreros Cerda: 37.592.000: (0.3% Cu)	3.494.000 enviados a Cementación Cerda
1916 11	Mineral crudo: 395.585.000 (1.8% Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 284.293.000 (0.9% Cu)	Terreros Cerda: 26.046.000 (0.6% Cu) Dpto. de Fundición: 1.759.000 (5.1% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 422.000	3.327.000 enviados a Cementación Cerda
1917 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 184.341.000 (0.9% Cu)	Terreros Cerda: 32.537.000 (2% Cu) Dpto. de Fundición: 3.078.000 (5.6% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 402.000	2.652.000 enviados a Cementación Cerda
1918 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 306.699.000 (2% Cu)	Terreros Cerda: 6.522.000 (2% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 330.000	2.267.000 enviados a Cementación Cerda
1919 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 283.769.000 (1% Cu)	Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 233.000	2.724.000 enviados a Cementación Cerda
1921 12	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 339.594.000 (1% Cu)	Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 17.480.000	2.802.000 enviados a Cementación Cerda
1922 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 177.831.000 (1.1% Cu)	Enviado a Terreros Cerda: 15.773.000 (0.2% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 119.000	3.504.000 enviados a Cementación Cerda

[26]Cost Statement 1915, Statement 20. AHMFRT.
[27]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 242.
[28]Cost Statement 1928, Statement 12. AHMFRT.
[29]400 acres, SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 227.

1923 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 279.771.000 (1.9% Cu)	Enviado a Terreros Cerda: 9.510.000 (0.3% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 132.000	3.593.000 enviados a Cementación Cerda
1924 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 274.053.000 (1.0% Cu)	Enviado a Terreros Cerda: 9.281.000 (0.33% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 132.000	2.855.000 enviados a Cementación Cerda
1925 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 131.079.000 (0.8% Cu)	Enviado a Terreros Cerda: 40.969.000 (0.31% Cu) Enviado al Concentrador: 114.000 (0,7% Cu) Enviado a Terreros Cerda: 4.969.000 (03% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 68.000 Departamento de Fundición: 841.000	2.178.000 enviados a Cementación Cerda
1926 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 86.991.000 (1,2% Cu)	Enviados a Terreros Cerda: 18.812.000 (0,6% Cu) Departamento de Fundición: 130.000 (1,04% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 20.000	1.988.000 enviados a Cementación Cerda
1927 11	Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 148.417.000 (1,4% Cu)	Enviados a Terreros Cerda: 815.000 (0,75 Cu) Enviados a Terreros Naya: 149.000	1.262.000 enviados a Cementación Cerda
1928 12	Mineral Silíceo 86.839.000 (1,65Cu)	Enviados a Terreros Cerda: 11.321.000 (0,34% Cu) Cobre enviado a Terreros Naya en licores: 1.325	



Plano 48, General Plan of Leaching Grounds, Taylor & Whelan (1942), Fig. 12, 53, en verde se indica el sector Tejonera.

7.4.2.5. Cerda Heaps

Aunque desde época española hubo un barbasco junto a la Cementación Cerda, en este punto nos referimos al Terrero constituido al norte de la Cementación Cerda, con el material de Nerva y Planes que no tuvieran sal y manganeso, con mineral crudo y de los antiguos Terreros de Cerda, a partir de 1910[30]. Fue el segundo Terrero empleado en la Cementación Natural[31]. Al igual que Tejonera también aceptó mineral de baja ley con cuarzo y sílice proveniente de Filón Norte, mineral procedente de los procesos Doetsch de los Terreros procedente de la Cementación Cerda[32], además de mineral de segunda clase, de Tejoneras o de la Planta de Calcinación, sobre la procedencia del mineral aportado ver la tabla sobre Terreros Cerda, llamando la atención que además de los diferentes minerales tratados o crudos de Río Tinto en 1927 y 1928 se recibió en Terreros Cerda mineral procedente de la vecina mina de Peña de Hierro (Nerva). El cobre producido en este terrero hasta 1927 se envió a Whasing, Drying, Bagging, Precipitate Cerda. A partir de esa fecha se envió a Cementación Naya para su secado y embalado. De los tres Terreros que estuvieron en operación desde los años 20, Cerda fue el de menor extension, así para 1934 tenía 200 acres[33], mientras los otros dos, Tejonera y Naya, doblaban esa extension.

La Serie Cost Statement nos aporta información hasta 1928[34], a partir de esa fecha se unifica con el concepto *Heaps* para todos los terreros, el mineral que se recibía en los Terreros, el que se enviaba desde los Terreros y el cobre producido en ellos.

Tabla 13, Cerda Heaps, mineral recibido, mineral enviado y cobre producido. Fuente Cost Statement 1910 – 1928. Elaboración Propia.

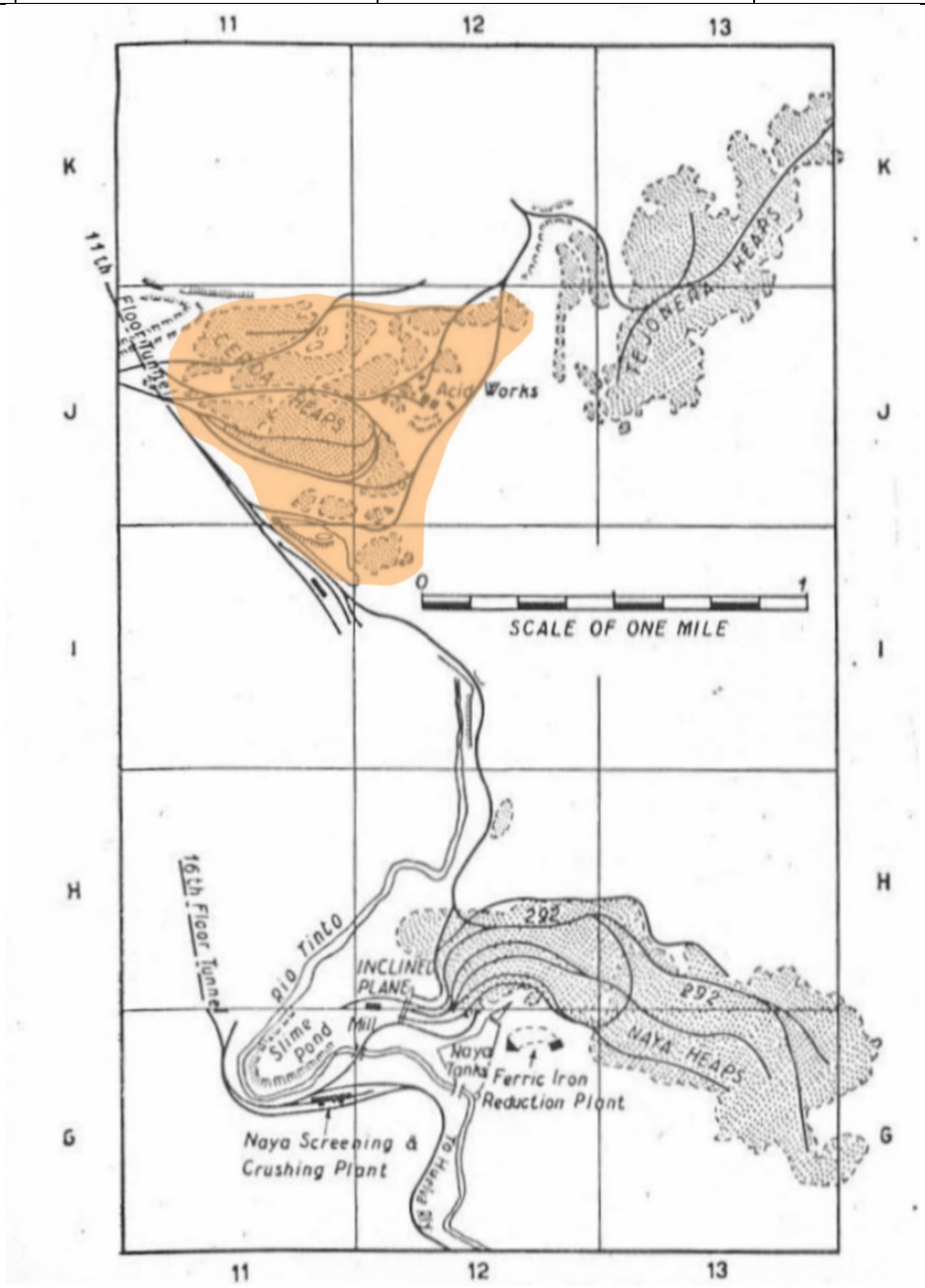
AÑO Statement	Mineral recibido en kilos	Mineral enviado en kilos	Cobre "produced in liquors" en kilos
1910 14	Mineral crudo San Dionisio: 98.490.000 (1.1% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 352.000 (1.1% Cu)	Mineral Sulfuroso para exportación: 361.276.000 (0.1% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 13.990.000 (0,1% Cu) Mineral Sulfuroso a Terreros Tejoneras: 81.000 (0.1% Cu) Mineral crudo a Terreros Tejoneras: 3.482.000 (2.4% Cu)	4.544.230 enviados Cementación Cerda
1911 16	Mineral crudo San Dionisio: 14.028.000 (1.4% Cu) Mineral crudo menudo muelle de	Mineral Sulfuroso para exportación: 426.727.000 (0.1% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico:	3.637.467 Enviados a Cementación Cerda

[30]Cost Statement 1910, Statement 14. AHMFRT.
[31]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.
[32]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 246.
[33]80,9 hectáreas , SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.
[34]Cost Statement 1928, Statement 12. AHMFRT.

	Huelva: 535.000 (0.6% Cu)	15.466 (0,1% Cu) Mineral a Naya heaps 52.154 (0,5% Cu)	
1912 15	Mineral crudo San Dionisio: 136.550.000 (1.2% Cu) Mineral crudo menudo muelle de Huelva: 637.000 (0.6% Cu) Mineral lavado de Tejonera Heaps:11.537.000 (0,3% Cu) Polvo de tragante del Dpto. de Fundición:10.000 (10.1% Cu) Mineral crudo del Dpto. de Fundición: 293.000 (4,1% Cu)	Mineral Sulfuroso para exportación: 497.788.000 (0.1% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 17.972.000 (0,1% Cu)	4.255.836 enviados a cementación Cerda
1913 11	Mineral crudo 2.236.807 (0.6% Cu) Mineral silíceo y menudo de Segunda Clase 2.024.439 (0,4% Cu) Mineral Antiguo Mezclado 2.996.850 (0,3% Cu)	Mineral sulfuroso para la exportación 7.377.987 (0,5% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 278.329.000 (0,5% Cu) Trabajos de investigación: 455.000 (0,4% Cu)	31.959.000 enviados a Cementación Cerda
1914 11	Mineral crudo 2.673.359 (0,5% Cu) Mineral silíceo y menudo de Segunda Clase 2.023.707 (0,4% Cu) Old mixed mineral 2.990.625 (0,3% Cu)	Mineral sulfuroso para la exportación 285.102.000 (0,6% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 9.658.000 (0,5% Cu)	4.034.000 enviados a Cementación Cerda
1915 11	Mineral crudo 62.615.000 (2% Cu) Mineral silíceo y menudo de Segunda Clase: 20.514.000 (1,6% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 289.103.000 (0.2% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 17.173.000 (0,5% Cu) Mineral pobre exportación: 14.053.000 (1.5 % Cu) Mineral sulfuroso crudo para exportación: 52.669.000 (0.3% Cu)	3.585.000 enviados a Cementación Cerda
1916 11	Mineral crudo: 422.276.000 (1.9% Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 83.563.000 (0.2% Cu) Mineral antiguo mezclado: 2.977.131.000 (2,6% Cu) Terrero Tejonera: 6.046.000 (0,6% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 192.868.000 (0.4% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 14.076.000 (0,5% Cu) Mineral sulfuroso crudo para exportación: 101.388.000 (0.3% Cu) Mineral pobre para la exportación: 3.422.000 (3% Cu) Terreros Naya: 7.328.000 (0.1% Cu)	3.966.000 enviados a Cementación Cerda
1917 11	Mineral crudo: 110.313.000 (2% Cu) Terrero Tejonera: 32.537.000 (2% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 122.867.000 (0.3% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 9.709.000 (2.3% Cu) Mineral sulfuroso crudo para exportación: 173.838.000 (0.7% Cu) Mineral pobre para la exportación: 13.578.000 (2,4% Cu) Terreros Naya: 39.222.000 (0.1% Cu)	5.686.000 enviados a Cementación Cerda
1918 11	Mineral crudo: 126.550.000 (1,6% Cu) Terrero Tejonera: 6.522.000 (0,6% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 84.837.000 (0.2% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 9.657.000 (2 % Cu) Mineral sulfuroso crudo para exportación: 27.877.000 (0.5% Cu) Mineral pobre para la exportación: 900.000 (2,1% Cu) Terreros Naya: 601.000 (0.2% Cu)	4.130.000 enviados a Cementación Cerda
1919 11	Mineral crudo: 253.978.000 (1,7% Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 47.921.000 (1,9% Cu) Mineral antiguo mezclado: 6.822.000 (2% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 114.314.000 (0.2% Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 7.772.000 (2 % Cu) Mineral sulfuroso crudo para exportación: 5.581.000 (0.5% Cu) Terreros Naya (en licores): 18.000	5.291.000 enviados a Cementación Cerda
1921 11	Mineral crudo: 405.721.000 (1,2% Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 91.033.000 (1,07 % Cu) Mineral antiguo mezclado: 9.243.000 (1,6% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 167.000 (1,79% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 212.905.000 (0,3 % Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 12.000 (2 % Cu) Mineral sulfuroso crudo para exportación: 5.581.000 (0.5% Cu) Terreros Naya (en licores): 18.000	5.671.000 enviados a Cementación Cerda
1922 11	Mineral crudo: 249.525.000 (1,1 % Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 101.018.000 (0,9 % Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 317.529.000 (0,4 % Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico:	7.022.000 enviados a Cementación Cerda

	Mineral antiguo mezclado: 8.673.000 (0,9% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 7.905.000 (4.8% Cu)	6.910.000 (1.1 % Cu) Mineral pobre para exportación: 22.839.000 (1.1% Cu) Planta de Calcinación: 12.060.000 (1.2% Cu)	
1923 11	Mineral crudo: 323.859.000 (1,1 % Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 69.220.000 (1,3 % Cu) Mineral antiguo mezclado: 8.154.000 (0,4% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 5.969.000 (5,3% Cu) Mineral de Terrero Tejoneras: 9.510.000 (0,3% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 226.183.000 (0,5 % Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 9.832.000 (0.3 % Cu) Mineral pobre para exportación: 32.025.000 (1.1% Cu) Planta de Calcinación: 32.935.000 (1.2% Cu) Mineral crudo sulfuroso para exportación: 1.901.000 (0.8% Cu) Terreros Naya (en licores): 18.000	4.845.000 enviados a Cementación Cerda
1924 11	Mineral crudo: 243.188.000 (1 % Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 238.713.000 (0,9 % Cu) Mineral antiguo mezclado: 8.838.000 (0,8% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 8.624.000 (5,7% Cu) Mineral de Terrero Tejoneras: 9.181.000 (0,3% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 289.467.000 (0,5 % Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 12.461.000 (0.6 % Cu) Mineral pobre para exportación: 1.757.000 (1.8% Cu) Planta de Calcinación: 21.002.000 (1.2% Cu) Departamento de Fundición: 5.363.000 (03% Cu) Residuos y pérdidas del proceso de lavado de cáscara: 5.528.000 (0.3% Cu) Terreros Naya (en licores): 10.000	6.847.000 enviados a Cementación Cerda
1925 11	Mineral crudo:129.424.000 (1.2 % Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 296.495.000 (3,7 % Cu) Mineral antiguo mezclado: 7.220.000 (1,2% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 11.766.000 (4,6% Cu) Mineral de Terrero Tejoneras: 4.969.000 (0,3% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 217.991.000 (0,5 % Cu) Mineral Fábrica de ácido sulfúrico: 10.876.000 (0.7 % Cu) Mineral pobre para exportación: 5.853.000 (1.8% Cu) Planta de Calcinación: 70.704.000 (0.9% Cu) Departamento de Fundición: 30.000 Residuos y pérdidas del proceso de lavado de cáscara: 4.706.000 (0.3% Cu) Concentrator: 3.388.000 Terreros Naya (en licores): 15.000	6.469.000 enviados a Cementación Cerda
1926 11	Mineral crudo: 124.688.000 (1,5% Cu) Mineral silíceo y menudo de segunda clase: 264.534.000 (1.1 % Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 15.015.000 (5.3% Cu) Planta de Calcinación: 21.808.000 (2,5 % Cu) Planta de ácido sulfúrico: 5.560.000 (0,4% Cu) Mineral de Terrero Tejoneras: 18.812.000 (0,6% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 128.814.000 (0,4 Cu) Fábrica de Ácido Sulfúrico: 6.283.000 (0,7% Cu) Planta de Calcinación: 3.760.000 (0.6 % Cu) Concentrador: 24.464.000 (0.6 % Cu) Residuos y pérdidas del proceso de lavado de cáscara: 2.231.000 (0,6% Cu) Enviado a Cementación Naya: 1.215.000	4.969.000 enviados a Cementación Cerda
1927 11	Mineral Crudo: 74.523.000 (1,7% Cu) Mineral de segunda y tercera clase: 68.304.000 (1,7% Cu) Mineral silíceo: 83.479.000 (1,4% Cu). Cribadora de Naya: 54.000 (1,7% Cu) Planta de Ácido Sulfúrico: 6.089.000 (0,9% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 8.295.000 (4,6% Cu) Terreros Tejoneras: 807.000 (0,4% Cu) Peña de Hierro: 3.605.000 (0,2% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 3.249.000 (0,5% Cu) Fábrica de ácido sulfúrico: 5.929.000 (0,6% Cu) Mineral pobre para la exportación: 1.964.000 (1,6% Cu) Planta de Calcinación: 61.825.000 (1,6% Cu) Concentrador: 5.026.000 (0,6% Cu) Mineral crudo a Cementación Naya: 57.854.000 (0,6% Cu) Mineral de Segunda y tercera clase: 309.000 (0,6% Cu)	2.357.000 enviados a Cementación Cerda
1928 12	Mineral Crudo: 23.446.000 (1,3% Cu) Mineral de segunda y tercera clase: 23.655.000 (1,3% Cu) Mineral silíceo: 59.191.000 (1,5% Cu). Planta de Ácido Sulfúrico: 6.992.000 (3,1% Cu) Polvo de tragantes de la Fundición: 11.353.000 (5% Cu) Polvorín Huelva: 6.187.000 (5,1% Cu)	Mineral Sulfuroso lavado para exportación: 74.362.000 (0,4% Cu) Fábrica de ácido sulfúrico: 5.929.000 (0,6% Cu) Mineral pobre para la exportación: 7.389.000 (4.2% Cu) Concentrador: 74.476.000 (0,5% Cu) Cenizas cupríferas para exportación: 2.554.000 (3,3% Cu)	–

	Peña de Hierro: 4.003.000 (0,2% Cu)	Cobre producido a Naya en licores: 2.944.000	



Plano 49, General Plan of Leaching Grounds, Taylor & Whelan (1942), Fig. 12, 53, en naranja el sector de Terreros Cerda.

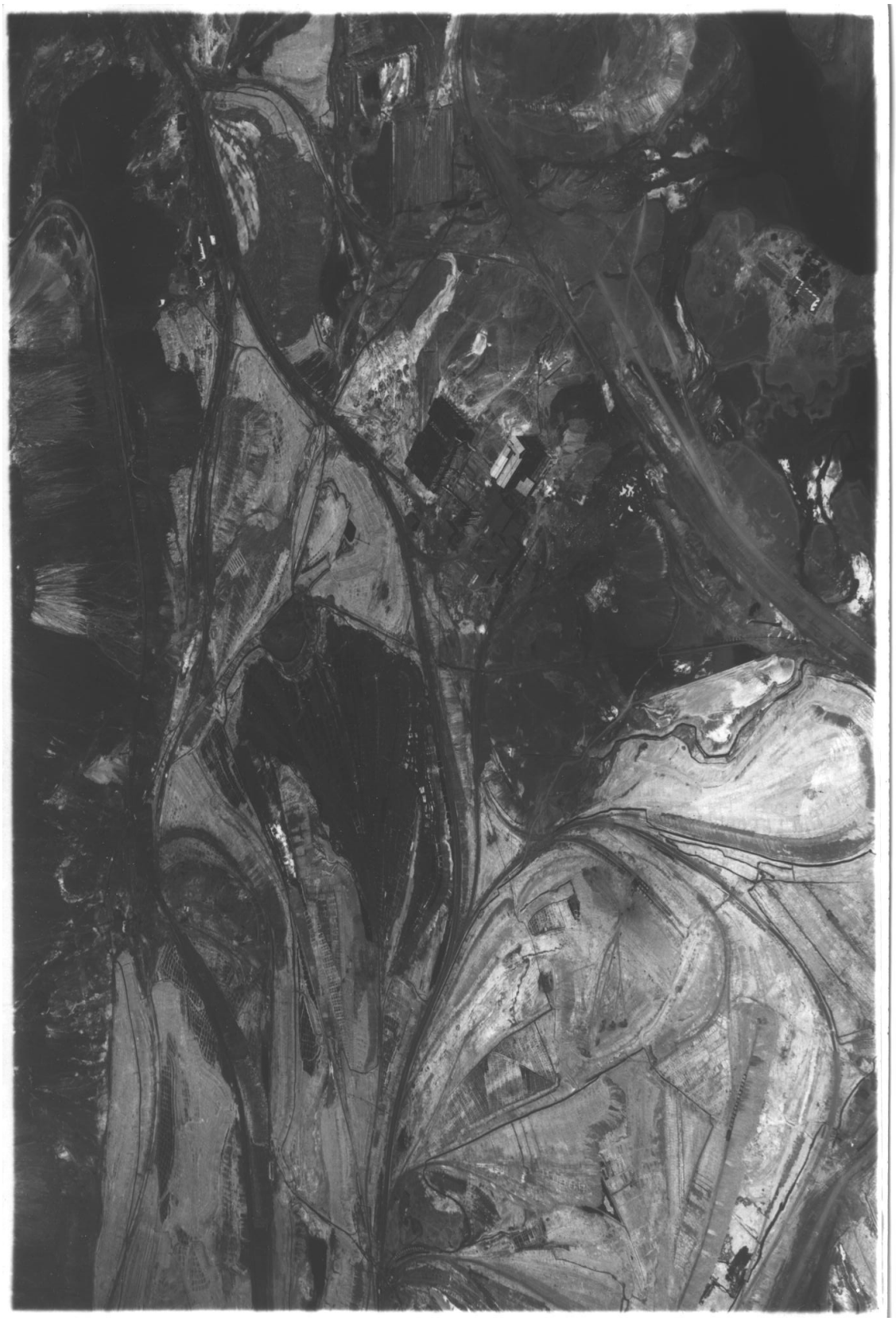


Foto 190, Vista aérea de los Terreros Cerda, 6 de abril de 1929, AHMFRT.

7.4.2.6. Terreros Naya

En 1885 el *Board* de Londres[35] dio la orden de que se comenzara la formación en Naya de un terrero que debía de componerse de una parte de mineral lavado y calcinado, tres partes de mineral crudo triturado, incluyendo mineral crudo lavado menudo. Indicándose que el mineral triturado crudo, incluía 1 % de sal y ¼ % de Pirolusita[36], pues la intención es que buena parte de este Terrero se empleara para depositar material proveniente de Segundo Proceso Doetsch (Terreros *Station* y Planes) [37], lo que sucedió hasta 1901. En 1886 el Consejo desde Londres dio la Orden de que el mineral de Nerva Heaps fuera trasladado a Terreros Naya, gradualmente[38].

Terrero Naya comenzó tras 1895 a ser empleado para depositar material para generar licores para Cementación Natural, a partir de 1908, con el fin del Terrero Corralejos, todo el material se depositó en Terrero Naya. Las características de la zona donde se ubica el terrero, colinas bajas con pequeños valles a una cota superior de la Cementación Naya, fue considerado como una ubicación ideal como terrero[39]. Siendo el heaps más extenso desde 1910, así para 1934 cuando los terreros Cerda, Tejonera y Naya acumulaban entre los tres: 15.495.353 toneladas, Terreros Naya, entre mineral de Primera clase (2.206.314 toneladas), Segunda y Tercera Clase (1.367.943 toneladas) y Mineral Silíceo (3.679.003 toneladas), con un total de 7.253.260 toneladas suponía el 50% de los terreros operativos en Río Tinto[40].

En 1927 se realizaron trabajos experimentales en el Terrero Naya, bajo la supervisión de Mr. Leese[41], que consistieron en disponer bajo el terrero de canales de ventilación, un minucioso control de la temperatura y la aplicación de riego. Esto dio como resultado que el mineral dispuesto en el barbasco estaba lavado a casi nivel de mineral lavado para exportación en 12 meses y los licores contenían 10.000 gramos de cobre por m^3 [42].

[35]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1885, 2, AMHFRT.
[36]Mineral de Manganeso, $Mn^4\ O_2$
[37]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1886, 2, AMHFRT y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.
[38]Legajo 100 A 3, Río Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1886, 1, AMHFRT; SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 246
[39]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….52.
[40]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 246
[41]Leese, Louis F.W., ingeniero químico, que desarrolló su trabajo en la Fábrica de Ácido y en Terreros entre 1924 y 1927, Legajo 1650, 25 y 28, donde se indica que su sueldo anual esos tres años fue de 500 libras anuales.
[42]Legajo 100 A 19 Report Deputation from the Board, march 1928, Instructions & Estimates 1928, 5. AHMFRT.

Tabla 14, Naya Heaps

AÑO Statement	Mineral recibido en kilos	Mineral enviado en kilos	Cobre "produced in liquors" en kilos
1897 17	Nerva y Planes Heaps: 499.999.330 (1,1% Cu) S. Dionisio: 139.995.000 (1.7% Cu) Marismilla, Station & Planes Tanks: 29.176.421 (1,6% Cu)	Poor Heaps: 513.140.000 (0,5% Cu)	3.337,159 enviados Cementación Naya
1898 17	Nerva y Planes Heaps: 489.048.875 (1,057% Cu) S. Dionisio: 71.779.000 (1.18% Cu) Marismilla, Station & Planes Tanks: 85.824.367 (1,6% Cu)	Poor Heaps:470.196.000 (0,57% Cu)	3.058.176 enviados Cementación Naya
1899 17	Nerva y Planes Heaps: 386.247.960 (0,9% Cu) S. Dionisio: 168.265.000 (1.3% Cu) Marismilla & Station Tanks: 21.433.505 (2,05% Cu) Planes Tanks: 4.674.847 (1,4% Cu) Nerva Tanks: 1.100.000 (2.1% Cu) Corrajelos Heap: 78.604.000 (0,3% Cu)	Poor Heaps: 312.356.000 (0,6% Cu) "to Huelva for Export": 7.564.090 (0,3% Cu)	3.355.505 enviados a Cementación Naya
1900 17	Nerva y Planes Heaps: 145.206.610 (0,9% Cu) S. Dionisio: 366.065.000 (1.4% Cu) Corrajelos Heap: 57.793.000 (0,3% Cu)	Poor Heaps: 210.828.000 (0,5% Cu) "to Huelva for Export": 23.313.090 (0,15% Cu)	4.062.561 enviados a Cementación Naya
1901 15	S. Dionisio: 424.415.000 (1.5% Cu)	Poor Heaps: 113.640.000 (0,5% Cu) "to Huelva for Export": 21.686.260 (0,17% Cu)	4.247.822 enviados a Cementación Naya
1902 18	S. Dionisio: 388.825.000 (1.5% Cu)	"to Huelva for Export": 33.715.040 (0,3% Cu)	4.610.469 enviados a Cementación Naya
1903 18	S. Dionisio: 384.600.000 (1.3% Cu)	"to Huelva for Export": 58.687.790 (0,3% Cu) Bessemer plant: 16.020 (14,4% Cu)	4.635.756 enviados a Cementación Naya
1904 16	S. Dionisio: 372.211.410 (1.2% Cu)	"to Huelva for Export": 66.090.180 (0,2% Cu)	4.371.325 enviados a Cementación Naya
1905 16	S. Dionisio: 358.431.800 (1.4% Cu)	"to Huelva for Export": 147.564.440 (0,2% Cu)	3.877.306 enviados a Cementación Naya
1906 17	S. Dionisio: 368.385.600 (1.5% Cu)	"to Huelva for Export": 223.193.780 (0,2% Cu)	5.261.803 enviados a Cementación Naya
1907 19	S. Dionisio: 345.346.600 (1.6% Cu)	"to Huelva for Export": 321.648.000 (0,3% Cu)	5.249.274 enviados a Cementación Naya
1908 19	S. Dionisio: 316.207.800 (1.3% Cu)	"to Huelva for Export": 285.871.330 (0,3% Cu)	5.338.635 enviados a Cementación Naya
1909 19	Stock de Naya Heaps 10.105.749 (0,5,1% Cu) Stock Poor Heaps: 3.535.196 (02% Cu) Stock Corralejos Heaps: 119.919 (0,08% Cu) S. Dionisio: 516.895 (1.6% Cu)	"to Huelva for Export": 300.373.000 (0,3% Cu)	5.780.000 enviados a Cementación Naya
1910 14	S. Dionisio: 407.033 (1.3% Cu)	"to Huelva for Export": 318.452.000 (0,4% Cu)	5.115.000 enviados a Cementación Naya
1911 14	S. Dionisio: 14.028.000 (1.4% Cu) Mineral menudo crudo Puerto de Huelva: 535.000 (0,6% Cu)	Sulphur ore for export: 426.727.000 (0,47% Cu) Sulphuric Acid Work: 15.466.000 (0,16% Cu) Naya Heaps: 52.154.000 (0,5% Cu)	3.637.467 enviados a Cementación Naya
1912 15	S. Dionisio: 492.464.000 (1.3% Cu)	Sulphur ore for export: 420.862.000 (0,47% Cu) Sulphuric Acid Work: 76.630.000 (0.3 % Cu)	6.010.000 Enviados a Cementación Naya
1913 11	Crude ore: 309.037.000 (1.4% Cu) Silicious Ore and 2nd Class small Ore: 27.459.000 (1,8% Cu)	Sulphur ore for export: 453.345.000 (0,4% Cu) Sulphuric Acid Work: 400.000 (0.5 % Cu)	5.940.000 Enviados a Cementación Naya
1914 12	Crude ore: 7.551.000 (1,3% Cu) Silicious Ore and 2nd Class small Ore: 69.971.000 (1,8% Cu)	Sulphur ore for export: 389.645.000 (0,3% Cu) Residues & loss from screening 261.242.000 (0.2% Cu)	4800.000 Enviados a Cementación Naya
1915 12	Crude ore: 91.062.000 (1.9% Cu) Silicious Ore and 2nd Class small Ore: 124.789.000 (1.8% Cu)	Sulphur ore for export (washed): 387.060.000 (0,2% Cu) Residues & loss from screening: 60.780.000 (1.7% Cu)	5.400.000 enviados a Cementación Naya
1916	Crude ore: 128.488.000 (1.8% Cu)	Sulphur ore for export (washed):	5.730.000 enviados a

11	Silicious Ore and 2nd Class small Ore: 166.643.000 (1.3% Cu) Old mixed ore: 55.176.000 (0,2% Cu)	548.519.000 (0,2% Cu) Residues & loss from screening 381.054.000 (0.2% Cu) Crude Sulphur for export: .000 (1,3% Cu) Poor ore for export: 47.535.000 (2% Cu)	Cementación Naya
1917 11	Crude ore: 310.664.000 (2% Cu) Siliceus Ore and 2nd Class small Ore: 166.643.000 (2% Cu) Old mixed mineral: 55.176.000 (0,3% Cu) From Tejonera Heaps (in liquors): 402.000	Sulphur ore for export (washed): 487.797.000 (1% Cu) Residues & loss from screening 264.253.000 (0.3% Cu) Crude Sulphur for export: 7.940.000 (1,3% Cu) Poor ore for export: 47.535.000 (2% Cu)	6.030.000 enviados a Cementación Naya
1918 11	Crude ore: 349.526.000 (2% Cu) Siliceus Ore and 2nd Class small Ore: 294.551.000 (1.7% Cu) Old mixed mineral: 77.175.000 (0,2% Cu) From Cerda Heaps (in liquors): 601.000 From Tejonera Heaps (in liquors): 416.000	Sulphur ore for export (washed): 120.233.000 (0,2% Cu) Residues & loss from screening 25.004.000 (0.3% Cu) Crude Sulphur for export: 26.742.000 (1,3% Cu) Poor ore for export: 22.035.000 (2% Cu)	7.730.000 enviados a Cementación Naya
1919 11	Crude ore: 250.706.000 (1,7% Cu) Siliceus Ore and 2nd Class small Ore: 203.774.000 (1.6% Cu) From Cerda & Tejonera Heaps (in liquors): 251.000	Sulphur ore for export (washed): 98.246.000 (0,3% Cu) Crude Sulphur for export: 16.447.000 (2,1 % Cu) Poor ore for export: 42.121.000 (2,1 % Cu) Sulphuric Acid Work: 1.058.000 (0,47% Cu)	6.770.000 enviados a Cementación Naya
1921 12	Crude ore: 413.608.000 (1,2% Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 319.281.000 (1.09% Cu) From Cerda & Tejonera Heaps (in liquors): 153.000	Sulphur ore for export (washed): 217.883.000 (0,3% Cu) Poor ore for export: 17.426.000 (1,3 % Cu)	6.770.000 enviados a Cementación Naya
1922 11	Crude ore: 268.177.000 (1,1% Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 226.805.000 (1.01% Cu) Old mixed Mineral: 14.884.000 (0.1% Cu)	Sulphur ore for export (washed): 191.780.000 (0,4% Cu) Sulphuric Acid Work: 141.000 (0.4 % Cu) Poor ore for export: 14.934.000 (1,3 % Cu) Sulphide Process: 1.783.000 (0.4% Cu) Sent to Cerda Heaps: 183.000 (0,3% Cu)	8.299.000 enviados a Cementación Naya
1923 11	Crude ore: 253.842.000 (1,1% Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 432.164.000 (1.09% Cu) Old mixed Mineral: 23.177.000 (0.3% Cu) From Cerda & Tejonera Heaps (in liquors): 134.000	Sulphur ore for export (washed): 216.794.000 (0,6% Cu) Poor ore for export: 42.328.000 (1,2 % Cu) Sulphide Process: 2.664.000 (0.4% Cu)	8.340.000 enviados a Cementación Naya
1924 11	Crude ore: 344.810.000 (1,1% Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 488.991.000 (1.04% Cu) Old mixed Mineral: 3.535.000 (0.3% Cu) From Cerda & Tejonera Heaps (in liquors): 142.000	Sulphur ore for export (washed): 271.216.000 (0,6% Cu) Poor ore for export: 26.329.000 (1,2 % Cu) Smelting Department: 177.000 (1,2 % Cu) Residues and loss from Strip Washing: 26.054.000 (0.2% Cu) Sulphide Process: 600.000 (0.4% Cu)	8.904.000 enviados a Cementación Naya
1924 11	Crude ore: 424.754.000 (1,1% Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 426.454.000 (1.02% Cu) Old mixed Mineral: 5.773.000 (0.1% Cu) From Cerda & Tejonera Heaps (in liquors): 83.000	Sulphur ore for export (washed): 213.785.000 (0,4% Cu) Poor ore for export: 45.290.000 (1,0 % Cu) Residues and loss from Strip Washing: 5.520.000 (0.2% Cu) Concentrator: 14.859.000 (0,2% Cu) Waste from Strip Washing etc.: 109.399.000 (0,01)	9.157.000 enviado en Cementación Naya
1925 11	Crude ore: 129.424.000 (1 % Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 296.495.000 (1.02% Cu) Old mixed Mineral: 7.220.000 (0.1% Cu) Flue Dust from Smelter: 11.766.000 (4,6% Cu) From Tejonera Heaps: 4.969.000 (0.3% Cu)	Sulphur ore for export (washed): 217.991.000 (0,5% Cu) Sulphuric Acid Works: 10.876.000 (0,7% Cu) Poor ore for export: 5.853.000 (1,0 % Cu) Calcination Plant: 70.704.000 (0,9% Cu) Smelting Department: 30.000 (0,4% Cu) Residues and loss from Strip Washing: 4.708.000 (0.4% Cu) Concentrator: 3.388.000 (0.4% Cu) Sent to Naya Heaps (in liquors): 15.000	6.469.000 enviado a Cementación Naya
1926 11	Crude ore: 410.519.000 (1,6% Cu) Siliceus ore and 2nd Class small Ore: 458.591.000 (1,3% Cu) Naya Screen: 41.968.000 (1,6% Cu) Calcination Plant: 23.113.000 (3,2%	Sulphur ore for export (washed): 262.541.000 (0,3 % Cu) Poor Ore for export; 9.131.000 (1,04% Cu) Sulphuric Acid Works: 2.383.000 (0,7% Cu) Concentrator: 142.132.000 (0,3% Cu)	10.130.000 enviado a Cementación Naya

	Cu) River dump: 16.713.000 (0,3% Cu) Concentrator: 3.844.000 (0,8% Cu) From Cerda & Tejonera (in liquors): 1.235.000		
1927 11	Crude ore: 479.665.000 (1,7% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 106.431.000 (2,0% Cu) Siliceus Ore: 364.533.000 (1,4% Cu) Naya Screen: 44.978.000 (2,8% Cu) Clean Crude ore Cerda: 57.854.000 (0,6% Cu) Calcination Plant: 25.349.000 (2,7% Cu) Reduction of ferric iron: 2.838.000 (2,1% Cu) Concentrator: 13.669.000 (0,8% Cu) Siliceus Ore for export: 441.000 (0,6% Cu) Old mixed mineral: 478.000 (0,2% Cu) Cerda y Tejonera Heaps in liquors: 2.169.000	Sulphur ore for export (washed): 325.646.000 (0,5% Cu) Sulphuric Acid Works: 3.152.000 (1,7% Cu) Poor ore for export: 21.161.000 (0,4 % Cu) Concentrator: 3.388.000 (0.4% Cu) to clean crude ore Cerda: 7.216.000 (1,3% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 6.398.000 (0,8 % Cu)	14.279.000 enviado a Cementación Naya
1928 12	Crude ore: 604.072.000 (1,4% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 162.865.000 (1,65% Cu) Siliceus Ore: 251.614.000 (1,3% Cu) Naya Screen: 20.679.000 (1.7% Cu) Reduction of ferric iron: 2.231.000 (1,8% Cu) Concentrator: 5.737.000 (0,8% Cu) Cerda y Tejonera Heaps in liquors: 4.269.000	Sulphur ore for export (washed): 316.702.000 (0,5% Cu) Sulphuric Acid Works: 5.645.000 (0,7% Cu) Poor ore for export: 29.701.000 (1,1 % Cu) Concentrator: 226.116.000 (0,4% Cu) Calcination Plant: 363.000 (1,37% Cu) Reduction of Ferric Iron: 750.000 (0,4% Cu)	14.651.000 enviados a Cementación Naya

A partir de 1929 en la documentación aparece sólo como "Heaps"

AÑO Statement	Mineral recibido en kilos	Mineral enviado en kilos	Cobre "produced in liquors" en kilos
1929 12	Crude ore: 536.542.000 (1,2% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 259.149.000 (1,4% Cu) Siliceus Ore: 420.568.000 (1,5% Cu) Naya Screen: 10.892.000 (1.9% Cu) Sulphuric Acid Works: 6.829.000 (2.7% Cu) Reduction of ferric iron: 3.952.000 (2% Cu) Concentrator: 26.811.000 (0,5% Cu) San Dionisio Screens: 73.000 (1,7% Cu) Flue Dust Smelter: 3.774.000 (4,4% Cu) Purchased San Telmo: 425.000 (4,7% Cu)	Sulphur ore for export to Huelva: 14.207.000 (0,6% Cu) Sulphur ore for export to San Juan de Aznalfarache: 18.117.000 (0,5% Cu) Sulphur ore for export to Naya Screen: 5.469.000 (0,47% Cu) Sulphur ore for export to Deposit Isla: 339.205.000 (0,3% Cu) Sulphuric Acid Works: 21.949.000 (1,1% Cu) Poor ore for export: 29.701.000 (1,1 % Cu) Concentrator: 356.513.000 (0,4% Cu) Calcination Plant: 37.000 (0,2% Cu) Smelting Department: 19.835.000 (2,0% Cu) Reduction of Ferric Iron: 902.000 (0,7% Cu)	15.654.000 enviados a Cementación Naya
1930 14	Crude ore: 480.985.000 (1,4% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 228.686.000 (1,7% Cu) Siliceus Ore: 327.245.000 (1,8% Cu) Naya Screen: 10.892.000 (1.9% Cu) Calcination Plant: 9.751.000 (2,8% Cu) Sulphuric Acid Works: 7.034.000 (0,6% Cu) Reduction of ferric iron: 3.656.000 (2,3% Cu) Concentrator: 29.297.000 (0,5% Cu) Flue Dust Smelter: 10.140.000 (4,3% Cu) Purchased San Telmo: 273.000 (4,7% Cu)	Sulphur ore for export to Huelva: 520.000 (0,5% Cu) Sulphur ore for export to San Juan de Aznalfarache: 16.205.000 (0,3% Cu) Sulphur ore for export to Naya Screen: 143.201.000 (0,5% Cu) Sulphur ore for export to Deposits: 276.006.000 (0,4% Cu) Sulphur ore for export to Peñarroya: 204.000 (0,4% Cu) Sulphuric Acid Works: 5.336.000 (0,4% Cu) Concentrator: 1.377.000 (0,4% Cu) Smelting Department: 165.000 (1,8% Cu) Sulphide Concentrates for Export (crushed): 6.650.000 (0,6% Cu) Sintering Plant: 30.000 (0,1% Cu) Cupreus cinders for export: 20.978.000 (1,9% Cu)	13.900.000 enviados a Cementación Naya
1931 14	Crude ore: 547.457.000 (1,5% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 156.989.000 (2,6% Cu) Siliceus Ore: 164.436.000 (2,0% Cu) Naya Screen: 6.200.000 (1.9% Cu) Sulphuric Acid Works: 6.028.000	Sulphur ore for export to Huelva: 4.207.000 (0,5% Cu) Sulphur ore for export to San Juan de Aznalfarache: 15.017.000 (0,3% Cu) Sulphur ore for export to Naya Screen: 121.681.000 (0,4% Cu)	13.079.000 enviados a Cementación Naya

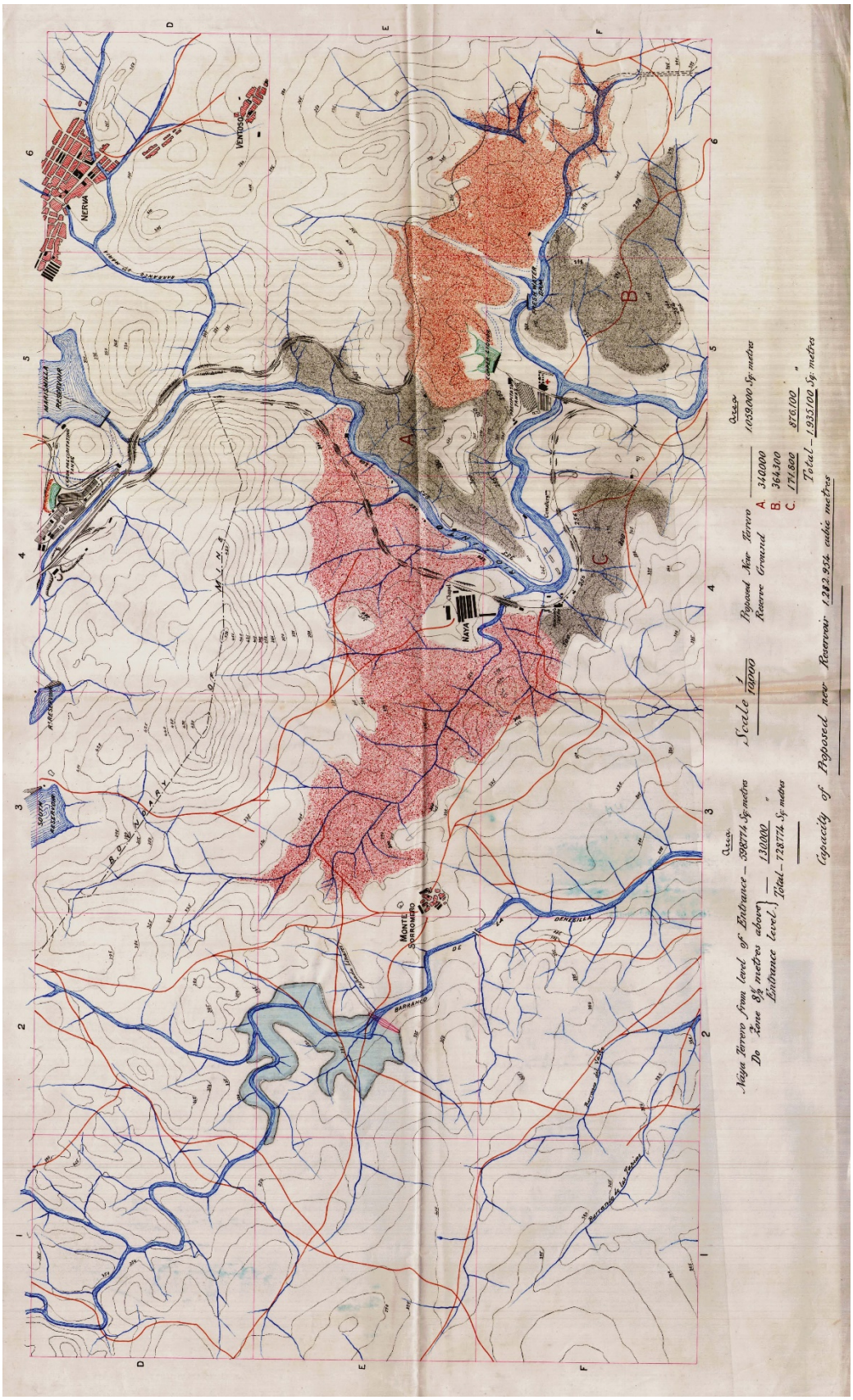
	(1,4% Cu) Reduction of ferric iron: 2.273.000 (2,3% Cu) Concentrator: 14.344.000 (0,4% Cu) Flue Dust Smelter: 8.070.000 (6,4% Cu)	Sulphur ore for export to Deposits: 235.148.000 (0,3% Cu) Sulphuric Acid Works: 2.876.000 (0,3% Cu) Concentrator: 1.85.902.000 (0,3% Cu) Smelting Department: 3.227.000 (0,2% Cu) Cupreus cinders for export: 12.363.000 (1,8% Cu) Flotation concentrator: 1.85.902.000 (0,3% Cu)	
1932 14	Crude ore: 421.755.000 (1,6% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 54.974.000 (2.9% Cu) Siliceus Ore: 34.870.000 (2,1% Cu) Naya Screen: 12.509.000 (1.6% Cu) Sulphuric Acid Works: 5.842.000 (1,5% Cu) Reduction of ferric iron: 3.431.000 (2,3% Cu) Concentrator: 18.535.000 (0,5% Cu) San Dionisio Screen:458.000 (3,2% Cu) Lavadora Deposit: 1.564.000 (0,2% Cu) Sintering Plant: 1.521.000 (2,3% Cu) Flue Dust Smelter: 219.000 (6 % Cu)	Sulphur ore for export to Huelva: 2.010.000 (0,4% Cu) Sulphur ore for export to San Juan de Aznalfarache: 11.832.000 (0,4% Cu) Sulphur ore for export to Naya Screen: 124.965.000 (0,4% Cu) Sulphur ore for export to Deposits: 180.045.000 (0,3% Cu) Sulphuric Acid Works: 186.880.000 (0,3% Cu) Concentrator: 672.000 (0,3% Cu) Smelting Department: 2.017.000 (0,2% Cu) Reduction of Ferric Iron: 2.017.000 (2.2% Cu)	11.525 enviados a Cementación Naya
1933 14	Crude ore: 355.984.000 (1,7% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 38.034.000 (3,3% Cu) Siliceus Ore: 11.512.000 (2,1% Cu) Naya Screen: 6.200.000 (1.9% Cu) Sulphuric Acid Works: 6.028.000 (1,4% Cu) Reduction of ferric iron: 2.273.000 (2,3% Cu) Concentrator: 14.344.000 (0,4% Cu) Flue Dust Smelter: 8.070.000 (6,4% Cu)	Sulphur ore for export to Huelva: 17.432.000 (0,3% Cu) Sulphur ore for export to San Juan de Aznalfarache: 1.129.000 (0,5% Cu) Sulphur ore for export to Naya Screen: 148.881.000 (0,5% Cu) San Dionisio Screen: 6.826.000 (0,2% Cu) To Isla Deposit: 200.998.000 (0,3% Cu) Concentrator: 208.835.000 (0,3% Cu) Reduction of Ferric Iron: 4.381.000 (1.2% Cu)	10.157 enviados a Cementación Naya
1934 14	Crude ore: 333.047.000 (1,3% Cu) 2nd & 3rd Class Ore: 36.128.000 (3,2% Cu) Siliceus Ore: 7.334.000 (3,6% Cu) Cupreous ore: 5.137.000 (1,7% Cu) Non Cupreous ore: 11.150.000 (0,8% Cu) Sulphuric Acid Works: 5.827.000 (0,9% Cu) Reduction of ferric iron: 2.258.000 (0,9% Cu) Concentrator: 108.000 (0,9% Cu) Flue Dust Smelter: 2.848.000 (6,4% Cu)	Sulphur ore for export to Huelva: 982.000 (0,5% Cu) Sulphur ore for export to San Juan de Aznalfarache: 1.459.000 (0,2% Cu) Sulphur ore for export to Naya Screen: 308.095.000 (0,5% Cu) To Isla Deposit: 128.458.000 (0,3% Cu) Sulphuric Acid Works: 8.199.000 (0,6% Cu) Concentrator: 259.534.000 (no se indica ley) Reduction of Ferric Iron: 3.761.000 (1.3% Cu) Crude ore to Naya Screen: 378.000 (2,3% Cu)	7.783.000 enviados a Cementación Naya
1935 14	First Class: 181.326.000 (1,5% Cu) 2nd Class Ore: 31.969.000 (3,3% Cu) 3rd Class Ore: 14.944.000 (2,9% Cu) Naya Screen Cupreous Ore: 20.442.000 (2,38% Cu) Naya Screen Cupreous: 4.401.000 (1,23% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 7.144.000 (0,7% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.171.000 (0,76% Cu) Flue Dust from Smelter: 1.369.000 (9,13% Cu)	To Naya Screen: 359.298.000 (0,41% Cu) Cupreous Ore: 42.016.000 (1,5% Cu Concentrador: 271.636.000 (1,25% Cu) Ore to Alfredo shaft for filling: 514.000 (0,19% Cu)	7.591.000 enviados a Cementación Naya
1936 14	First Class:20.443.000 (1,3% Cu) 2nd Class Ore: 54.848.000 (1,3% Cu) 3rd Class Ore: 7.493.000 (2,9% Cu) Wash Heaps: 1.570.000 (2,6) Naya Screen Non Cupreous Ore: 419.000 (0,07% Cu) Naya Screen Low Cupreous Ore: 1.613.000 (0,97% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 3.677.000 (0,7% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.667.000 (0,7% Cu) Flue Dust from Smelter: 1.404.000	To Naya Screen: 264.060.000 (0,42% Cu) Cupreous Ore: 33.654.000 (2% Cu) Concentrador: 239.274.000 (0.3% Cu)	7.208.000 enviados a Cementación Naya

	(6,7% Cu) Transfer: 48.322.000 (0,2% Cu)		
1937 16	First Class: 28.829.000 (1,2% Cu) 2nd Class Ore: 12.394000 (2,7% Cu) 3rd Class Ore: 9.781.000 (2,3% Cu) Naya Screen :4.724.000 (0,8% Cu) Smelting ore deposit at Cerda: 446.000 (3,14% Cu) Smelting Department: 164.000 (2,4% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 1.950.000(0,8% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.562.000 (0,9% Cu) Flue Dust from Smelter: 1.531.000 (6,2% Cu) Transfer: 18.390.000 (0,3 % Cu)	To Naya Screen: 260.707.000 (0,42% Cu) To Export: 982.000 (0,61% Cu) For Sulphide Concentrates: 303.350.000 (0,39% Cu) Transfers: 18.390.000 (0,35% Cu) Used for underground filling: 53.000.000 (0,20% Cu)	4.306.000 enviados a Cementación Naya
1938 16	1st Class ore: 3.825.000 (4,4% Cu) 2nd Class Ore: 17.479.000 (3.2% Cu) 3rd Class Ore: 19.352.000 (3.5% Cu) Naya Screen: 778.000 (0,7% Cu) From liquor dam: 3.095.000 (0,6% Cu) Smelter ore deposit at Cerda: 257.000 (3,11% Cu) Smelter ore deposit: 42.562.000 (1,8% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 3.283.000(1,01% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.350.000 (0,8% Cu) Flue Dust from Smelter: 720.000 (5,3% Cu) Transfer: 6.701.000 (0,3 % Cu)	To Naya Screen: 167.974.000 (0,35% Cu) To Export: 19.965.000 (1,18% Cu) Concentrator: 159.119.000 (0,31% Cu) Used for Underground filling: 29.622.000 (0,2% Cu) Transfer: 6.701.000 (0,3% Cu)	4.142.000 enviados a Cementación Naya
1939 16	1st Class ore: 9.821.000 (1,16% Cu) 2nd Class Ore: 9.296.000 (2,8% Cu) 3rd Class Ore: 16.512.000 (2,17% Cu) Naya Screen: 1.591.000 (0,6% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 3.807.000(0,74% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.723.000 (0,94% Cu) Flue Dust from Smelter: 398.000 (4,5% Cu) Transfer: 310.000 (0,9 % Cu)	To Naya Screen: 183.731000 (0,6% Cu) Concentrator: 183.709.000 (2% Cu) To Smelter: 157.000 (5,3% Cu) Used for Underground filling: 26.231.000 (0,5% Cu) Transfer: 958.000 (0,5% Cu)	3.439.000 enviados a Cementación Naya
1940 16	1st Class ore:3.895 .000 (2,6% Cu) 2nd Class Ore: 47.712.000 (0,61% Cu) 3rd Class Ore: 2.196.000 (1,59% Cu) Buitrón Ore: 1.230.000 (4,47% Cu) Transferred from 1st Class ore: 54.800.000 (0,89% Cu) Transferred from Alfredo Deposit: 42.838.000 (0,92% Cu) Rich fines deposit transferred: 3.481.000 (3,47% Cu) Naya Screen: 14.433.000 (1,3% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 4.150.000 (0,75% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 4.044.000 (0,35% Cu) Flue Dust from Smelter: 437.000 (5,49% Cu)	To Naya Screen: 189.058.000 (1,3% Cu) Concentrator: 46.232.000 (0,40 % Cu) Used for Underground filling: 36.868.000 (0,85% Cu) Transferred to 2nd Class Ore: 54.800.000 (0,89% Cu)	2.622.000 enviados a Cementación Naya
1941 16	1st Class ore: 30.678.000 (1,21% Cu) 1st Class ore B Mineral: 7.869.000 (2,2% Cu) 2nd Class Ore: 16.389.000 (1,59% Cu) 3rd Class Ore: 298.000 (2% Cu) MSD Deposit: 659.000 (1,37% Cu) Buitrón Ore: 453.000 (3,97% Cu) Naya Screen: 207.000 (0,97% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 2.260.000 (1,50% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant:	To Naya Screen: 79.792.000 (0,40% Cu) To Naya Screen, Quick wash ore: 23.174.000 (2,41% Cu) To S02 Plant: 127.000 To Smelting Department: 5.729.000 (0,26% Cu) Used for Underground filling: 16.307.000 (0,73% Cu)	2.503.000 enviados a Cementación Naya

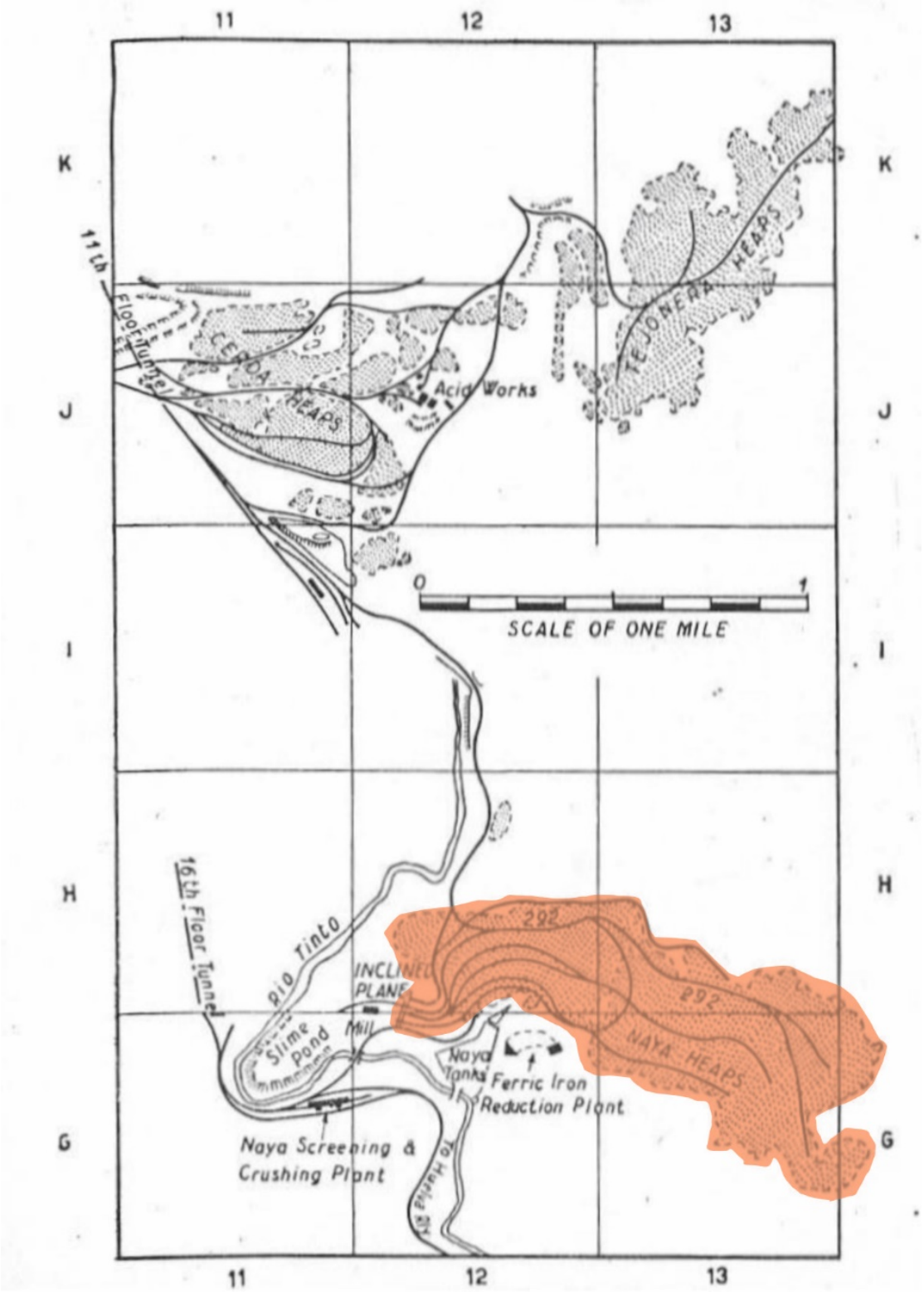
	4.763.000 (1,01% Cu) Flue Dust from Smelter: 494.000 (5,49% Cu)		
1942 16	1st Class ore: 22.152.000 (1,1% Cu) 1st Class ore B Mineral: 67.098.000 (1,8% Cu) 2nd Class Ore: 8.857.000 (1,88% Cu) 3rd Class Ore: 335.000 (0,54% Cu) Stock in cupreous ore transferred: 79.843.000 (1,22% Cu) MSD Deposit: 214.000 (0.93% Cu) Washed Ore from SO2 Plant: 20.000 (0,52% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 2.816.000 (1,49% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.596.000 (0,53% Cu) Flue Dust from Smelter: 128.000 (7,81% Cu)	To Naya Screen: 95.801.000 (0,47% Cu) To Smelting Department: 3.322.000 (0,096% Cu) Used for Underground filling: 7.574.000 (0,87% Cu)	2.672.000 enviados a Cementación Naya
1943 16	1st Class ore: 19.957.000 (0,99% Cu) 1st Class ore B Mineral: 63.063.000 (1,53% Cu) 2nd Class Ore: 20.044.000 (1,93% Cu) 3rd Class Ore: 462.000 (0,43% Cu) Naya Screen: 129.000 (0.3% Cu) MSD Deposit: 44.000 (1.82% Cu) Washed Ore from SO2 Plant: 117.000 (0.62% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 1.688.000 (1,6% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 3.012.000 (0,56% Cu) Flue Dust from Smelter: 1.135.000 (2,29% Cu)	To Naya Screen: 69.495.000 (0,30% Cu) To Smelting Department: 841.000 (0,24% Cu) To Flotation Concentrates: 11.736.000 (1,35% Cu)	2.103.000 enviados a Cementación Naya
1944 16	1st Class ore: 20.336.000 (1,24% Cu) 1st Class ore B Mineral: 83.408.000 (1,52% Cu) 2nd Class Ore: 14.451.000 (2.19% Cu) 3rd Class Ore: 635.000 (0,63% Cu) MSD Deposit: 166.000 (0,7% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 2.133.000 (1,5% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.310.000 (0,61% Cu)	To Naya Screen: 46.652.000 (0,9% Cu) Chlorite from Tejonera: 17.215.000 (1,35% Cu)	1.820.000 enviados a Cementación Naya
1945 16	1st Class ore: 31.482.000 (1,42% Cu) 1st Class ore B Mineral: 44.286.000 (1,47% Cu) 2nd Class Ore: 11.548.000 (1.99% Cu) 3rd Class Ore: 5.917.000 (1,30% Cu) Chlorite ore from Smelter: 1.953.000 (0,97% Cu) Chlorite ore from North Lode: 1.690.000 (2,95% Cu Calcined Ore from Acid Work: 3.738.000 (1,98% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.211.000 (0,77% Cu)	To Naya Screen: 87.912.000 (0,31% Cu) Chlorite from Tejonera: 7.147.000 (1,25% Cu)	2.000.000 enviados a Cementación Naya
1946 16	1st Class ore: 8.687.000 (1,14% Cu) 1st Class ore B Mineral: 45.650.000 (1,41% Cu) 2nd Class Ore: 8.907.000 (2,10% Cu) 3rd Class Ore: 2.207.000 (0,81% Cu) Chlorite ore from Smelter: 984.000 (1,12% Cu) MSD Deposit: 369.000 (2,49% Cu) Flue Dust from Smelter: 127.000 (2,36% Cu) Transferred from Smelter: 212.000 (3,33% Cu) Transferred from Potential washed: 2.160.000 (0,79% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 3.052.000 (0.69% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.211.000 (0,77% Cu)	To Naya Screen: 83.799.000 (0,29% Cu) Chlorite from Tejonera: 16.397.000 (1,30% Cu) Transferred to Quick Wash ore: 2.911.000 (1,3% Cu) Transferred to Potential Washed: 45.650.000 (1,41% Cu)	2.158.000 enviados a Cementación Naya

1947 16	1st Class ore: 20.148.000 (1,76% Cu) 2nd Class Ore: 6.741.000 (1,90% Cu) 3rd Class Ore:3.524.000 (1,2% Cu) Zarandas: 4.589.000 (1,3% Cu) MSD Deposit: 53.000 (1,89% Cu) Sweepping from Zarandas: 21.000 (0,29% Cu) From Smelting Departament: 298.000 (2,02% Cu) Transferred from Quick Wash: 254.623.000 (1,06% Cu) Returned from Polvorín: 124.000 (0,81% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 2.248.000 (1.67% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.930.000 (0,72% Cu) Transferred from Deposit: 21.194.000 (1,2% Cu)	To Naya Screen: 83.834.000 (0,30% Cu) Chlorite from Tejonera: 7.903.000 (1,18% Cu) Chlorite sent to tipes: 11.988.000 (0,77% Cu) Transferred to Potential Washed: 254.623.000 (1,61% Cu)	2.059.000 enviados a Cementación Naya
1948 11	1st Class ore: 1.789.000 (2,46% Cu) 2nd Class Ore: 3.512.000 (2,39% Cu) 3rd Class Ore: 887.000 (0,79% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 2.485.000 (0,72% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 4.396.000 (1,48% Cu)	To Naya Screen: 145.578.000 (0,30% Cu) Chlorite from Tejonera: 13.600.000 (1,3% Cu) Chlorite sent to tipes: 5.033.000 (1,07% Cu)	1.580.0000 enviados a Cementación Naya
1949 11	1st Class ore: 14.688.000 (1,94% Cu) 2nd Class Ore: 2.298.000 (2,87% Cu) 3rd Class Ore: 3.429.000 (0,70% Cu) Sweepping from Polvorín: 9.000 (0,51% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 4.572.000 (1,57% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.548.000 (0,63% Cu)	To Naya Screen: 135.143.000 (0,36% Cu) Chlorite from Tejonera: 20.398.000 (1,10% Cu) Chlorite sent to tipes: 645.000 (0,78% Cu)	1.522.000 enviados a Cementación Naya
1950 11	1st Class ore: 21.064.000 (1,71% Cu) 2nd Class Ore: 1.336.000 (2,17% Cu) 3rd Class Ore: 1.364.000 (0,66% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 2.725.000 (0,70% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 4.176.000 (1,75% Cu) Transferred from 2nd Class Ore: 27.555.000 (0,38% Cu)	To Naya Screen: 167.050.000 (0,39% Cu) Cupreous Ore: 10.142.000 (1,15% Cu) Chlorite to Flotation Concentrator: 13.948.000 (1,16% Cu)	1.547.000 enviados a Cementación Naya
1951 11	2nd Class Ore: 1.444.000 (1,59% Cu) 3rd Class Ore: 623.000 Calcined Ore from Acid Work: 2.962.000 (0,74% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 4.745.000 (0,51% Cu) Transferred from 2nd Class Ore: 15.014.000 (0,35% Cu)	To Naya Screen: 254.875.000 (0,29% Cu) Cupreous Ore: 84.000 (1,19% Cu) Chlorite to Flotation Concentrator: 10.446.000 (0,92% Cu)	1.506.000 enviados a Cementación Naya
1952 11	2nd Class Ore: 9.666.000 (1,68% Cu) 3rd Class Ore: 1.618.000 (0,49% Cu) From MSD Deposit: 2.862.000 (2.862.000 (2,34% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 4.688.000 (1,41% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.961.000 (0,68% Cu) Transferred from 2nd Class Ore: 13.579.000 (0,22% Cu)	To Naya Screen: 226.868.000 (0,31% Cu) Chlorite to Flotation Concentrator: 17.253.000 (0,96% Cu) Chlorite to Lago Tip: 4.438.000 (1,22% Cu) Chlorite to Lavadora Plant: 623.000 (1,12% Cu)	1.438.000 enviados a Cementación Naya
1953 11	2nd Class Ore: 27.716.000 (1,04% Cu) 3rd Class Ore: 782.000 (1,02% Cu) From San Dionisio: 199.000 (3,02% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 4.774.000 (1,59% Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 2.251.000 (0,62% Cu)	To Naya Screen: 127.634.000 (0,36% Cu) Chlorite to Flotation Concentrator: 28.820.000 (1,04% Cu) Chlorite to Lago Tip: 2.751.000 (1,22% Cu) Chlorite to Lavadora Plant: 35.000 (2,86% Cu) Chlorite to Smelter: 574.000 (0,70% Cu) Mineral sent to Lavadora Plant: 90.783.000 (0,26% Cu)	1.404.000 enviados a Cementación Naya

1954 11	2nd Class Ore: 11.052.000 (0,92% Cu) 3rd Class Ore: 1.381.000 (0,43% Cu) From San Dionisio: 226.000 (4,42% Cu) Calcined Ore from Acid Work: 5.081.000 (2,3 % Cu) Calcined Ore from SO2 Plant: 1.399.000 (0,79% Cu)	To Naya Screen: 166.612.000 (0,28% Cu) Chlorite to Flotation Concentrator: 27.135.000 (0,97% Cu) Chlorite to Lavadora Plant: 293.829.000 (0,24% Cu)	1.024.000 enviados a Cementación Naya



Plano 50, Plano de Terreros Naya, Legajo 100 B 37, 1890.



Plano 51, General Plan of Leaching Grounds, Taylor & Whelan (1942), Fig. 12, 53, en rojo el sector de Terreros Naya.

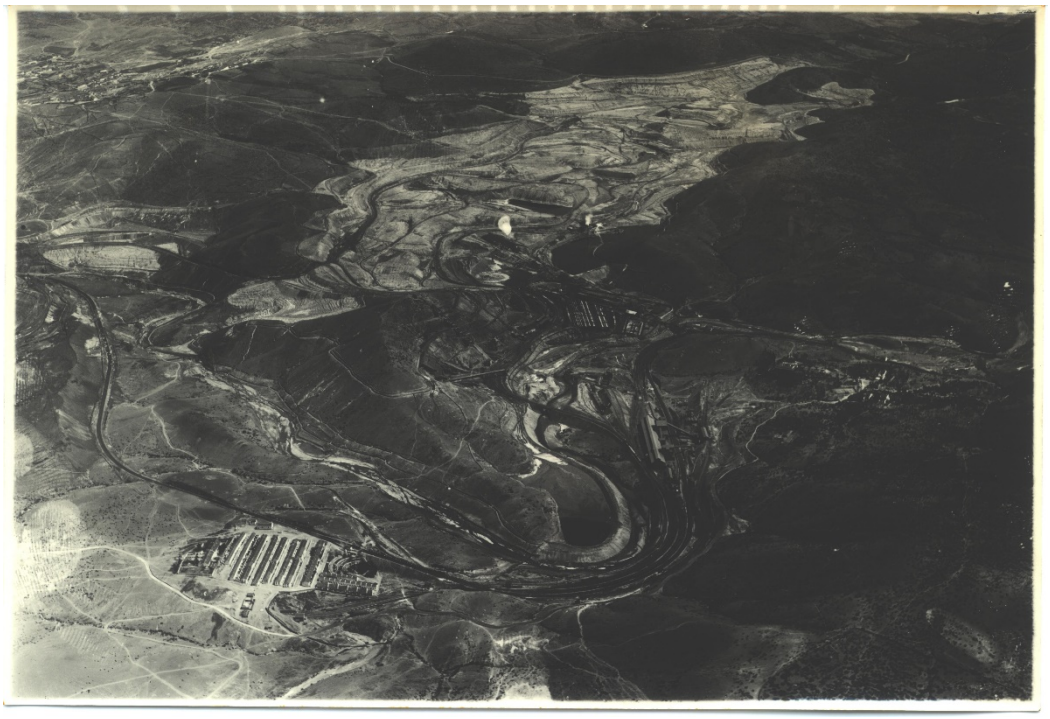


Foto 191, Vista aérea de del Terrero Naya (en la parte superior de la foto) y Cementación Naya, 6 de abril de 1929. AHMFRT.



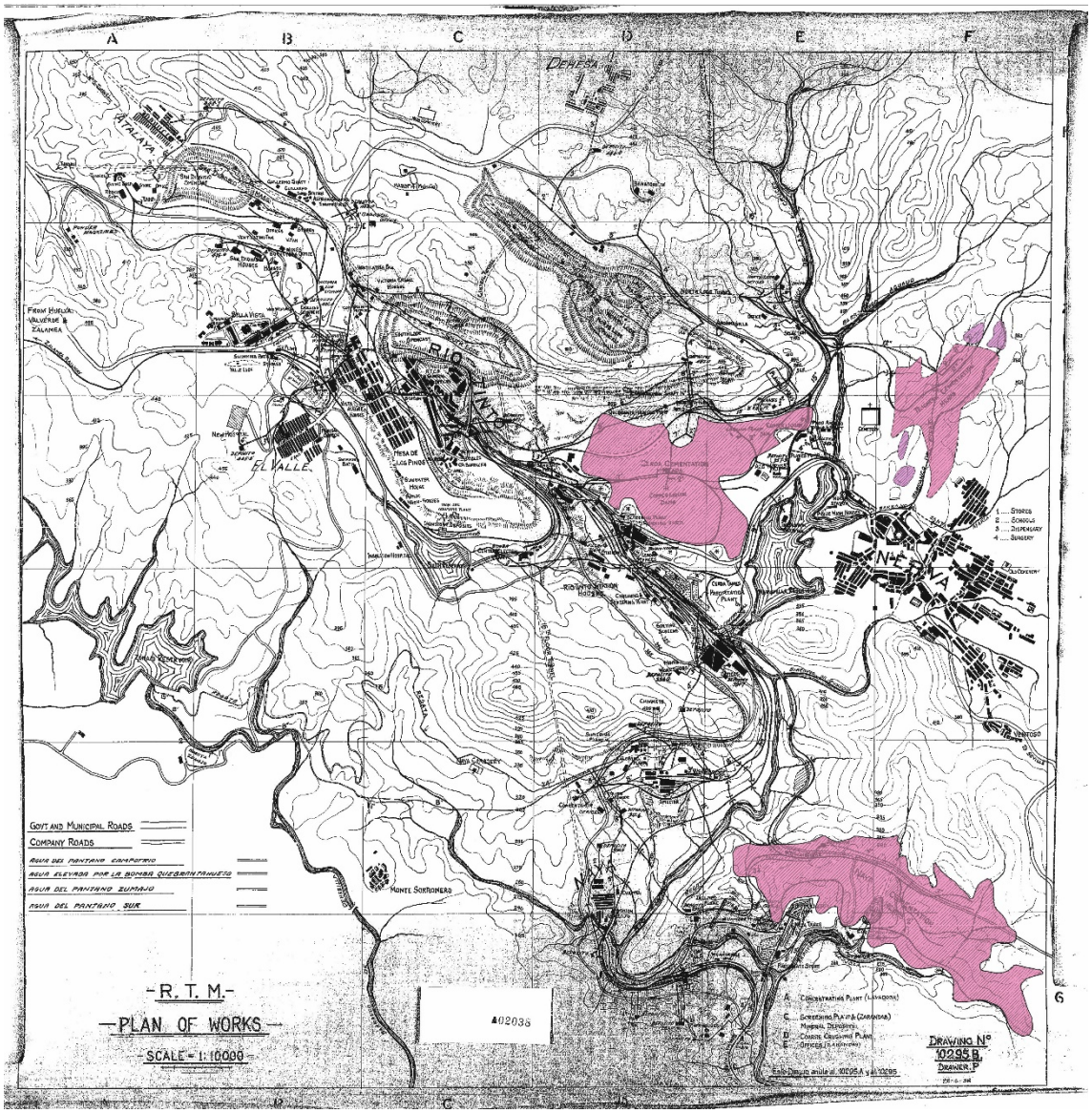
Foto 192, Vista aérea de los Terreros Naya, en la parte inferior izquierda está el dique y la Cementación Naya, 6 de abril de 1929. AHMFRT.



Foto 193, Vista actual desde el SO del Terrero Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 194 Vista desde el Este del sector de poniente del Terrero Naya, 2021, foto ADD.



Plano 52, Ubicación de los Terreros operativos entre 1910 y 1954: Tejoneras, Cerda y Naya, sobre Plano A 2032, 1932, AHMFRT.

7.5. PRECIPITACIÓN

Es el proceso por el cual se precipitaba el cobre contenido en los licores mediante el empleo del hierro, como se describió en el punto 8.3.3 PRECIPITACIÓN O CEMENTACIÓN. De esta forma se desarrollaron las operaciones de precipitación en época británica hasta los años veinte del siglo XX, con la diferencia de la magnitud y el número de cementaciones desde 1873.

El agua provino para estos trabajos provino del interior de la mina, de cualquiera de las variantes del proceso Doetsch o de los terreros, se canalizaba empleando hasta los diques, desde donde se pasaba el agua a los canales cementadores, donde estaba depositado el hierro (sobre el tipo de hierro empleado en Río Tinto entre 1873 y 1954 ver el capítulo siguiente 9.5.1) dispuesto sobre traviesas de madera, procurando que no obstaculizara el paso del agua enriquecida en cobre. Pasados varios días, dependiendo de la temperatura exterior y de la pluviosidad, de un par de días a cinco, se desaguaban los canales, se pasaba a descascarillar a mano, se retiraba la cáscara y la papucha, que se cargaba a mano, se limpiaban los canales y se volvía a empezar el proceso.

Así se sucedieron los trabajos de precipitación hasta la primera década del siglo XX en Cerda y Naya, que son las dos cementaciones operativas en ese momento.

A partir de este momento RTCL introducirá dos cambios significativos con respecto a cómo se realizaron los trabajos de cementación hasta ese momento. El primero, fue la mecanización en las operaciones de precipitación y la Planta de Reducción por Dióxido de azufre que favoreció un menor consumo de hierro en los canales.

Aunque en este capítulo nos centraremos en describir los cambios que se produjeron en la precipitación con hierro entre 1873 y 1954, hay que señalar que en dos ocasiones en 1882 y 1922, se realizaron dos cortos ensayos para precipitar el cobre contenido en los licores con hidrógeno sulfurado[43], pero se continuó empleando hierro para precipitar cobre.

[43]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….69.

La introducción de maquinaria en los trabajos de precipitación se inició a principios del siglo XX en las dos cementaciones que estaban operativas desde 1904 que eran las de Cerda y Naya.

Así, en Cementación Cerda se adquirió en 1914 una excavadora, la nº4 fabricada por Myers-Whaley[44] y una grúa electroimán para mover el hierro desde el almacén a los canales[45] y en 1915 se añadió al inventario una grúa eléctrica nº8 con capacidad de 1 a 2 ½ toneladas[46]. En 1927 esta maquinaría se destinó a Cementación Naya, para continuar con su trabajo.

En Cementación Naya RTCL compró en 1908 por 19.745 reales una báscula ferroviaria con una capacidad de hasta 18.000 kilos, para emplearla en el pesado de chatarra y del precipitado de cobre[47]. La construcción de la Subestación Eléctrica de Naya[48], permitió disponer de energía en la planta de cementación por lo que en 1915 RTCL adquirió una grúa electroimán, la nº 8.502, con una capacidad de carga entre una y dos toneladas y media[49].

En 1929 se adquirió e instaló un Transportador Temperley para el acarreo de chatarra en los tanques 1 de Cementación Naya[50] y en 1930 se compró una grúa Thomas Smith & Son de cuatro toneladas con electroimán sobre raíles[51]. En 1937 se instaló una polea magnética para facilitar las labores de carga y descarga del hierro en los pilones[52]. Sobre esta maquinaria ver fotos 195-198, 316,317, 324 y 325 y planos 84 y 94.

Si bien la introducción de esta maquinaria supuso una mejora de las condiciones de los trabajadores y un acortamiento en los tiempos de operación, realmente no modificó el desarrollo de los trabajos de precipitación.

En la primera serie de canales fueron dotados de un monorraíl donde iban suspendidas bateas de madera donde se cargaba el precipitado de cobre y era llevado así a la Planta de Lavado para su procesado[53].

[44]Cost Statement 1914, Statement 22, con un costo de 149.680 reales.
[45]Cost Statement 1914, Statement 22, con un desembolso de 23.537 reales.
[46]Cost Statement 1915, Statement 33, que tuvo un coste de 100.704 reales.
[47]Cost Statement 1909.Statement 30. AHMFTR.
[48]Cost Statement 1910.Statement 24. AHMFTR. La construcción de la Subestación tuvo un coste de 9.482 reales.
[49]Cost Statement 1915.Statement 33. AHMFTR. Con un coste de 100.776 reales.
[50]Cost Statement 1929. Statement 23. AHMFTR.
[51]Cost Statement 1930. Expenditure on capital and special expenditure on revenue account. AHMFTR, con un coste de 150.730 ptas.
[52]Cost Statement 1937. Statement 16. AHMFTR.
[53]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación. 7.

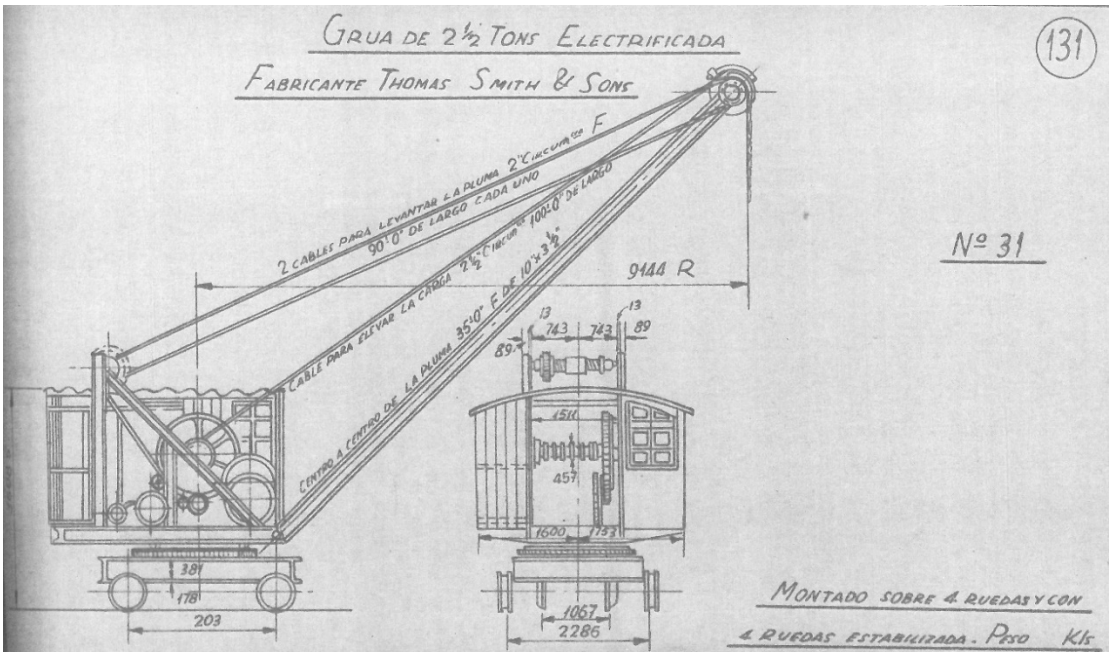


Foto 195, Grúa electrificada Thomas Smith & Son con capacidad hasta 2 toneladas y media, adquirida en 1915, para su servicio en Cementación Naya, Material móvil AHMFRT.

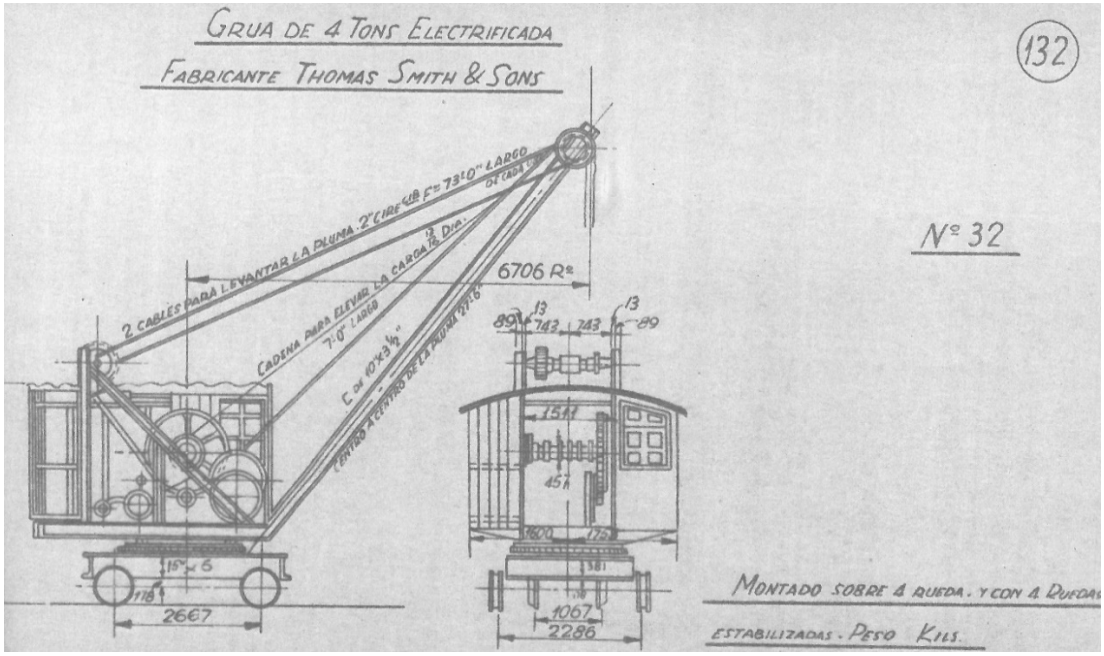


Foto 196 Grúa electrificada Thomas Smith & Son con capacidad hasta 4 toneladas, adquirida en 1930, para su servicio en Cementación Naya, Material móvil AHMFRT.



Foto 197 Grúa electrificada Thomas Smith & Son con capacidad hasta 4 toneladas, adquirida en 1930, operando en la serie 1 de los canales de Cementación Naya, AHMFRT, 1934.



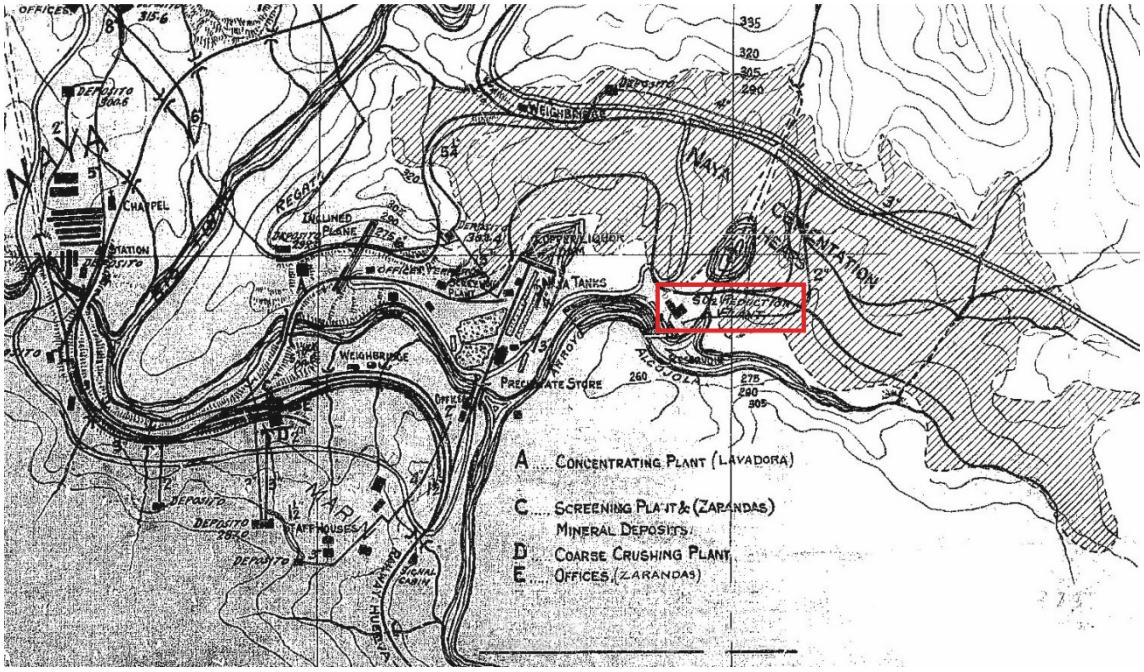
Foto 198 Transportador Temperley operando en la segunda serie de canales, al norte se observa el monorraíl con una batea. Fotograma tomado de la película promocional “Río Tinto”, 1960. AHMFRT.

El cambio importante será la introducción a principios de los años 30 del siglo XX de la Planta de Reducción óxido férrico por dióxido de azufre, con la finalidad de reducir el consumo de hierro en los canales, reduciendo el contenido de óxido férrico contenido en los licores proveniente de los terreros. Esto sólo se realizó en Cementación Naya, donde estaban centralizados todos los trabajos de precipitación desde 1927.

La planta estaba ubicada a una cota inferior de los terreros para poder mover los licores producidos en los terreros por gravedad a través de tuberías de plomo. Esta instalación consistía en 40 calcinadores dispuestos en dos sets de 20 calcinadores, con una capacidad para calcinar 19 toneladas de piritas que producían el dióxido de azufre. Los calcinadores estaban conectados a una torre de absorción de 6,4 metros de alto (21 pies) y 2,20 metros de lado (7 pies y 6 pulgadas) de lado, que estaba construida en chapa de plomo con una estructura de madera y rellena de un material resistente al calor y resistente al ácido por el que se hacía pasar los licores. A los que se aplicaba una corriente donde iba el dióxido de azufre mediante un ventilador construido por una hoja dura de plomo situada en la salida de la torre, con tiro hasta la atmósfera a través de una chimenea de plomo. El licor conteniendo el dióxido de azufre se conducía por tuberías de plomo a un depósito con capacidad de 1.000.000 de m^3 donde se introducía bajo la superficie para evitar la pérdida del dióxido de azufre. La reacción de este sobre el óxido férrico era lenta y necesitaba de unos diez días en completarse. Para lo cual era muy importante que el dióxido se consumiera antes que los licores se llevaran a los canales, sino se podía formar sulfato de cobre y un precipitado muy fino y viscoso[54].

El empleo de esta Planta permitió reducir el contenido de óxido férrico de 1916 gramos por m^3 a 335 gramos por m^3. En verano el calor permitía reducir el contenido hasta los 50 por m^3, mientras que en invierno debido a una menor temperatura no fue posible reducir el óxido férrico de 350 gramos por m^3 [55].

[54]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….60-61.
[55]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….61.



Plano 53 Ubicación de la Planta de Reducción de Dióxido de Azufre, detalle Plano A-2032, 1932. AHMFRT.

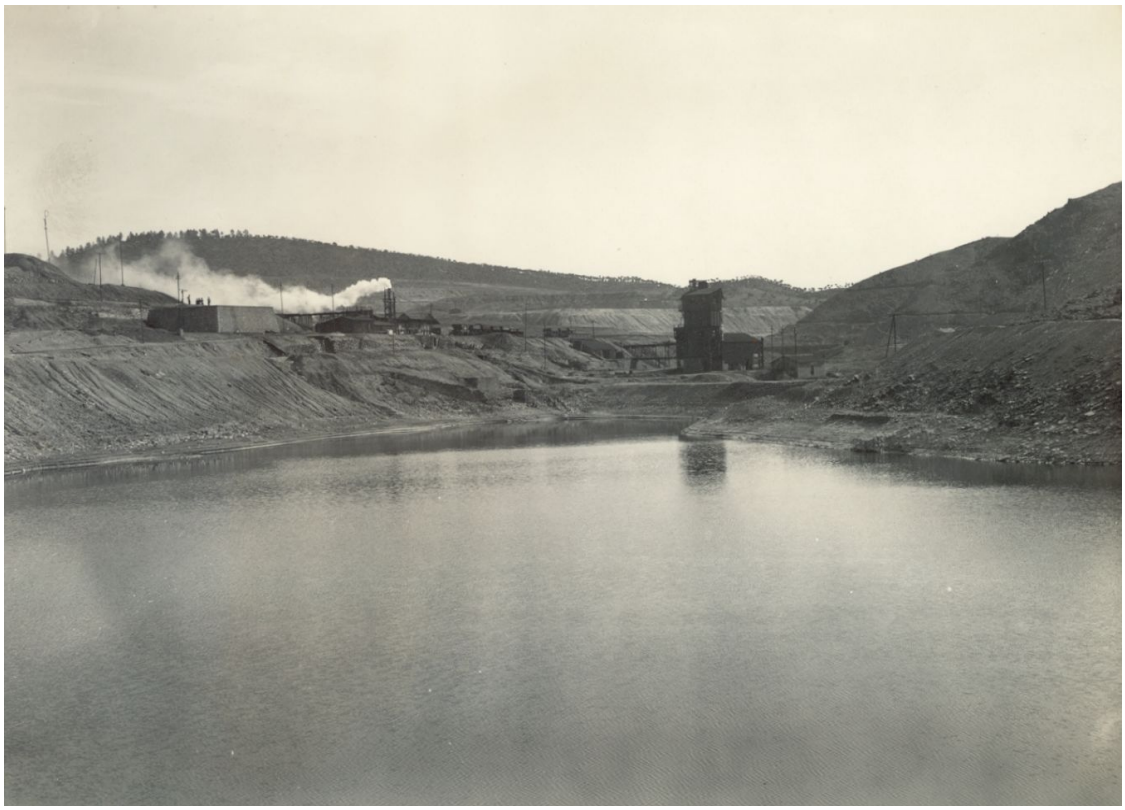


Foto 199 de la Planta de Reducción de Dióxido de Azufre desde el SO, A-6 nº660, Cementación Naya (Nerva), foto AHMFRT.



Foto 200 Vista desde el norte de la Planta de Reducción de Dióxido de Azufre, se aprecia el canal que transporta los licores obtenidos en el terrero hasta la torre de absorción, y uno de los dos sets de 20 calcinadores de piritas., Foto A6 nº 659, AHMFRT.

Esta planta que tan buen resultado estaba dando, a principios de los años 40 no tenía capacidad para tratar todo el licor que se estaba produciendo, lo cual era más visible en los meses de invierno, con mayor pluviosidad y temperaturas más bajas que dificultaban la eliminación del óxido férrico[56]. Por eso se construyeron hornos Malhortra[57], para quemar para calcinar piritas finas, también se construyó una torre de absorción mayor[58].

RTCL realizó varios trabajos de laboratorio con el fin de estudiar mejoras en la reducción del contenido de óxido férrico, como consecuencia se documentó que si los licores enriquecidos en dióxido de azufre se pasaban con pirita triturada se reducía más rápido más el óxido férrico. Por esto se comenzó a pasar los licores por un banco de piritas lixiviadas a una pulgada sin finos, con lo que además de incrementar la eficiencia química del proceso en un 70 a 85%, se redujo la pérdida del dióxido de

[56]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….61.
[57]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación, 8.
[58]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….61.

azufre por efecto del viento y el sol[59]. Estas mejoras producidas en este proceso no cambiaron entre los primeros años 40 hasta la venta de las minas en 1954, puesto que ante el temor de RTCL de la nacionalización de las minas por el gobierno español de la época la inversión en las minas estuvo centrada en mantener las operaciones en curso y no se produjeron inversiones y adquisiciones importantes de tecnología y maquinaria hasta la constitución de la Compañía Española de Minas de Río Tinto, aunque hay que señalar que a pesar de esto, con los medios disponibles los técnicos de RTCL hicieron un eficiente trabajo con buenos resultados, pues habían afinado mucho el desarrollo de los trabajos hidrometalúrgicos.

El licor conteniendo el dióxido de azufre, tras unos diez días, se pasaba a los canales donde se disponía chatarra para precipitar el cobre contenido en los licores, que estaban ubicados a una cota más baja del dique (ver foto 201), para poder llevar el agua por gravedad. El flujo de agua se controlaba empleando la presa.



Foto 201 Vista del canal que conducía los licores enriquecidos en dióxido de azufre hasta los canales de cementación desde la Planta de Reducción, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.

Estos canales estaban construidos en mampuestos de pórfido pizarroso, trabados con mortero de cal, recubiertos con hormigón a los que se le aplicaba una doble capa de alquitrán revestida con tablas de pino de 5,08 cms (dos pulgadas) de

[59]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.

espesor (ver fotos 203, 204 y 211), que se sujetaban con clavos a una tabla transversal de 7,62 cms (3 pulgadas) de espesor (ver fotos 202, 203, 205 y 207). En la base de los canales se colocaban sueltas, tablas de madera de 22,86 cms (9 pulgadas) de ancho, por 7,62 cms (tres pulgadas) de espesor (ver foto 210). En la parte superior de los canales, en el borde, se colocaban tablas de 30,8 cms (12 pulgadas) de largo, por 20,32 cms (8 pulgadas) de ancho por 7,62 cms (3 pulgadas) de grosor (ver foto 207). Este sistema permitía una rápida reparación de los canales[60].

En Cementación Naya, había tipos de canales, una primera serie de once canales pareados que estaban interconectados al final, separados por un muro central, divididos en dos por medio de compuertas (ver fotos 208, 209 y 211). Esta subdivisión permitía poder limpiar o reparar los canales, sin parar la producción[61] (ver fotos 221 – 225). Este sistema según Taylor y Whelan tenía una durabilidad de 10 años[62]. Los canales están construidos con una pendiente suave que va zigzagueando a lo largo de las once series de canales con una caída media de 0,75%, no tienen escalones ni resaltes, esto permite los licores pudieran fluir por todo el sistema[63].

Las once series de canales tenían un sistema de tubos de cerámica vidriada cogidos en las juntas con asfalto (ver fotos 212 y 213), ubicados bajo el muro central de cada serie, que están conectados a la serie siguiente, de forma que si por reparación o limpieza, se cerraba uno de los canales, los licores pasaban a la siguiente serie no perdiéndose de este sistema los licores, ni el cobre que contiene para ser precipitado[64].

Al final de la serie de los once canales se situaban el otro tipo de canales, los sedimentadores dispuestos en dos series (ver fotos 216 – 219, 224). Estos canales sedimentadores se construyeron tras los trabajos realizados por Mr. Taylor[65], donde demostró al Consejo de RTCL, que anualmente se perdían 50 toneladas de cobre anualmente, por el precipitado muy fino que se iba con los licores en suspensión a la salida de las operaciones de cementación. Propuso como solución la instalación de tanques de un sedimentación con un coste de 18.000 pesetas, lo cual fue aprobado

[60]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.
[61]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.
[62]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….63.
[63]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.
[64]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.
[65]Ingeniero químico que trabajó en RTCL entre 1919 y 1947, que trabajó en el Departamento de Cementación desde 1927, pasando en 1928 al nuevo denominado *Precipitation & Heaps*, del que fue Jefe del Departamento, desde 1932 hasta su baja en la Compañía Legajo 1650, nº 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31 y 33 AHMFRT; Staff Book nº3, 251, LMA.

por el Consejo de RTCL[66], de los cuales dos de ellos se ubicaron al final del circuito, con una pendiente de 1,8% para reducir la cantidad de cobre en suspensión que sale con los licores. El buen resultado que dio el sedimentador llevó a que en 1930 se añadiera otro adicional[67].



Foto 202 Vista de detalle de un canal tras la limpieza, se observa el sistema constructivo recubierto de tablas de madera de pino, 1935, Cementación Naya (Nerva). Col. Salkield



Foto 203 Vista actual desde el Este del canal nº 6 donde se observa el sistema constructivo, hormigón recubierto con tablas y alquitrán, 2021, Cementación Naya (Nerva), foto ADD.

[66]Legajo 100 A 19 *Report Deputation from the Board, march 1928, Instructions & Estimates* 1928, 5. AHMFRT.
[67]Cost Statement 1930. Statement 13. AHMFTR.



Foto 204 Vista del final del canal nº 9, que también es el final de esa serie, donde se observa la capa de alquitrán y las tablas que recubren los canales. Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 205 Vista del principio del canal nº8, donde se aprecia por haber perdido la capa exterior el hormigón con el que están construidos, 2021, foto ADD.



Foto 206 Vista de detalle del canal nº6, donde se observa el sistema de instalación de las tablas verticales sujetos a las tablas transversales, además del recubrimiento de asfalto, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 207 Vista de detalle del canal nº9, de la colocación de la madera sobre la parte superior del canal, Cementación Naya (Nerva), foto ADD.

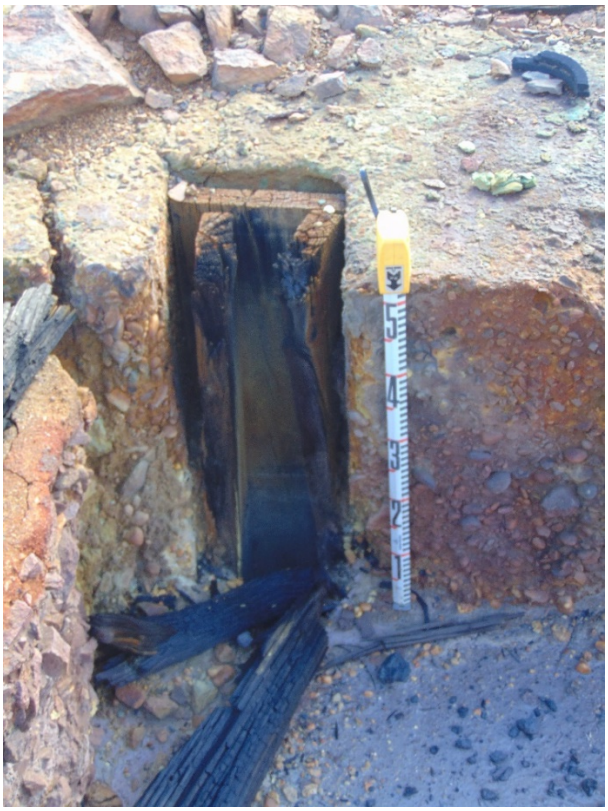


Foto 208 Vista de detalle de la zona de inserción de la compuerta, canal 5, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 209 Vista del final de canal 6 donde se conserva parte de la compuerta aun instalada, Cementación Naya, (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 210 Vista de detalle de las tablas del suelo, canal oeste, 2021, Cementación Naya (Nerva), foto ADD.



Foto 211 Vista de detalle del canal central que comunicaba los canales 1 a 4, se observa el sistema constructivo en hormigón, el recubrimiento de alquitrán y madera, incluido los escalones por la que los licores eran transportados por su propio peso.



Foto 212 Vista de detalle de la tubería de cerámica vidriada entre el canal 8 y 9 que servía para trasladar los licores durante las limpiezas y reparaciones, debido a la rotura del parte del muro de hormigón, se aprecia cómo estaba instalada entre los dos canales, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 213 Vista de detalle de la tubería cerámica vidriada entre los canales 3 y 4, insertada en el muro. Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 214 Vista del final de los canales 8 y 9, se aprecia cómo están comunicados y la pendiente entre ellos, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 215 Vista del inicio de los canales nº 6 y nº7, se aprecia la pendiente de los canales 6 a 9, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 216 Vista desde el SO del sedimentador 1, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 217 Vista desde el Oeste del sedimentador 2, compuesto por dos canales, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 218 Vista desde el Este del sedimentador 2 al sur y el sedimentador 1 al norte, compuesto por dos canales, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 219 Vista panorámica desde el Este del los sedimentadores y los canales 10 y 11, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.

Desde la zona destinada al stock de hierro, con capacidad para albergar 6000 toneladas, dos grúas sobre raíles con un electroimán, que servían tanto para descargar el hierro, como para las operaciones de limpieza de la cáscara[68]. (Ver fotos 197 y 198)

Cada canal tenía capacidad para una media de 2.150 toneladas de chatarra de todos los tamaños. En cuanto al volumen de licor que se puede pasar como maximo por los canales, según Taylor y Whelan era de entre 900 a 1000 m^3.

El hierro procedente de los distintos departamentos llegaba en vagones, depositándose en los distintos vacíes que había al efecto. En los canales que podía ser

[68]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….63.

servidos por las grúas dotadas por electroimanes o el transportador Temperley, el hierro se depositaba por estos medios, para esta tarea cada grúa estaba dotada de un maquinista y un ayudante, en dos relevos de 8 horas.

En los canales donde no llegaban las grúas, que era en el 51% de los canales, la descarga se realizaba a mano, si la chatarra estaba suelta y era manejable, cada operario tenía que llenar tres vagones por operario y día. Dependiendo del número de vagones de chatarra recibidos se disponían los peones necesarios según los vacíes para la descarga del hierro, para esta labor eran necesarios unas 10 peonadas por semana a tarea. Estos operarios si los fardos eran de chatarra, de hasta 30 kilos debían cargar 6 vagones, si eran de entre 30 y 70 kilos había que llenar 4[69].

El hierro una vez en los canales se disponía formando un emparrillado en ángulo recto hasta unas catorce pulgadas, sobre la madera del suelo con una inclinación de 0.5 % en la entrada y 2% a la salida. Pendiente diseñada para reducir el tiempo de contacto entre el agua ácida y el hierro, sobre todo al final del proceso cuando había menos aguas en suspensión y más ácido sulfúrico en el agua, evitando un excesivo gasto de hierro durante el proceso[70].

La capacidad de precipitación era mayor en verano, con una temperatura de 28º en los licores se podía llegar a precipitar unas 60 toneladas de cobre cementado, mientras en invierno se reducía a unas 45 toneladas de cobre precipitado, debido a que la temperatura de los licores bajaba hasta los 16º, ralentizando la precipitación del cobre cementado[71].

Durante las operaciones de precipitación también se hacía necesario recargar chatarra los canales (ver fotos 222), si se hacía en los canales donde podían hacerlo mediante grúas. Este trabajo se hacía con cuidado de colocar bien la chatarra de forma que no obstruyan el paso del agua. Esta tarea la realizaban dos maquinistas y un ayudante en dos relevos de ocho horas, a jornal con bonificación[72]. En los canales que podían ser servidos con las grúas se realizaba esta tarea a mano, la chatarra se cargaba en carrillos de mando y se depositaba a pala en los canales, esta labor la realizaban dos peones por jornada remunerados a tarea[73]. El trabajo con los castillejos de hierro era

[69]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,3.
[70]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,3.
[71]VVAA (1959): TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….63.
[72]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,3.
[73]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,2.

un trabajo peligroso, pues a veces durante el manejo del hierro y la chatarra se producían atrapamientos de extreminades superiores e inferiores, que dieron lugar a heridas leves y graves, incluso amputaciones e incluso fallecimientos[74].

Mientras se sucedía la precipitación peones con pértigas acabadas en gancho para evitar obstrucciones, también se empleaban para desprender el cobre precipitado para volver a exponer la chatarra al ataque del agua cobriza[75].



Foto 220 Fotograma de la película "Riotinto 1929", AHMFRT, Vista de los trabajos en Cementación Naya, a la izquierda un operario con una pértiga mueve la chatarra, otros operarios están moviendo al hombro traviesas de madera para disponer encima la chatarra, a la derecha arriba en la divisoria de los canales se ve un jefe inglés, como se aprecia por su vestimenta, sombrero y botas.

Una vez finalizado el proceso, desaguados los canales se procedía a la retiraba la cáscara de la chatarra de hierro. En los canales superiores se realizaba cada siete días y en los de salida cada doce[76].

El tramo de canal a limpiar se aislaba del resto del circuito mediante las compuertas (ver foto 221). Cuando se empleaba chatarra el precipitado se desprendía fácilmente, mientras que si se empleaba lingotes el precipitado se quedaba adherido[77]. En los canales donde operaban las grúas, los operarios llenaban las bateas de madera

[74]Libro de Caja 80, página 285, con fecha 30/4/1881 se pagó a Antonio Recio, hermano de Tomás Recio que había muerto por aplastamiento por una pila de hierro durante la limpieza de canales, 500 reales en concepto de compensación.
[75]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,4.
[76]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….64.
[77]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….64.

de una tonelada, el monorraíl y las grúas las llevaban a los vagones de madera[78]. La operación de limpieza era desarrollada en los canales servidos por grúa se realizaba por 11 especialistas bajo un encargado a tarea con dos bonificaciones. Cada zona limpiada era nuevamente rellenada con hierro. En las zonas donde no operaban las grúas, la limpieza se realizaba a mano con pala, se llenaban las parihuelas o carrillos de mano desde donde se vertían en los vagones[79] y tras la limpieza se reponía el hierro también a mano. La tarea de limpieza a mano necesitaba de 20 peones diariamente durante un mes, que eran remunerados a tarea con bonificación.



Foto 221 Fotograma de la película Riotinto 1929, AHMFRT, vista desde el Oeste donde se observa como en los canales de 3, 4, 5 y 6, gracias a la división por medio de las compuertas la mitad de los canales se está precipitando cobre, mientras que en la otra mitad o aún no se han limpiado los canales.

Tras la limpieza se quitaba la compuerta de madera y se volvía a llenar el canal donde se había repuesto la chatarra, se volvía a poner en servicio lo más rápido posible.

El precipitado era volcado en bateas de madera y llevado a la Planta de Lavado que disponía de un monorraíl que colocado entre los dos canales que movía el precipitado en cubas de madera de una tonelada de capacidad (ver fotos 223 y 225).

[78]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,5.
[79]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,3.



Foto 222 Fotograma de la película "Río Tinto" 1966, donde se observa como la grúa electroimán está moviendo la chatarra.

Durante todas estas operaciones se controlaban todas las operaciones, teniéndose especial cuidado con la composición del licor de entrada, cambios de temperatura, tipo de chatarra empleada o el número de canales que se estaban limpiando.

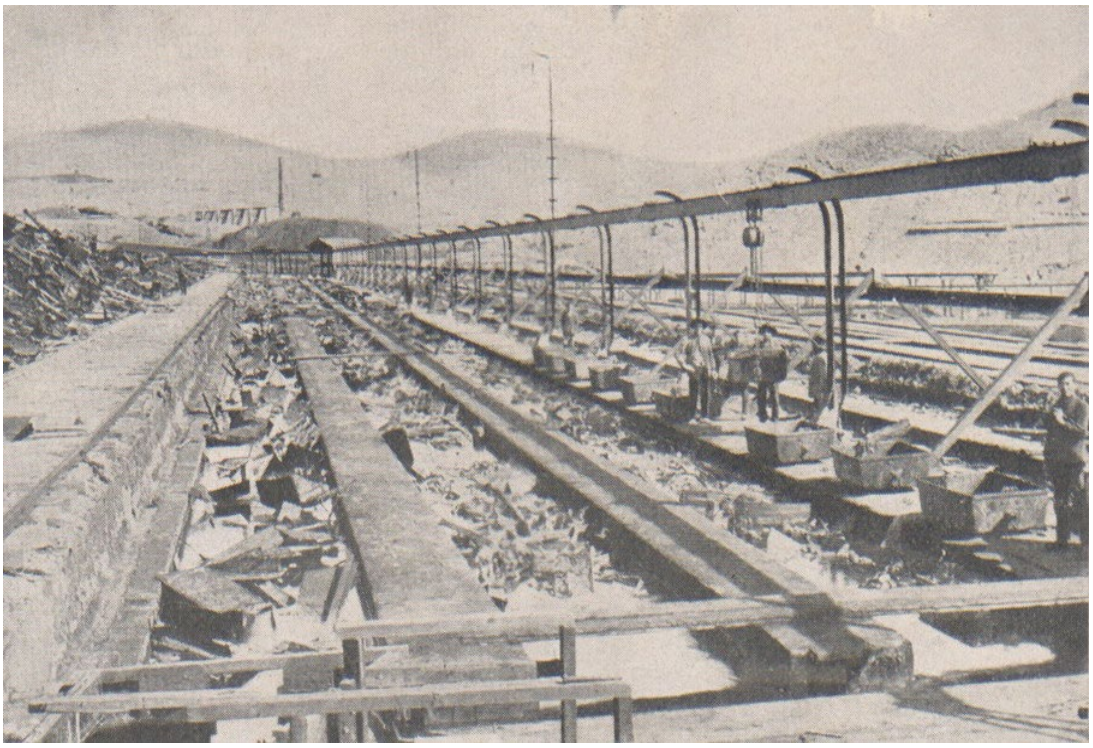


Foto 223 Vista de los canales 1 y 2, donde se depositaba el hierro, al fondo una de las grúas electroimán está trabajando, a la derecha está el monorraíl, donde se movían las bateas donde se introducía el precipitado de cobre, como las que están en el suelo, 1950, foto AHMFRT.

Se tomaban muestras dos veces al día y se analizaba la presencia de cobre mediante el método colorimétrico, que servía para que los operarios juzgaran si se obtenían el color del cobre precipitado sobre un trozo de chatarra, cualquier variación en el grado de cobre del licor de salida se corregía aumentando o disminuyendo la cantidad de licor que entraba o salía de los canales[80]



Foto 224 Vista actual de los canales nº1 y nº2, a la derecha se observa la base de los soportes del monorraíl, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 225 Fotograma de la película Riotinto 1929, AHMFRT, donde se observa como en los canales nº1 y nº2 los operarios están realizando labores de limpieza a mano introduciendo el precipitado en las bateas, antes de transportarlo a la Planta de Lavado.

[80]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….67.



Foto 226 Fotograma de la película Riotinto 1929, AHMFRT, donde se observa como el precipitado era llevado mediante las bateas del monorraíl, se aprecia la batea, y como los operarios están lavando el precipitado antes de pasar a construir las briquetas.

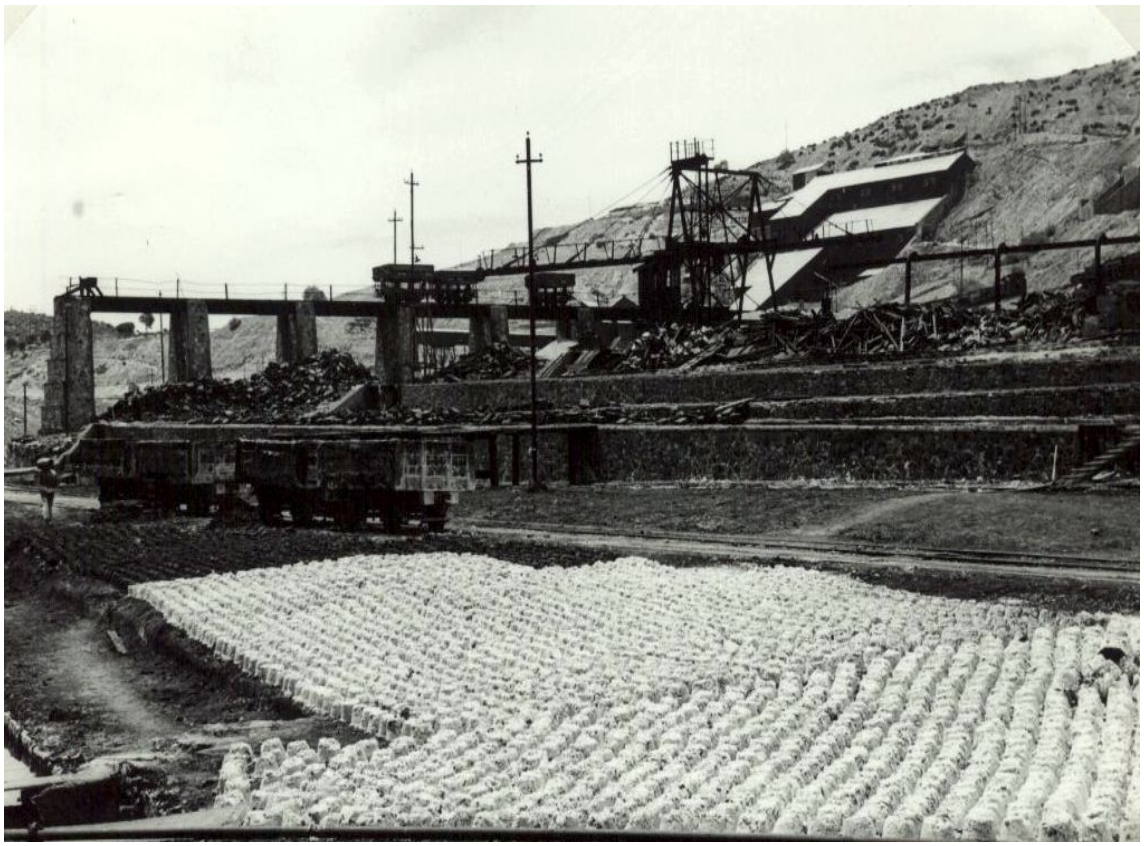


Foto 227 Briquetas de precipitado de cobre secándose al sol antes de ser cargadas en las bateas de madera para ser llevadas a la Fundición Piritas. 1950, AHMFRT.

7.5.1. Hierro empleado en la precipitación de cobre

Para precipitar cobre, como se venía haciendo desde época española se empleó hierro, hasta 1933[81], en forma de lingotes (*pig iron*), entre ese año y 1940 se compatibilizó con chatarra (*scrap iron*) y desde 1941[82]sólo se empleó chatarra para precipitar cobre. Esta chatarra provenía principalmente del Departamento Ferroviario (*rails & tyres*) [83].

Taylor y Whelan hicieron un estudio del tipo de hierro a emplear en las operaciones de precipitación en Naya, para ello se empleó lingotes de hierro, chatarra (rails & tyres) y hojalata. En tres canales se introdujo una cantidad equivalente de cada tipo en canales de la misma seria, se introdujo agua proveniente del dique y tras precipitar cobre se analizó su contenido en cobre y sus impurezas más importantes arsénico y bismuto.

	Cobre %	Arsénico %	Bismuto %
Lingotes de hierro	82,47	0,32	0,010
Chatarra	87,24	0,67	0,018
Hojalata	82,98	2,18	-

Fuente Taylor y Whelan 1942, 69, Elaboración Propia.

Además de la ley en cobre producida por cada tipo de hierro, se documentó que el lingote es que más tiempo tardaba en precipitar y que a pesar del contenido en cobre, el precipitado de más calidad se obtenía a partir del lingote, con un gránulo mejor, mientras que la hojalata daba lugar a una cáscara muy fina que apenas podía ser separada por los métodos empleado a fecha de la publicación del trabajo de referencia.

El empleo de chatarra en detrimento del lingote, lo explicamos por el contexto político y económico donde tras el fin de la Guerra Civil, el inicio y desarrollo de la Segunda Guerra Mundial y la posterior política autárquica del Gobierno Franquista, la fuente más cercana para la obtención de hierro para el departamento de precipitación fue la propia empresa, concretamente la chatarra obtenida del sistema ferroviario, raíles, y la proveniente de la reparación o desguazado de las unidades de parque móvil, tanto motor como remolcado.

[81]Cost Statement 1933. Statement 14. AHMFTR
[82]Cost Statement 1941. Statement 18. AHMFTR
[83]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….69.

Salkield sobre este particular dice que cuando se dejó de emplear lingotes de hierro la cantidad de precipitado de cobre obtenido descendió[84].

El consumo de hierro fue el principal coste de las operaciones de precipitación. El consumo medio de hierro entre 1932 y 1942, cuando los trabajos de cementación ya estaban muy afinados, fue de 1,4 toneladas de hierro metálico por tonelada de cobre precipitado o 1,56 toneladas de hierro comercial con un contenido del 90% de contenido en hierro[85]. Cuando a fines del siglo XIX se emplearon entre 2,5 a 3 toneladas de lingotes de hierro para precipitar cada tonelada de cobre[86].

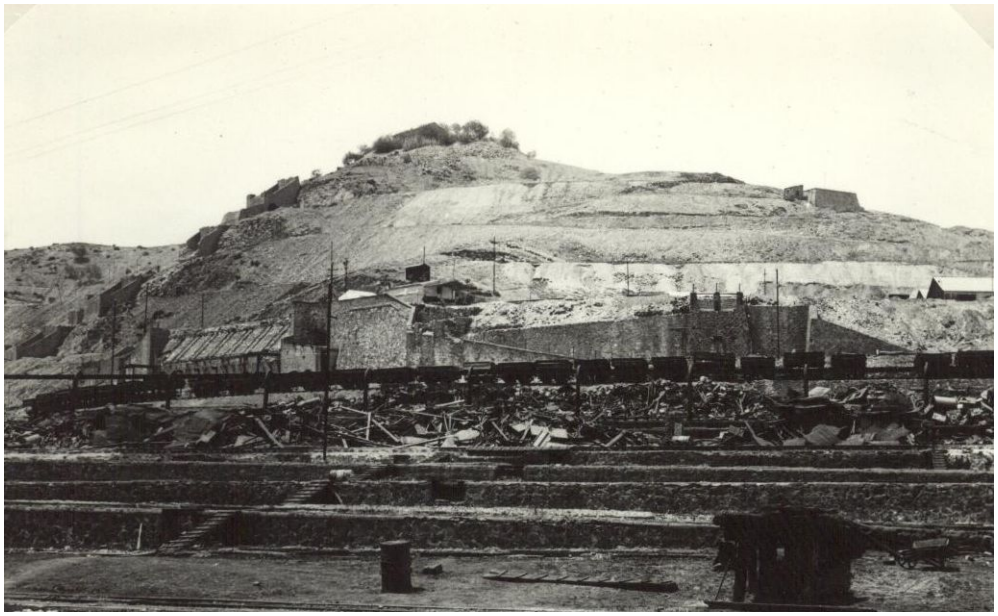


Foto 228 Vista del depósito de chatarra al norte del canal 1 desde el SE, 1950, AHMFRT.

Los principales responsables del consumo de hierro durante la precipitación como era conocido por el resultado de muchos análisis eran el óxido férrico[87] en un 22,7% y el ácido sulfúrico contenido en los "licores" en un 15,5%. Por lo que estaba claro que una de las formas de hacer más competitivos los trabajos de cementación de cobre era minimizar la presencia de los elementos mencionados.

En cuanto al óxido férrico en Cementación Naya desde principio de los años 30 del siglo XX se instaló una planta de reducción por dióxido de azufre[88], cuyo funcionamiento trataremos más adelante en este trabajo de investigación. Sin

[84]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 263.
[85]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….67. Para épocas anteriores el consumo había sido mayor así DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, Revista Minera XL, 177, indica como el consumo para 1889 era de 1,78 toneladas de hierro por cada tonelada de cobre obtenida.
[86]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42.
[87]También denominado, óxido de hierro (III) o trióxido de hierro, fórmula (Fe^2O_3)
[88]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….60-62.

embargo, no se encontró un sistema para eliminar el ácido sulfúrico en los licores, como se había hecho con el óxido férrico[89].

El ácido sulfúrico presente en los licores en los canales suponía un porcentaje relativamente pequeño, pues la mayor parte del ácido se eliminaba durante los trabajos previos de neutralización de los licores. La eliminación completa del ácido sulfúrico, como podía hacerse con el reactivo más barato, la caliza no era rentable al precio que tenía el hierro. Además, el resultado de los trabajos realizados en el Departamento de Precipitación demostró que la precipitación de hierro se producía mejor en una solución ligeramente ácida[90].

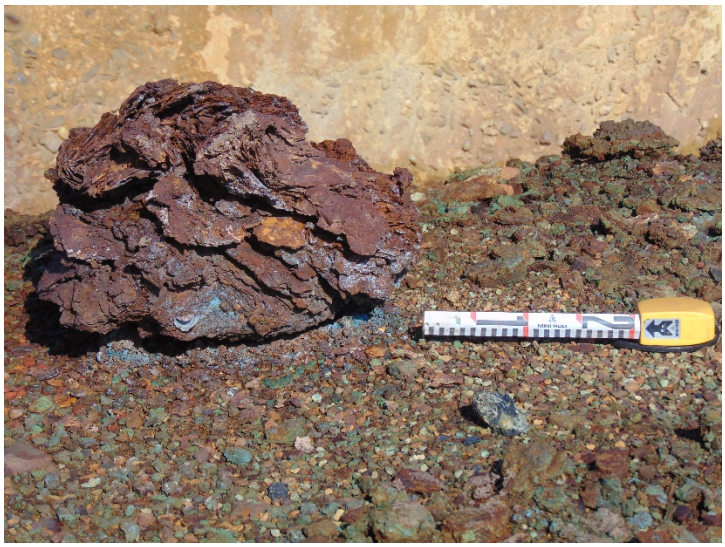


Foto 229 Vista de detalle de un fragmento de escoria hallado en el canal nº 3, Cementación Naya (Nerva), foto ADD.



Foto 230 Vista de detalle de un fragmento de chatarra hallado en el Stock de Chatarra

[89]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….68.
[90]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….68-69.

7.6. SUMINISTRO DE AGUA

Aunque no es el tema de este trabajo de investigación, tratamos en este capítulo de forma sintética como se desarrolló el suministro de agua entre 1873 y 1954 por parte de RTCL.

Los trabajos hidrometalúrgicos fueron las primeras operaciones que produjeron cobre realizados por RTCL[91]. Para el desarrollo de las operaciones el agua era muy necesaria tanto como fuente para generar vapor como necesaria para las operaciones hidrometalúrgicas. Uno de los principales problemas que hubo en los primeros años fue la falta de agua, a lo cual no ayudo unos años de sequía, en este sentido Salkield afirmó que "*el procedimiento de la precipitación fue continuamente interferido por la sequía*"[92]. RTCL en 1874 tomó medidas para aumentar la producción del precipitado de cobre, que consistieron en dos acciones, la primera la construcción de dos presas, la conocida como Ferroviaria[93], ubicada al norte y el Dam nº2 ubicado al sur denominado también Dique Sur, conocido popularmente como el balneario[94], con estos reservorios se pudo aumentar la producción de precipitado de cobre pues se disponía del agua necesaria para estos trabajos[95].

Para poder disponer de un reservorio de agua ácida y poder ampliar los trabajos de cementación se construyó un dique para embalsar el agua del río Tinto en 1874, el dique Marismilla[96]. El agua ácida fue impulsada mediante una bomba Cornish, la única que tenía el tipo clásico de casa de bomba de Cornualles[97]. Esta bomba Cornish fue construida en 1894 con un coste total de 442,140,07 reales, la maquinaria fue importada de Inglaterra con fecha 30 de abril de 1893, con un coste de 1.073.228, 56 reales, fue montada por el ingeniero Allen Miller y la adaptación de la bomba y parte de los trabajos de construcción fueron realizados al Dpto. de Talleres Mina, en 1894 tras finalizar su construcción pasó al Dpto. de Cementación Cerda[98]. Mediante canales embreados el agua era llevada a las distintas cementaciones.

[91]Junto con la venta de "several small shipment of Pyrites", 2nd *Annual Report* 1874, 2, AHMFRT.
[92]2nd *Annual Report* 1874, 2, AHMFRT.
[93]Libro Diario nº 2 31/05/1874,66 y 74. AHMFRT; SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 66. La presa Ferroviaria estuvo operativa hasta 1909 cuando fue cubierta por el estéril de Filón Sur.
[94]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 66. La presa nº2 fue empleada como reservorio de agua hasta 1907 cuando pasó a ser el dique de refrigeración de la Central Eléctrica.
[95]3rd *Annual Report* 1875, 4, AHMFRT y 4th Annual Report, 1876, 4.
[96]Libro Diario nº 2 30/09/1874,364. AHMFRT, a final de ese año se le instalaron compuertas de hierro al dique de Marismilla Libro Diario nº 3 31/12/1874,364. AHMFRT.
[97]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 66.
[98]Libro Diario 31/12/1894. AHMFRT

La importancia de poder tener agua potable para la población y fresca para las operaciones llevó a RTCL a la construcción de un gran pantano, que se inició en 1875 y finalizó en 1881[99], el pantano de Campofrío, uno de los más antiguos de España, que volvió a ser ampliado en 1950. Desde el Pantano de Campofrío se suministraba el agua mediante una tubería de 15 pulgadas hasta unos tanques Quebrantahuesos, desde donde con una bomba Cornish de vapor, llevaba el agua a los distintos tajos.

Cada instalación hidrometalúrgica, dispuso de un dique donde contener los licores, antes de pasarlos a los canales, tanto aquellas que se mantuvieron de las que habían estado operativas en época española como las construidas *ex novo* como Old Station[100] o Naya[101]. En los planos A-2174 de 1878 y A-2875 de 1891 se aprecian los distintos diques que tenían las instalaciones hidrometalúrgicas.

La sequía de principios de siglo determinó que el Consejo de RTCL decidiera la construcción de un nuevo Dique de agua fresca, el Zumajo, en 1907.

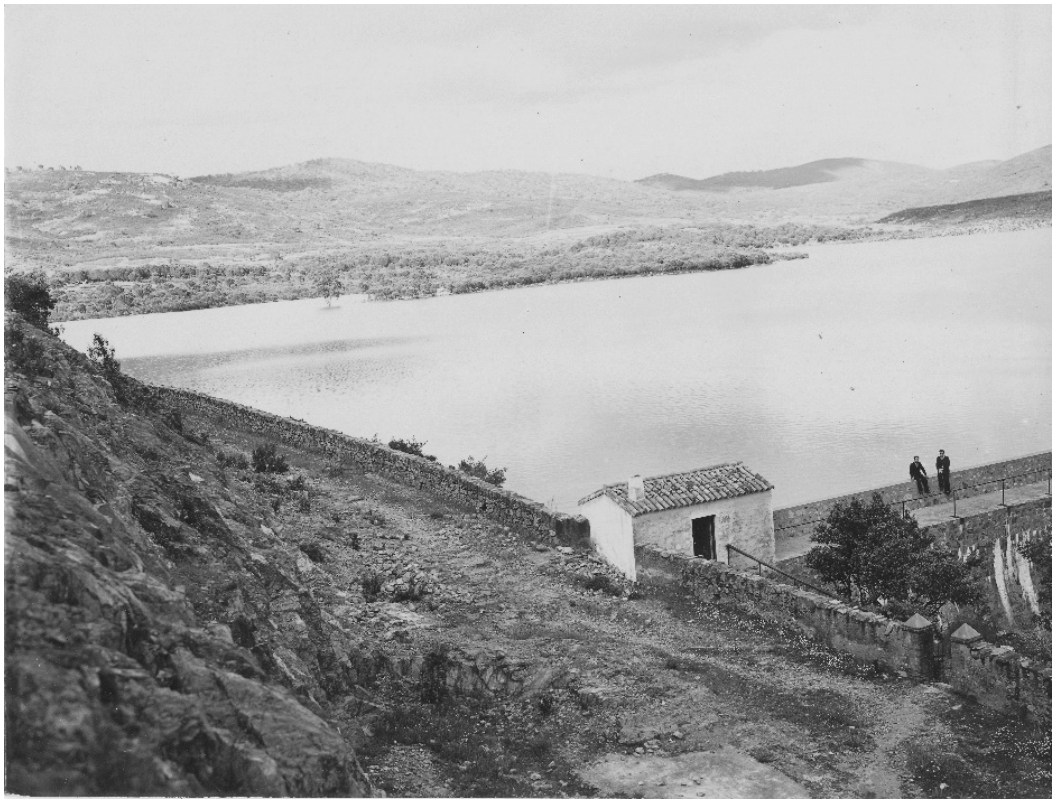
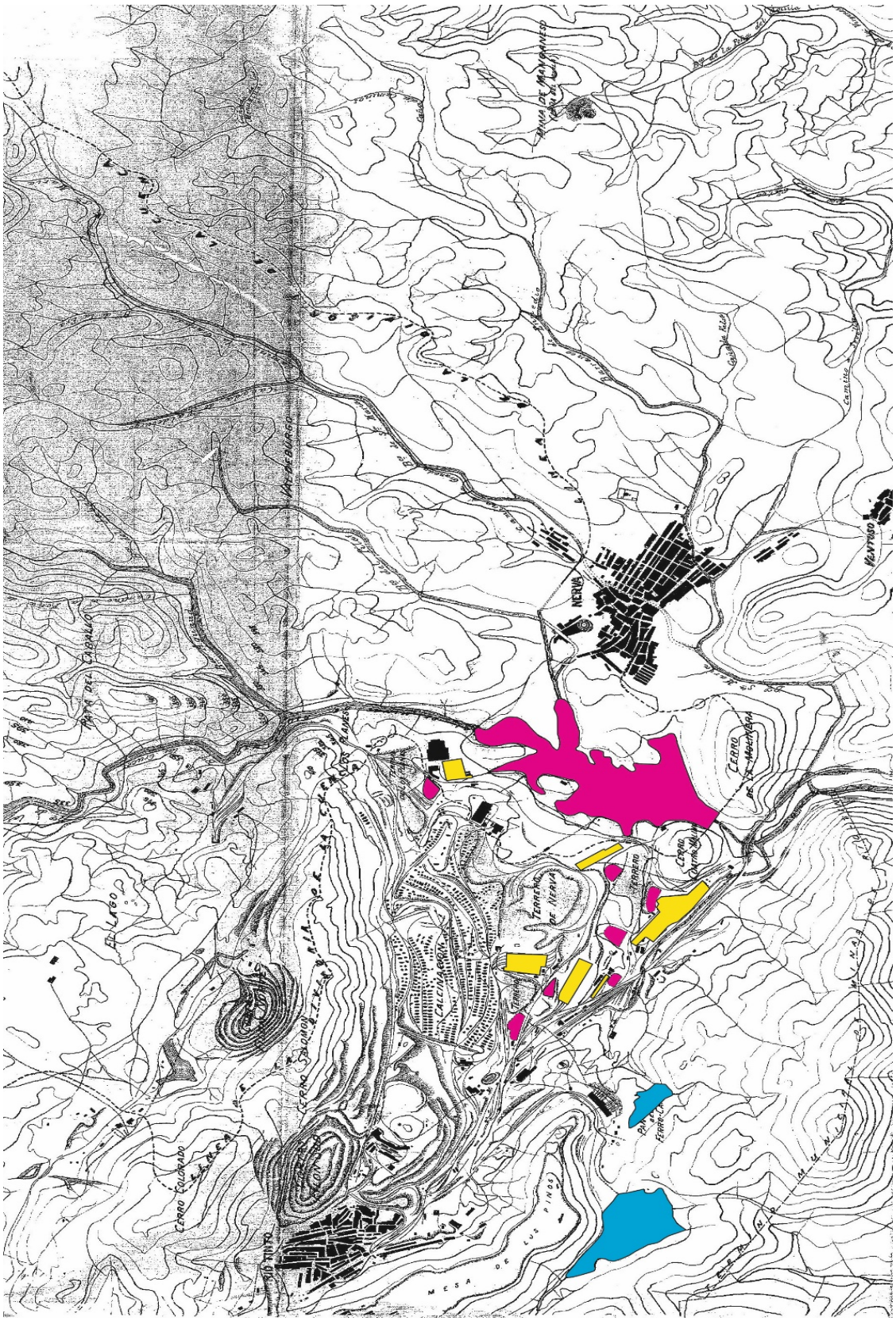
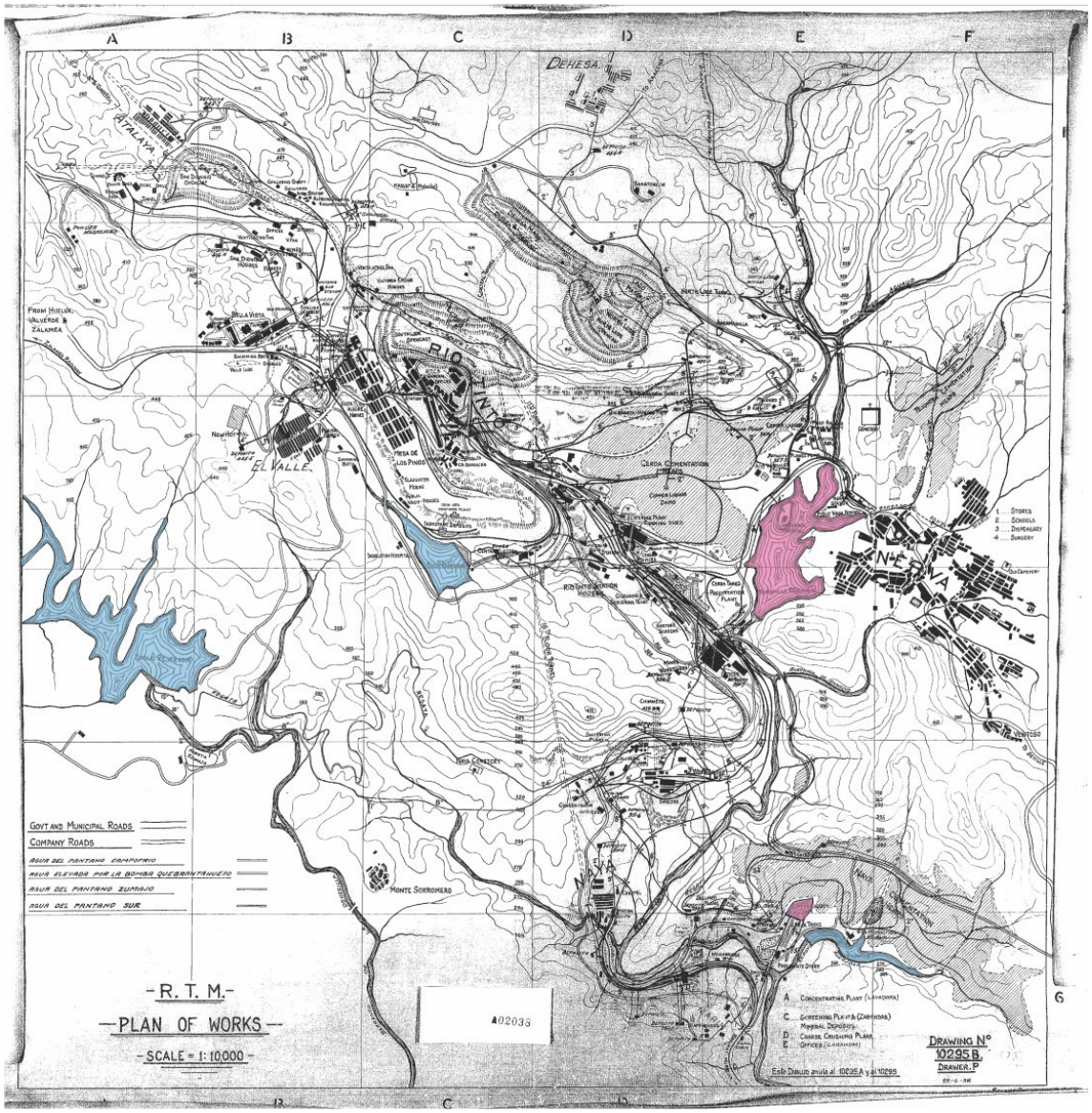


Foto 230, Vista del Dique de Campofrío, 1890, Col. Salkield.

[99]Libro de Caja nº 81, 30/9/1882, 227. AHMFRT.
[100]Libro Diario 7, 31/07/1875, 263. AHMFTR.
[101]Libro Diario 13, 30-6-1876, 538.AHMFTR.



Plano 54, Ubicación de los diques de agua fresca (azul), de agua ácida (fucsia) y las cementaciones (amarillo), sobre la base del Plano A-1837, 1884. AHMFRT.



Plano 55 Ubicación de los reservorios de agua fresca (azul) y agua ácida (fucsia) a fecha de 1932, donde se observa como para las operaciones hidrometalúrgicas sólo estaban en operación Marismilla, donde además de embalsar agua del río Tinto, recogía los licores producidos en Terreros Tejonera y Cerda, que eran conducidas mediante canales de madera embreada hasta el dique de Cementación Naya. Plano A-2035. AHMFRT.



Foto 231Vista desde el Sur del Pantano de Marismilla, 2013, foto ADD.



Foto 232 Vista desde el Sur del muro del Pantano de Marismilla, 2013, foto ADD.



Foto 233 Vista desde el Oeste del muro del Pantano de Campofrío, 2015, Foto ADD.



Foto 234 Vista desde el Sur del Pantano de Campofrío (Huelva), construido en 1881 por RTCL para el servicio de agua potable para la población y procesos industriales,2015, foto ADD.



Foto 235 Vista desde el Sur del Pantano nº 2, construido en 1874 por RTCL como reservorio de agua para energía de vapor y posteriormente para el servicio de la Central Eléctrica. Minas de Riotinto (Huelva), 2014, foto ADD.



Foto 236 Vista desde el Norte del Dique Zumajo, El Campillo (Huelva), construido en 1907 por RTCL para el servicio del Departamento de Tierras y Ganado, 2014, foto ADD.

7.7. CEMENTACIONES DE RÍO TINTO

Los distintos procesos hidrometalúrgicos que hemos tratado, se sucedieron de forma simultánea en las diversas instalaciones, para lo cual hemos realizado la siguiente tabla donde se indica que procesos se desarrollaron en cada una y las fechas en que lo hicieron. Sobre estas instalaciones[102] nos extenderemos también en capítulos donde trataremos cada una de ellas.

Cuando nos hemos referido a la simultaneidad de los distintos procesos en las distintas instalaciones queremos decir que la cementación artificial clásica no se dejó de emplear cuando se inició el Proceso Doetsch, ni este dejo de utilizarse cuando se implementó el segundo Proceso o Ferro Chloric Process. Pues en las cementaciones Cerda, Planes, Nerva y Planes se sucedieron los distintos procesos empleando diferentes baterías de pilones para los distintos sistemas.

Tabla 16 Procesos Hidrometalúrgicos desarrollados en Río Tinto y las instalaciones donde se sucedieron

	Cementación Artificial	1er. Proceso Doetsch	2º Proceso Doetsch	Proceso Osborne	Cementación Natural	Inicio operación	Fin operación
Cementación Cerda	1873 - 1895	1879 -1895			1895 -1927	1849	1927
Cementación Planes	1873 - 1879	1879 -1882	1882 -1895		1895 -1904	1838	1904
Cementación Naya	1876 -1879	1879 -1882	1882 -1895	1884 - 1895	1895 - 1967	1876	1967
Cementación Nerva	1876 - 1900	1878 -1884	1884 -1900			1876	1900
Marismilla Washing Tanks			1882 - 1900			1882	1900
Planes Washing Tanks			1882 -1900			1882	1900
Station Washing Tanks			1882-1895			1882	1900
Old Station Washing Tanks	1876 - 1880	1878 - 1880				1876	1880

Fuente[103], Elaboración Propia.

Pero pasemos a analizar los datos contenidos en la tabla, a la llegada de RTCL a Río Tinto, había tres cementaciones, Cerda, Planes y Sta. María, de ellas las dos

[102]Sobre los edificios destinados a viviendas Ver GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva*, Diputación de Huelva y GIL VARÓN, L. (1988): "Ocupación Colonial del Espacio Urbano de Riotinto", en *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*, Riotinto, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, Nerva, 787 – 828.

[103]Fuente de la tabla: Libro de Caja nº 78, 24-6-1873, 261 AHMFRT; Legajo S 103, Reports of the directors, 1875, 2; Libro de Caja nº 78, 31-12-1876; 4th *Annual Report* 1876, 1, AHMFRT; 6th *Annual Report*, 1878, AMHFRT, 4; Libro Diario 7, 31-10-1879, 433, AHMFTR; Libro Diario 7, 31-10-1879; Libro Diario 11, 30-04-1879, falta AHMFTR. Libro Diario 7, 30-11-1879,338; Libro Diario 14 31-05-1879 :Libro Diario 6, 31-12-1879, 519.AHMFTR; Libro Diario 6, 31-12-1879, 519.AHMFTR. Libro Diario 6, 31-12-1879, 521.AHMFTR.; Libro Diario 6, 31-12-1879, 124.AHMFTR; Libro Diario 11, 31-10-1879, 310.AHMFTR; Libro de Caja nº 82 31-3-1882, 94. AFRT; Libro de Caja nº 82 31-10-1882, 66. AFRT; Legajo 100 A 3, *Rio Tinto Company Limited, Instruction of Deputation* 1886, AMHFRT; Legajo 100 B 35, 1, AHMFRT; Plano 2875, 1891 AHMFRT; Legajo 100 A 3, *Rio Tinto Company Limited, Instructions of Deputation* 1896, AMHFRT; 100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 4 y 5, AHMFRT; Legajo 100 D 7, 2. LMA; Cost Statement 1900, Statement nº 12; Cost Statement 1897 – 1900 AHMFRT; SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42-44; 67; SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 226 – 227,231, 245.

primeras fueron rehabilitadas y puestas en operación. Como era necesario aumentar la producción de precipitado por lo que en 1876 se ordenó la construcción de tres cementaciones, Nerva, Naya y Old Station. Con la implantación del primer Proceso Doetsch, en 1878 se adaptaron los canales en todas las cementaciones en operación en ese momento: Planes, Cerda, Nerva, Naya y Old Station, pero no se abandonó la cementación artificial pues se siguió tratando el calcinado como se venía haciendo desde 1873.

Con la incorporación del Segundo Proceso Doetsch a partir de 1882 se adaptaron parte de los canales de las cementaciones de Planes, Naya y Nerva. Old Station dejó de estar operativa en 1881, por la necesidad de ampliar la playa de vías y se trasladó al norte, Station Washing Tanks, que junto con las nuevas plantas de lavado de mineral menudo construidas ese año Planes y en Marismilla, fue donde se pasaron los licores por los tanques donde de dispuso el mineral menudo crudo, en aplicación del Ferro Chloric Process, para rendir el cobre contenido en los menudos y propiciar el paso de sulfato férrico a sulfato ferroso[104] y con ello un menor consumo de hierro en las operaciones de precipitación. El mineral lavado en estos tanques se destinó a los terreros o a la exportación, como base para la fabricación de ácido sulfúrico[105].

A partir de 1895 el Consejo de Administración de RTCL decidió que se finalizaran las operaciones de los Procesos Doetsch, se comenzó a pensar en poner en marcha la cementación natural, se instaló el primer terrero dedicado exclusivamente a ese proceso, Terrero Corralejos[106], cuyos licores fueron tratados en Cementación Naya. Los tanques de lavado de mineral y Cementación Nerva siguieron siendo empleadas para lavado de mineral, enviando las aguas a las cementaciones Planes, Naya y Cerda y el mineral lavado a Terreros o Exportación, hasta que tras la visita realizada en 1899 a Tharsis, RTCL decidió restructurar todo el sistema por ahorro de costes y operación, se reconformaron los terreros y las operaciones hidrometalúrgicas se centraron a partir de 1900 sólo en tres instalaciones Naya, Cerda y Planes, por lo que se cerraron Cementación Nerva, Station, Planes y Marismilla *Washing Tanks*. De las tres cementaciones en operación en 1904 se cerró Cementación Planes.

[104]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 231.
[105]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España…*. Tomo II, 645.
[106]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 3, AHMFRT; Cost Statement 1897, Statement 19.

Estando sólo en operación Cerda y Naya que fueron reformadas y ampliadas, ya solo dedicadas a la cementación artificial. En 1910 se volvieron a reconformar todos los terreros de Río Tinto quedándose en tres, Cerda y Naya que ya existían y donde se trasladó parte del material que había en los otros terreros y se conformó uno nuevo en Tejoneras, que serán los tres *heaps* en operación hasta 1954.

El último cambio en las instalaciones importantes se dio en 1927, cuando RTCL decidió centralizar todos los trabajos de precipitación en Cementación Naya, a partir de ese momento la última aportación fue la instalación de la Planta de Reducción que empleando dióxido de azufre, reducía el contenido de óxido férrico contenidos en los licores[107].

En este capítulo estudiamos todas las instalaciones que fueron empleadas en época británica, las cementaciones Cerda, Planes y Sta. María, aunque dos de las tres siguieron en operación mucho tiempo tras la venta de las minas a RTCL las hemos tratado en el capítulo 8.4.

[107]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….60-62.

7.7.1. Panorámica de 1882

En el Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto se conserva la copia origina S1, una panorámica compuesta con cuatro positivos de 39,5 x 29,5 cms, con signatura A9/1100, que representa una vista panorámica del valle del río Agrio de Oeste a Este, que es el mejor documento que disponemos para conocer las instalaciones donde se desarrollaron las operaciones hidrometarúgicas, aunque es en blanco y negro nos ayuda a conocer cómo era el paisaje industrial, donde en el centro se encontraba el campo de calcinación de donde emanaba el ambiente mefítico que coronaba el valle.

Sobre esta foto hemos señalado los hitos que conformaban el skyline en 1882. De Oeste a Este, señalamos: la Fundición Mina, la primera construida *ex novo* por RTCL, que estuvo operativa ente 1879 y 1899[108]. El siguiente hito es el socavón San Luis, un hundimiento sobre un tramo del túnel 11 o *Main Tunnel*, producido el 9 de abril de 1876[109], donde murieron 2 operarios. El tercer hito que marcamos es la Trituradora del Proceso Doetsch (Ver punto 7.3.3.5). El centro y norte de la panorámica está ocupado en gran parte por el Campo de Calcinación de Teleras (Ver punto 7.3.1), el cuarto hito. El quinto son Teleras 2 circulares, cuya producción estaba destinada a la Fundición[110]. Nerva Washing Tanks (Ver punto 7.7.7) es el sexto hito indicado, siendo esta la única foto de esta instalación. El séptimo hito era la chimenea del rebervero donde se calcinaba para eliminar el arsénico[111]. El octavo punto señalado es muy interesante pues es la mejor representación del terrero del Segundo Proceso Doetsch (Ver punto 7.3.3.2), situado al norte de Station Washing Tanks (Ver punto 7.7.11), que es el noveno hito. El décimo es el pantano de Marismilla (Ver punto 7.3). El Dique nº1 de Cementación Cerda (Ver punto 7.7.1) es el hito 11 y la chimenea del Dique nº2 (Ver punto 7.7.2) es el doce y Cementación Cerda (ver punto 6.4.1) es el treceavo hito.

Primero mostraremos la foto con las indicaciones (ver foto 236). Para que se puedan ver los detalles la hemos dividido en cuatro partes de Oeste a Este.

[108]SALKIELD, L. U. (1971) Recent history of copper smelting at Río Tinto, 2-3.; SALKIELD, L.U. (1987)): *A Technical history…* 69.
[109]Libro Diario nº2, página 66, 31/5/1876, donde se consigna el gasto de 160 reales del funeral de F.L. Ballesteros, uno de los operarios fallecido en el hundimiento.
[110]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…* 240.
[111]SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…* 240.

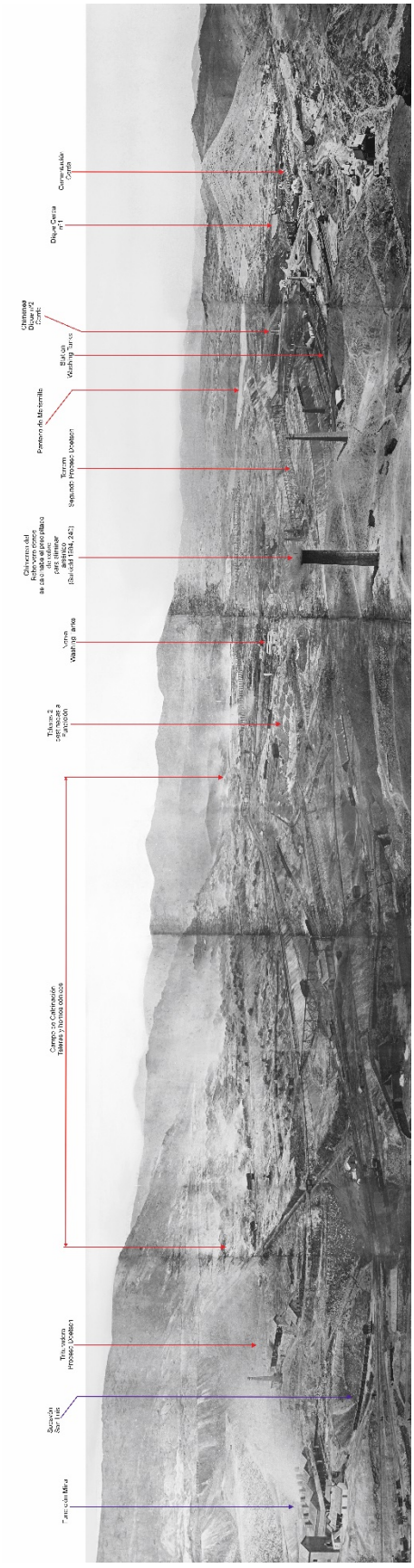


Foto 236 Vista panorámica del paisaje industrial del valle del río Agrio de Oeste a Este, foto A-9/1100, AHMFRT

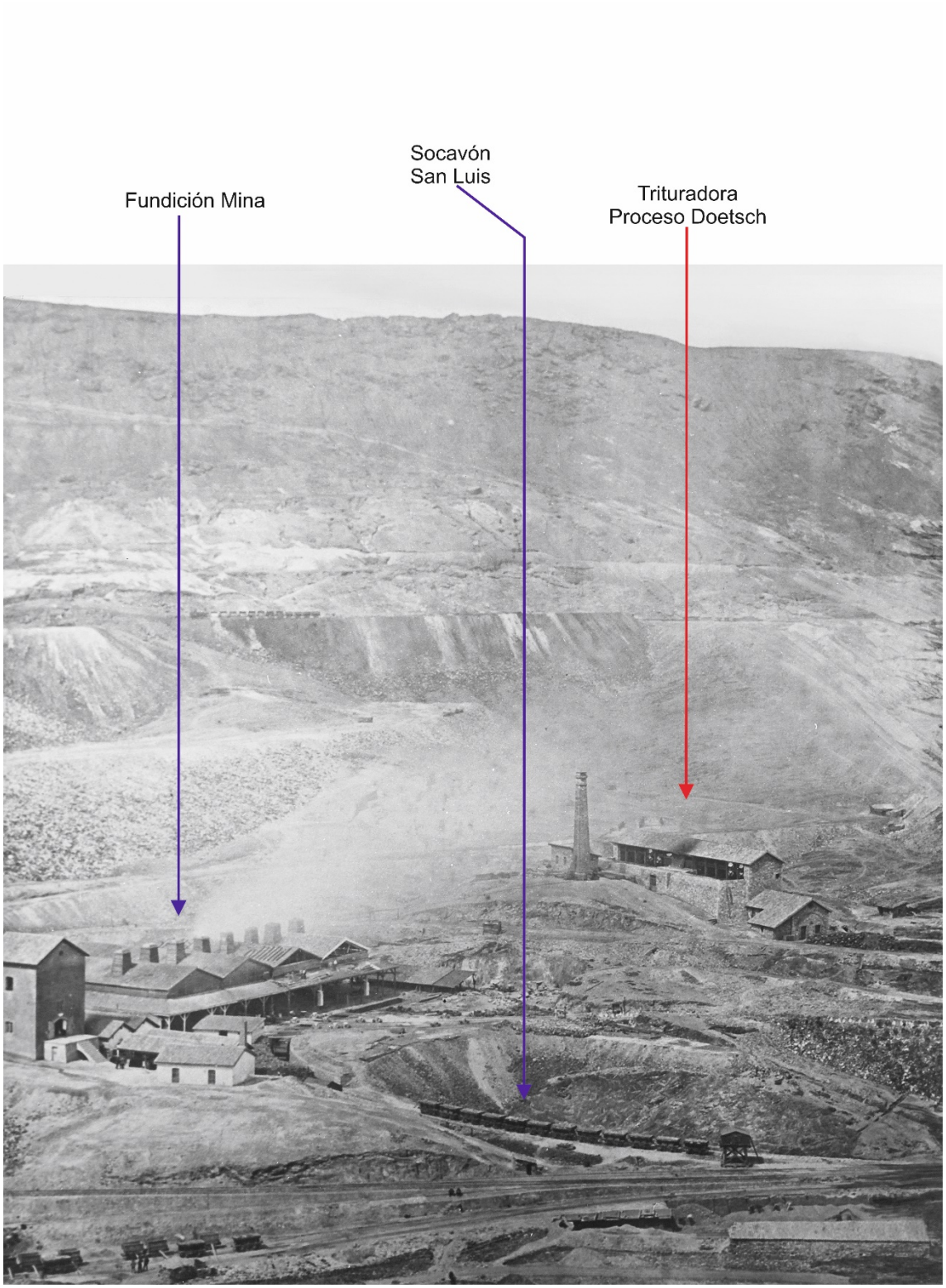


Foto 236a Detalle de la Vista panorámica del paisaje industrial del valle del río Agrio de Oeste a Este, foto A-9/1100, AHMFRT

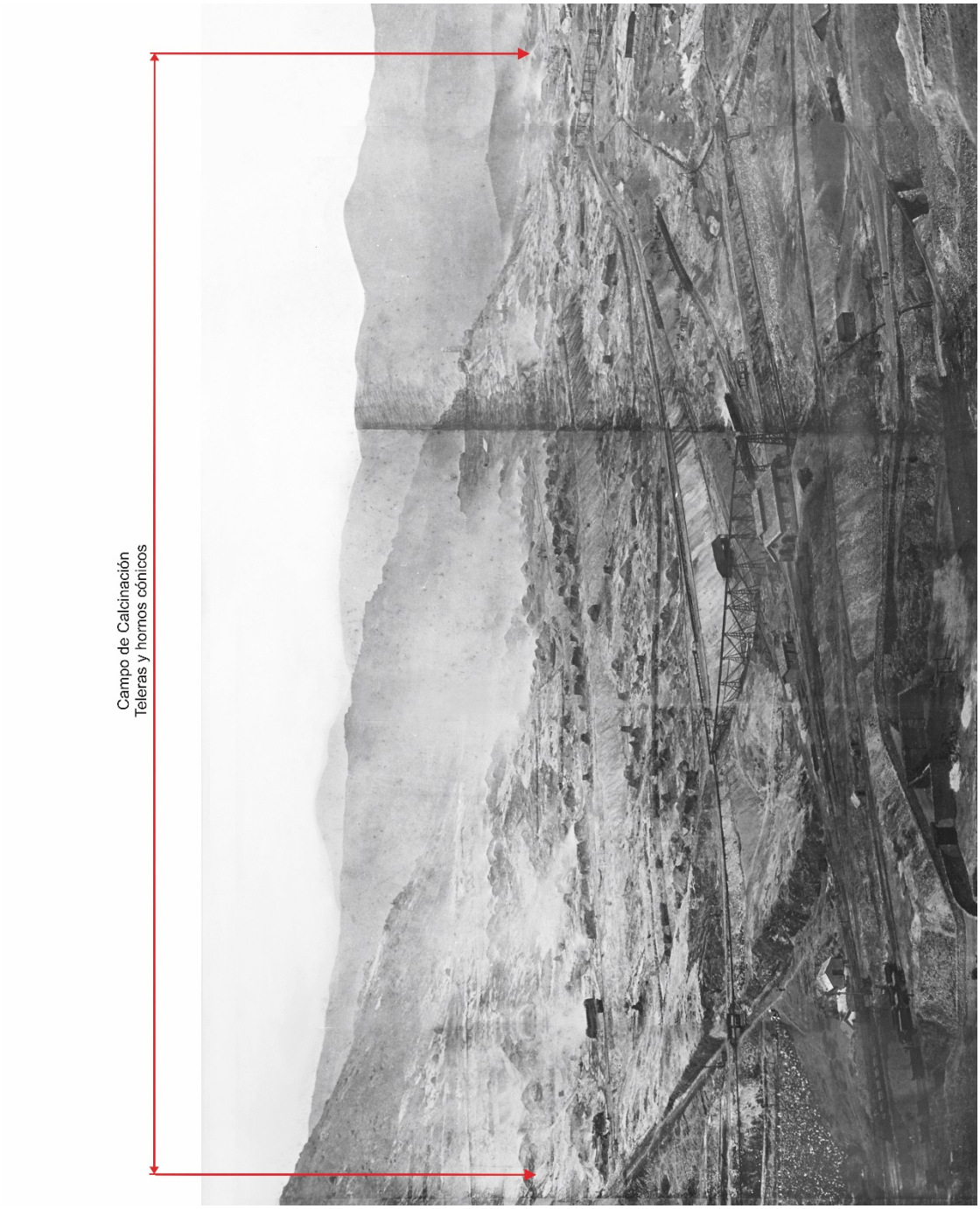


Foto 236b Detalle de la Vista panorámica del paisaje industrial del valle del río Agrio de Oeste a Este, foto A-9/1100, AHMFRT

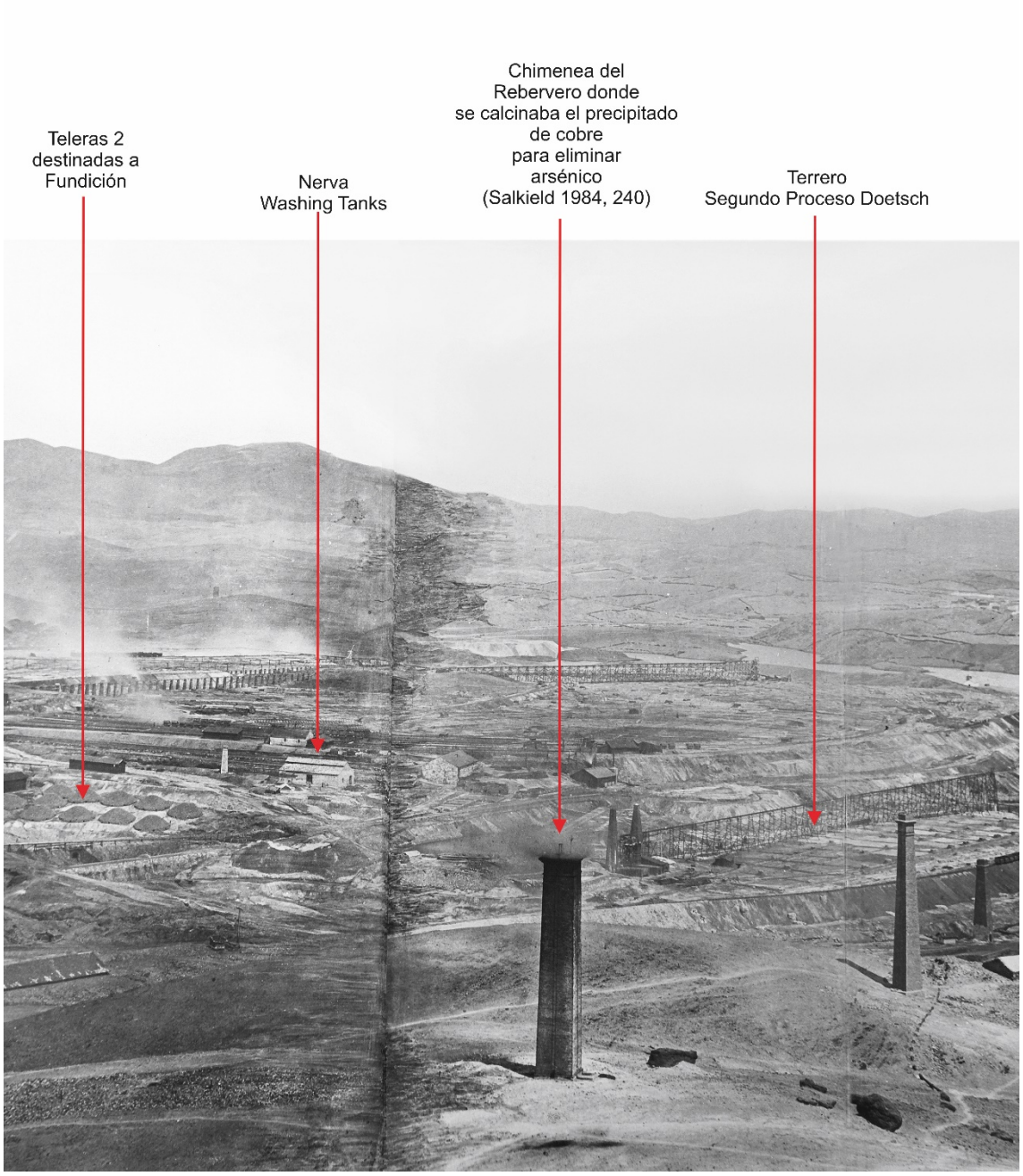


Foto 236c Detalle de la Vista panorámica del paisaje industrial del valle del río Agrio de Oeste a Este, foto A-9/1100, AHMFRT

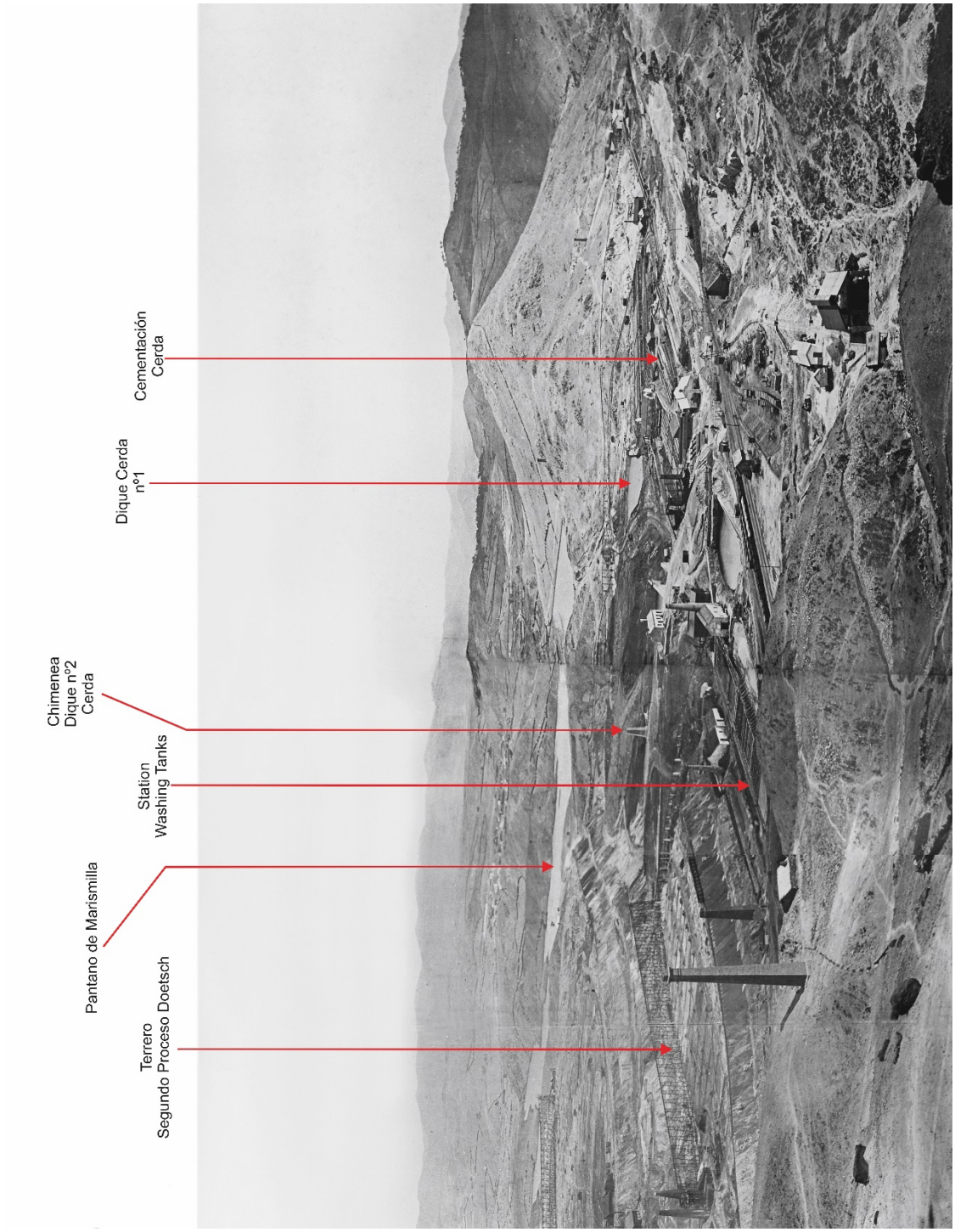


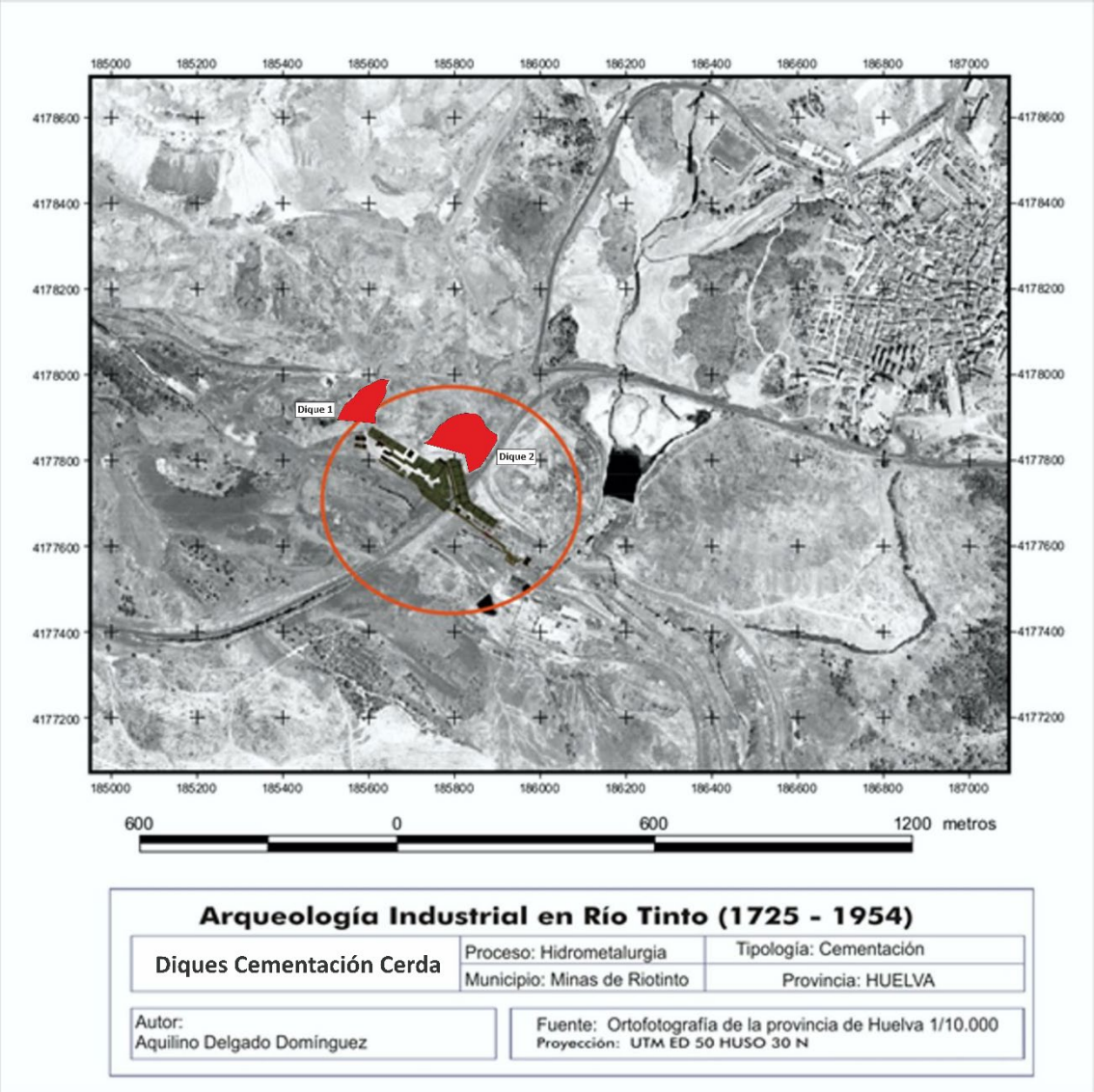
Foto 236c Detalle de la Vista panorámica del paisaje industrial del valle del río Agrio de Oeste a Este, foto A-9/1100, AHMFRT

7.7.2. Diques de la Cementación Cerda

DENOMINACIÓN: Diques de la Cementación Cerda

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

Dique 1	**Dique 2**
X: 185.457.18	**X:** 185.645.90
Y: 4.177.687	**Y:** 4.177.616.6



Plano 56 Ubicación de los Diques 1 y 2

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación, Dique

CRONOLOGÍA: 1873 – 1927

DESCRIPCIÓN:

De la Cementación Cerda sólo se conservan dos diques que tuvieron como fin el acopio de agua ácida para surtir a los canales. En ambos casos el muro está construido en mampuestos forrado en ladrillos, aprovechando un desnivel al Sur.

El Dique nº 1, ubicado más al Este fue el primero en construirse, fue edificado entre 1873 y 1877, aparece en el *Plan of Works* de 1878, Plano A-2174, AHMFRT (Plano 57ª, ver también 57b y 57c). Para aumentar la cantidad de cáscara de cobre fue directamente proporcional a la necesidad de aumentar el número de canales para cementar cobre. Esto conllevó que fuera imperativo disponer de mayor cantidad de agua.

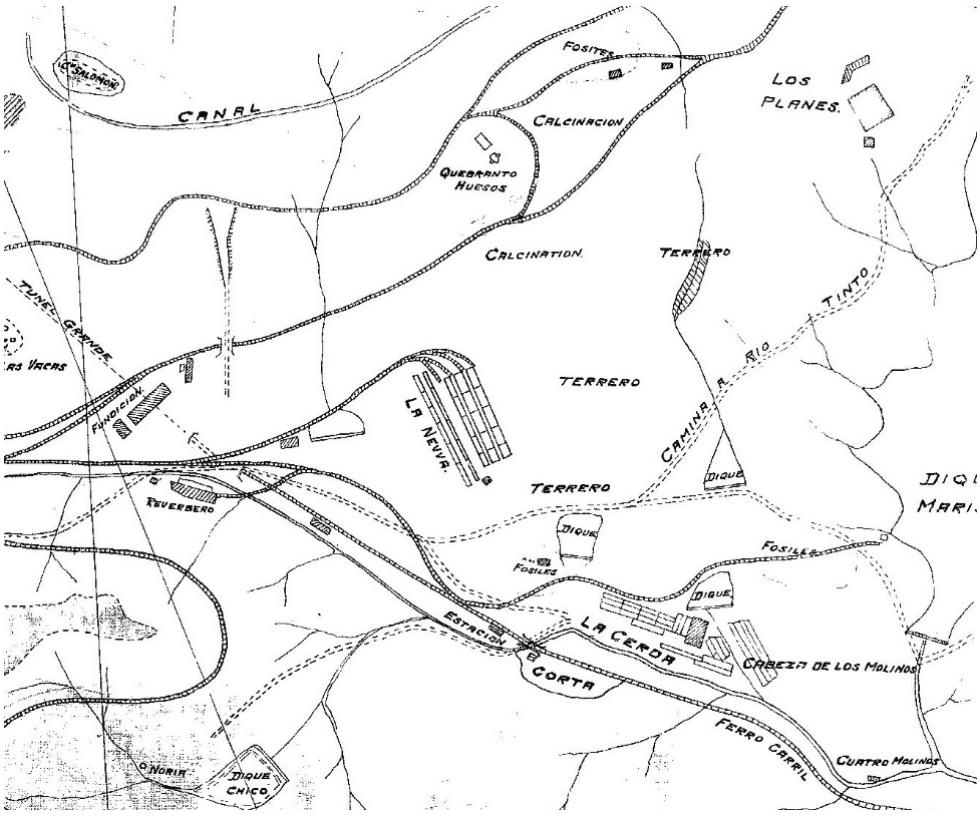
Este dique originalmente numerado como Dam nº3 (ver Plano 57a, fotos 74 - 77, 82-84 y Ver punto 9.7.0 PANORÁMICA DE 1882) tiene una planta convexa y rectilínea con unas dimensiones de 136,7 metros de longitud, una anchura de 4 metros y una altura conservada de 4,5 metros de altura. Sufrió una disminución de la superficie con anterioridad a 1895, siendo ampliado de nuevo en la segunda mitad del siglo XX, llegando a los actuales 10.856,8 m^2 y a los 478 metros de perímetro (ve fotos 237a y 237b , 238, 239a y 243). Estuvo en operación hasta 1927, cuando dejó de tener uso en las operaciones de cementación, hasta la apertura del Proyecto Riotinto. Actualmente ha sido adaptado, debido a la cota tan baja en la que está ubicado con respecto a la escombrera, para recoger todas las aguas de escorrentías, bombearlas a las presas y ser reutilizada como agua de proceso tras su inertización (Ver fotos 244 y 245).

El Dique nº2 fue construido con anterioridad a 1882, pues aparece ya reflejado en el Plano A-324 de 1882 (Ver Plano 57b y 57c, fotos 239b -243 y Ver punto 9.7.0 PANORÁMICA DE 1882). Este pantano se construyó a la misma vez que la ampliación de los canales para el Segundo Proceso Doetsch para poder disponer de una mayor cantidad de agua para las operaciones hidrometalúrgicas. El muro del Dique tiene una planta recta de 95,4 metros de longitud y una anchura de 2,3 metros. El sistema

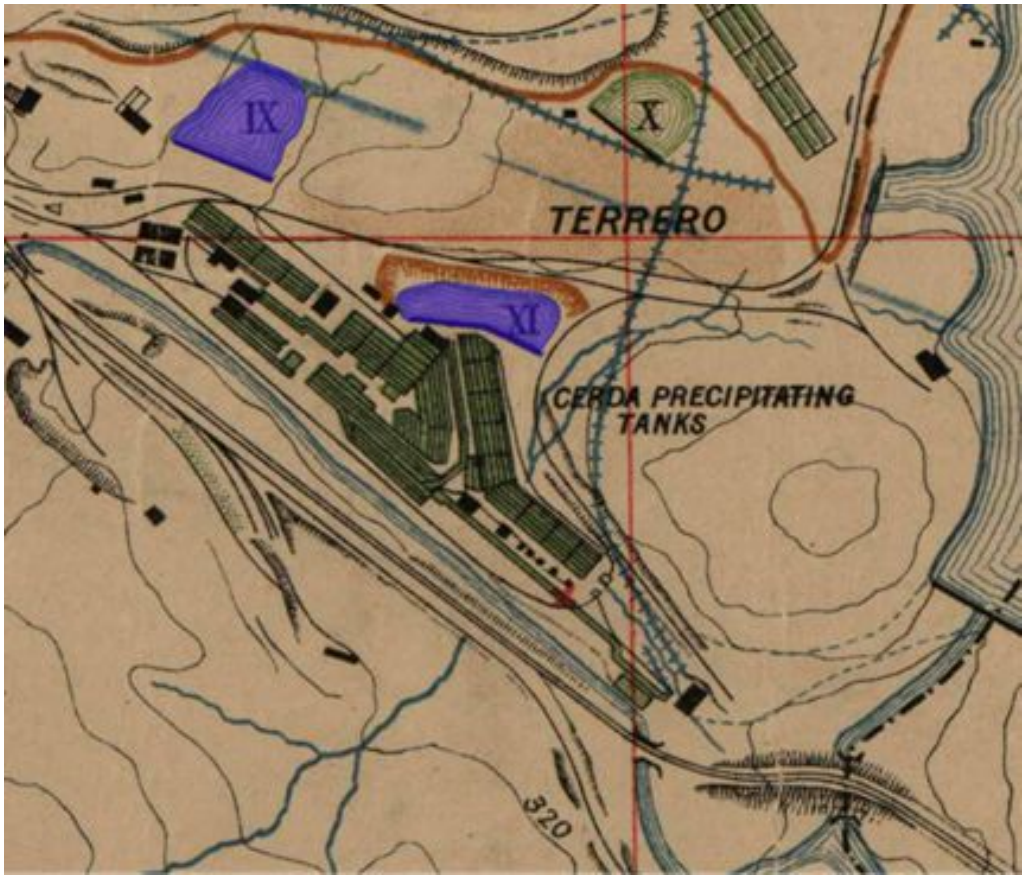
constructivo es el ya descrito, mampuestos forrados de ladrillos. Tiene una superficie de 7.954,17 m^2 y un perímetro de 379,963 metros. Estuvo en operación hasta 1927, cuando dejo de estar en activo Cementación Cerda.



Planos 57a Plan of Works, Plano A-2174, AHMFRT de 1878 refleja la existencia del Dique nº2.



Plano 57b Detalle del Plano A-324, 1882 AHMFRT, donde se indica la ubicación del Dique nº 2, además del Dique nº1.



Plano 57c en el detalle del Plano A-2875, AHMFRT de 1891 ya están ambos construidos.



Foto 237a Vista desde el Norte del Dique 1 de Cementación Cerda. AHMFRT.

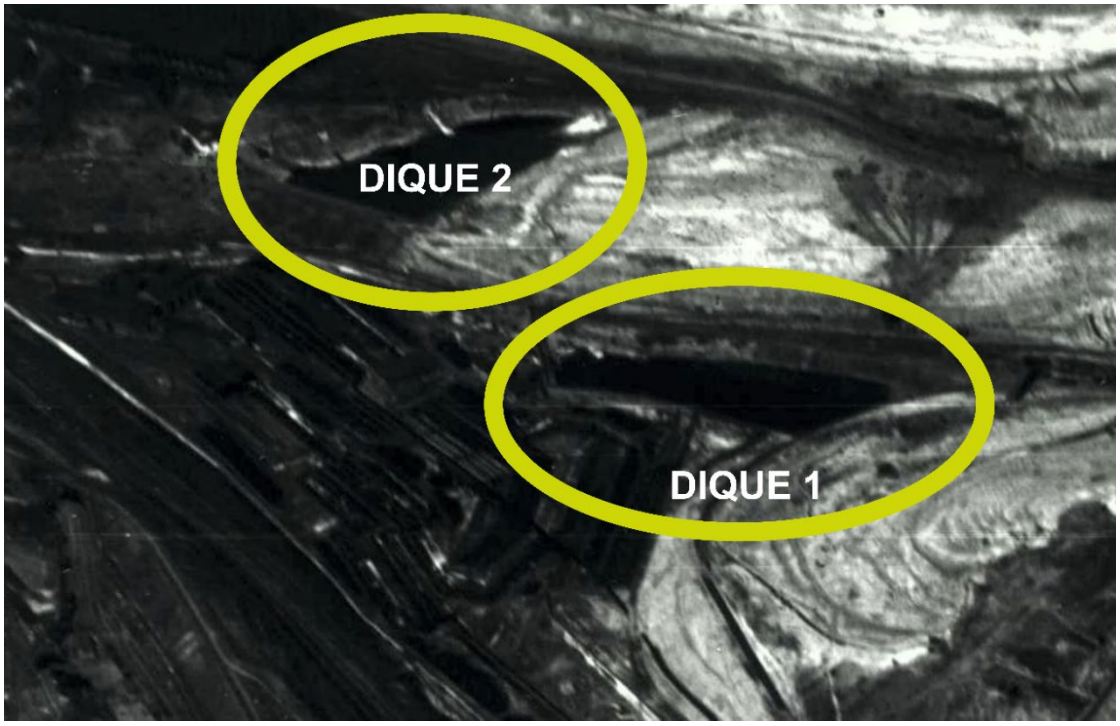


Foto 237b Detalle de vista aérea de la Cementación Cerda, fuera de operación, 6 de abril de 1929. AHMFRT, donde se aprecia la ubicación de los diques 1 y 2 al norte.



Foto 238 Vista desde el SO de la Zona de Cementación Cerda donde se aprecian los Diques nº1 y nº2, 1984, AHMFRT.

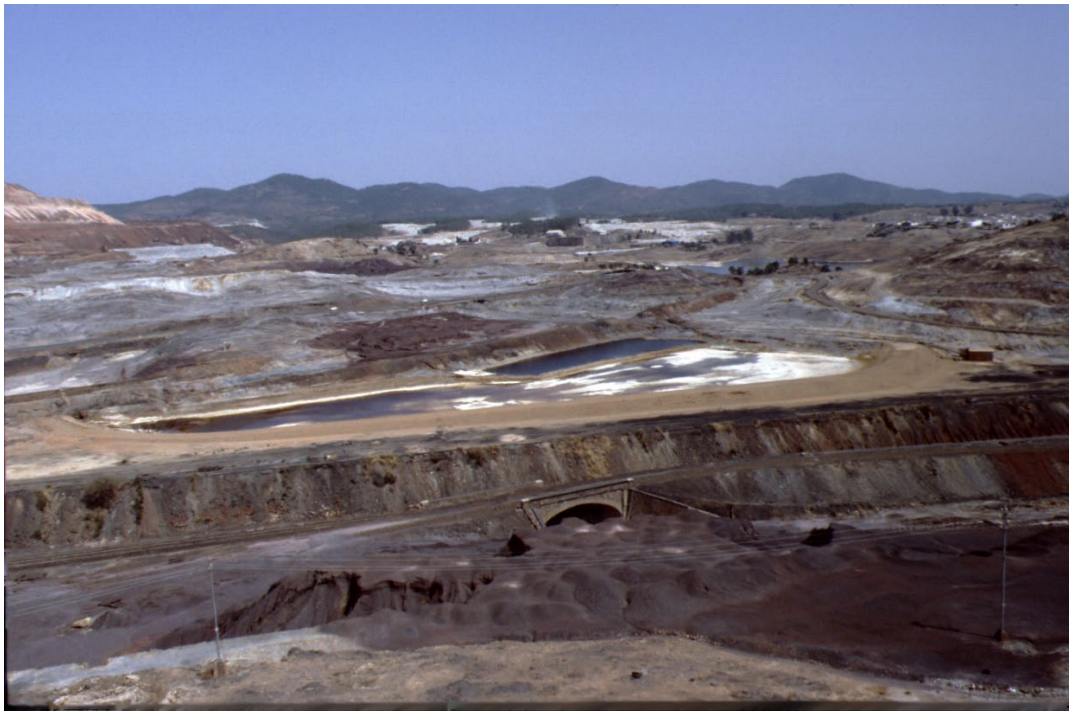


Foto 239a Vista desde el NE del Dique nº 1, 1986 Col. Paul Craddock



Foto 239b Vista de detalle desde el norte del dique 2 y la Chimenea, 1986 Col. Paul Craddock



Foto 240 Vista desde el NE del Dique nº 2 y la chimenea, 2010, Foto ADD.



Foto 241 Vista desde el NE del Dique nº 2 y la chimenea, 2010, Foto ADD.



Foto 242 Vista desde el Norte del Dique nº2 y la Chimenea, 2014. ADD.



Foto 243 Vista desde el Este del Dique nº1, 2013. ADD.



Foto 244 Vista desde el Este del Dique nº1, 2020. ADD.



Foto 245 Vista desde el Norte del Dique nº1, 2020. ADD.

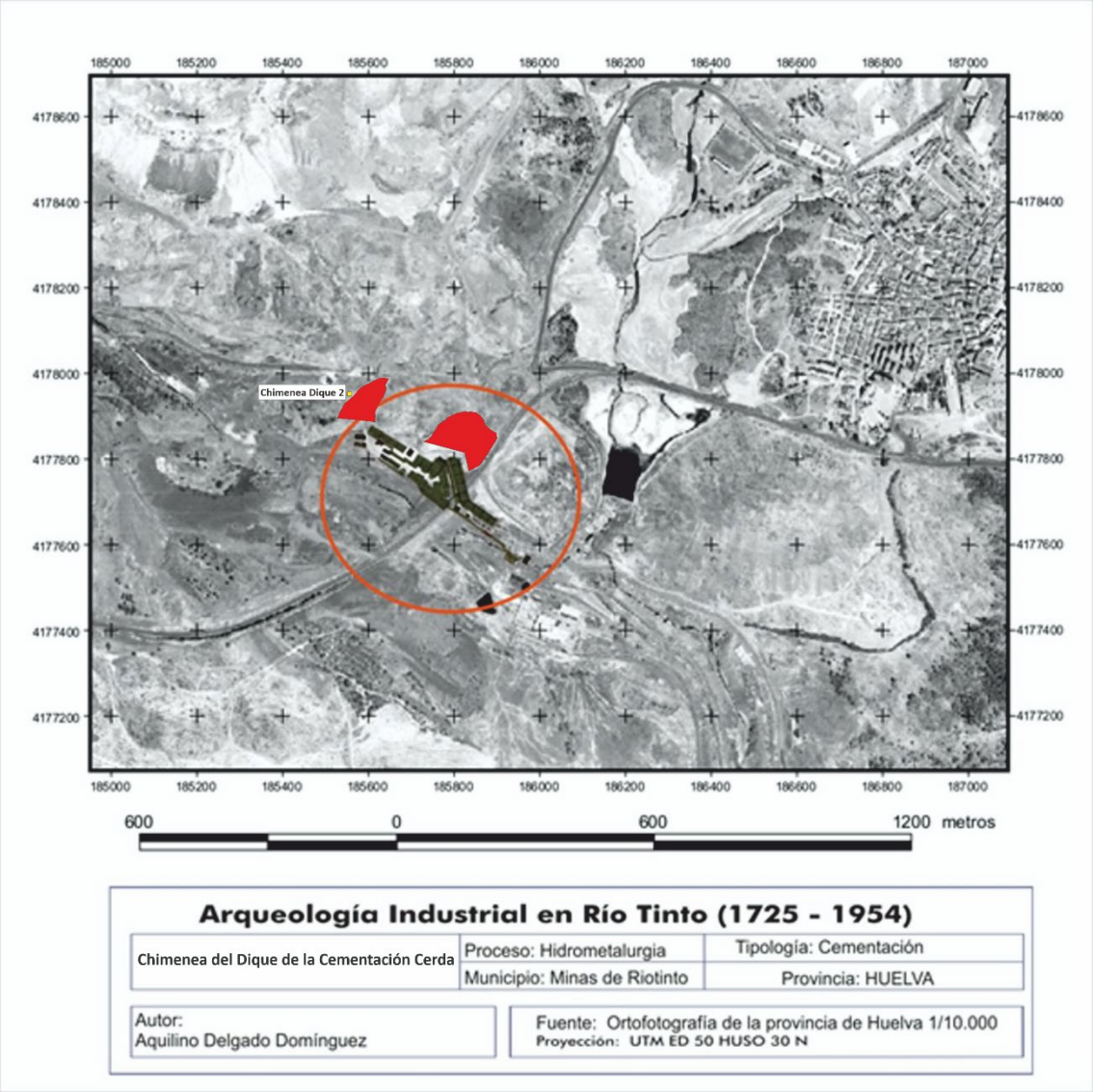
7.7.3. Chimenea de la Bomba del motor del Dique 2 de la Cementación Cerda

DENOMINACIÓN: Chimenea de la Bomba del motor del Dique 2 de la Cementación Cerda

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185.556.636

Y: 4.177.949.14



Plano 58 Ubicación de la Chimenea del Dique 2.



Plano 59 Detalle del Plano 29, donde se indica la ubicación de la Chimenea del Dique 2.

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

CRONOLOGÍA: 1881 – 1927

DESCRIPCIÓN:

Chimenea de forma tronco piramidal, tiene dos cuerpos, construida en mampostería trabados con mortero de cal. Tiene unas dimensiones de tres metros de lado por nueve de alto. Se construyó durante la ampliación para el Proceso Doetsch de 1882 (Ver Planos 57b, 57c, fotos 239b -243 y y Ver punto 9.7.0 PANORÁMICA DE 1882) para servir de escape de humos para el motor de vapor de la bomba del dique anexo a la cementación para suministrar agua acida proveniente de las otras fábricas para

mezclarlas con las de los disolvedores. Estuvo en servicio hasta 1927 cuando finalizaron las operaciones en la cementación Cerda[1] (Ver fotos 85 -87).

Tras 89 años sin operación presentaba un mal estado de conservación, debido a varias grietas y parte de pérdida de mampuestos en la base (Ver fotos 88 – 89). Atalaya Riotinto Minera la rehabilitó, restaurando las grietas, consolidando las pérdidas y recuperando los volúmenes originales de las esquinas[2] (Ver fotos 90 – 92),

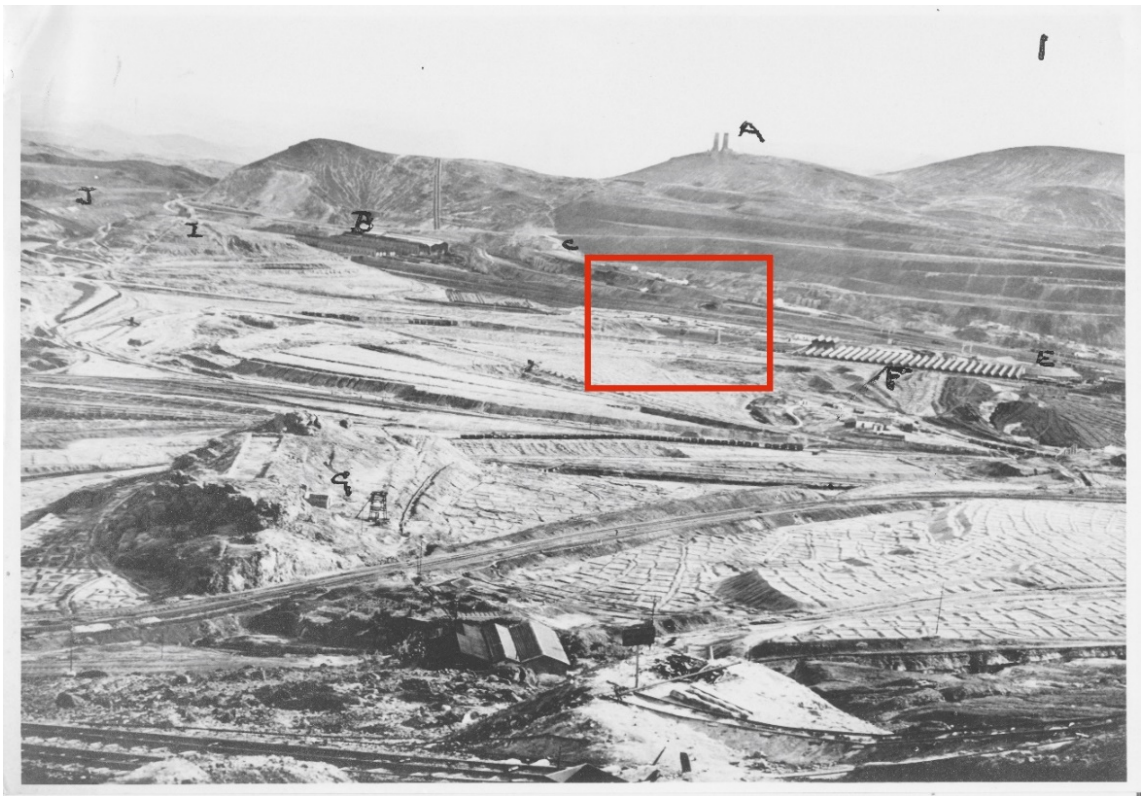


Foto 246, Foto desde el Oeste donde se aprecia el dique y la Chimenea. Colección Salkield, 1934.

[1]Libro de Costes nº 654, 31-12-1927.AFRT

[2]IGLESIAS GARCÍA, L. (2019): "Gestión del Patrimonio Histórico-Arqueológico en el Proyecto Riotinto de Atalaya Minera" en PÉREZ MACÍAS, J.A. e IGLESIAS GARCÍA, L. (Eds.) *Investigaciones en el Yacimiento Romano de Riotinto (Huelva), El Escorial 6B y su acumulación monetal*, Universidad de Huelva, Huelva, 44.



Foto 247, Foto de detalle desde el Oeste donde se aprecia el dique y la Chimenea. Colección Salkield, 1934.



Foto 248, Vista desde el Norte del dique y la Chimenea, 1984. AHMFRT.



Foto 249, Vista de detalle de la chimenea desde el sur, 1984, se aprecia la pérdida en la base y algunas grietas, AHMFRT.



Foto 250, vista desde el Norte de la chimenea donde son visibles la pérdida de material de flanco norte y la aparición de algunas grietas, 2014, foto ADD.



Foto 251, Foto de los trabajos de restauración de la Chimenea realizados por Atalaya Mining IGLESIAS GARCÍA, L. (2019): "Gestión del Patrimonio Histórico-Arqueológico en el Proyecto Riotinto de Atalaya Minera" en PÉREZ MACÍAS, J.A. e IGLESIAS GARCÍA, L. (Eds.) *Investigaciones en el Yacimiento Romano de Riotinto (Huelva), El Escorial 6B y su acumulación monetal*, Universidad de Huelva, Huelva, 13-44.



Foto 252, vista de detalle desde el SE de la Chimenea ya restaurada, 2020, Foto ADD.



Foto 253, Foto desde el SE de la Chimenea ya restaurada y el dique, 2020, Foto ADD.



Foto 254, vista desde el Norte de la Chimenea ya restaurada, 2020, Foto ADD.

7.7.4. Dique de la Cementación Planes

DENOMINACIÓN: Dique de la cementación Planes

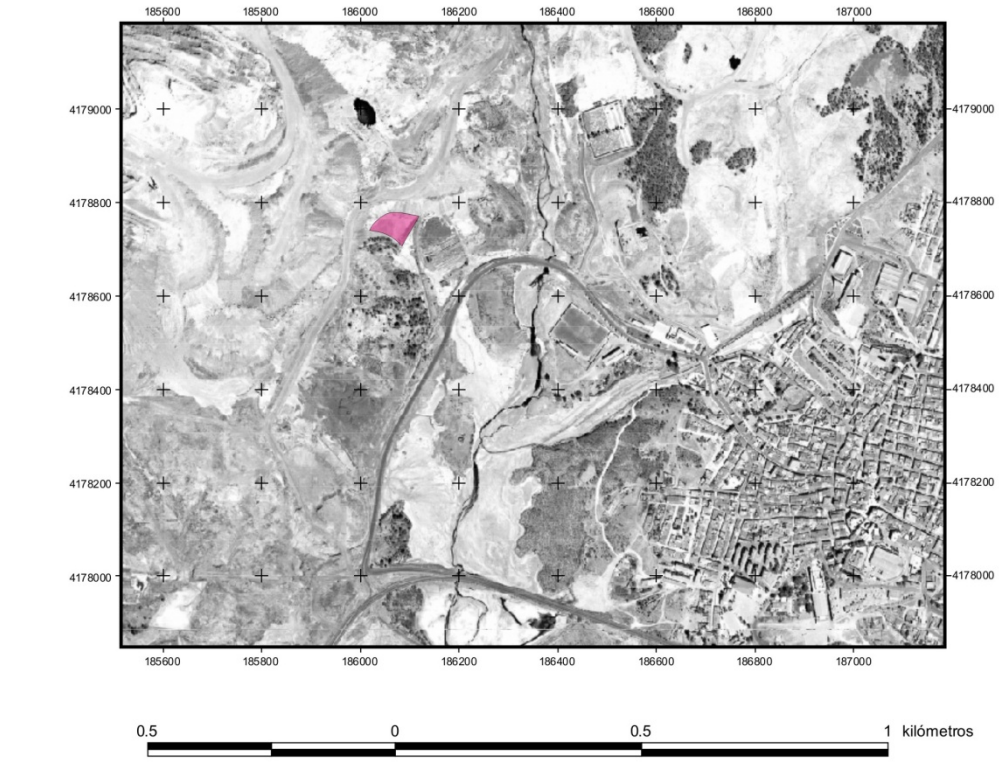
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 186049.39

Y: 4178752,54

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 60 Ubicación del Dique de Cementación Planes

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Dique

CRONOLOGÍA: 1882 - 1904

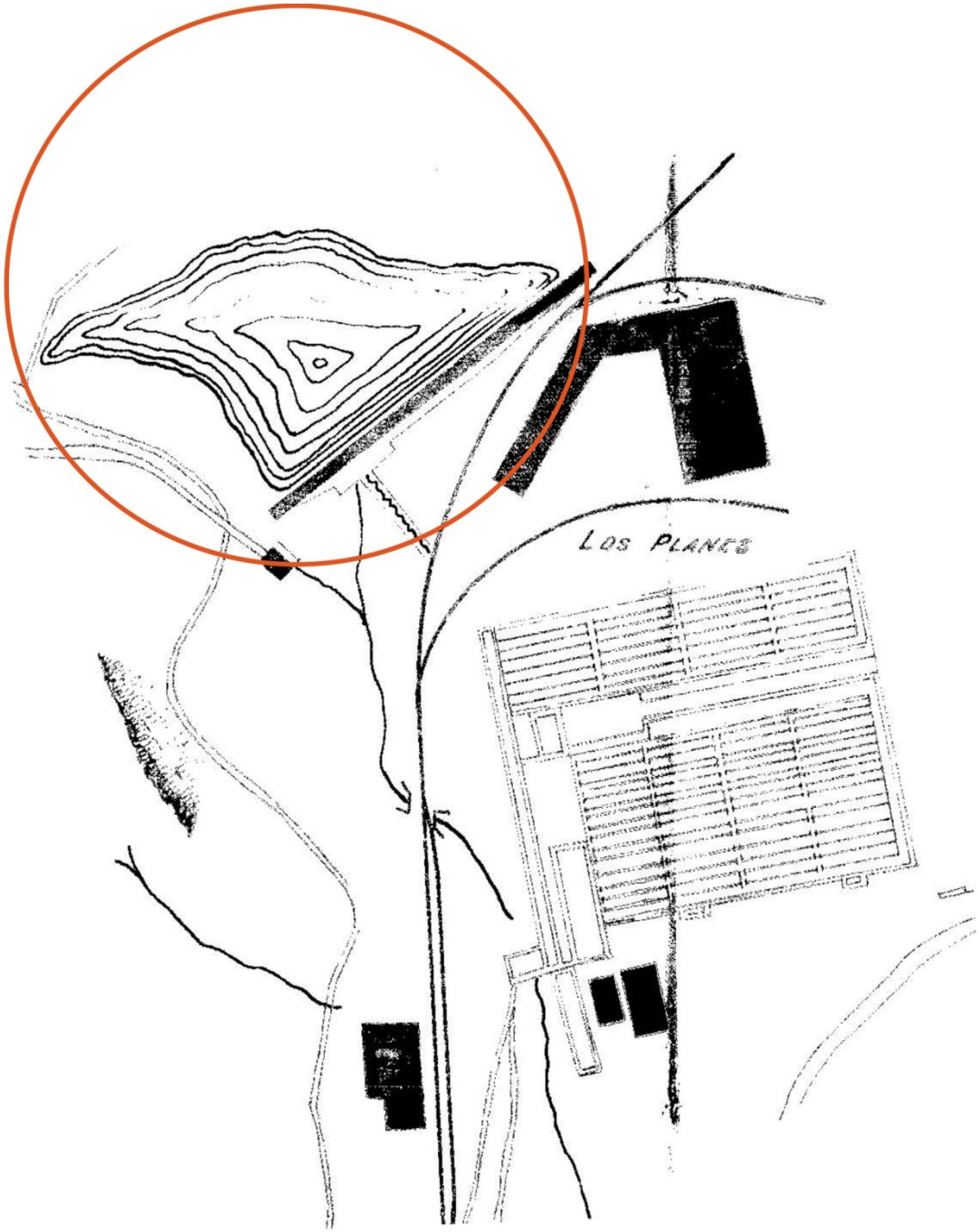
DESCRIPCIÓN:

Dique construido en 1882[3] embalsando un pequeño torrente a una cota superior al canaleo de Planes y a una inferior de donde se situaba terreros Planes recogiéndose el agua enriquecida proveniente de *Planes Heaps* (ver Plano 60). El agua era transportada por gravedad y mediante canales de madera embreada desde los terreros al dique, donde se asentaban las partículas antes de enviarlas a los canales[4] (ver Plano 60a).

El dique está conformado por un muro de mampuesto de 58,67 metros de longitud, por 1,80 metros de ancho en la corona del dique y 3,40 metros de altura. Delante de este paramento tiene un talud construido en mampuesto y relleno con roca de caja (pizarras) que tiene el sur 10,95 metros de ancho y en el norte 3,91 metros, siendo la altura la indicada. El ancho de la base es de 720 pulgadas, lo que equivale a 18,29 metros. La superficie es de 2022,07 m^2, pudiendo llegar a albergar 3768 m^3 de aguas ácidas. Este dique fue construido en 1876[5], siguiendo la política de RTCL de construir instalaciones para el suministro de agua[6], estuvo en funcionamiento hasta 1903[7] (ver fotos 255 – 258).

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Bueno, está colmatado habiéndose su reducido su capacidad de albergar agua a un 5 % del original.

[3]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.
[4]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42.
[5] Libro de Caja nº 78, 31-12-1876. AFRT. Donde se recoge el pago de una gratificación a los trabajadores por valor de 40 reales por la construcción del dique, canales y edificios.
[6] S-103 Report of the directors. 1875, 2. AFRT
[7] Cost Statement 1903, Statement nº 16, 22. AFRT



Plano 60a, Plano de la Cementación Plano, detalle del Plano 100- D-7, 1114 (1890). Escala 1=1.500. A.F.R.T. Al norte señalado la ubicación del Dique.



Foto 255 Vista norte del muro del dique. ADD.



Foto 256 Vista Sur del Dique. ADD.



Foto 257 Vista Este del Dique, foto ADD.



Foto 258 Detalle del tramo que el muro apantalla el pequeño barranco y de los paramentos del talud que conforman el dique. ADD.

7.7.5. Planta descascarilladora de la Cementación Planes

DENOMINACIÓN: Planta de Descascarillado de La Cementación Planes

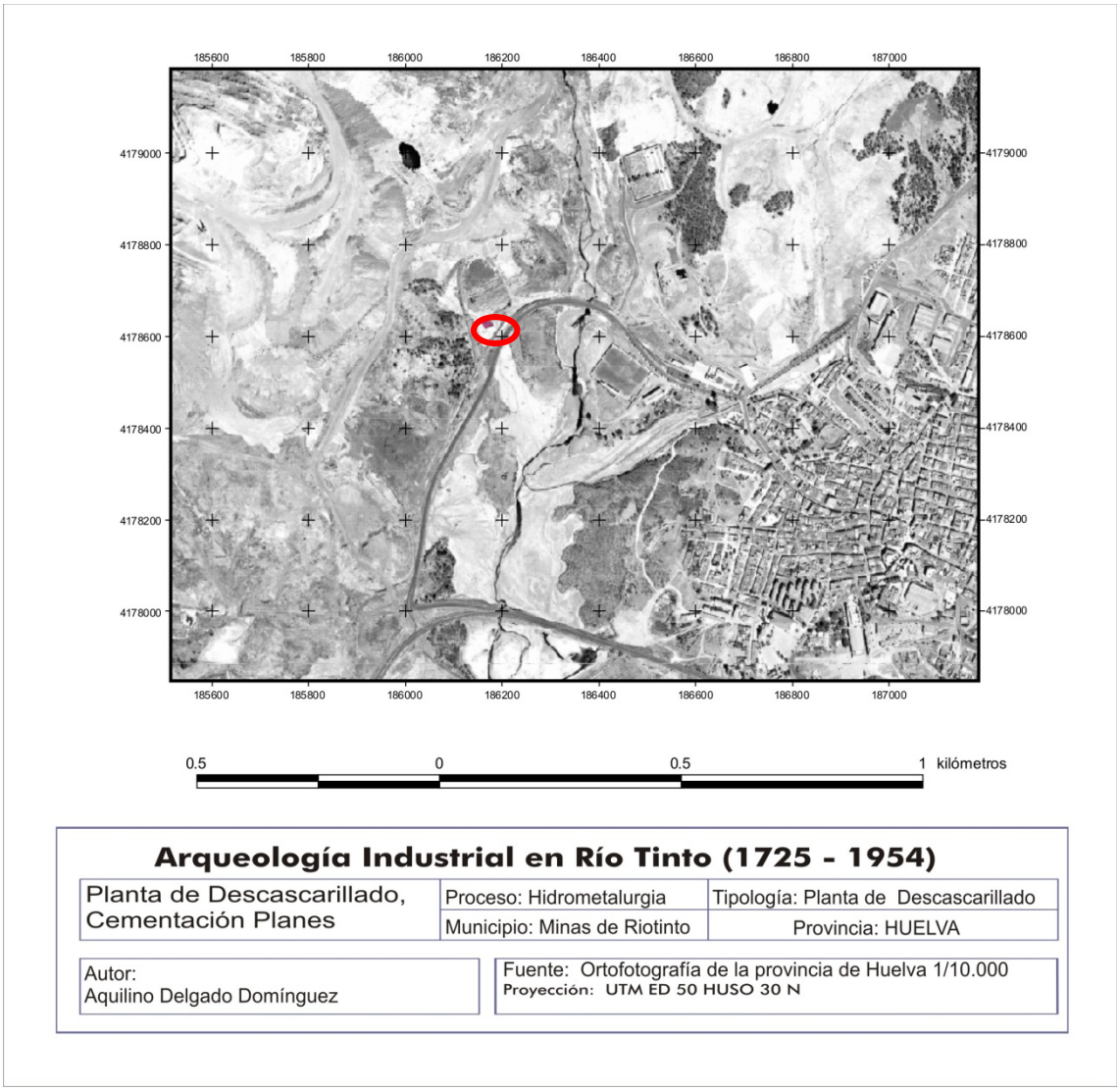
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 186152.51606

Y: 4178621.13501

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 61 Ubicación planta descascarrilladora

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Descascarilladora de precipitado de cobre

CRONOLOGÍA: 1876 - 1904

DESCRIPCIÓN:

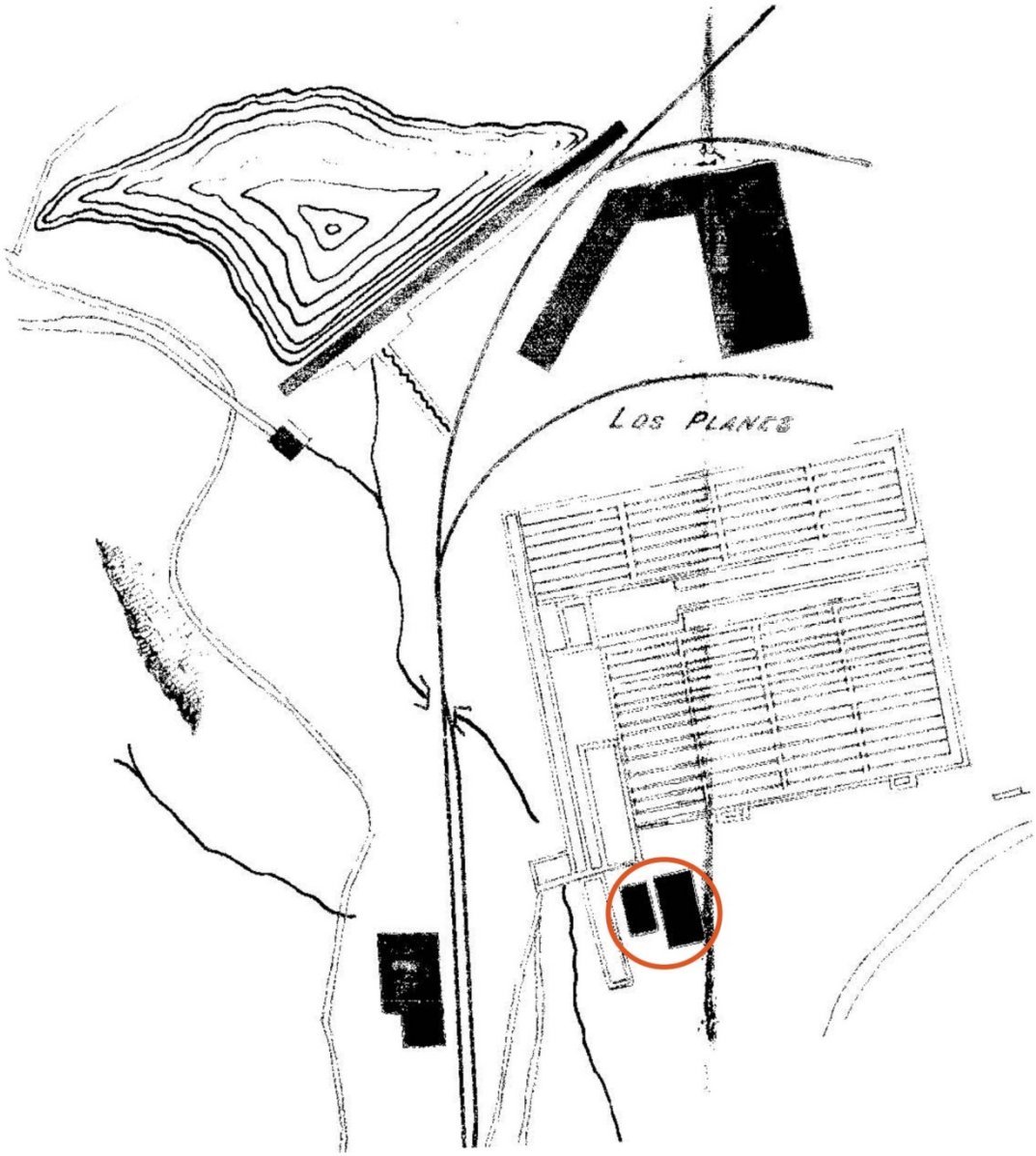
Edificio de planta cuadrada de 12 metros x 12 metros en su base y 11,50 metros en la zona superior, con 3,2 metros de altura conservada (ver Plano 38 y 39). Fue construido fines de 1876[8] estuvo en funcionamiento hasta 1903[9]. La actual construcción es la unión de la planta de descascarillado y un pequeño almacén anexo que fue unido mediante un muro en la segunda mitad de los años 90 del siglo XIX (Ver Plano 62)

Está construido en mampuestos trabado con mortero de cal, con el que estaba revocado (ver fotos 259 - 262). El acceso se realizaba por el Oeste por dos puertas rematadas en arco realizado con ladrillos (ver foto 124). Presenta sillares romanos de gossan transportado[10] (ver fotos 259 -263, 265 – 268) rematando los accesos y en las esquinas (ver foto 263). No conserva la cubierta a dos aguas con teja plana, como indican los restos hallados con el interior.

A esta instalación se llevaba la chatarra que tras pasar de entre una semana y diez días en los canales se le eliminaba la cáscara de cobre precipitada en su exterior, con una ley de cobre entre 70 % y 82 % de Cu (ver fotos 264). Para tal fin sobre unos soportes se disponía la criba de 12 mm., para separar la de mayor tamaño y calidad que una vez lavada, seca y empaquetada en sacos era enviada a Cementación Cerda[11]. Para el lavado de la cáscara con agua limpia se construyó una tubería desde Campofrío a Planes, por valor de 2113,40 reales[12]. La cáscara de menor tamaño se llevaba de nuevo a las balsas de decantación. La planta tenía adosada una estancia que era el almacén donde se guardaban los sacos con la cáscara de cobre lavada y seca antes de llevarlos a la factoría.

ESTADO DE CONSERVACIÓN: La planta de descascarillado de Planes tiene un grado de conservación medio y no presenta deterioro estructural, aunque no conserva la cubierta.

[8] Libro de Caja nº 78, 31-12-1876. Donde se recoge el pago de una gratificación a los trabajadores por valor de 40 reales por la construcción del dique, canales y edificios.
[9] Cost Statement 1903, Statement nº 16, 22.
[10] Sobre los sillares empleados en la construcción de esta factoría fueron cortados partiendo de los *lapides quadrati* que tenían unos módulos concretos, sobre este particular Ver. PÉREZ MACÍAS, J.A. (2009): "Lapicidinae ad metalla". *Marmora Hispana. Explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania romana*. Roma: 339-364. Los reutilizados en la construcción de la factoria fueron cortados y sobre la reutilización de estos elementos portantes romanos en edificios en épocas posteriores Ver DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; REGALADO ORTEGA, M.C. y LAGARES RIVERO, J. (2015): "Reutilización de elementos constructivos romanos de Gossan transportado, Cuenca Minera de Riotinto (Huelva, España)", en VII *Encuentro de Arqueología del S.O. Peninsular,* Aroche – Serpa, 739 – 755.
[11] Cost Statement 1897 – 1904.A.F.R.T.
[12] Libro Diario, libro 5, 31-12-1876, 753. A.F.R.T.



Plano 62, Descascarilladora Cementación Planes, tomado del plano 100- D-7, 1114 (1890). Escala 1=1.500. A.F.R.T.



Foto 259 Planta de descascarillado vista Sur, 2015, foto ADD.



Foto 260 Planta de descascarillado vista N.E., donde se aprecian los dos espacios, Almacén y planta de descascarillado, 2015, foto ADD.



Foto 261 Planta de descascarillado vista SE, 2015, foto ADD.



Foto 262 Vista Oeste de la planta de descascarillado, se observa la entrada y los soportes de la criba, 2015, foto ADD.



Foto 263 Detalle de la doble puerta de entrada donde se observan los sillares de gossan transportados reutilizados y los ladrillos que conforman los arcos, 2015, foto ADD.



Foto 264 Vista del interior de la planta de descascarillado, 2015, foto ADD.



Foto 265 Detalle de los sillares de gossan transportado romanos reutilizados en la construcción de la planta de Descascarillado, 2015, foto ADD

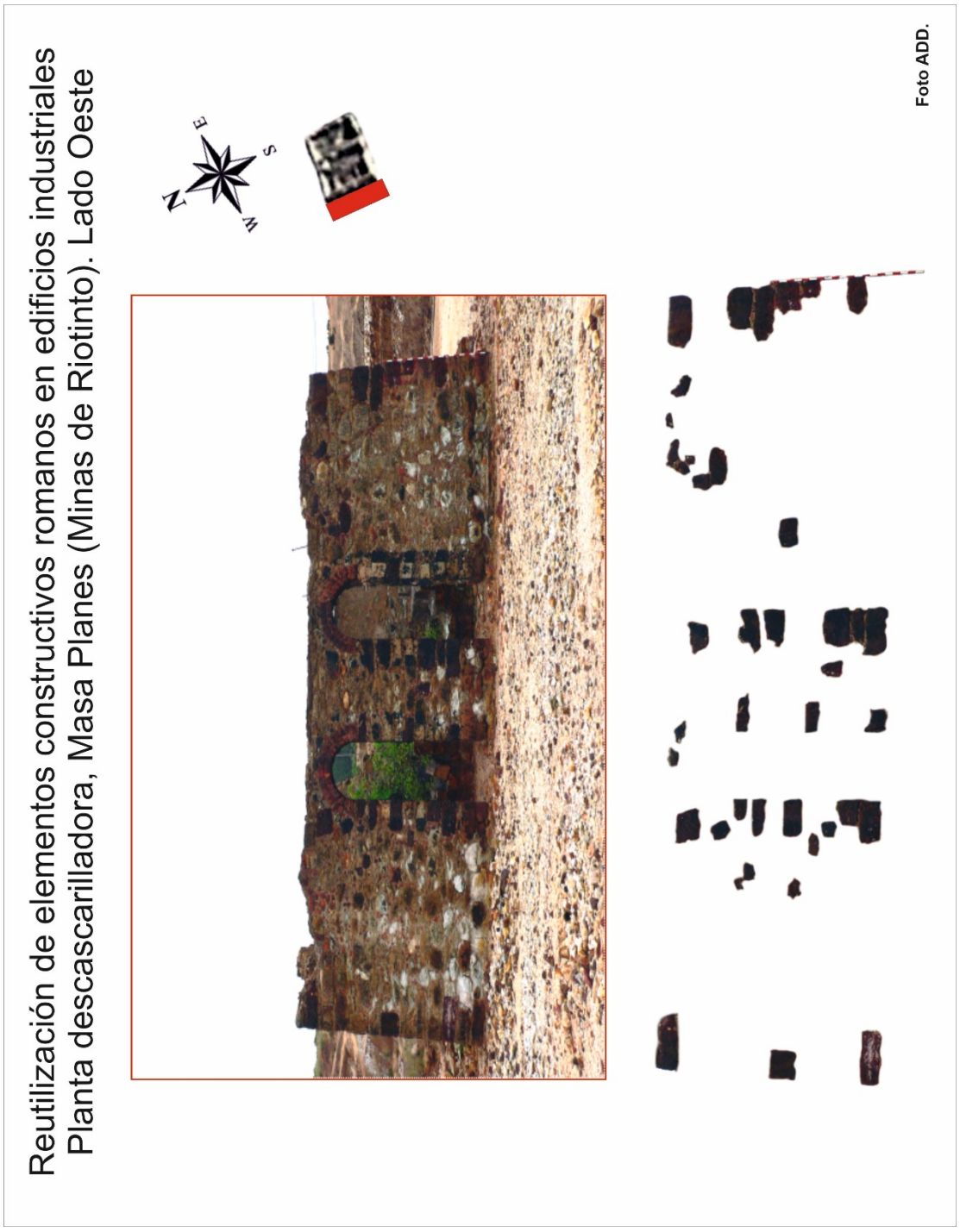


Foto 266 Fuente: Regalado, Delgado y Lagares (2015), 749.



Foto 267, Fuente: Regalado, Delgado y Lagares (2015), 748.



Foto 268, Fuente: Regalado, Delgado y Lagares (2015), 748.

7.7.6. Tanques de lavado de mineral de Planes

DENOMINACIÓN: Tanques de lavado de mineral de Planes

OTRA DENOMINACIÓN: Washing Tanks for crudes smalls, Planes Tanks.

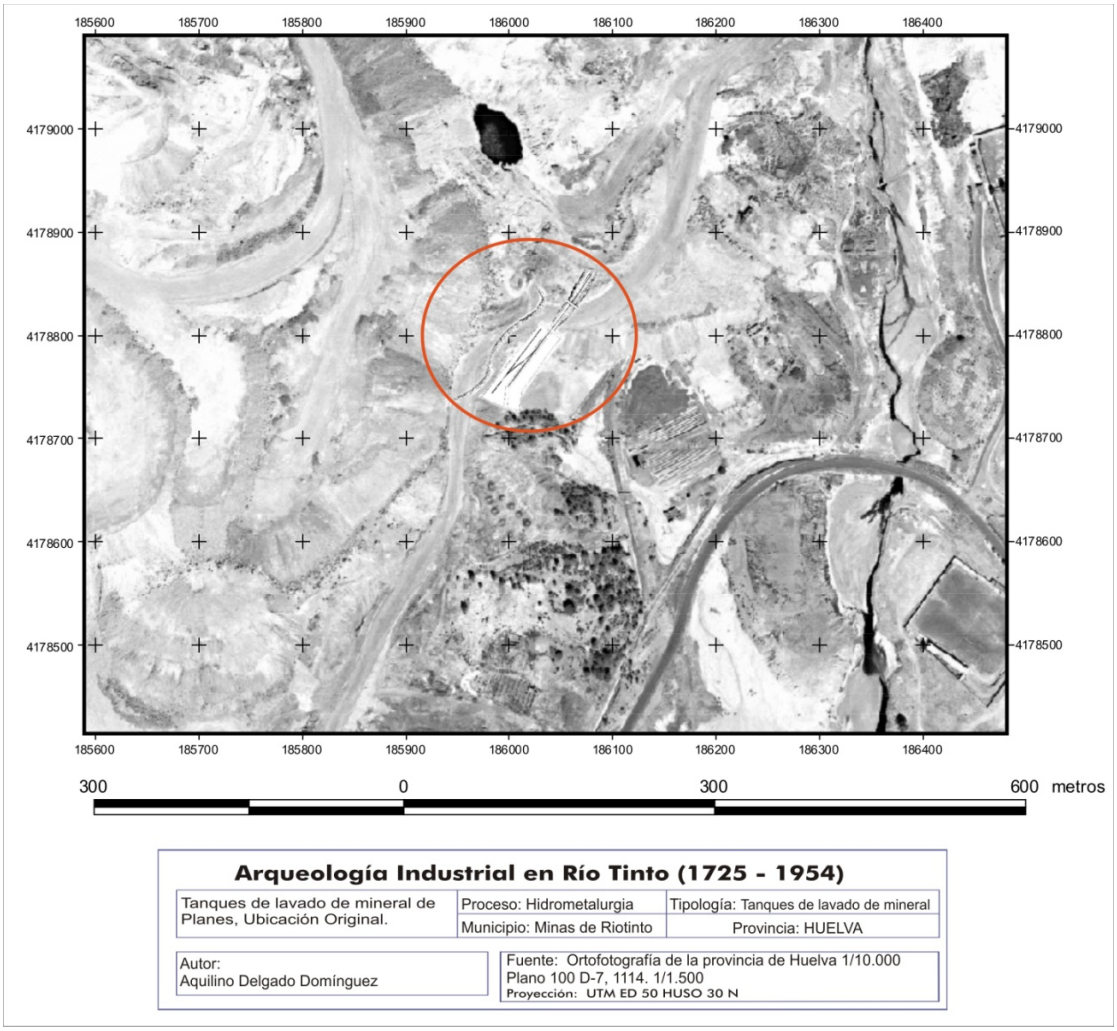
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185.970,04

Y: 4.178.776,32

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 64 Plano ubicación original Tanques de lavado de Planes

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL.

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Tanques de lavado de mineral / *Planes, Washing Tanks for crude smalls*

CRONOLOGÍA: 1882 - 1900

DESCRIPCIÓN: Tanques de lavado de mineral construidos en 1882[13], mediante mampuestos trabados con mortero bastardo y recubierto de alquitrán con madera. Tenía unas dimensiones de 80 metros de largo y 22 de ancho por 1,20 de alto. Estaba dividido por un tramo de ferrocarril que ayudaba a la carga y transporte del mineral crudo a los tanques y luego el lavado a los terreros[14] (Ver Plano 64 y 65)

Esta instalación se empleó en el primer proceso Doetsch y en el segundo, *Second Ferric Sulphate Process*, que se basaba en pasar los licores enriquecidos a través de mineral menudo crudo, pasando el sulfato férrico contenido en el agua a sulfato ferroso. Con el fin de además de aprovechar el cobre contenido en el mineral menudo, reducir el consumo de hierro[15].

PRODUCIÓN DE COBRE (*FINE COPPER*) DE PLANES WASHING TANKS FOR CRUDES SMALLS 1897-1900

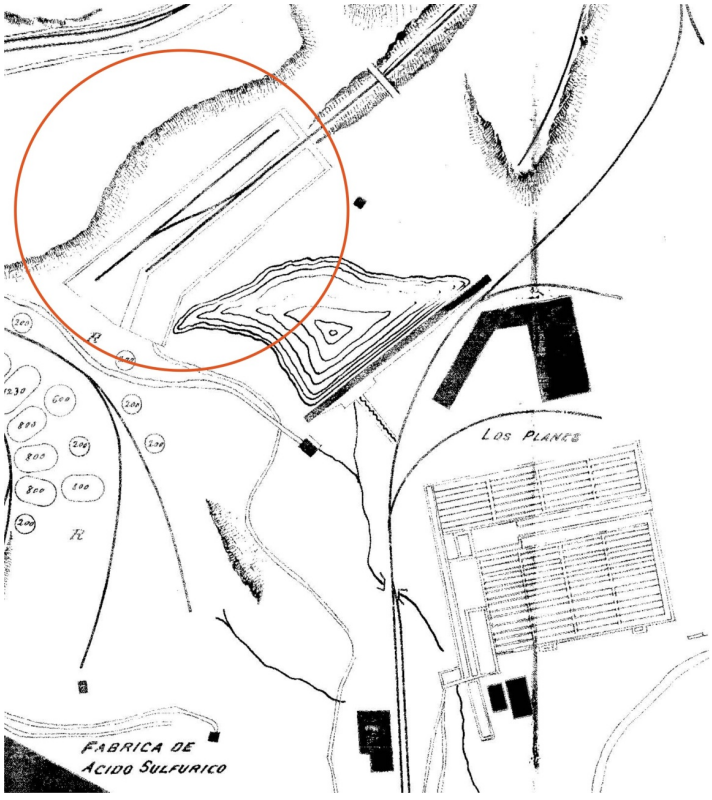
En la siguiente tabla exponemos el cobre producido en Planes Washing Tanks 1897 y el final de las operaciones metalúrgicas en esta instalación en 1900[16], que son las recogidas en la serie *Cost Statement* del Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto. Hemos analizado y plasmado en esta tabla tres conceptos que creemos son muy importantes para esta investigación. La primera columna está dedicada a la procedencia del mineral menudo lavado en esta instalación, cuyo origen fue Masa San Dionisio[17]. La segunda trata del cobre producido, que fue enviado en 1897 y 1900 a la Cementación Planes[18] y en 1898 y 1899 a Cementación Cerda[19]. En la tercera columna se trata el mineral lavado junto con su ley que fue enviado a *Nerva Washing Tanks*, y a las Cementación de Planes y Naya[20].

[13]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.
[14] Legajo S 103, Reports of the directors, 1875, 2.
[15]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42..
[16] Cost Statement 1897 y 1900 Statement nº 13 AHMFRT.
[17] Cost Statement 1897, 1898, 1899 y 1900, Statement nº 13, AHMFRT.
[18] Cost Statement 1897 y 1900, Statement nº 13, AHMFRT.
[19] Cost Statement 1898 y 1899, Statement nº 13, AHMFRT.
[20] Cost Statement 1897, 1898, 1899 y 1900, Statement nº 13, AHMFRT.

PRODUCIÓN DE COBRE DE PLANES WASHING TANKS FOR CRUDES SMALLS 1897-1900

Año & Statement	Mineral recibido (Kilos y Ley de Cu)	Cobre Producido (kilos)	Mineral enviado (kilos & Ley Cu)
1897 13	Mineral menudo crudo San Dionisio: 9.257.000 (2,5 % Cu)	Enviado a Cementación Planes: 16.003	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 13.580.184 (1,4% Cu.)
1898 13	Mineral menudo crudo S. Dionisio: 26.115.000 (1,9 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 141.523	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 21.766.789 (1,4% Cu.)
1899 13	Mineral menudo crudo S. Dionisio: 4.230.000 (2,7 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 35.800	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 4.869.250 (1,47% Cu.)
1900 13	No disponemos de datos	Enviado a Cementación Planes: 6.500	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 7.801.700 (2,07% Cu.)

ESTADO DE CONSERVACIÓN: No existe fue cubierto por la escombrera de estéril en 1986 (Ver foto 127).



Plano 65, Plano de la Cementación Plano, tomado del plano 100- D-7, 1114 (1890). Escala 1=1.500. A.F.R.T. Al norte señalado la ubicación original de los tanques de lavado de mineral.

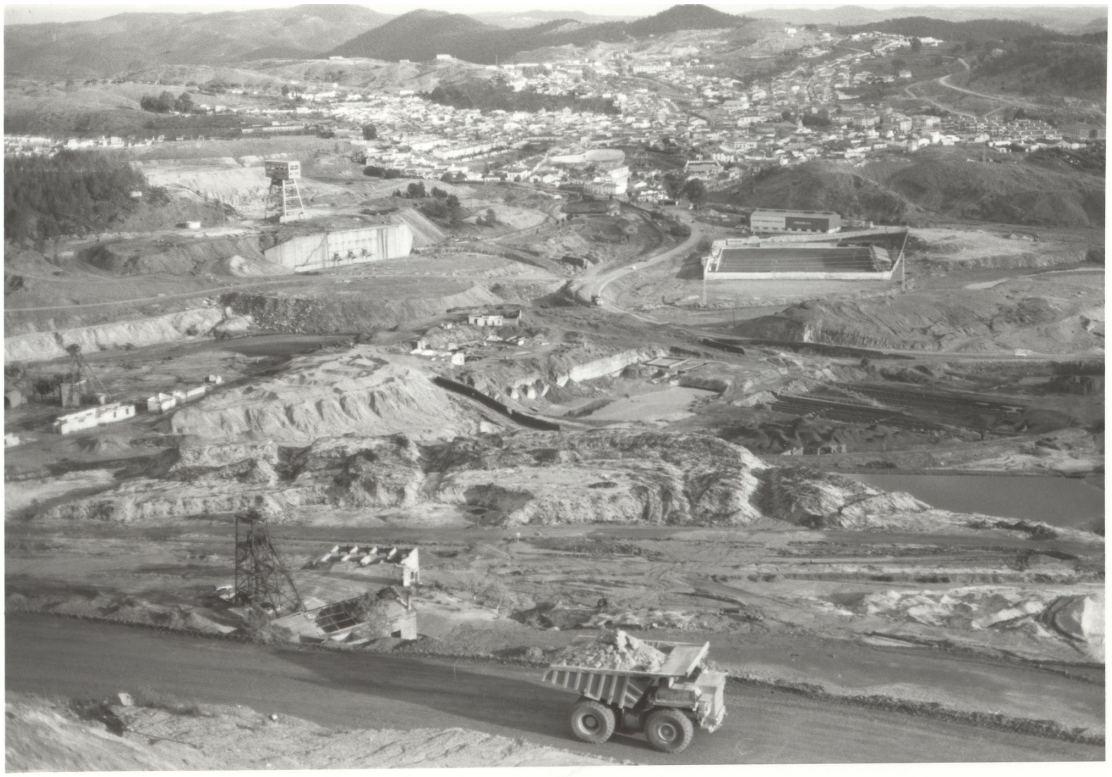


Foto 269 Vista desde el Oeste de Masa Planes, donde a la izquierda se observa el Malacate Planes, actualmente en el Museo Minero de Riotinto y a la derecha se ven los restos de los canales antes de ser cubiertos por la escombrera de estéril, 1984, AHMFRT.

7.7.7. Factoría de la Cementación Planes

DENOMINACIÓN: Factoría de la Cementación Planes.

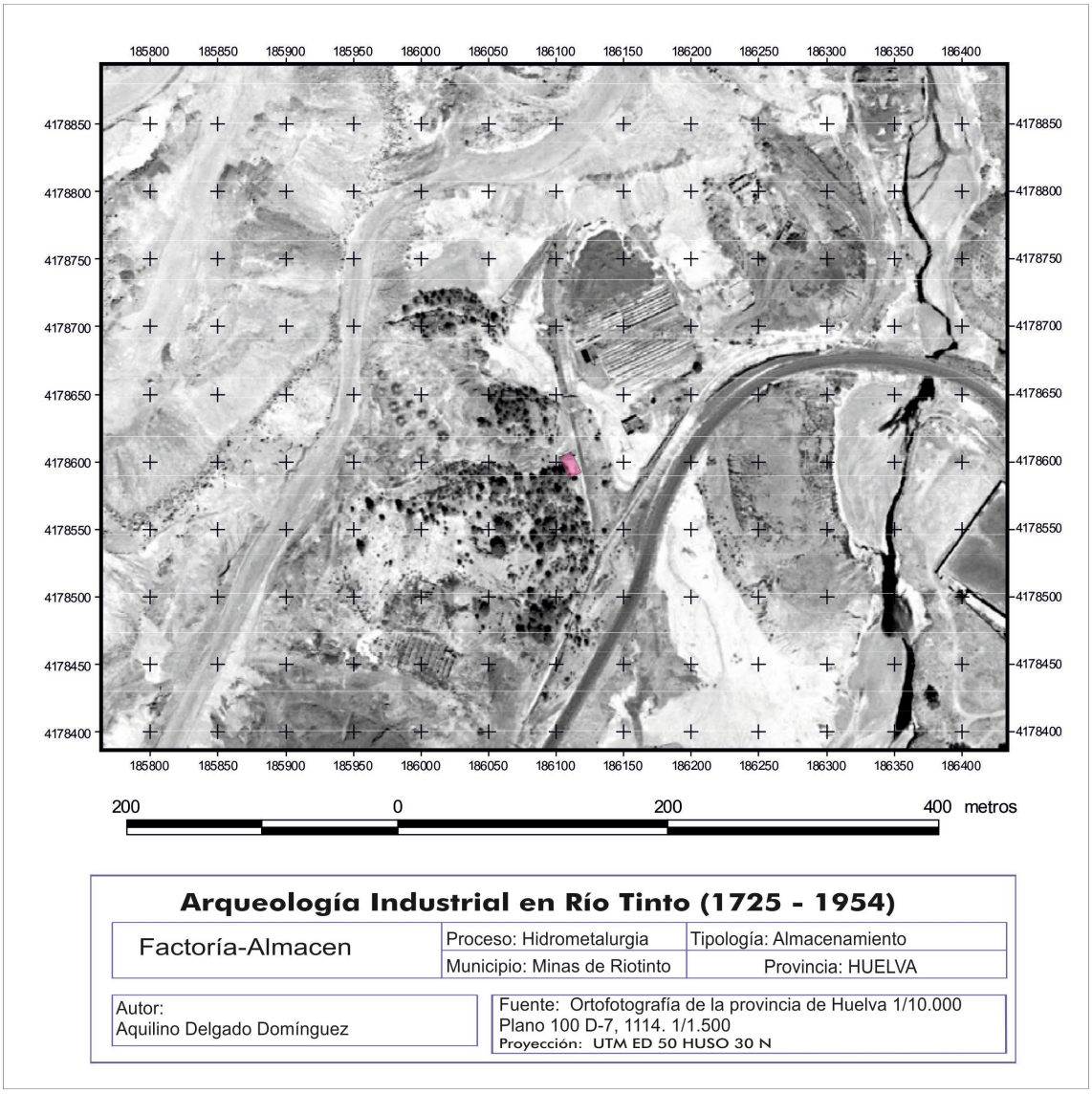
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185.970,04

Y: 4.178.776,32

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 65 Plano Ubicación de la Factoría de la Cementación Planes

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL.

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Factoría.

CRONOLOGÍA: 1876 - 1927

DESCRIPCIÓN:

Edificio de planta rectangular con unas dimensiones de 15 metros de largo por 10.50 metros de ancho y 3,20 metros de altura (Ver Plano 65 y 66). Está construida en mampuesto de pizarra (Ver fotos 270 - 272), en las esquinas presenta sillares de gossan reutilizados transportado romanos[21] (ver fotos 275 -276). Tenía dos accesos, desde el sur se realiza por un vano rematado por un arco realizado con ladrillos (Ver foto 272) y por el norte por una rampa que se unía a la plataforma ferroviaria (ver 273. Al este y oeste tiene vanos, tres, pero no de acceso (ver foto 274).

Esta instalación se construyó en 1876[22], y se unió al nuevo trazado férreo que se construyó para sustituir al precedente del *tramway* en 1877[23]. Esta nueva línea unía la zona de extracción, con Planes, solventando con un plano inclinado el desnivel hasta la cota del socavón Sta. Bárbara. Este nuevo camino de hierro permitió el transporte hasta la zona de cementación Planes, y posteriormente a la fábrica de Sulfato de Cobre, de mineral, materias primas necesarias para los procesos hidrometalúrgicos, como los lingotes de hierro y posteriormente el transporte de los productos, los sacos conteniendo el sulfato y la cáscara de cobre. La función de la factoría que nos ocupa era esa, albergar y almacenar, tanto los lingotes de hierro para la cementación, como los productos beneficiados en las distintas instalaciones cercanas junto con herramientas y materiales necesarios para reparaciones de mantenimiento. Esta instalación perdió parte de su funcionalidad con el cierre de la cementación Planes en 1903[24], aunque siguió siendo empleada hasta 1927.

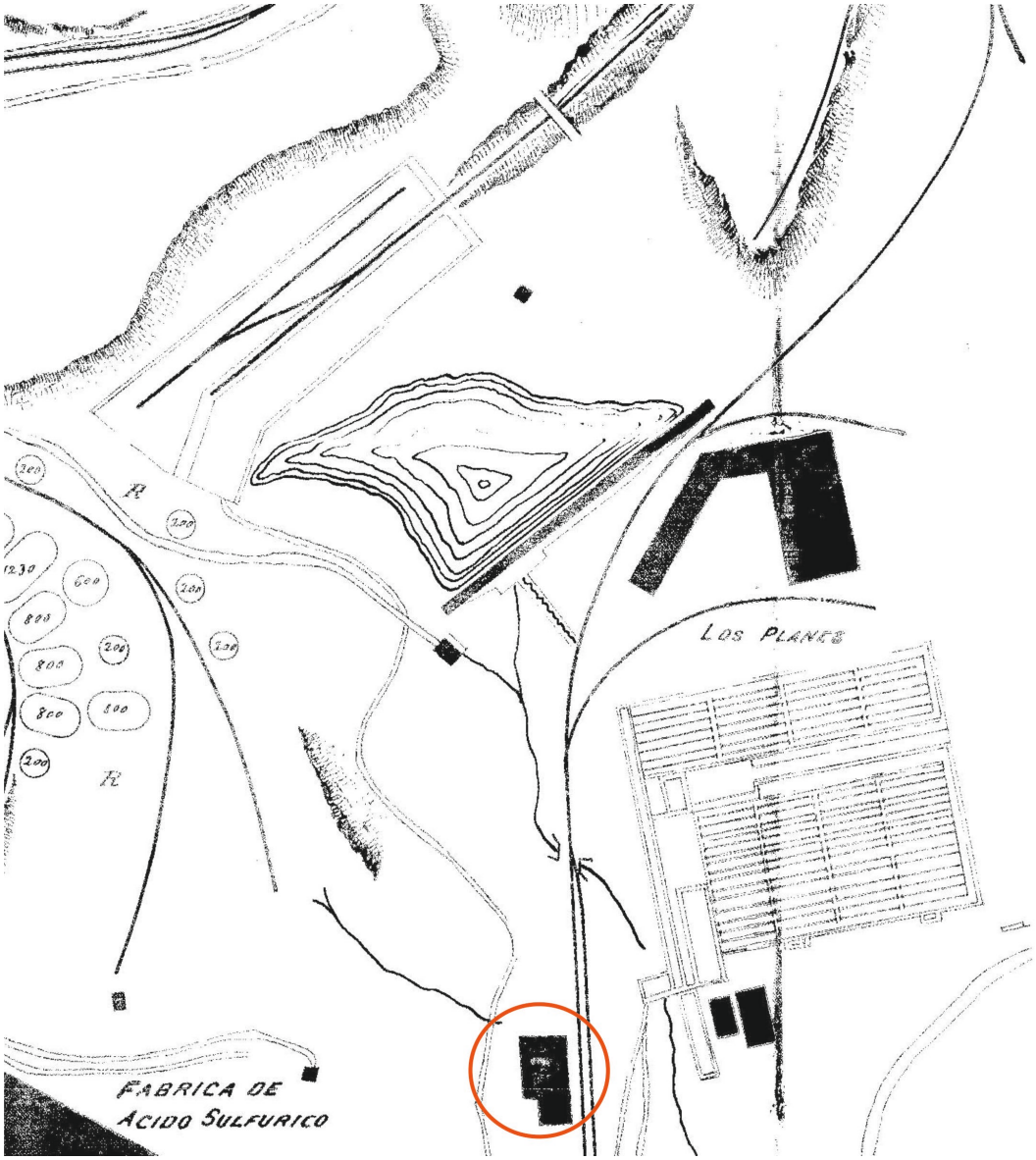
ESTADO DE CONSERVACIÓN: No presenta daños estructurales, aunque el paramento de la fachada norte ha perdido parte del muro y no conserva la cubierta a dos aguas.

[21] Sobre los sillares empleados en la construcción de esta factoría fueron cortados partiendo de los *lapides quadrati* que tenían unos módulos concretos, sobre este particular Ver PÉREZ MACÍAS, J.A. (2009): "Lapicidinae ad metalla"… 339-364. Los reutilizados en la construcción de la factoría fueron cortados y sobre la reutilización de estos elementos portantes romanos en edificios en épocas posteriores Ver DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; REGALADO ORTEGA, M.C. y LAGARES RIVERO, J. (2015): "Reutilización de elementos constructivos romanos…, 739 – 755.

[22] Libro de Caja nº 78, 31-12-1876. Donde se recoge el pago de una gratificación a los trabajadores por valor de 40 reales por la construcción del dique, canales y edificios.

[23] 5th *Annual Report*, 1877, AMHFRT, 4.

[24] Cost Statement 1903, Statement nº 16.



Plano 66, Detalle de la Cementación Planes, tomado del plano 100- D-7, 1114 (1890). Escala 1=1.500. A.F.R.T. Al sur señalada la ubicación de la Factoría.



Foto 270 Fuente: Regalado, Delgado y Lagares (2015), 749.



Foto 271, Fachada Este de la Factoría. 2013, ADD.



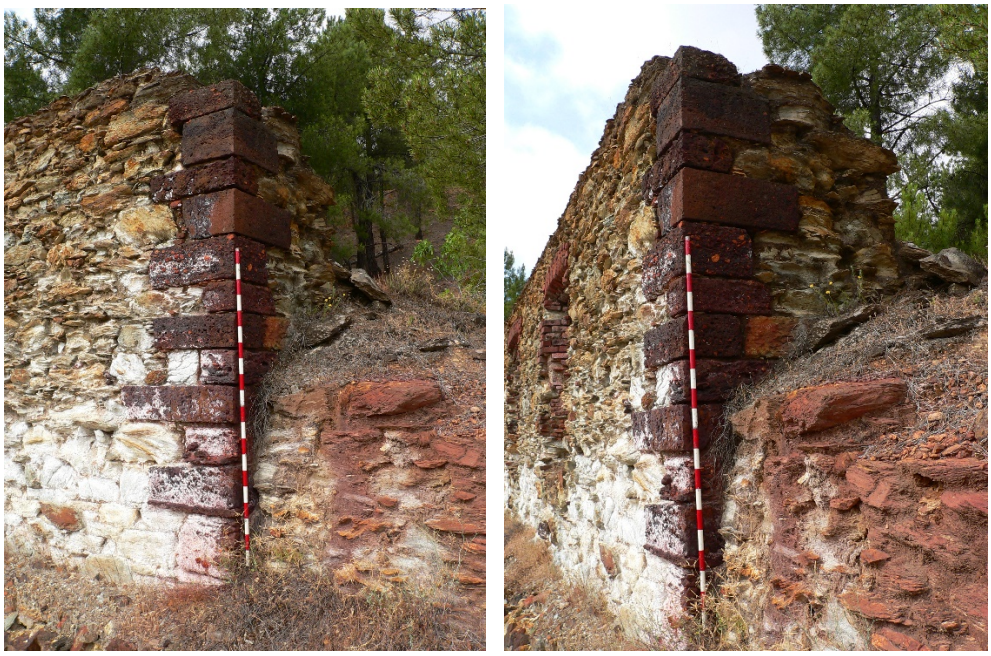
Foto 272, Fachada Sur, acceso. 2013, ADD.



Foto 273, Fachada Norte, acceso desde la rampa que comunicaba desde la plataforma ferroviaria. ADD.



Foto 274, Fachada Oeste de la Factoría, donde se aprecia el perfil de la rampa.2013, ADD.



Fotos 275 detalles de las esquinas construidas en gossan transportado de la Factoría de la Cementación Planes, fachada Oeste. 2013. ADD.





Fotos 276 Detalles de las esquinas construidas en gossan transportado de la Factoría de la Cementación Planes, Fachada Sur. 2013. ADD.

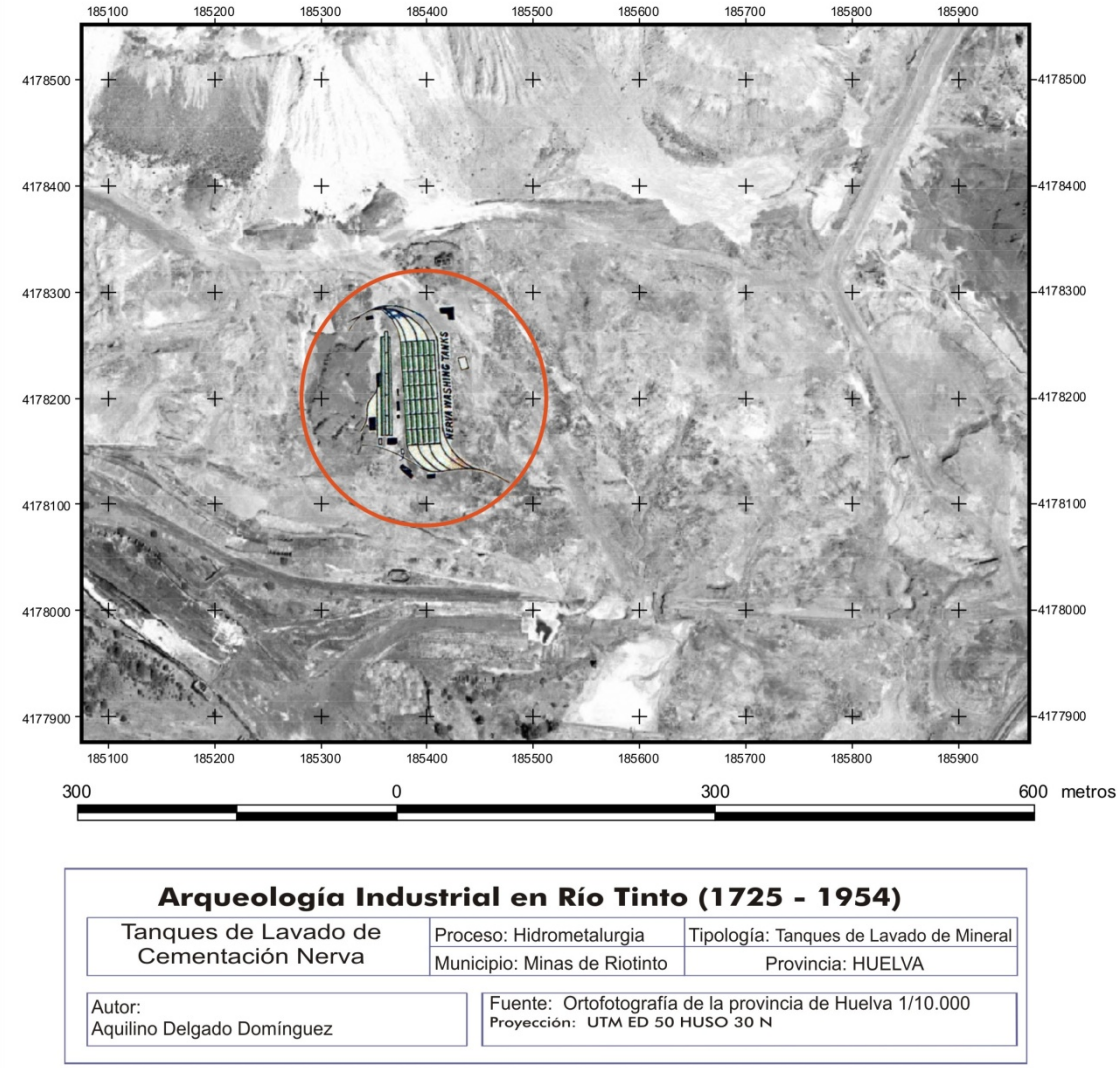
7.7.8. Tanques de lavado de mineral de Nerva

DENOMINACIÓN: Tanques de lavado de mineral de Nerva

OTRA DENOMINACIÓN: Nerva Washing Tanks.

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660



Plano 67, Ubicación original de los tanques de lavado de mineral de Nerva sobre cartografía actual.

TITULARIDAD: Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL.

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Tanques de lavado de mineral.

CRONOLOGÍA: 1876 – 1900

DESCRIPCIÓN:

Esta cementación se comenzó a construir en 1876 (Ver Planos 67 a 71) para el lavado de mineral calcinado, con el propósito de separar cobre soluble del agua que lo contiene en suspensión y precipitarlo con hierro[25]. En 1878 se aumentó el número de tanques para poder tratar "la cantidad creciente de licores producidos en los terreros" [26].

El nombre de Nerva deriva de su cercanía con el Filón Sur o Nerva, no por la proximidad de la localidad del mismo nombre que no tendrá esta denominación hasta el 7 de agosto de 1885.

Los canales estaban construidos con mampuestos trabados con mortero bastardo, recubierto de alquitrán y madera embreada tanto en las paredes como en el suelo, disponía en las esquinas de un desagüe que era taponado con madera. Disponía de 35 canales de 9,15 metros de longitud por 2,44 metros de anchura y 0,90 metros[27].

En estos tanques se procedía al lavado del mineral calcinado provenientes de los campos de calcinación, que transportados por el ferrocarril se depositaban en los tanques, teniendo cada uno de ellos una capacidad media de 40 toneladas. Llenos los tanques de calcinado se introducía el agua, proveniente de un arroyo proveniente del río Agrio desviado para que desembocara en esta instalación hidrometalúrgica. Tras 24 horas se procedía al desagüe, tras esto se volvía a llenar los tanques y se desarrollaban los segundos y terceros lavados que duraban 24 horas, los siguientes lavados, normalmente, entre cinco y ocho duraban doce horas. El proceso duraba de siete a ocho días[28]. El cobre obtenido era enviado a cementación Cerda para su embalado en sacos.El mineral se destinaba a los terreros y a las teleras[29].

Esta instalación fue empleada para el Proceso Doetsch desde 1879, para lo cual se adaptaron los canales[30] (ver foto 377a). A partir, de 1884 en esta instalación se desarrolló dentro del segundo Proceso Doetsch el lavado de mineral que tenía como

[25]4th *Annual Report* 1876, 1, AHMFRT. En el Libro Diario nº 11, 31-8.1876. Se consigna un apunte sobre el pago de nóminas por valor de 765 reales a los obreros que desvían un arroyo para conducir las aguas a los tanques de Nerva
[26]6th *Annual Report*, 1878, AMHFRT, 4.
[27]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 43-44 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 225-226.
[28]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 43-44 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 225-226.
[29] Cost Statement 1897 – 1900.
[30]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 245.

fin hacer pasar los licores enriquecidos por mineral menudo crudo, para propiciar el paso del sulfato férrico que contenía a sulfato ferroso que consumía una menor cantidad de hierro y permitía recuperar el cobre contenido en los minerales menudos[31].

En 1895 RTCL comenzó a apostar por el cambio de la cementación artificial a la natural, esto junto con el final de las Teleras 1[32] en 1900[33], determinó el fin de las operaciones hidrometalúrgicas en esta instalación.

PRODUCCIÓN DE COBRE EN NERVA WASHING TANKS

Sobre la producción que se obtuvo en *Nerva Washing Tanks,* aportamos la siguiente tabla confeccionada con los datos contenidos en la serie *Cost Statement* 1897 -1954 del Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, donde se recogen en los años que incluye esta serie. En la primera columna se indica la procedencia de los minerales calcinados y crudos, incluyendo su ley en cobre: el mineral menudo crudo provino de Masa San Dionisio y el mineral calcinado de Teleras 1, Teleras 2, Terreros y de la Fundición Huerta Romana. En la segunda columna se trata el cobre producido en kilos procedentes de mineral calcinado de Cementación Cerda y Planes, Terreros, Calcinado de Teleras y Mineral de Huerta Romana. En la tercera columna se hace referencia a donde se enviaba el mineral lavado en kilos: Terreros Nerva y Planes, en menor medida a Teleras y a Fundición Huerta Romana.

Tabla 17b PRODUCCIÓN DE COBRE DE NERVA WASHING TANKS

Año	Mineral recibido en kilos	Cobre Producido en kilos procedente de:	Mineral enviado en kilos a:
1897[34] 12	Mineral Calcinado Teleras 1: 129.119, (2,7% Cu) Mineral crudo menudo San Dionisio: 43.616, (2,4 % Cu) Mineral de Terreros: 16.576, (2,8 % Cu)	Calcinado lavado de Cerda y Planes: 25.412,674 Crudo triturado Cerda: 210.550 Terreros: 186.328	Mineral lavado a terreros Nerva y Planes: 125.412,674 (0,7 % Cu) Mineral Crudo triturado a terreros Nerva y Planes: 43.404.450 (1,9% Cu) Núcleos a terreros Nerva y Planes: 16.389.672, (1,7% Cu) Núcleos a Fundición Huerta Romana: 1.281.711, (7,6 % Cu)

[31]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 231.
[32]Teleras 1, eran aquellas que estaban conformadas con minerales con una ley de cobre entre el 1,5% y 2% y un 50% de azufre, el mineral calcinado que producía estaba destinado a las operaciones de cementación artificial. Legajo 100 D 7, 2. LMA.
[33] Cost Statement 1900, Statement nº 12.
[34] Cost Statement 1897, Statement nº 12.

1898[35] 12	Mineral Calcinado Teleras 1: 88.746.500, (2,8% Cu) Mineral crudo menudo San Dionisio: 178.916.100 (2,3 % Cu)	Calcinado lavado de Cerda y Planes: 1.747.417 Crudo triturado Cerda: 759.995	Mineral lavado a terreros Nerva y Planes: 85.396.013 (0,8 % Cu) Mineral Crudo triturado a terreros Nerva y Planes: 178.156.105 (1,9% Cu) Núcleos a Fundición Huerta Romana: 1.602.170, (5,8 % Cu)
1899[36] 12	Mineral Calcinado Teleras 1: 38.878.500 (1,6% Cu) Mineral crudo menudo San Dionisio: 56.911.200 (2,6 % Cu) Mineral Calcinado Teleras 2: 1.077.000 (5,1% Cu) Mineral enviado Huerta Romana: 234.000 (3,2% Cu)	Mineral calcinado de Cementación Cerda y Planes: 440.112 Crudo triturado Cerda: 307.077 Mineral de teleras: 10.978 Mineral de Huerta Romana: 1.500	Mineral lavado a terreros Nerva y Planes: 37.812.233 (0,47 % Cu) Mineral Crudo triturado a terreros Nerva y Planes: 56.604.123 (2.1% Cu) Teleras ore: 1.066.022 (4.1% Cu) Fundición Huerta Romana: 232.500 (2,5 % Cu) Núcleos a Fundición Huerta Romana: 626.155 (4,5 % Cu)
1900[37] 12	Mineral Calcinado Teleras 1: 4.983.000 (2,2% Cu) Mineral crudo menudo San Dionisio: 10.071.000 (3,0 % Cu) Mineral Calcinado Teleras 2: 414.000 (5,1% Cu)	Mineral calcinado de Cementación Cerda y Planes: 79.340 Crudo triturado Cerda: 67.160 Mineral de teleras: 3.371	Mineral lavado a terreros Nerva y Planes: 4.903.660 (0,6 % Cu) Mineral Crudo triturado a terreros Nerva y Planes: 10.903.840 (2.4% Cu) Teleras ore: 410.629 (3.2% Cu)

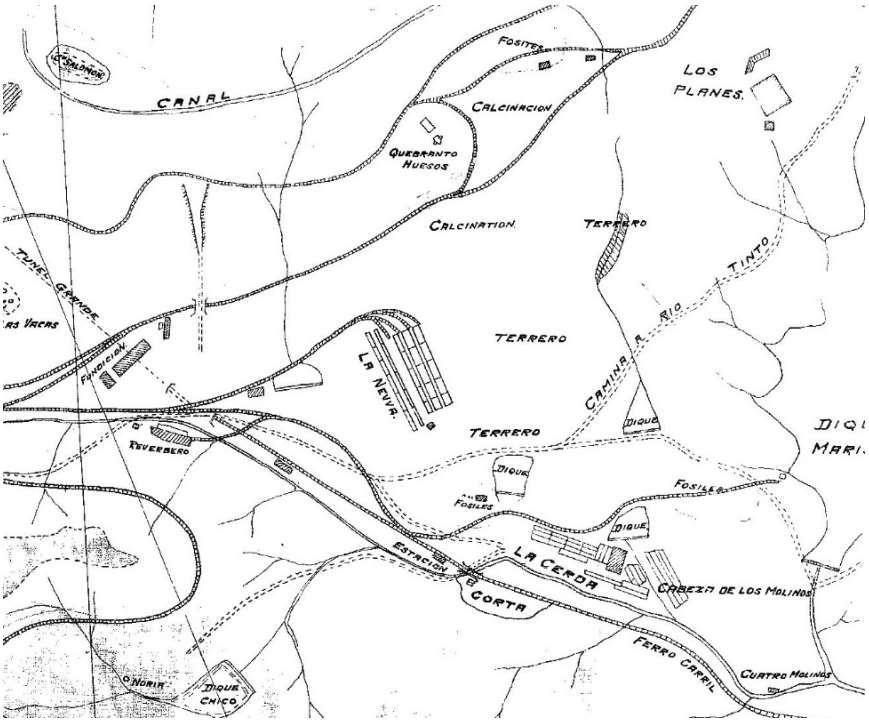
ESTADO DE CONSERVACIÓN: Esta instalación no existe está actualmente bajo la Escombrera Sur, anteriormente estaba sepultada bajo una escombrera minera de morrongos, ceniza de piritas. Cuando se estaban retirando el 8 de marzo de 2016 de documentaron la existencia de parte de las instalaciones de *Nerva Washing Tanks*[38]. Concretamente con el sector sur occidental que se corresponde con uno de los almacenes, donde se guardaban insumos necesarios para las operaciones hidrometalúrgicas, como hierros o maderas para los castillejos y el flanco a sur a poniente de los canales (ver fotos 277a, 277 – 287, Plano 70). Se aprecia el sistema

[35] Cost Statement 1898, Statement nº 12.
[36] Cost Statement 1899, Statement nº 12, 18.
[37] Cost Statement 1900, Statement nº 12, 18
[38]DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y QUINTERO CRISTÓBAL, M. C. 2017. Memoria del Control Arqueológico de Movimientos de Tierra, Área del Proyecto Riotinto, Mayo 2015 – Mayo 2017. Minas de Riotinto. Delegación Territorial de Cultura de Huelva, Inédito.; IGLESIAS GARCÍA, L. (2019): "Gestión del Patrimonio Histórico-Arqueológico en el Proyecto Riotinto de Atalaya Minera" en PÉREZMACÍAS, J.A. e IGLESIAS GARCÍA, L. (Eds.) *Investigaciones en el Yacimiento Romano de Riotinto (Huelva), El Escorial 6B y su acumulación monetal*, Universidad de Huelva, Huelva, 13-44.

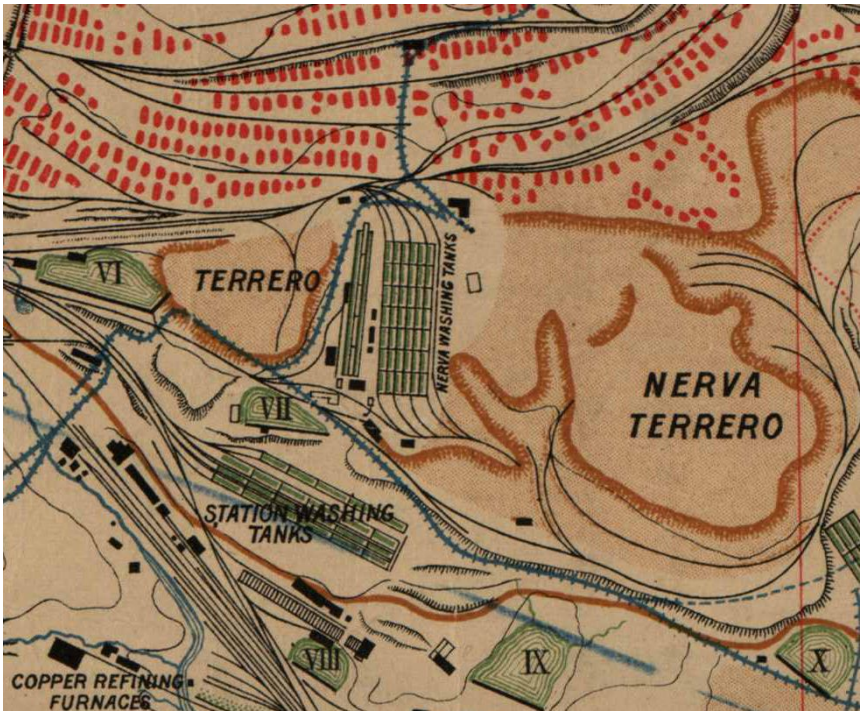
constructivo de los muros de los canales, realizado con mampuestos de pizarras unidos con mortero de cal (Ver fotos 288-296), como eran los canales e incluso un pequeño tramo de madera embreada (ver foto 297) empleada para transportar el agua hasta los canales desde los terreros y de los canales a las cementaciones, en el caso que nos ocupa hacia la Cementación Cerda (ver Tabla 17b).



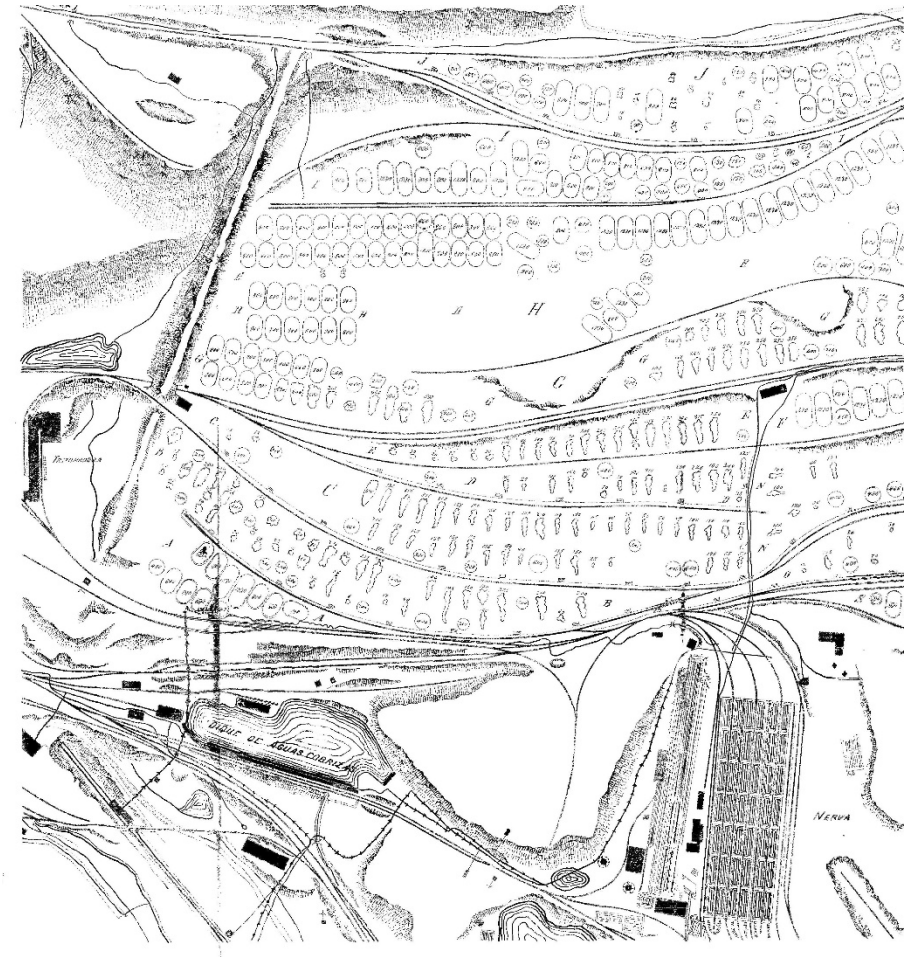
Plano 68 Detalle del Plano A-3125 1880 AHMFRT, donde se indica la ubicación de Cementación Nerva.



Plano 69 Detalle del Plano A-324, 1882 AHMFRT, donde se indica la ubicación de Cementación Nerva.



Plano 70 Detalle de los tanques de lavado mineral de Nerva. Plano A-2875 (1891). AHMFRT



Plano 71 Detalle Plano de 1/1/1890 100 D 7 LMA, donde se aprecia la ubicación de Cementación Nerva.

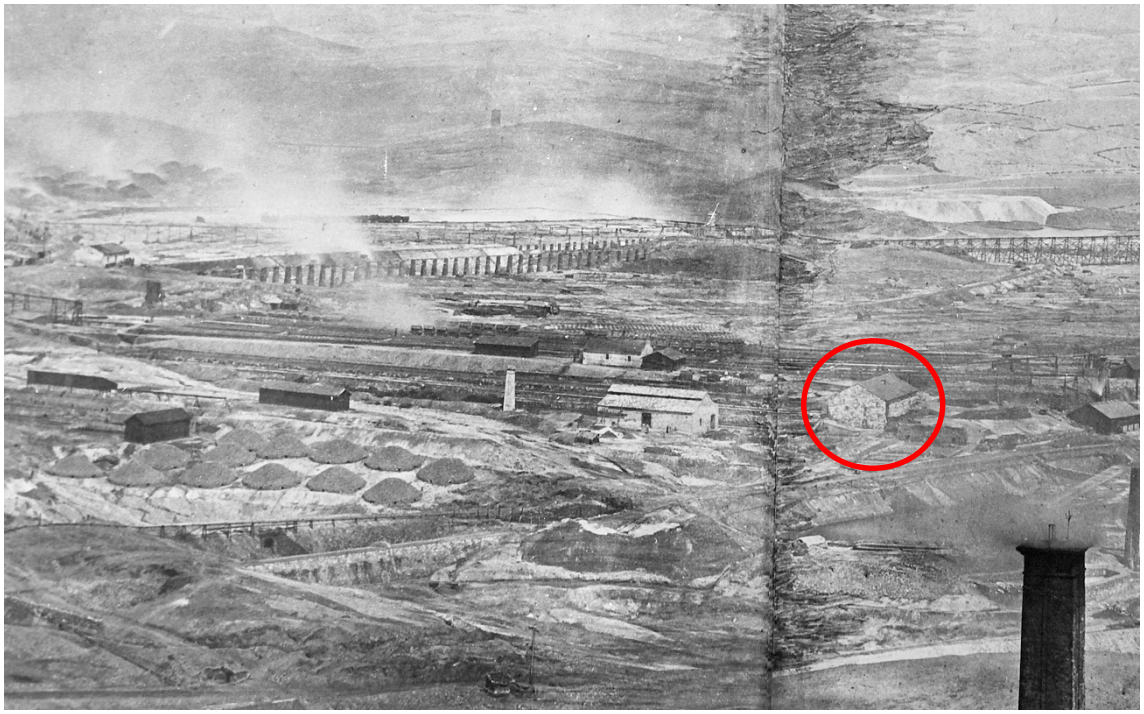
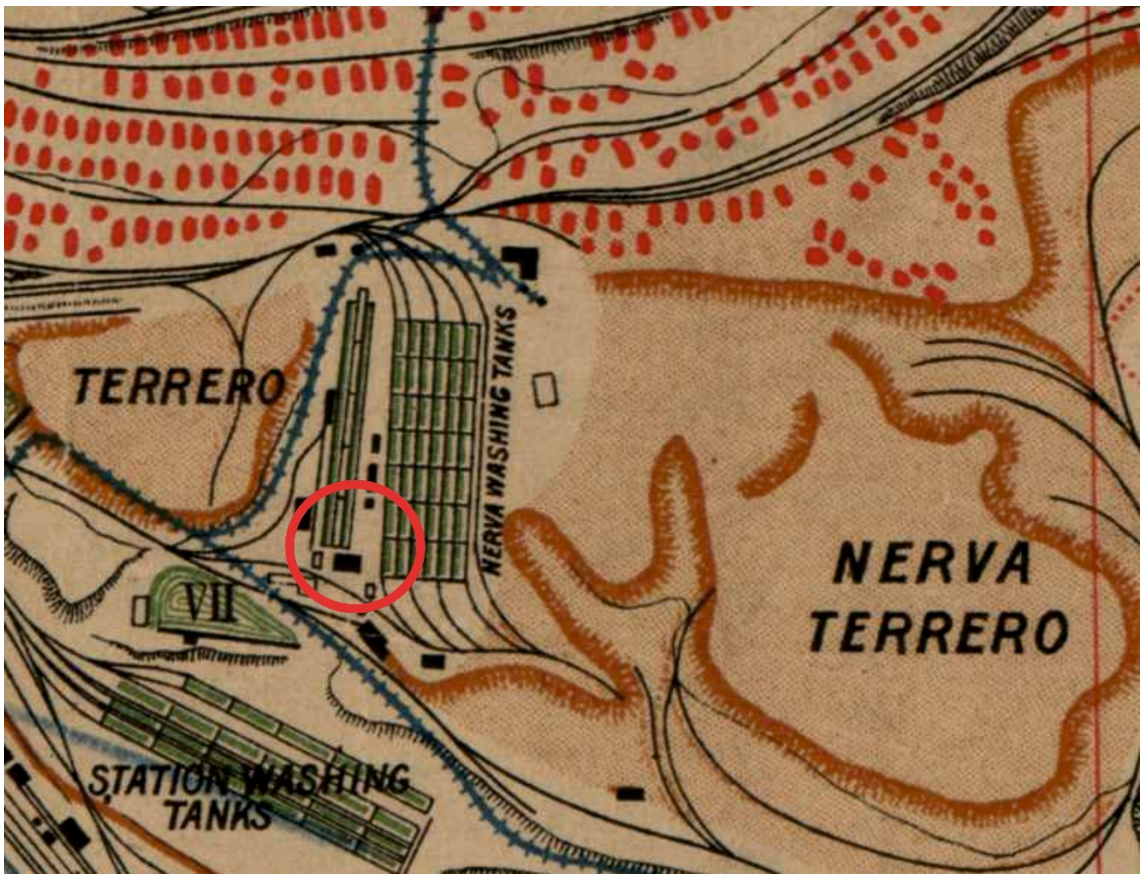


Foto 277a Vista desde el SO de Cementación Nerva, detalle de la foto A9/1100, AHMFRT 1882. El círculo rojo está sobre el almacén documentado en 2016.



Plano 72, Detalle del Plano Plano A-2875 (1891) AHMFRT, donde se indica la zona documentada en marzo de 2016.



Foto 277b Vista desde el Este de uno de los edificios pertenecientes a Nerva Washing Tanks, foto ADD.



Foto 278 Vista desde el Oeste de los muros de las instalaciones de lavado, foto ADD.



Foto 279 Vista desde el Este de uno de los edificios, uno de los almacenes pertenecientes a Nerva Washing Tanks, foto ADD.



Foto 280 Vista norte del almacén de la antigua instalación de Nerva Washing Tanks, foto ADD.

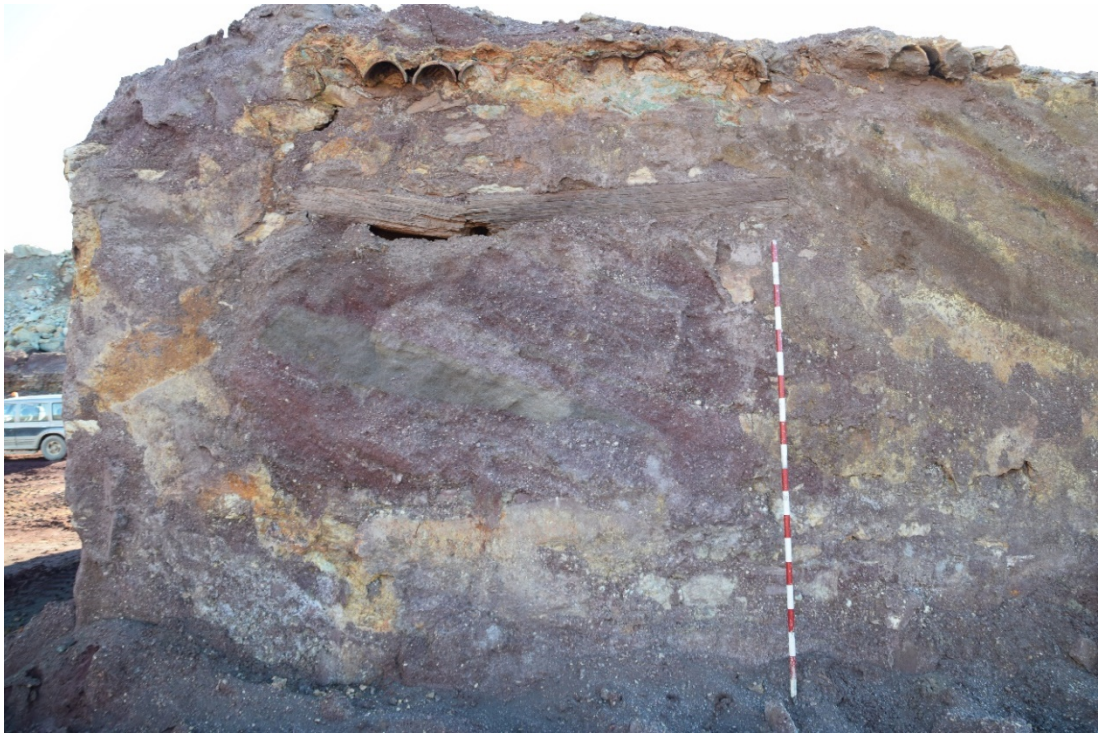


Foto 281 Vista de detalle del vano de ventana ubicado en la esquina NO, tambien se observan tejas curvas de la cubierta, foto ADD.



Foto 282 Vista de detalle del vano de acceso en el lado Oeste, foto ADD.



Foto 283 Vista NE del almacén, foto ADD.

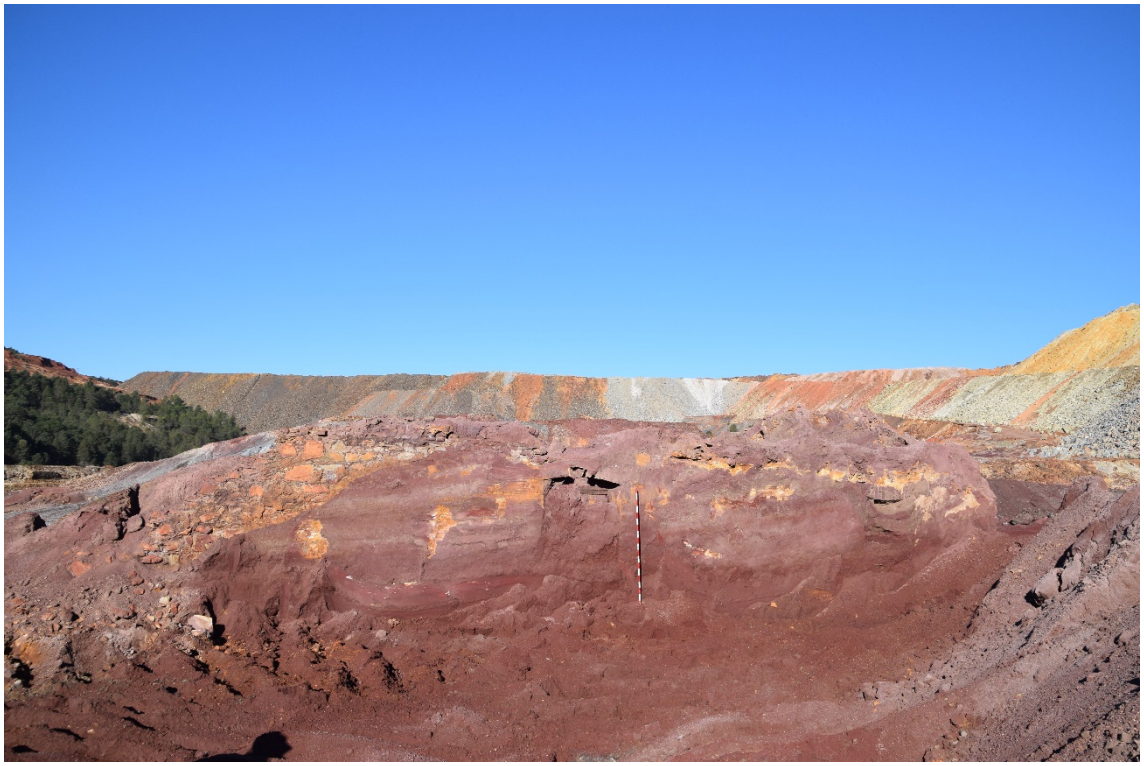


Foto 284 Vista del flanco Este donde se aprecia un vano de acceso al almacén, foto ADD.

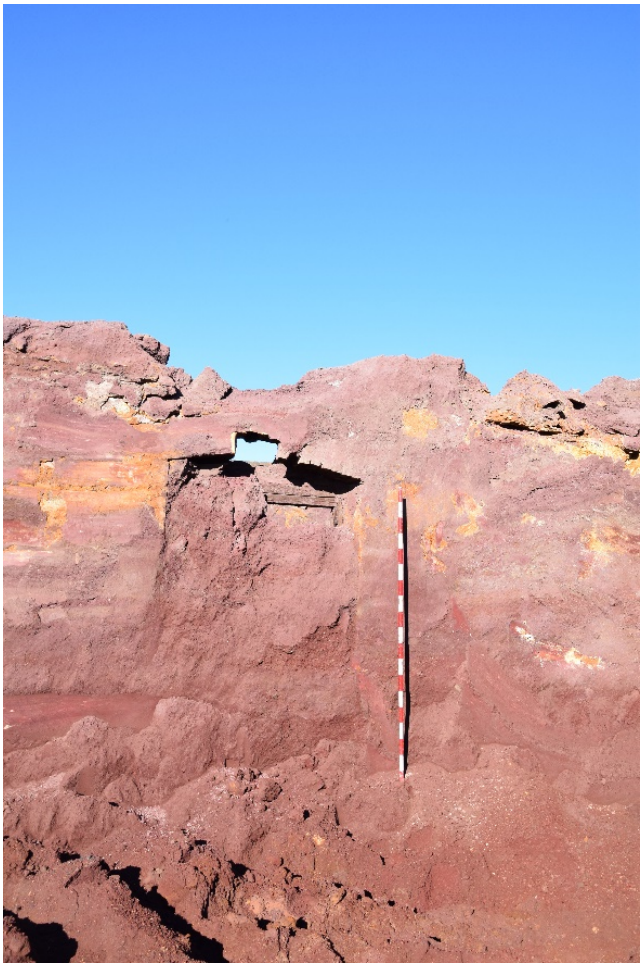


Foto 285 Vista de detalle del vano de acceso del lado Oeste del almacén, foto ADD.

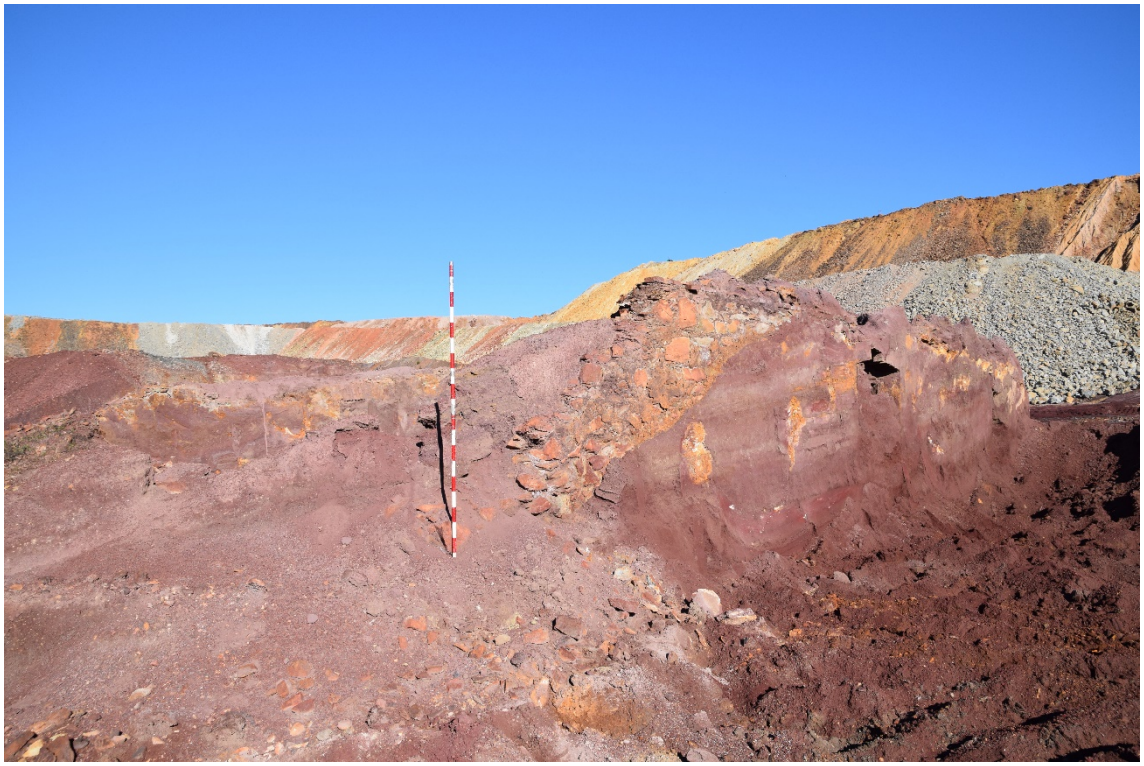


Foto 286 Vista de la esquina SE del Almacén de Nerva Washing Tanks, foto ADD.



Foto 287 Vista interior del muro Este del Almacén de Nerva Washing Tanks, foto ADD.



Foto 288 Vista de uno de los canales anexos al edificio en el flanco Sur desde el Oeste, foto ADD.



Foto 289 Vista de la sección de un muro que pertenecía a Nerva Washing Tank desde el Norte, foto ADD.

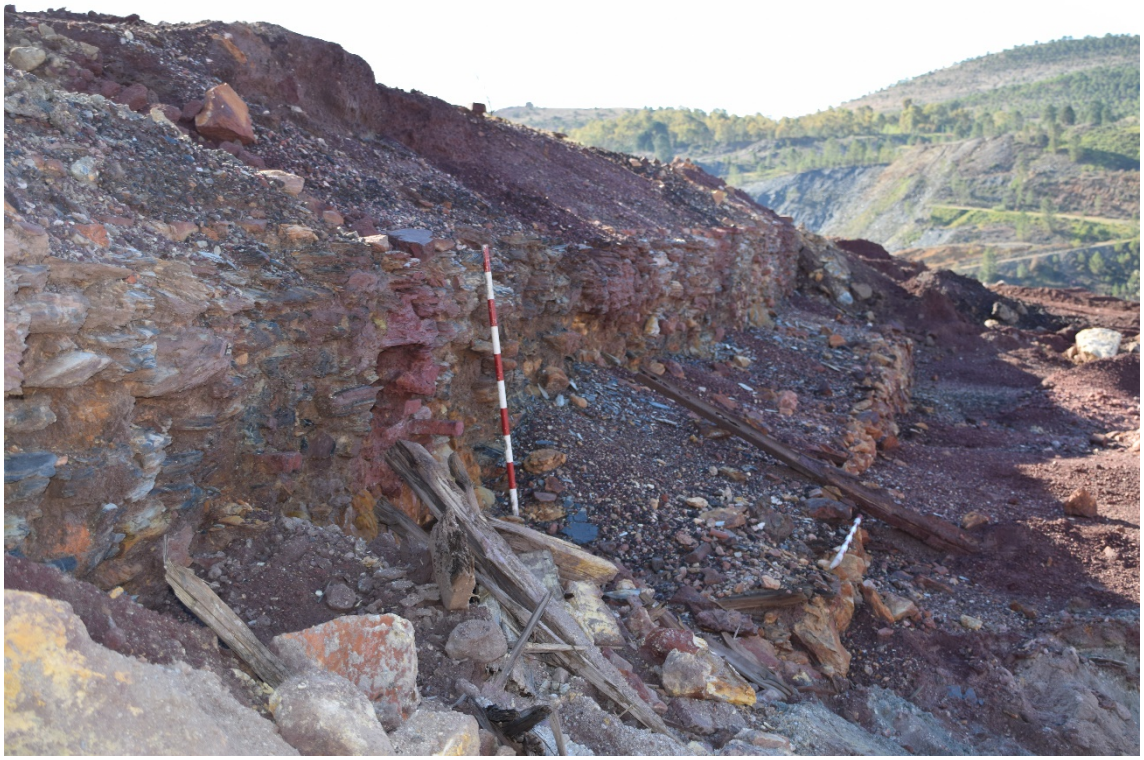


Foto 290 Vista del muro Oeste de los tanques de lavado, foto ADD.



Foto 291 Vista de los paramentos Oeste de los tanques de lavado, se observa como se construyeron sobre el sustrato de pizarra original. En el muro inferior se aprecia la disposición de madera creosotada, foto ADD.



Foto 292 Vista de detalle de los paramentos Oeste de los tanques de lavado, se observa como se construyeron sobre el sustrato de pizarra original, foto ADD.

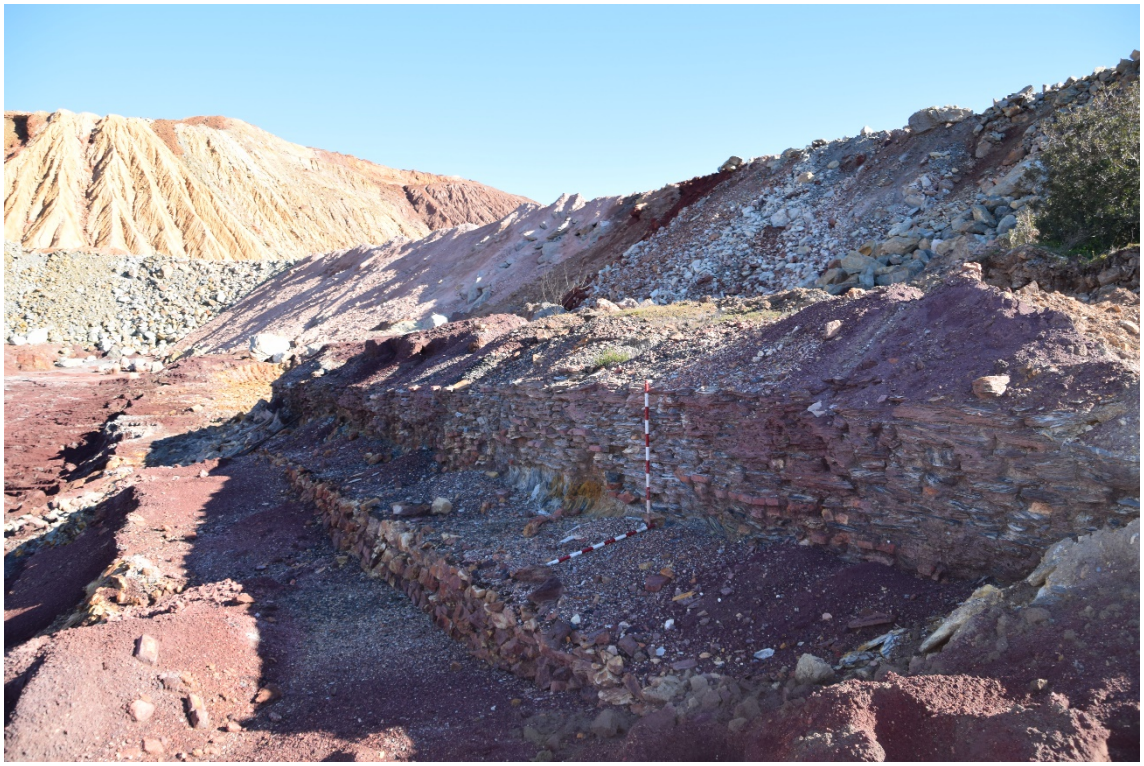


Foto 293 Vista desde el Sur de los paramentos conservados de Nerva Washing Tanks, foto ADD.



Foto 294 Vista desde el Sur del paramento de una construcción ubicada en un nivel superior a los paramentos de los tanques de lavado, foto ADD.



Foto 295 Vista desde el Oeste de los muros de los tanques de lavado de Nerva Washing Tanks, foto ADD.



Foto 296 Vista de los sillarejos del paramento ubicadoal Oeste de los tanques de lavado, foto ADD.



Foto 297 Vista de conducción de madera creosotada ubicada al Sur de Nerva Washing Tanks, foto ADD.

7.7.9. Oficinas de Nerva Washing Tanks

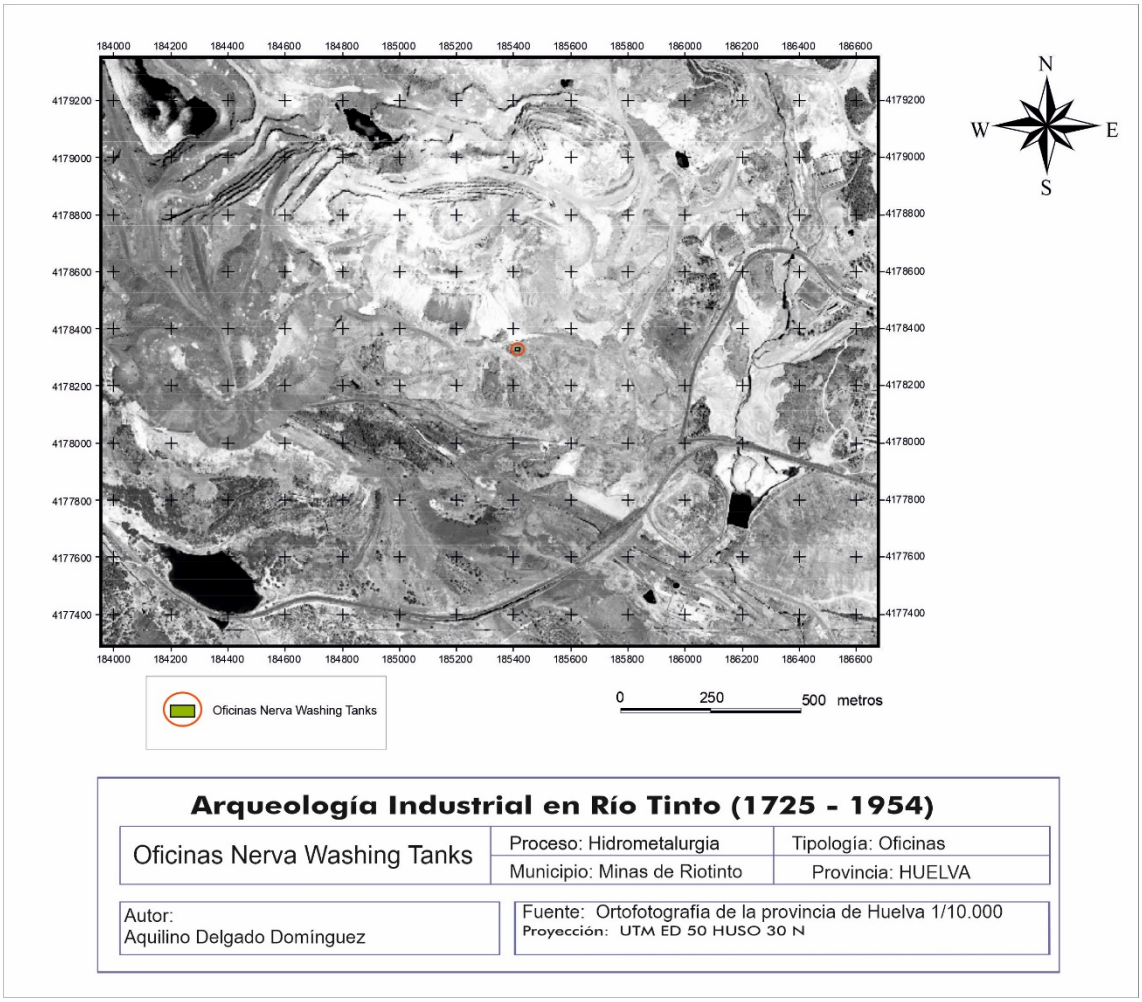
DENOMINACIÓN: Oficinas de Nerva Washing Tanks

OTRAS DENOMINACIONES: Casa Carana[39].

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185415.69953

Y: 4178328.48466



Plano 73 Plano Ubicación Oficinas de Cementación Nerva

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre / Oficinas

TIPOLOGÍA: Oficina

[39] IGLESIAS GARCÍA, L. (2016): Integración Documental de la casa Carano, Proyecto Riotinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, inédito, 50.

CRONOLOGÍA: 1876 - 1900

DESCRIPCIÓN: Edificio rectangular de una sola planta ubicado en la cota 351,37. Tiene unas dimensiones de 14 metros de largo por 7,40 metros de ancho y 3,20 metros de alto. Está construido en mampostería de pizarra, enfoscada y encalada a tres manos cruzadas, y tejado a dos aguas solucionado con teja curva sobre rollizos de madera. Los esquinales y los vanos están construidos con ladrillos macizos de arcilla roja (ver Planos 73 -75, fotos 298 -302).

Está dividido en siete estancias. El acceso se hace desde la fachada Sur, al Oeste se abre una primera estancia que tiene 8 metros de largo por 2,8 metros de ancho, que a su vez da a una ampliación posterior hacia el sur a la que se accede sólo desde el interior de la oficina. Tiene tres vanos de ventana hacia Oeste, Este y Sur, y unas dimensiones de 4 metros por 1,7 metros. Estas habitaciones eran oficinas. En la zona este de la primera se conservan restos de una chimenea. Desde el acceso meridional se accedía al fondo del edificio, donde se encuentra una estancia de 12,5 metros por 2,00 metros, dividida en tres estancias, que ocupan todo el lado norte con dos vanos de ventana en ese mismo flanco y dos, una al Este y al Oeste, que están tapiadas. Estas tres salas tenían como función ser el almacén donde se guardaban las briquetas de cáscara de cementación en forma de bolas, tras haber sido obtenidas y amasadas a mano en la pileta descascarilladora anexa.

Desde el acceso de la fachada Sur se accedía al norte del edificio, donde hay una dependencia sin salida, que hacía las veces de almacén que tiene dos accesos abiertos hacia el Norte con rejas y dos accesos tapiados hacia Este y Oeste. La última estancia está ubicada al suroeste del edificio, tiene el acceso desde el Sur y un vano al Oeste, y su función era de oficina.

La carpintería de puertas y ventanas eran de madera pintada de verde, y no se conservaba ninguna a fecha de mayo de 2015. Las jambas habían sido arrancadas, al igual que las mosquiteras con marco de madera y tela metálica. Las rejas, que todavía se ven en una foto de 1988, también fueron expoliadas.

Junto al edificio se sitúa una zona donde se separaba de los lingotes y planchas de hierro la cáscara producida por la Cementación Nerva (ver fotos 303 y Plano 76). Esta pileta tienes tres áreas de trabajo. El primero es una pileta rectangular de 2,7 metros de largo por 1,84 metros de ancho y 1,40 metros de profundidad, construida

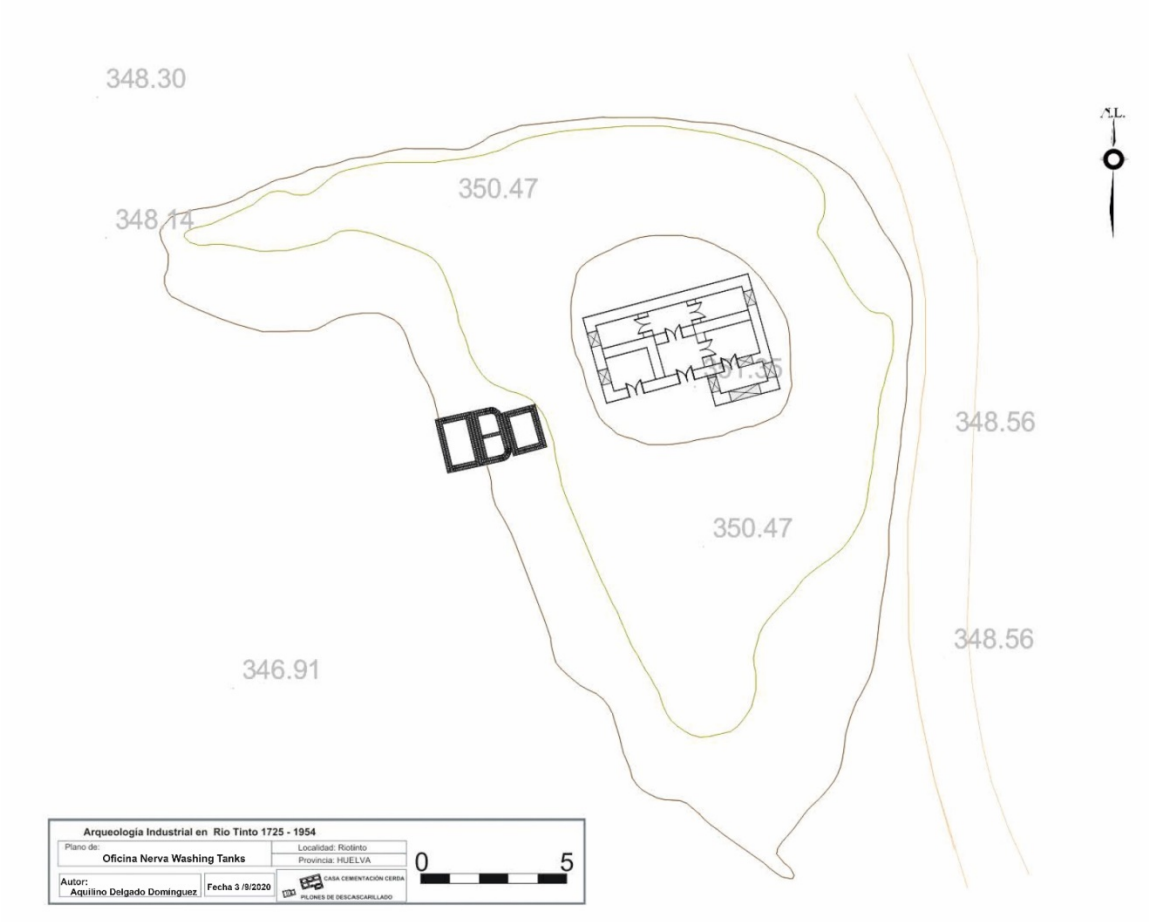
con ladrillos macizos de 23 x 10 x 8 centímetros, revocados con mortero de cal y recubiertos en el interior de alquitrán. Sobre el pretil de la pileta, que está achaflanada hacia el interior de la misma, se sitúan 10 pernos de pulgada y media que en su día sostuvieron el tamiz sobre el que se descascarillaba. Anexa por el oeste hay una pileta construida también en ladrillos como los descritos en la anterior; está dividida por un muro de ladrillos que da lugar a dos pilones con unas dimensiones de 1,6 metros por 1,45 metros y 1,40 metros de profundidad donde se lavaba la cáscara, con los vértices al norte y al sur redondeados. A poniente de ésta se sitúa una tercera pileta de 1,9 metros por 3,6 metros por uno de profundidad, donde con la cáscara ya limpia de subsales se formaban briquetas en forma de bolas que secas se guardaban en el almacén.

Junto a las piletas y a la oficina descrita se encontraba una garita de guardas, de 2 metros por 1,70 metros y 2,20 metros de altura, construida también con mampuestos y ladrillos. Tenía un solo ingreso por el sur, un vano de ventana al norte y una chimenea al oeste

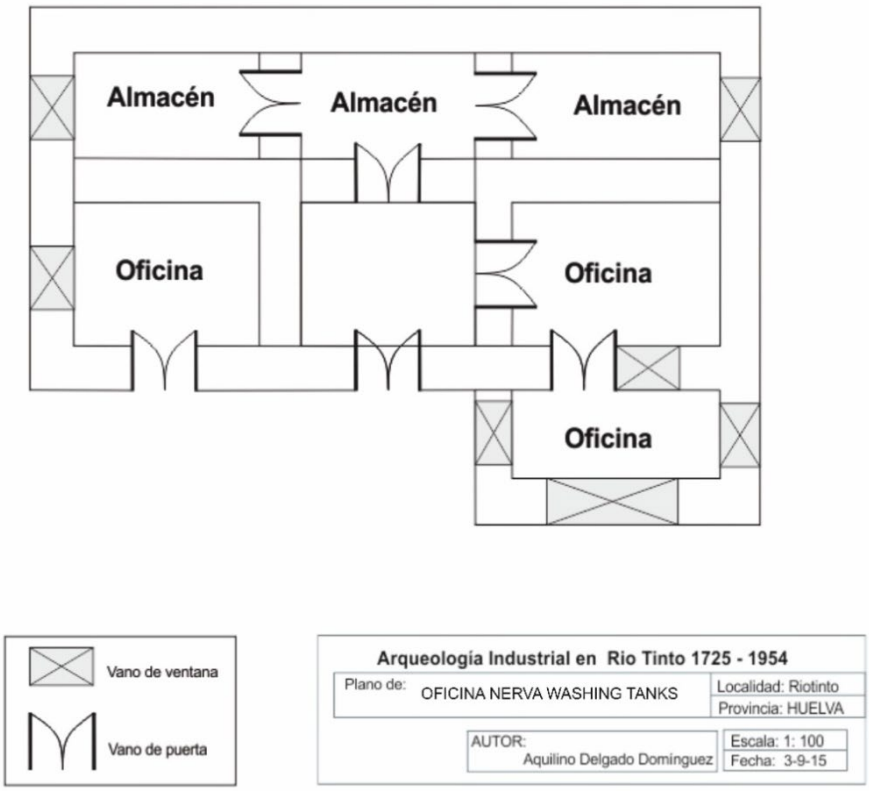
ESTADO ACTUAL

Esta instalación actualmente no existe fue cubierta por el avance de la escombrera Sur durante el desarrollo del Proyecto Río Tinto en noviembre de 2015, estando incluido dentro del Proyecto Global del Proyecto Riotinto[40].

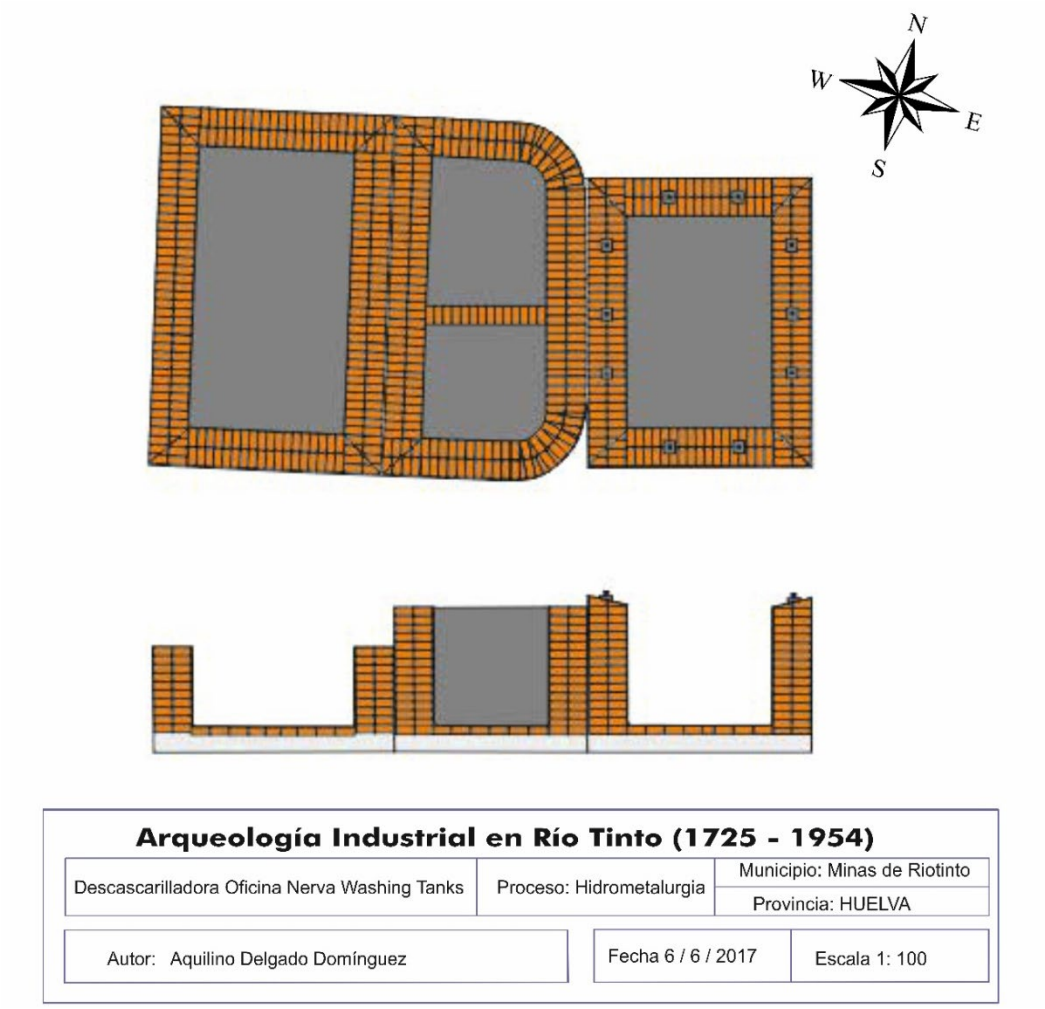
[40]DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2015b): Proyecto Global del Proyecto Río Tinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, Inédito, 34-35.



Plano 74 Ubicación de la Casa de la Oficina de Nerva Washing Tanks y las piletas de descascarillado.



Plano 75 Planta de la Oficina de Nerva Washing Tanks



Plano 76 de detalle de la Descascarilladora Nerva Washing Tanks junto al Almacén.



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el SO. 2009



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el SE. 2009

Fotos 298a y 298b



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el SE. 2010



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el Sur. 2013

Fotos 299a y 299b



Vista de detalle de la fachada de las Oficinas de Nerva Washing Tanks 2010.



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el Este. 2014.

Fotos 300a y 300b



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el NO. 1988. AFRT



Vista de la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el NO.2014.

Fotos 301a y 301b



Ubicación de la Oficina de Nerva Washing Tanks al pie de la escombrera, diciembre 2014.



Avance de la escombrera Sur que ha tapado la Oficina de Nerva Washing Tanks, enero 2016

Fotos 302a y 302b



Vista de las piletas descascarilladora anexa a la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el Oeste. 2014



Vista de detalle de las piletas descascarilladora anexa a la Oficina de Nerva Washing Tanks desde el Oeste. 2009

Fotos 303a y 303b



Caseta del guarda, anexa a la Oficina de Nerva Wahsing Tanks, 2014 ADD

Foto 304

7.7.10. Tanques de lavado de mineral de Marismilla

DENOMINACIÓN: Tanques de lavado de mineral de Marismilla

OTRA DENOMINACIÓN: Marismilla Washing Tanks for crude smalls

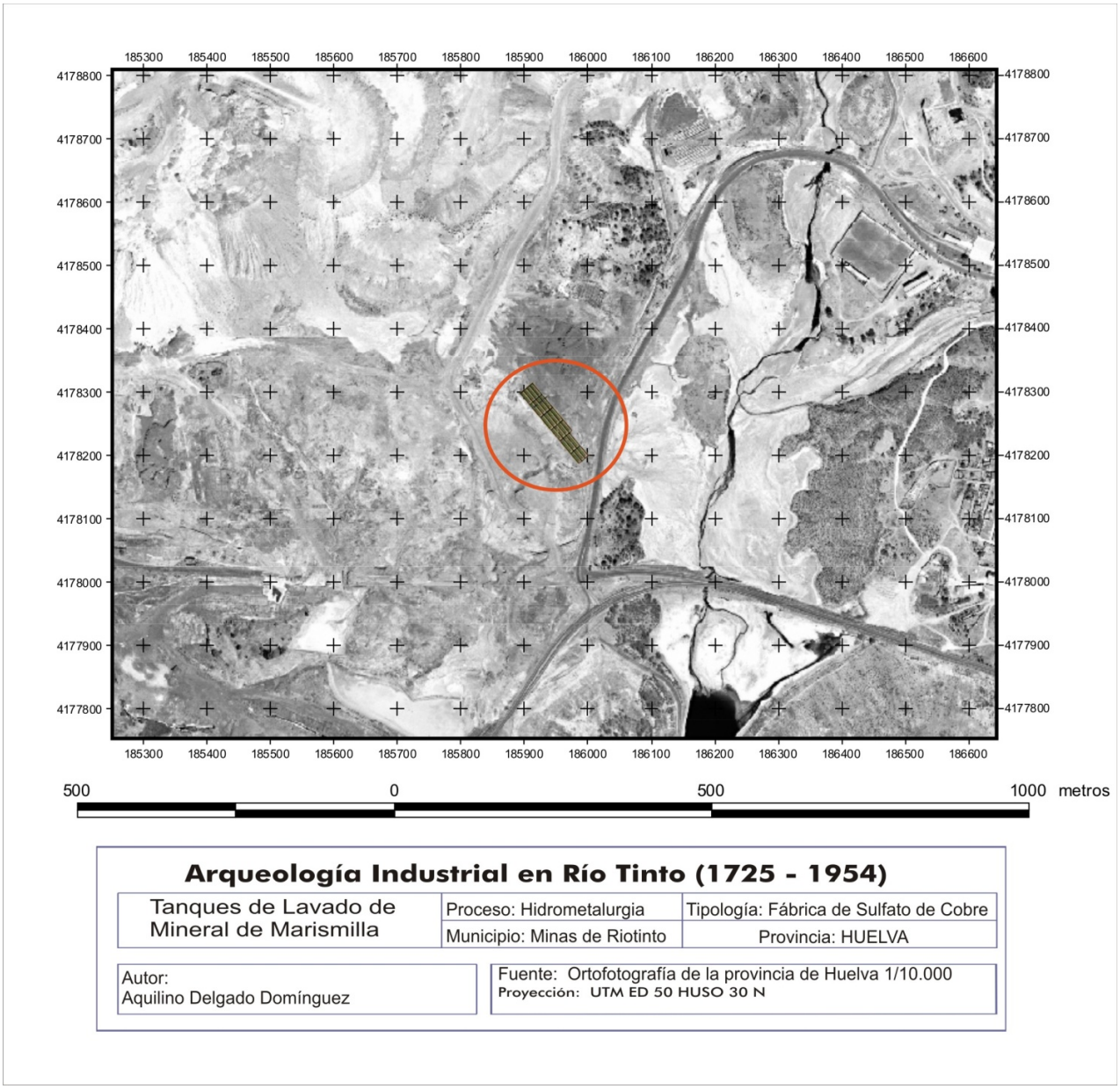
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185.415,41

Y: 4.178.173,81

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 77 Ubicación original de los tanques de lavado de mineral de Marismilla sobre cartografía actual.

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL.

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Tanques de lavado de mineral.

CRONOLOGÍA: 1882 – 1900

DESCRIPCIÓN: Tanques de lavado de mineral construidos en 1882. Esta instalación disponía de 25 canales de 9,15 metros de longitud por 2,44 metros de anchura y 0,90 metros[1]. Estaban construidos en mampuestos de pizarra trabados con mortero bastardo de cal (ver fotos 306 -309), recubiertos con tablas de madera de pino embreada. El mineral calcinado era transportado a los canales y desde estos a las cementaciones de Nerva, Planes y Naya por medio de ferrocarril, como se observa en el plano A-2875 (Ver Plano 78).

El agua empleada para precipitar cobre provenía de los terreros, era llevada al Dique que existía al SO[2], donde se decantaban hasta ser conducida a los tanques por su propio peso mediante canales de madera embreada (ver fotos 310 -312).

Estos Tanques de Lavado fueron empleados para el Proceso Doetsch. A partir, de 1884 en esta instalación se desarrolló el lavado de mineral que tenía como fin hacer pasar los licores enriquecidos por mineral menudo crudo, para propiciar el paso del sulfato férrico que contenía a sulfato ferroso que consumía una menor cantidad de hierro y permitía recuperar el cobre contenido en los minerales menudos[3]. En 1895 RTCL comenzó a apostar por el cambio de la cementación artificial a la natural, esto junto con el final de operación de las Teleras 1[4] en 1900[5], determinó el fin de las operaciones hidrometalúrgicas en *Marismilla Washing Tanks* y el de esta planta.

[1]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 43-44 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 225-226.
[2]Ver Plano 2875, 1891, AHMFRT.
[3]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 231.
[4]Teleras 1, eran aquellas que estaban conformadas con minerales con una ley de cobre entre el 1,5% y 2% y un 50% de azufre, el mineral calcinado que producía estaba destinado a las operaciones de cementación artificial. Legajo 100 D 7, 2. LMA.
[5] Cost Statement 1900, Statement nº 12.

PRODUCCIÓN DE COBRE EN MARISMILLA WASHING TANKS FOR CRUDE SMALL

La producción de *Marismilla Washing Tanks for crude Small*, la conocemos gracias a la serie Cost Statement[6], que comienza en 1897. Para los años 1897 y 1898 disponemos de la información sobre esta instalación de forma concreta, para 1899 y 1900 la tenemos en común con *Station Washing Tanks*. Así conocemos que el mineral crudo provenía de San Dionisio y del Polvorín. El agua provenía de los terreros y del dique de Marismilla a través del sistema de bombeo que la transportaba mediante canales de madera embreada. El cobre obtenido en los tanques de Marismilla se envió a cementación Cerda para que fuera secada y preparada para su transporte en sacos. El mineral lavado fue enviado a Cementación Nerva, Planes y Naya.

PRODUCCIÓN MARISMILLA, WASHING TANKS FOR CRUDE SMALLS

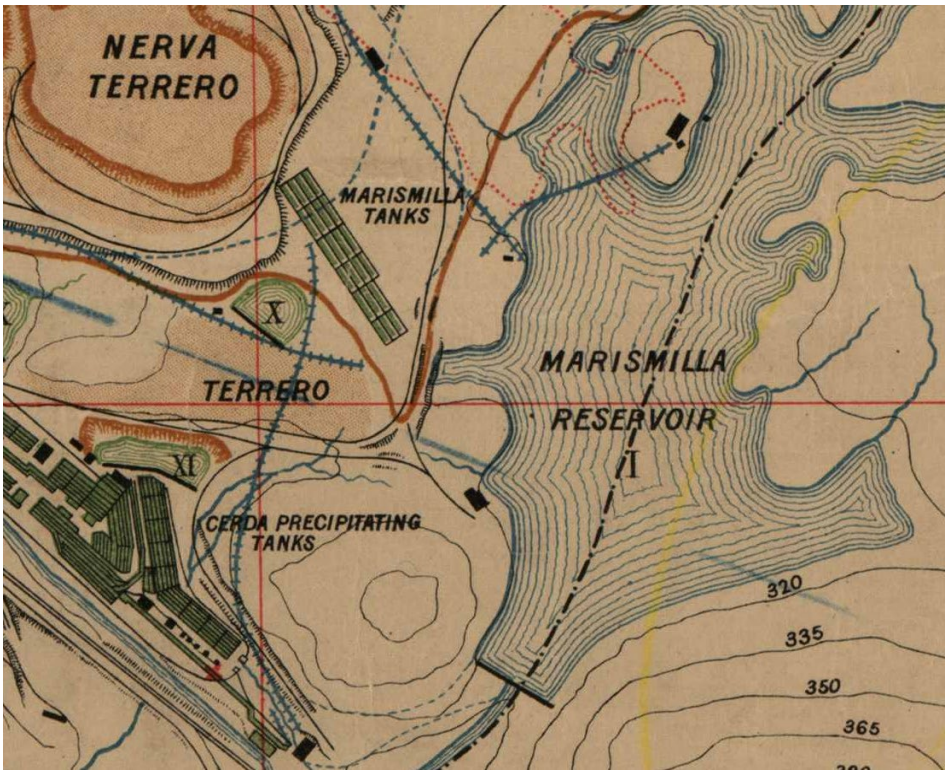
Año & Statement	Mineral recibido (Kilos y Ley de Cu	Cobre Producido (kilos)	Mineral enviado (kilos & Ley Cu)
1897 13	Mineral de S. Dionisio: 135.238.000 (2 % Cu) Polvorín de Huelva: 74.440 (3,2 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 594.570	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 134.717.870 (1,7% Cu.)
1898 13	Mineral de S. Dionisio: 153.220.000 (2,0 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 572.549	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 152.647.451 (1,6% Cu.)

Station & Marismilla, Washing Tanks for crude smalls Statement 13 Process

Año & Statement	Mineral recibido (Kilos y Ley de Cu)	Cobre Producido (kilos)	Mineral enviado (kilos & Ley Cu)
1899 13	Mineral crudo menudo de S. Dionisio: 205.977.080 (2,6 % Cu) Mineral crudo menudo Huerta Romana: 63.000 (3.7% Cu) Polvorín de Huelva: 2.125.920 (2,5 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 1.095.753	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 208.166.000 (2,6 % Cu.)
1900 13	Mineral crudo menudo de S. Dionisio: 35.686.000 (3,046 % Cu) Polvorín de Huelva: 276.630 (2,8 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 219.270	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 35.743.360 (2,4 % Cu.)

[6] Cost Statement 1897, Statement nº 13; Costa Statement 1898, Statement nº 13; Cost Statement 1899, Statement nº 13 y Cost Statement 1900, Statement nº 13. En el Legajo 100 B 37, 28, se indica en una table la producción de cobre, pero no se hace referencia a la producción de ésta instalación.

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Está casi completamente cubierta desde 2016 por la escombrera minera, antes de esto fue documentada por Atalaya Mining[7].

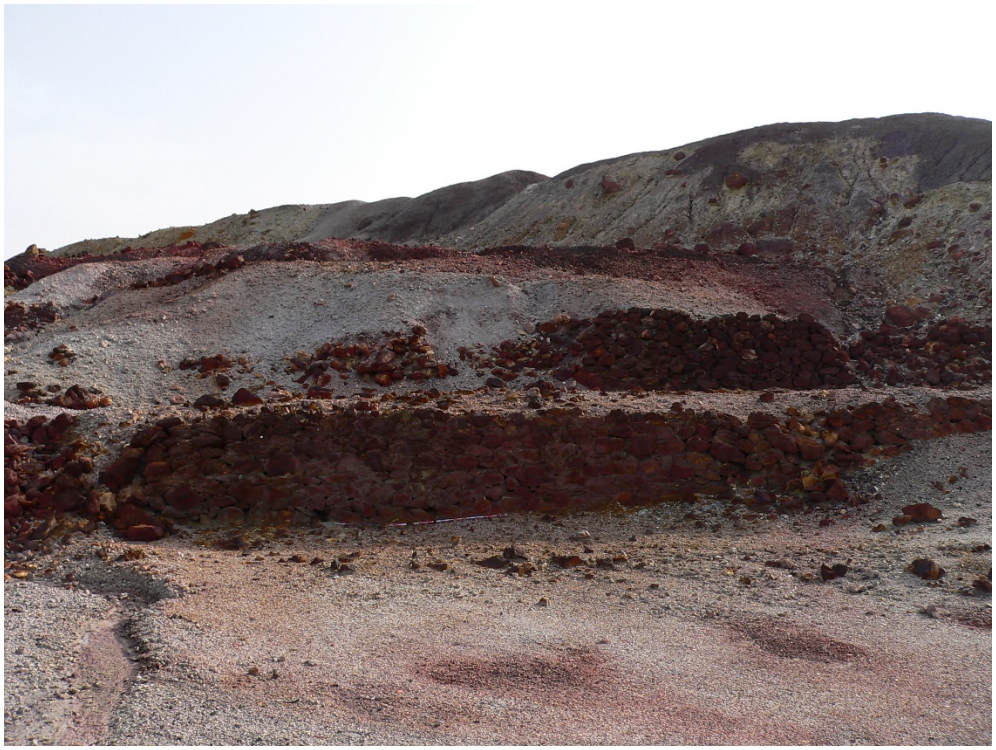


Plano 78 Detalle de los tanques de lavado mineral de Marismilla. Plano A-2875. 1891. E 1/10.000



Foto 305 Tanques de lavado de mineral de Marismilla, primer plano. Al fondo Fábrica de Ácido antigua. 1895. AHMFRT.

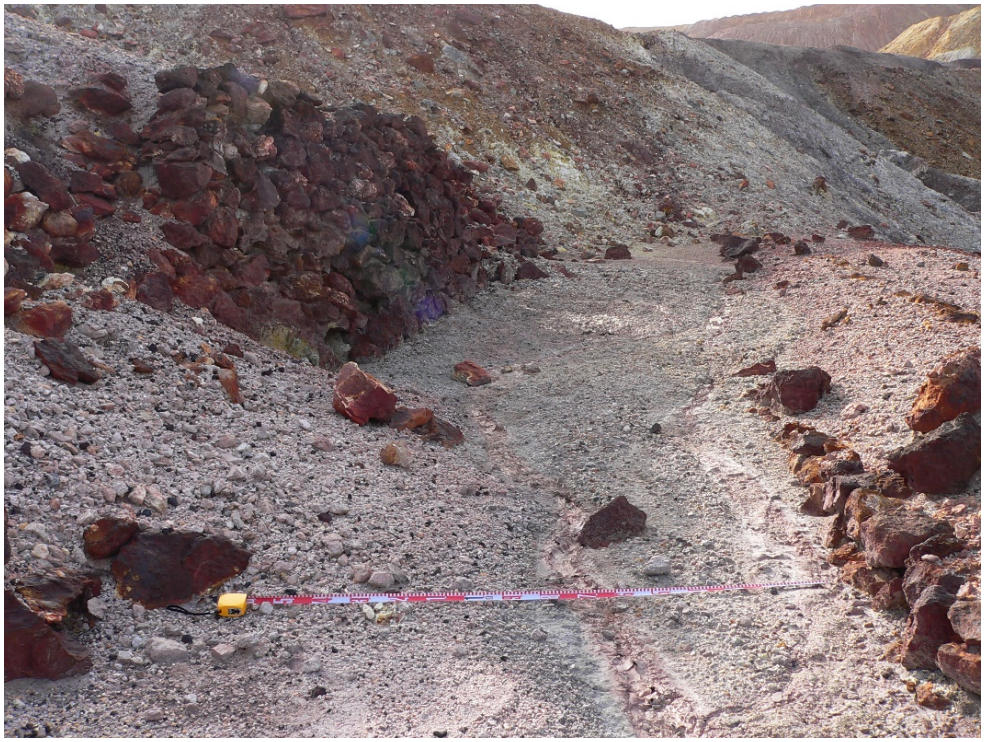
[7] IGLESIAS GARCÍA, L. (2019): "Gestión del Patrimonio Histórico-Arqueológico en el Proyecto Riotinto de Atalaya Minera" en PÉREZ MACÍAS, J.A. e IGLESIAS GARCÍA, L. (Eds.) *Investigaciones en el Yacimiento Romano de Riotinto (Huelva), El Escorial 6B y su acumulación monetal*, Universidad de Huelva, Huelva, 20-21.



Plano 306 Vista desde el NE del muro del *Marismilla Washing Tanks for Crude Small*. 2013. Foto ADD.



Plano 307 Vista de detalle desde el NE del muro del *Marismilla Washing Tanks for Crude Small*, donde se aprecia el sistema constructivo con mampuestos de pizarras. 2013. ADD.



Plano 308 Vista desde el Este del estado de los canales de Marismilla en 2013. Foto ADD.



Plano 309 Vista en Sección del canal de lavado de mineral de Marismilla, 2013. Foto ADD.



Plano 310 Vista del canal de madera embreada que transportaba el agua a los canales de lavado. 2013. Foto ADD.



Foto 311 Vista de detalle del canal de madera embreada que transportaba el agua a los canales de lavado. 2013. Foto ADD.



Foto 312 Vista de detalle del canal de madera embreada que transportaba el agua a los canales de lavado. Se observa la zona de conexión entre el canal de madera y el canal de lavado de mineral 2013. Foto ADD.

7.7.11. Antiguos Tanques de lavado de mineral de la Estación

DENOMINACIÓN: Antiguos Tanques de lavado de mineral de la Estación

OTRA DENOMINACIÓN: *Old Station Washing Tanks*.

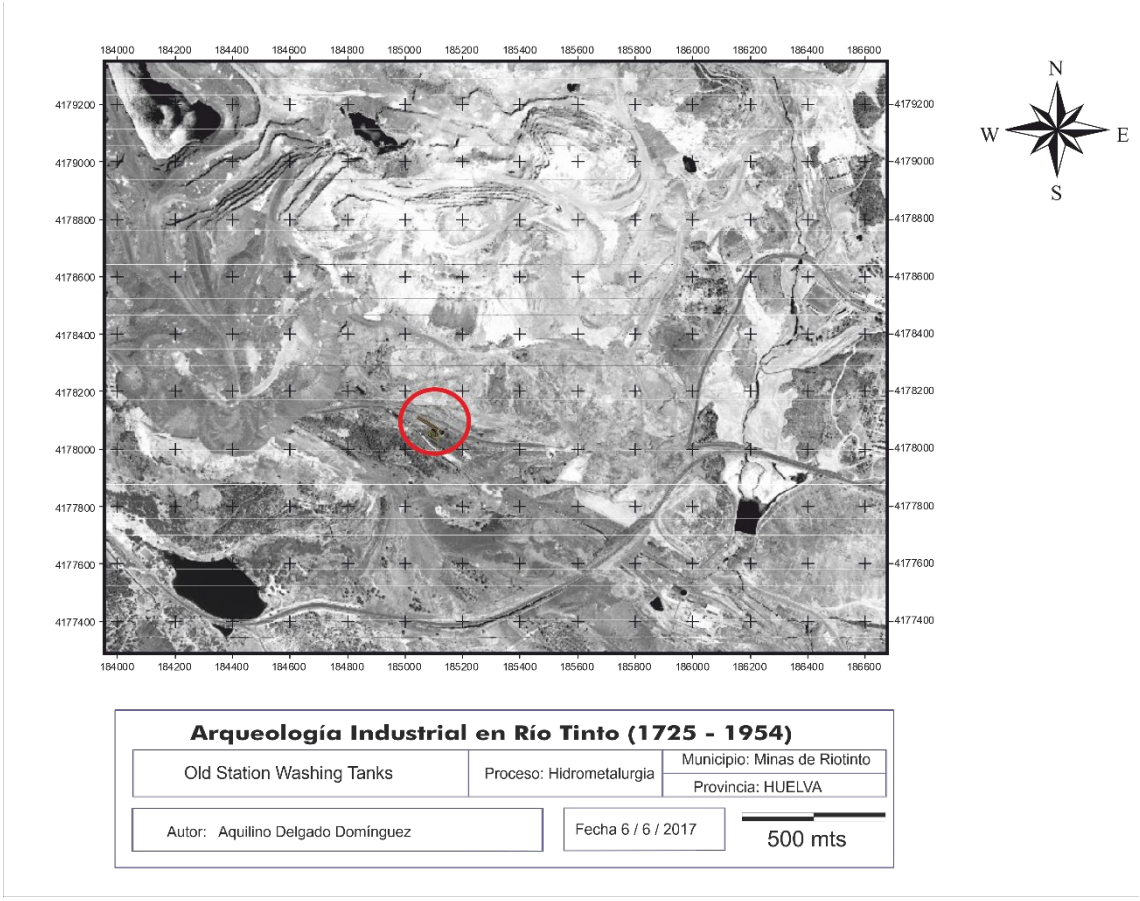
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 18.4937,14

Y: 4.177.904,22

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 79 Ubicación original de los Antiguos Tanques de Lavado de mineral de la Estación sobre cartografía actual.

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL.

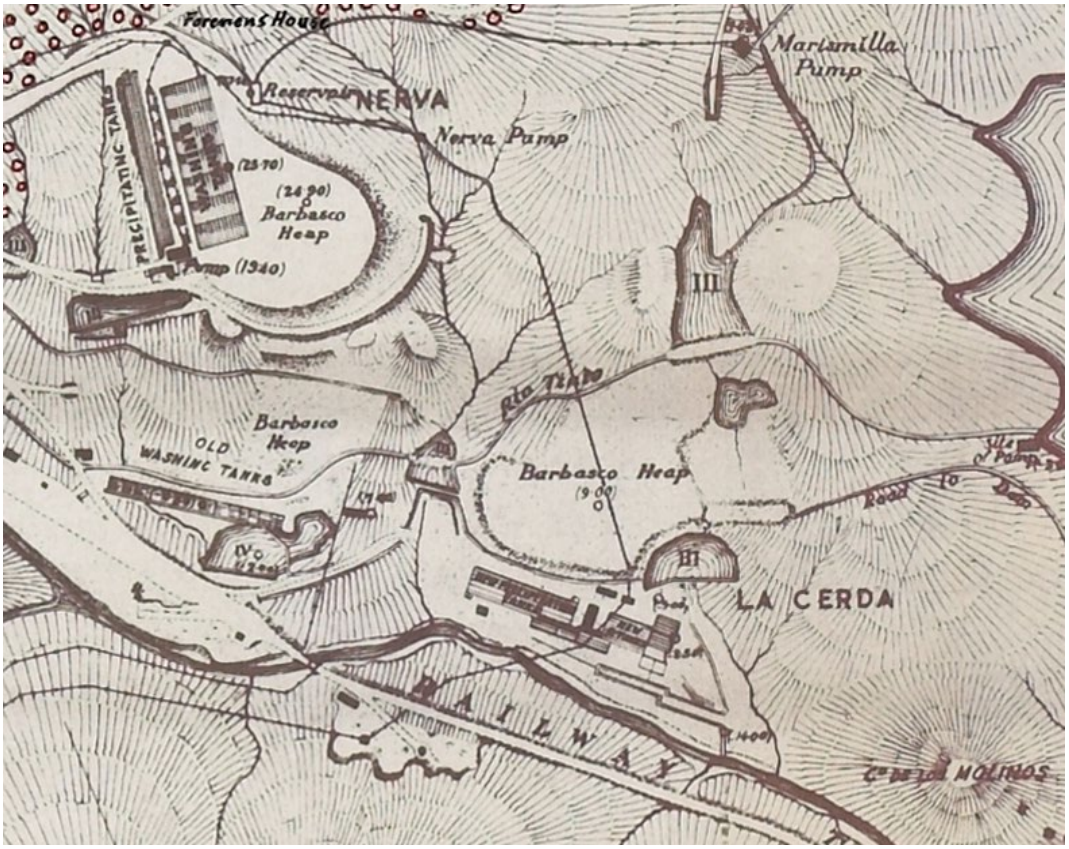
PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Tanques de lavado de mineral.

CRONOLOGÍA: 1876 – 1882

Instalación construida en 1876[8], fue empleada para el desarrollo del primer Proceso Doetsch, estaba situada al Sur de Nerva Washing Tanks y a poniente de Cementación Cerda (Ver Plano 80 y 81). No disponemos de información sobre el número y dimensiones de sus tanques. El agua provino principalmente de Cementación Cerda y en menor medida de Terreros Nerva.

Los cambios determinados por la ampliación de la playa de vías derivaron en la construcción de otra planta de lavado de mineral al NE, Station Washing Tanks que la sustituyó y donde se desarrolló del Segundo Proceso Doetsch.



Plano 80 Detalle del General Plan of Works de 1878. AHMFRT. Donde sobre los tanques de lavado de mineral de la estación aparece la leyenda (Old Washing Tanks, antiguos tanques de lavado).

[8]4th *Annual Report* 1876, 1, AHMFRT.



Plano 81 Detalle del Plano A-3125 1880 AHMFRT

7.7.12. Tanques de lavado de mineral de la Estación

DENOMINACIÓN: Tanques de lavado de mineral de la Estación

OTRA DENOMINACIÓN: Station Washing Tanks.

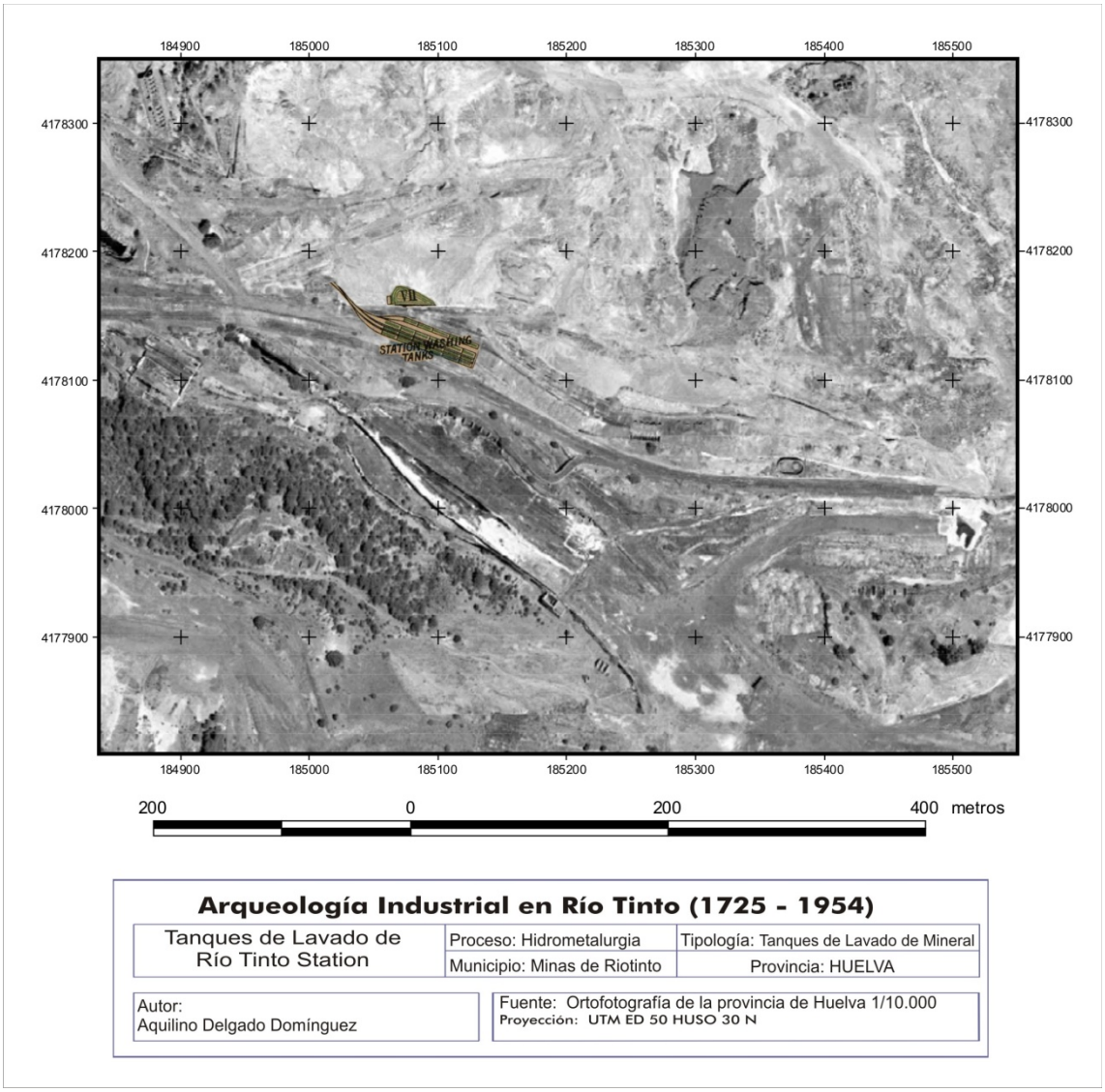
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 185.164,07

Y: 4.178.097,57

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 82a Ubicación original de los tanques de lavado de mineral de la Estación sobre cartografía actual.

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL.

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Tanques de lavado de mineral.

CRONOLOGÍA: 1881 – 1900

DESCRIPCIÓN: Tanques de lavado de mineral construidos a partir de 1881 para sustituir a los canales de O*ld Station Washing Tanks*, situados al SO (ver Plano 82, 82b, . Tenía 23 canales de 9,15 metros de longitud por 2,44 metros de anchura y 0,90 metros [9] (Ver fotos 313 y 314a y 314b). Al NO disponía de un dique, el nº VII, que tenía como función decantar las aguas provenientes de Terreros Nerva y el agua fresca del Pantano de Campofrío suministrada por la bomba de Quebrantahuesos [10].

En estas instalaciones se ensayó el segundo proceso Doetsch o Proceso Ferro Chloric en 1882, como consta en el libro de Caja en el alquiler de una casa para el ingeniero que iba a desarrollar el proceso[11] y el pago de 600 reales a Celestino Rodríguez, fotógrafo, por un reportaje de dicho proceso[12].

El proceso consistía en componer un terrero con calcinado proveniente de las Teleras nº1[13] y el mineral crudo que habían sido lavados en tanques separados y mezclados en una proporción de tres partes de mineral crudo por una de calcinado, al que se le añadía un 1 % de sal común y 0,25 % de manganeso molido[14] (ver fotos , que se regaba con agua (*fresh water*), para obtener los licores enriquecidos (brown liquor), que se pasaban por los canales donde había mineral crudo menudo, para propiciar el paso del sulfato férrico que contenía el agua a sulfato ferroso que consumía una menor cantidad de hierro y permitía recuperar el cobre contenido en los minerales menudos[15]. Tras 24 horas se procedía al desagüe, tras esto se volvía a llenar los tanques y se desarrollaban los segundos y terceros lavados que duraban 24 horas, los siguientes lavados normalmente entre cinco y ocho duraban doce horas. El proceso duraba entre siete u ocho días.

[9]SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 226 - 227.
[10]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 67.
[11] Libro de Caja nº 82 31-3-1882, 94. AFRT
[12] Libro de Caja nº 82 31-10-1882, 66. AFRT y Legajo 100 B 35, 1, AHMFRT.
[13]Las Teleras nº1 eran aquellas que estaban conformadas con minerales con una ley de entre 1,5 y 2 % de cobre y un 50 % de azufre, su calcinado estaba destinado al beneficio por vía húmeda. Legajo 100 – D – 7. nº 13-2. LMA.
[14] Legajo 100 A3 *Instruction of Deputation of 1885*, 3, AHMFRT; SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*239; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…* 62. Indican que el mineral que se empleaba en esta mezcla era Pirolusita (MnO_2), proveniente de diversas minas onubenses controladas por la firma Sundheim & Doetsch.
[15]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42 y SALKIELD, L. U. (1984) *A Technical History of the Río Tinto Mines…* 231.

En 1895 RTCL comenzó a apostar por el cambio de la cementación artificial a la natural, esto junto con el final de operación de las Teleras 1[16] en 1900[17], determinó que terminaran las operaciones hidrometalúrgicas en *Station Washing Tanks*.

PRODUCCIÓN DE STATION WASHING TANKS

Disponemos de información de los costes y producciones de esta instalación para 1882, aunque no habrá continuidad sobre los mismos hasta 1897 cuando comenzó la serie Cost Statement, que es la más completa pues además de los costes propiamente dichos, contiene el origen del mineral que se procesó en los tanques, el cobre producido y donde se envió el mineral lavado. Para los años 1897 y 1898 disponemos de la información concreta de *Station Washing Tanks*[18] (ver foto 314) y para los años 1899 y 1900 en conjunto con los Tanques de Lavado de Marismilla[19].

El cobre obtenido fue enviado a cementación Cerda para su embalado en sacos y el calcinado una vez procesado del a forma descrita. El mineral se destinaba a los terreros de Naya, Nerva y Planes[20]. Esta planta estuvo en funcionamiento hasta 1900[21].

Station, Washing Tanks for crude smalls Statement

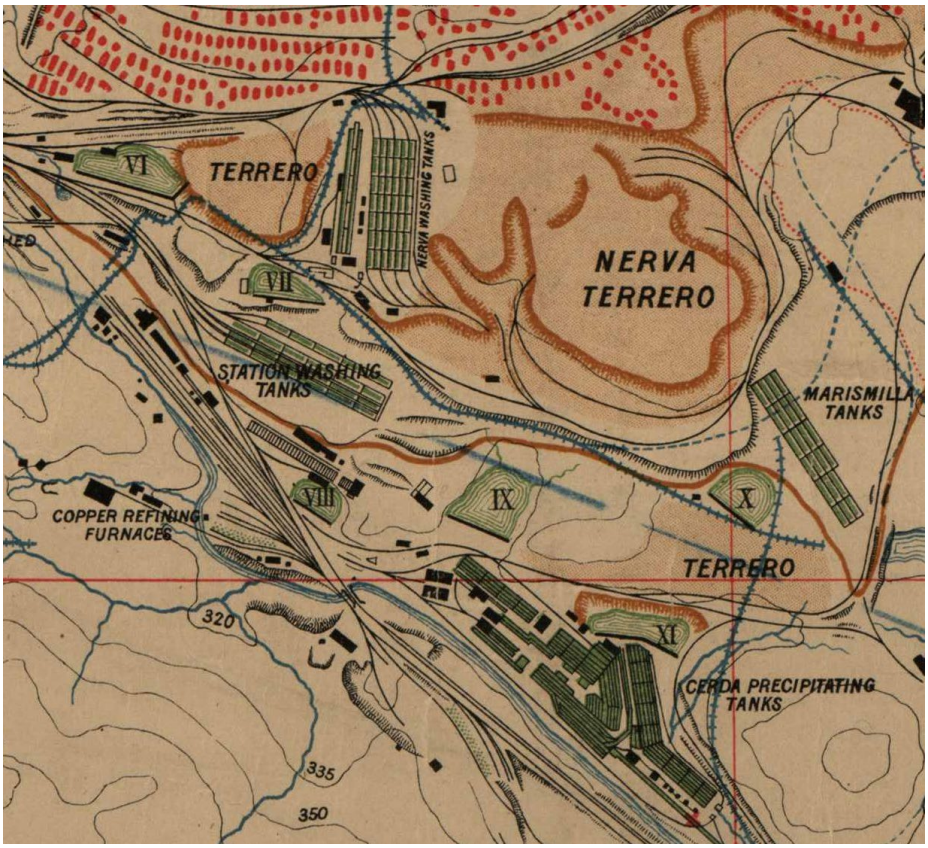
Año & Statement	Mineral recibido (Kilos y Ley de Cu)	Cobre Producido (kilos)	Mineral enviado (kilos & Ley Cu)
1897 13	Mineral de S. Dionisio: 144.319.000 (2,2 % Cu) Polvorín de Huelva: 795.825 (2,3% Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 641.973	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 144.472.852 (1,8% Cu.)
1898 13	Mineral de S. Dionisio: 156.690.130 (2,0 % Cu) Polvorín de Huelva: 1.827.690 (2,1% Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 588.616	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 144.472.852 (1,8% Cu.)

Station & Marismilla, Washing Tanks for crude smalls

Año & Statement	Mineral recibido (Kilos y Ley de Cu)	Cobre Producido (kilos)	Mineral enviado (kilos & Ley Cu)
1899 13	Mineral crudo menudo de S. Dionisio: 205.977.080 (2,6 % Cu) Mineral crudo menudo Huerta Romana: 63.000 (3.7% Cu) Polvorín de Huelva: 2.125.920 (2,5 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 1.095.753	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 208.166.000 (2,6 % Cu.)
1900 13	Mineral crudo menudo de S. Dionisio: 35.686.000 (3,046 % Cu) Polvorín de Huelva: 276.630 (2,8 % Cu)	Enviado a Cementación Cerda: 219.270	Mineral lavado a cementación Nerva, Planes y Naya: 35.743.360 (2,4 % Cu.)

[16]Teleras 1, eran aquellas que estaban conformadas con minerales con una ley de cobre entre el 1,5% y 2% y un 50% de azufre, el mineral calcinado que producía estaba destinado a las operaciones de cementación artificial. Legajo 100 D 7, 2. LMA.
[17] Cost Statement 1900, Statement nº 12.
[18] Cost Statement 1897, Statement nº 12; Cost Statement 1898, Statement nº 12.
[19] Cost Statement 1897, Statement nº 12; Cost Statement 1898, Statement nº 12.
[20] Cost Statement 1899, Statement nº 13; Cost Statement 1900, Statement nº 13.
[21] Cost Statement 1900, Statement nº 13.

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Actualmente no existe Station Washing Tanks pues fue destruida por los movimientos de tierras realizados a finales de los años 20 del siglo XX, tanto para ampliar la playa de vías, como para el nuevo depósito de locomotoras.



Plano 82 Detalle de los tanques de lavado mineral de Marismilla. Plano A-2875. 1891. E 1/10.000



Foto 313 *Rio Tinto Station*, en primer plano y canales de cementación de la Estación en segundo plano a la izquierda. AHMFRT. A la izquiera se ve parte del Terrero del Segundo Proceso Doetsch.



Foto 314a Detalle de la Foto A9/1100, 1882, AHMFRT, donde se ve *Station Washing Tank*, y al norte el terrero del Segundo Proceso Doetsch.



Foto 314b Vista desde el Este de Station Washing Tanks a la derecha 1889. AHMFRT

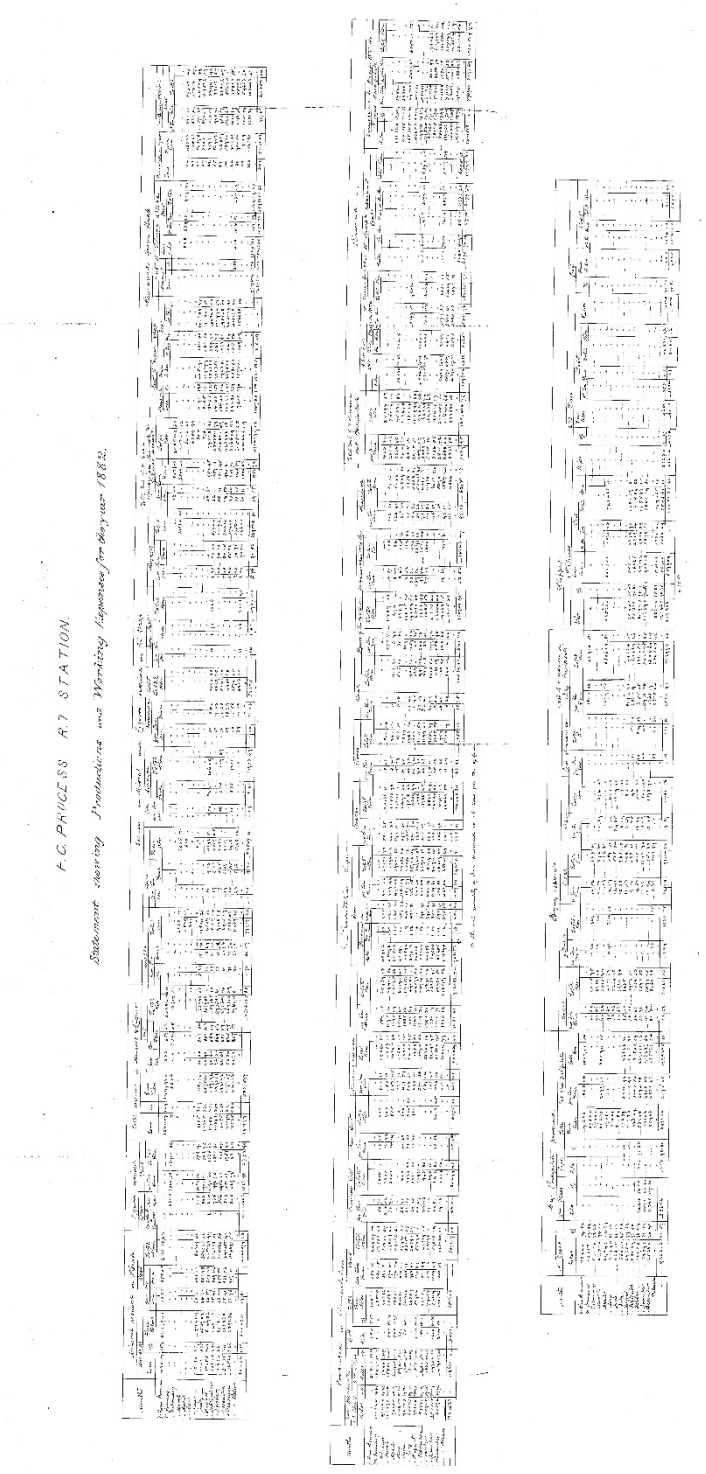


Foto 314 Costes y Producción de *Station Washing Tanks* 1882, Legajo 100 B 35, 1.

7.7.13. Cementación Naya

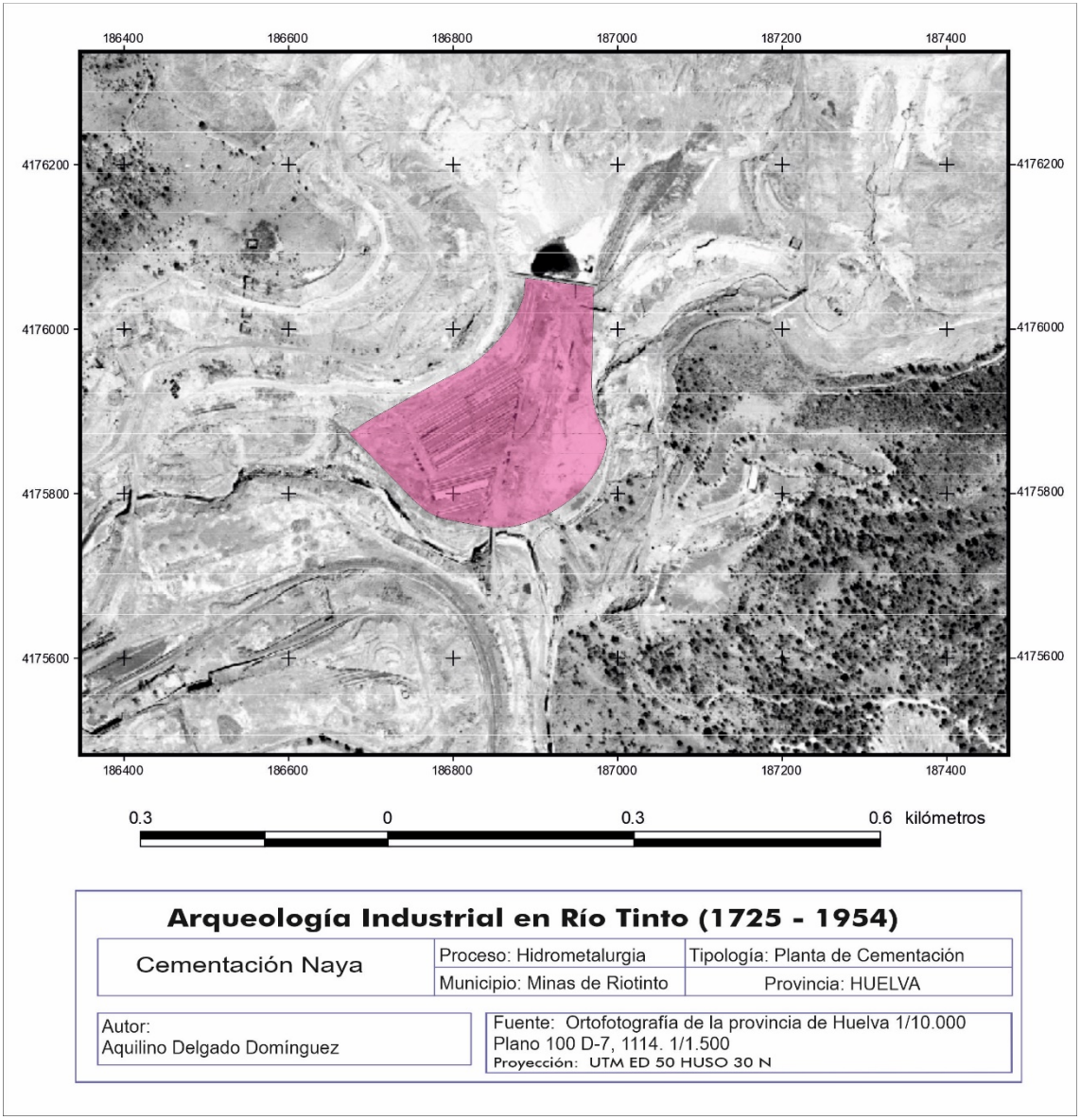
DENOMINACIÓN: Cementación Naya

OTRAS DENOMINACIONES: Canaleo de Naya, Balsas de Naya

LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 186925.92433

Y: 4176007.77156



Plano 83 Cementación Naya (Nerva)

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Minas de Riotinto

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

CRONOLOGÍA: 1876 – 1967

DESCRIPCIÓN: Instalación hidrometalúrgica donde se precipitaba sulfato de cobre mediante el empleo de chatarra en los canales de los que disponía. El sistema constructivo fue de mampuestos de roca de caja (pizarras) trabado con mortero de cal. Los muros interiores estaban revocados con alquitrán y madera al igual que el suelo donde se disponía tablones de madera, conservándose en algunos puntos restos del acabado. Los canales de Cementación Naya fueron evolucionando desde su construcción en la disposición y dimensiones como iremos viendo.

El primer dato de que disponemos es de la de la construcción del muro del dique, el 30 de junio de 1876[22]. Para este mismo año aunque cuatros meses después encontramos los apuntes más tempranos de las obras de construcción de las balsas y canales de esta cementación, además de las nóminas de los obreros que las edificaron, ambos con fecha 31 de octubre de 1876[23]. Todas estas obras se recogen en el 4th Annual Report de 1876, donde se indica que la Cementación Naya se construyó para el lavado de mineral calcinado, con el propósito de separar cobre soluble del agua que lo contiene en suspensión y precipitarlo con hierro[24]. En 1877 finalizó la instalación del sistema ferroviario que unía Cementación Naya con el resto de zonas de operaciones[25]. En 1878 se construyeron tanques adicionales para poder tratar "la cantidad creciente de licores producidos en los terreros" [26].

Las obras de construcción continuaron en los años siguientes, sobre todo en 1879, año del que disponemos una amplia batería de datos al respecto. En esa anualidad se continuó ampliando el canaleo que nos ocupa tanto en las balsas[27], como

[22]Libro Diario 13, 30-6-1876, 538.AHMFTR.
[23]Libro Diario 6, 31-10-1876, 430, AHMFTR., para las obras de construcción del canaleo de Naya y Libro Diario 6, 31-10-1876, 436, para las nóminas de los obreros que las construyeron.
[24]4th *Annual Report* 1876, 1, AHMFRT.
[25]5th *Annual Report*, 1877, AMHFRT, 4.
[26]6th *Annual Report*, 1878, AMHFRT, 4.
[27]Libro Diario 7, 31-10-1879, 433, AHMFTR. obras de construcción del canaleo de Naya; Libro Diario 7, 31-10-1879, Nóminas de las obras de construcción; Libro Diario 11, 30-04-1879, falta AHMFTR. Nóminas de las obras de construcción; Libro Diario 7, 30-11-1879,338. Nóminas de balsas en construcción; Libro Diario 14 31-05-1879 obras de construcción en Naya.

en instalaciones necesarias para su desarrollo: oficinas[28], fragua[29], almacenes[30] y Planta de lavado, secado de cáscara de cobre[31]. Disponer de esta última infraestructura permitió que la cáscara, una vez preparada y convertida en briquetas, fuera enviada a la fundición y en estado seco o húmedo Almacén General o Huelva[32] por la *main line*.

Cementación Naya fue empleada para en el Segundo Proceso Doetsch[33], al igual que parte de su Terrero anexo. Para ello se llevó a cabo una importante reforma de sus canales y mejoras en las instalaciones, que nos aporta una buena de colección de planos y datos, como se recogen en el Legajo 100 B 58 1886 del AHMFRT (Ver Plano 86, 89-93, fotos 320 y 321).

En 1896 se dio la orden de instalar una nueva bomba en Cementación Naya por la necesidad de surtir las operaciones hidrometalúrgicas que se desarrollaban en esta planta[34].

En 1897 la Comisión del Consejo indicó que los licores procedentes de los terreros pasaran por mineral crudo menudo antes de pasar a los Tanques de Precipitación, de forma que se redujera el consumo de hierro, además de recuperar el cobre contenido en los menudos [35]

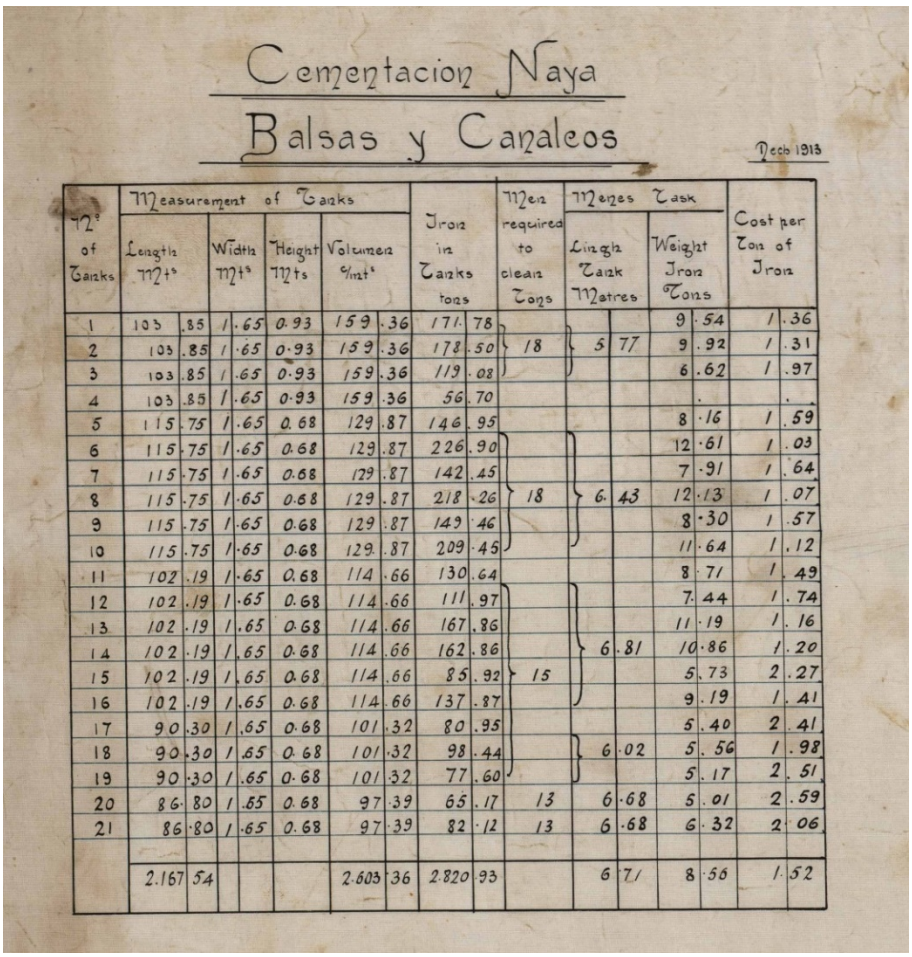
Entre 1905 y 1906 se construyó el muro perimetral en la Cementación[36]. En 1907 RTCL compró por 363.720 reales una excavadora de vapor sobre raíles de 70 toneladas para que ayudara en los trabajos de carga y descarga del mineral calcinado y lavado[37]. Al año siguiente se añadió al inventario la adquisición de una báscula ferroviaria con una capacidad de hasta 18.000 kilos, para emplearla en el pesado de chatarra y del precipitado de cobre que supuso un desembolso de 19.745 reales[38].

El fin del método Doetsch y la posterior reestructuración de las cementaciones a principios de siglo en principio en tres, Cerda, Planes y Naya y a partir de 1904, todos los trabajos se concentraron en Cerda y Naya, esto llevó a una fuerte reestructuración

[28]Libro Diario 6, 31-12-1879, 519.AHMFTR. obras de construcción de Oficinas y fragua.
[29]Libro Diario 6, 31-12-1879, 519.AHMFTR. obras de construcción de Oficinas y fragua.
[30]Libro Diario 6, 31-12-1879, 521.AHMFTR. Construcción de Almacén nº1; Libro Diario 6, 31-12-1879, 124.AHMFTR. Construcción de Almacén nº 6.
[31]Libro Diario 11, 31-10-1879, 310.AHMFTR. Construcción de Planta de Lavado y secado de cáscara de Cobre.
[32]Cost Statement 1908.Statement 12. AHMFTR y Cost Statement 1910. Statement 12. AHMFTR
[33]Legajo 100 A 3, Rio Tinto Company Limited, Instructions of Deputation 1896, 2, AMHFRT.
[34]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1895, *Instructions and estimates for 1896*, 4 y 5, AHMFRT.
[35]100 A4 *Report of the Deputation from the Board, December* 1897, *Instructions and estimates for 1898*, 3, AHMFRT.
[36]Cost Statement 1905.Statement 19. AHMFTR y Cost Statement 1906. Statement 20. AHMFTR
[37]Cost Statement 1908.Statement 32. AHMFTR.
[38]Cost Statement 1909.Statement 30. AHMFTR.

de los canales y de las instalaciones de la cementación, sólo hay que comparar el Plano 1400 del legajo 100-B-58 de 1886 (plano 87) con el plano nº 1127 de 1914 (ver plano 88). Estos cambios fueron principalmente la eliminación de un tanque reposador al final de la serie 5 de canales, aunque la diferencia más importante fue la ampliación de los canales, se añadieron cuatro series de canales bajo el dique de la cementación, se edificó la Planta de Lavado y de Secado del precipitado (ver Plano 86 y 87).

Para 1914 conocemos gracias al plano nº 1127 (ver foto 315 y Plano 87) perfectamente sus dimensiones. Así los canales 1 a 4 tenían 103,85 metros de largo por 1,65 metros de ancho y una profundidad de 0,93 metros de profundidad. Los canales 5 a 10 tenían 115,75 metros de longitud por 1,65 metros por 0,93 metros de profundidad. La serie 11 a 16 tenían 102,19 metros por 1,65 metros por 0,93 metros de profundidad. Los canales 17 a 19 tenían 90,30 metros de longitud por 1,65 metros de ancho por 0,68 metros de profundidad y por último la serie 20 a 21 tenían 86,80 metros de largo por 1,65 metros de ancho y 0,68 metros de profundidad.



Cementacion Naya

Balsas y Canaleos

Decb 1913

Nº of Tanks	Measurement of Tanks: Length Mts	Width Mts	Height Mts	Volumen Mts	Iron in Tanks tons	Men required to clean Tons	Mines Task: Lingth Tank Metres	Weight Iron Tons	Cost per Ton of Iron
1	103.85	1.65	0.93	159.36	171.78			9.54	1.36
2	103.85	1.65	0.93	159.36	178.50	18	5.77	9.92	1.31
3	103.85	1.65	0.93	159.36	119.08			6.62	1.97
4	103.85	1.65	0.93	159.36	56.70			.	.
5	115.75	1.65	0.68	129.87	146.95			8.16	1.59
6	115.75	1.65	0.68	129.87	226.90			12.61	1.03
7	115.75	1.65	0.68	129.87	142.45			7.91	1.64
8	115.75	1.65	0.68	129.87	218.26	18	6.43	12.13	1.07
9	115.75	1.65	0.68	129.87	149.46			8.30	1.57
10	115.75	1.65	0.68	129.87	209.45			11.64	1.12
11	102.19	1.65	0.68	114.66	130.64			8.71	1.49
12	102.19	1.65	0.68	114.66	111.97			7.44	1.74
13	102.19	1.65	0.68	114.66	167.86			11.19	1.16
14	102.19	1.65	0.68	114.66	162.86		6.81	10.86	1.20
15	102.19	1.65	0.68	114.66	85.92	15		5.73	2.27
16	102.19	1.65	0.68	114.66	137.87			9.19	1.41
17	90.30	1.65	0.68	101.32	80.95			5.40	2.41
18	90.30	1.65	0.68	101.32	98.44		6.02	5.56	1.98
19	90.30	1.65	0.68	101.32	77.60			5.17	2.51
20	86.80	1.65	0.68	97.39	65.17	13	6.68	5.01	2.59
21	86.80	1.65	0.68	97.39	82.12	13	6.68	6.32	2.06
	2.167.54			2.603.36	2.820.93		6.71	8.56	1.52

Foto 315 Dimensiones de los canales de Cementación Naya, detalle Plano nº 1127 de 1914. AHMFRT.

Para el desarrollo de los trabajos en 1914 se adquirió una cribadora portátil y un vagón para su servicio[39]. En 1910 la construcción de la Subestación eléctrica de Naya[40], que permitió suministrar energía a esta Cementación, así en 1915 se adquirió una grúa electroimán nº 8.502 con una capacidad de ascender cargas entre 1 a 2 toneladas y media [41] (ver foto 195).

A partir de los años veinte del siglo pasado la intención de la Compañía de centralizar en esta instalación todos los trabajos de precipitación conllevó un intenso programa de construcción. Así en 1921 se construyó una nueva Planta de Precipitación[42], se dispuso de un nuevo sifón de 15 pulgadas desde 1923[43]. En 1924 se aumentaron las dimensiones de los tanques y se reorganizaron los tanques para poder albergar los "licores" provenientes de Cementación Cerda[44]. Esta labor fue continuada en 1925[45] y 1926[46], se aumentó la capacidad de los tanques medianos[47] y se reorganizaron los tanques para recibir los licores de Cerda y fue transferida la grúa magnética de Cementación Cerda a Naya[48].

En 1927 las labores en Naya aumentaron al tener que dar cabida a las aguas enriquecidas en cobre que hasta ese año eran destinadas a Cerda[49] (Terreros Cerda, Filón Sur, Filón Norte, Pozos Amargos y Planes), a partir de esta fecha todas las labores hidrometalúrgicas se desarrollaron en Naya, denominándose desde entonces al Departamento como Precipitación.

En 1928 Mr. Taylor[50], presentó a la dirección de RTCL un informe donde demostraba tras realizar las pertinentes pruebas que se perdían al año 50 toneladas de cobre anualmente, en el precipitado muy fino que se iba con los licores en suspensión a la salida de las operaciones de cementación. Propuso como solución la instalación de tanques de un sedimentación con un coste de 18.000 pesetas, lo cual fue aprobado

[39]Cost Statement 1914.Statement 22. AHMFTR.
[40]Cost Statement 1910.Statement 24. AHMFTR. La construcción de la Subestación tuvo un coste de 9.482 reales.
[41]Cost Statement 1915.Statement 33. AHMFTR. Con un coste de 100.776 reales.
[42]Cost Statement 1921. Statement 21. AHMFTR, lo cual tuvo un coste de 1.094.207,87 reales.
[43]Cost Statement 1923. Statement 12. AHMFTR.
[44]Cost Statement 1924. Statement 12. AHMFTR.
[45]Cost Statement 1925. Statement 12. AHMFTR., con un coste de 334.021 reales. En este año se adquirió también un compressor portátil por 96.000 reales, Cost Statement 1925, Statement 22, AHMFRT.
[46]Cost Statement 1926. Statement 13. AHMFTR.
[47]Cost Statement 1925. Statement 12. AHMFTR, con un coste de 41.604 reales.
[48]Cost Statement 1925. Statement 12. AHMFTR, que supuso un coste de 91.855 reales.
[49]Cost Statement 1927. Statement 14. AHMFTR.
[50]Ingeniero químico que trabajó en RTCL entre 1919 y 1947, que trabajó en el Departamento de Cementación desde 1927, pasando en 1928 al nuevo denominado *Precipitation & Heaps*, del que fue Jefe del Departamento, desde 1932 hasta su baja en la Compañía Legajo 1650, nº 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31 y 33 AHMFRT; Staff Book nº3, 251, LMA.

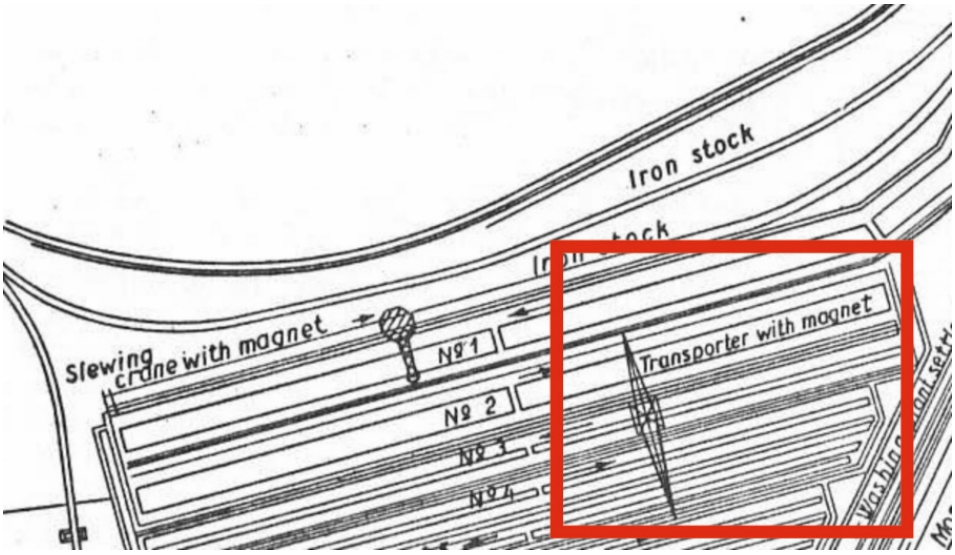
por el Consejo de RTCL[51] y fue construido junto con quince tanques de precipitación[52], de los cuales dos de ellos se ubicaron al final del circuito, con una pendiente de 1,8% para reducir la cantidad de cobre en suspensión que sale con los licores, lo cual supondría una recuperación de 62 toneladas al año que equivaldrían a un ahorro de 1.550 libras, el costo de estos canales con un costo de 37.600 pesetas fue autorizado por el Consejo[53]. En 1929 la ampliación de los tanques de precipitación y el nuevo tanque de sedimentación, pues se había recuperado 100 toneladas de precipitado de cobre fino antes de un año, que de otra manera se hubiera perdido[54]. El buen resultado que dio el sedimentador llevó a que en 1930 se añadiera otro adicional[55].

En 1928 se estudió la instalación de un Transportador Temperley para el acarreo de chatarra en los tanques 1, que tras ser estudiado por el Consejo se aprobó el gasto de 2000 libras[56], para ese particular[57], en 1929 se propuso la modificación de camiones para ser empleado como base de grúas para electroimán, que fue desestimado, en 1930 se instaló una grúa con electroimán sobre raíles[58]. (ver fotos 195 -198, 316, 317 y Plano 84)



Foto 316 Transportador Temperley operando en Cementación Naya (Minas de Riotinto), Col. Salkield.

[51]Legajo 100 A 19 *Report Deputation from the Board, march 1928, Instructions & Estimates* 1928, 5. AHMFRT.
[52]Cost Statement 1928. Statement 14. AHMFTR.
[53]Legajo 100 A 19 *Report Deputation from the Board, march 1928, Instructions & Estimates* 1928, 5. AHMFRT.
[54]Legajo 100 A 20 *Report Deputation from the Board, march 1929, Instructions & Estimates* 1928, 5. AHMFRT.
[55]Cost Statement 1930. Statement 13. AHMFTR.
[56]Legajo 100 A 19 *Report Deputation from the Board, march 1928, Instructions & Estimates* 1928, 5. AHMFRT.
[57]Cost Statement 1929. Statement 23. AHMFTR.
[58]Cost Statement 1930. Expenditure on capital and special expenditure on revenue account. AHMFTR, con un coste de 150.730 ptas.



Plano 84 Detalle del Plano de Cementación Naya, Taylor & Whelan 1942, Fig. 15, 52, donde se indica la posición del Transportador Temperley a la derecha y una grúa con electroimán a la izquierda.



Foto 317 Electroimán fabricado por Thomas Smith & Son sobre raíles moviendo chatarra en Cementación Naya, a la derecha se observan obreros paleando. 1930. AHMFRT.

En 1929 se instaló también en Cementación Naya un clasificador Dorr[59], instalación que está compuesta de un depósito rectangular cuyo fondo está inclinado, donde un dispositivo de rastrillo mueve los sedimentos hacia arriba a lo largo de la parte inferior. Disponía una entrada para la alimentación y salida para sedimentos de distinta granulometría.

Otro cambio importante será la construcción de la Planta de Reducción de Dióxido de Azufre, sobre este particular ver capítulo 9.5 Precipitación, (ver Plano 53 y fotos 199, 200 y 354).

Para favorecer la elaboración de briquetas se construyó en 1932 un alpende para la planta de briquetado de precipitado de cobre[60]. En 1937 se instaló una polea magnética que facilitara las labores de carga y descarga del hierro en los pilones[61].

Todas estas modificaciones desarrolladas entre 1927 y el final de la Segunda Guerra Mundial, conformarán en gran medida la estructura de la instalación (ver foto 322-326). Se demolieron los canales junto a dique, al norte de la Planta de Lavado (ver Plano 88) y se construyó una nueva Planta de Lavado, que era servida por un monorraíl que traía el precipitado desde los canales y desde donde se transportaba la cáscara hasta la Planta de Secado (ver Plano 89). Taylor y Whelan nos dicen que los canales están construidos en pendiente, zigzagueante, que estaban dispuestos en 11 serie de canales duplicados, con 2 metros de ancho por 0,93 metros de profundidad, con una pendiente de 0,75% y al final dos canales sedimentadores de 70 metros de largo por 10 metros de ancho y un metro y medio de profundidad. La longitud total de los canales para 1942 era de 2.646 metros[62].

Otra diferencia importante de la disposición de los canales fue que cada serie de canales estaban interconectados de forma que se puedan limpiar o reparar sin paralizar los trabajos (ver foto 341), insertados en los muros se instalaron tubos cerámicos vidriados (ver fotos 212 y 213) que estaban conectados con la serie siguiente de forma que por limpieza o reparación se cerraba un canal los licores sin perder el cobre contenido pasaba al siguiente sin pérdida para el sistema[63].

[59]Cost Statement 1929. Statement 13. AHMFTR.
[60]Cost Statement 1932. Statement 15. AHMFTR.
[61]Cost Statement 1937. Statement 16. AHMFTR.
[62]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.
[63]TAYLOR, J.H. & WHELAN, P.F. (1942): Leaching and ore-handling….62.

Tras el final de la Guerra Civil, la legislación desarrollada por los sucesivos gobiernos franquistas llevó a que la inversión por parte de la Compañía extranjera que explotaba Río Tinto se redujera al mínimo ante la posibilidad de que hubiera una expropiación que nunca se llevó a cabo. Esto determinó que las operaciones hidrometalúrgicas desarrolladas en 1954 Cementación Naya no fueran muy diferentes a las que tuvieron lugar en 1936.

En 1946 se instaló un nuevo suelo en el almacén de precipitados[64]. Para ayudar en los trabajos de carga y transporte del mineral lavado fueron adquiridos cuatro Dumpers Aveling-Barford de 4,5 yardas cúbicas en 1952.

Después de la Segunda Guerra Mundial, aunque se mantuvo la estructura que describen Taylor y Whelan para 1942, se produjeron cambios en las dimensiones de los canales (ver fotos 332 – 351), así al final del canal 1 se aumentó la dimensión del principio y se modificó la del segundo sedimentador (ver fotos 216 – 219, 224, 343,344 y 345. Las medidas actuales de los canales de Cementación Naya son las siguientes:

Canales serie	Longitud mts	Anchura mts	Profundidad mts
nº 1	220	2,10	0,94
nº 2	144	2,10	0,94
nº 3	134	1,14	0,94
nº 4	120	2,10	0,94
nº 5	120	2,40	0,94
nº 6	120	2,40	0,94
nº 7	116	0,74	0,64
nº 8	109	2,20	0,90
nº 9	102	2,20	0,90
nº 10	83	2,20	0,90
nº 11	80	2,20	0,90
Sedim 1	70	10	1,5
Sedim 2	56	1,8	0,60

Fuente trabajo de campo, elaboración propia.

El agua empleada para producir cobre en los canales de Cementación Naya tuvo distintos orígenes, desde 1876 hasta 1897 provino de Terreros Naya y Baja ley

[64]Cost Statement 1946. Expenditures. AHMFTR, con un costo de 9.670 pesetas.

(Poor Heaps), a partir de 1897 las aguas de Corralejos[65] fueron enviadas a Cementación Naya. A las anteriormente citadas se le unió en 1921 las aguas provenientes de Tejonera[66] y en 1921 las de Terreros Cerda[67]. En 1922 se incorporaron las aguas de la contramina de Filón Sur, de Pozos Amargos, y de la planta de sulfato[68], de la Contramina de Filón Sur, de la Contramina de Alfredo[69]. A partir de 1927 todas las aguas fueron conducidas a Naya, como las aguas procedentes de Pozo Amargo (Corta Lago)[70] y en 1928 Contramina de Corta Atalaya[71], el río Tinto embalsado en Marismilla y por último en 1929 las de Corta Salomón o Filón Norte[72]. A partir de 1932 no se indica la procedencia pormenorizada de las aguas pues todas se centralizaron en Naya[73].



Foto 318 Canales de madera embreada por la antigua carretera de Zarandas, 1984. AHMFRT

La conducción del agua enriquecida hasta Cementación Naya desde los diferentes terreros se realizó por medio de canales de madera embreada que con pendiente descendentes llegaban al Dique de dicha cementación, donde una vez reposadas las aguas pasaban a los canales para precipitar con hierro el cobre que contenían.

[65]Cost Statement 1897. Statement 20. AHMFTR
[66]Cost Statement 1916. Statement 12. AHMFTR
[67]Cost Statement 1921. Statement 12. AHMFTR
[68]Cost Statement 1924. Statement 12. AHMFTR.
[69]Cost Statement 1922. Statement 12. AHMFTR
[70]Cost Statement 1927. Statement 12. AHMFTR
[71]Cost Statement 1928. Statement 13. AHMFTR
[72]Cost Statement 1929. Statement 13. AHMFTR
[73]Cost Statement 1932. Statement 14. AHMFTR

En cuanto al agua fresca era necesaria tanto para las labores hidrometalúrgica, como para producir energía pues hasta 1910 que se comenzó el suministro eléctrico toda la energía provenía del vapor. El agua provino desde el inicio de Cementación Naya del Dique nº 2, construido el mismo año 1874 y en menor medida del Dique de Campofrío. A esto habría que unirle un pequeño dique sobre el Arroyo Alcoloja que sirvió para surtir de agua fresca industrial tanto para la cementación como para otras instalaciones ubicadas en las inmediaciones. (Ver Plano 86).

El precipitado de cobre y la "papucha" hasta 1929, fue briqueteado a mano. A partir de ese momento con la creación de la sección *Briquetting, Drying & Loading Precipitate*, las briquetas fueron elaboradas por dos peones a tarea que introducían la cáscara en cubos metálicos (el molde de las briquetas)[74]. El precipitado era aplastado con la pala y una vez tomada la forma se dejaba secar en un lugar cercano. Este trabajo era realizado por dos obreros que tenían que fabricar 515 briquetas cada uno[75]. Estas eran cargadas por un operario en cuatro vagones "l" en tiempo seco y 3 vagones "F" en tiempo lluvioso. La diferencia estribaba en que en tiempo seco podía ser arrojada al piso del vagón, lo cual no era posible con tiempo húmedo[76].

Tras la venta de la mina a la Compañía Española de Minas de Río Tinto comenzará un periodo de inversión para mejorar los rendimientos, que también se desarrollará en Cementación Naya, hasta 1967 cuando se trasladaron las instalaciones de precipitación a la escombrera marginal de Cerro Colorado.

PRODUCCIÓN CEMENTACIÓN NAYA

En las siguientes tablas exponemos los datos que hemos obtenido en la serie *Cost Statement* donde reflejamos la cantidad de cobre producido, la procedencia de las aguas enviadas a Naya, el hierro consumido (tabla 18) y las toneladas de briquetas de cobre producidas entre 1929 y 1952 (tablas 19).

Tabla 18 de Producción de Cobre de Cementación Naya

Año & Statement	Cu producido en kilos de las aguas enviadas desde	Cobre Total Producido Kilos Enviado todo a Whasing, Drying, Bagging, Precipitate	Hierro consumido en kilos y su coste en Reales de vellón (Rvn)

[74]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación…,3.
[75]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación….,3.
[76]VVAA (1959): Departamentos Terreros / Precipitación….,3.

		Naya	
1897 20	Naya heaps: 3.337.159 Poor: 460.003 Corralejos heaps: 73.286	3.870.448	8.376.527 = 2.573.584 Rvn
1898 20	Naya heaps: 3.058.176 Poor heaps: 771.372 Corralejos heaps:787.435	4.616.983	8.672.063 = 3.146.643 Rvn
1899 20	Naya heaps: 3.355.505 Poor heaps: 725.927 Corralejos: 618.802	4.700.234	9.577.227 = 3.691.104 Rvn
1900 20	Naya heaps: 4.062.561 Poor heaps: 482.098 Corralejos heaps: 188.759	4.733.418	9.315.635 = 4.351.054 Rvn
1901 20	Naya heaps: 4.247.832 Poor heaps: 398.161 Corralejos heaps: 54.007	4.700.000	7.272.878 = 4.053.945 Rvn
1902 21	Naya heaps: 4.610.468 Poor heaps: 260.354 Corralejos heaps: 63.177	4.934.000	8.227.221 = 3.744.990 Rvn
1903 22	Naya heaps: 4.635.756 Poor heaps: 202.570 Corralejos heaps: 20.318	4.858.674	8.146.726 = 3.353.484 Rvn
1904 19	Naya heaps: 4.371.325 Poor heaps: 283.364 Corralejos heaps: 14.311	4.669.000	7.527.600 = 2.998.679 Rvn
1905 19	Naya heaps: 3.877.306 Poor heaps : 213.684	4.091.000	6.574.740 = 2.465.499 Rvn
1906 20	Naya heaps: 5.261.803 Poor heaps: 255.197	5.517.000	8.392.400 = 3.050.018 Rvn
1907 20	Naya heaps: 5.249.274 Poor heaps: 333.726	5.583.000	9.085.175 = 3.677.720 Rvn
1908 22	Naya heaps: 5.338.635 Poor heaps: 363.365	5.702.000	9.149.000 = 3.641.210 Rvn
1909 20	Naya heaps: 5.780.000	5.780.000	9.080.600 = 3.314.779 Rvn
1910 14	Naya heaps: 5.115.000	5.115.000	8.184.000 =2.894.717 Rvn
1911 16	Heaps (Naya): 4.993.000	4.993.000	7.171.730 = 2.501.652 Rvn
1912 16	Heaps (Naya): 6.010.000	6.010.000	8.817.300 = 8.423.240 Rvn
1913 12	Heaps (Naya): 5.940.000	5.940.000	9.209.079 = 3.902.327 Rvn
1914 12	Heaps (Naya) 4.800.000	4.800.000	8.402.850 = 3.411.98 Rvn
1915 12	Heaps (Naya) 5.400.000	5.400.000	10.485.250 = 4.482.146 Rvn
1916 12	Heaps (Naya y Tejonera): 5.730.000	5.730.000	10.836.252 = 5.884.699 Rvn
1917 12	Heaps (Naya): 6.030.000	6.030.000	10.706.600 = 7.336.099 Rvn
1918 12	Heaps (Naya): 7.730.000	7.730.000	13.021.000 = 14.959.736 Rvn
1919 12	Heaps (Naya): 6.770.000	6.770.000	11.123.200 = 14.263.693 Rvn
1921 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera)	6.770.00	10.155.918 = 8.792.837 Rvn
1922 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 8.248.832 South Lode Underground: 265. 865 Alfredo Underground: 65.226 Pozos Amargos: 20.007 Heaps through Sulphide Process: 50.451	8.650.451	12.256.750 = 7.166.914 Rvn
1923 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 8.248.832 South Lode Underground: 265. 865 Alfredo Underground: 65.226 Pozos Amargos: 20.007 Heaps through Sulphide Process: 50.451	8.618.131	12.678.000 = 7.128.215 Rvn
1924 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 8.893.693 South Lode Underground: 260.998 Alfredo Underground: 65.250 Heaps through Sulphide Process: 10.378	9.230.319	14.058.000= 9.212.391 Rvn

1925 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 9.157.029 South Lode Underground: 191.178 Alfredo Underground: 47.793	9.396.000	14.326.000 = 9.211.393 Rvn
1926 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 13.128.930 South Lode Underground: 412.858 Alfredo Underground: 163.212	13.645.000	17.243.000 = 2.490.866 Ptas
1927 12	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 17.409.270 South Lode Underground: 239.123 Alfredo Underground: 59.779 North Lode: 42.498 Pozo Amargo: 13.520	17.763.190	21.152.000 = 2.792.247 Ptas. A partir de este año los costes son en Ptas.

A partir de 1928 "Precipitation" / Solo Cementación Naya

Año & Statement	Cu producido en kilos de las aguas enviadas desde	Cobre Total Producido Kilos Enviado todo a Whasing, Drying, Bagging, Precipitate Naya	Hierro consumido en kilos y su coste en Ptas
1928 13	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 14.662.821 South Lode Underground: 631.558 Alfredo Underground: 59.734 North Lode: 380.126 Pozo Amargo: 178.369 Atalaya Underground: 98.122	16.001.000	24.792.000 = 3.192.784 Ptas.
`1929 13	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 15.653.865 South Lode Underground: 83.493 Alfredo Underground: 164.128 North Lode: 168.702 Pozo Amargo: 147.197 Atalaya Underground: 52.685	16.270.000	25.714.500 = 3.460.402, 21 Ptas.
1930 13	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 13.899.650 South Lode Underground: 73.953 Alfredo Underground: 222.018 North Lode: 160.678 Pozo Amargo: 172.573 Atalaya Underground: 45.128	14.574.000	22.852.000 = 3.561.256 Ptas.
1931 15	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 13.080.055 South Lode Underground: 84.031 Alfredo Underground: 305.013 North Lode: 160.678 Pozo Amargo: 172.573	13.744.000	21.846.000 = 3.800.581,67 Ptas.
1932 15	Heaps (Naya, Cerda y Tejonera): 11.524.756 South Lode Underground: 201.550 Alfredo Underground: 308.646 North Lode: 88.779 Pozo Amargo: 181.269	12.365.000	20.585.5 = 3.602.890 Ptas.
1933 14	No se indica	11.195.000	19.367.000 (de lingotes y chatarra) = 2.863.661 Ptas.
1934 14	No se indica	8.494.000	3.328.000 kilos de lingotes de hierro = 667.713 Ptas. 10.632 kilos de chatarra de hierro = 1.211.578 Ptas.
1935 15	No se indica	8.388.000	1.116.000 kilos de lingotes de hierro = 233.308 Ptas. 10.005.000 kilos de chatarra de hierro = 1.123.624 Ptas.
1936 16	No se indica	9.008.000	1.683.500 kilos de lingotes de hierro = 352.369 Ptas. 11.567.000 kilos de chatarra de hierro = 1.321.553 Ptas.
1937 18	No se indica	5.806.000	322.000 kilos de lingotes de hierro = 67.421 Ptas. 8.889.000 kilos de chatarra de hierro = 1.252.973 Ptas.
1938 18	No se indica	5.129.000	240.000 kilos de lingotes de hierro = 50.227 Ptas.

			7.614.000 kilos de chatarra de hierro = 1.125.489 Ptas.
1939 16	No se indica	4.536.000	8.293.000 kilos de Chatarra de hierro = 1.029.655 Ptas.
1940 16	No se indica	4.156.000	183.250 kilos de lingotes de hierro = 35.348 Ptas. 1.045.501 kilos de chatarra de hierro= 1.045.501 Ptas.
1941 18	No se indica	3.609.000	6.905.000 kilos de chatarra de hierro = 1.010.682 Ptas.
1942 18	No se indica	3.506.000	5.991.000 kilos de chatarra de hierro = 1.146.413 Ptas.
1943 16	No se indica	2.831.000	4.969.000 kilos de chatarra de hierro = 922.405 Ptas.
1944 11	No se indica	2.222.000	3.733.000 kilos de chatarra de hierro = 781.522 Ptas.
1945 11	No se indica	2.275.000	3.779.000 kilos de chatarra de hierro = 821.314 Ptas.
1946 11	No se indica	2.601.000	4.775.000 kilos de chatarra de hierro = 1.016.394 Ptas.
1947 11	No se indica	2.636.000	4.872.000 kilos de chatarra de hierro = 1.134.160 Ptas.
1948 11	No se indica	1.980.000	3.775.000 kilos de chatarra de hierro = 962.186. Ptas.
1949 11	No se indica	1.838.000	3.736.000 kilos de chatarra de hierro = 826.808 Ptas.
1950 11	No se indica	1.895.000	3.801.000 kilos de chatarra de hierro = 1.091.781 Ptas.
1951 11	No se indica	1.855.000	4.086.000 kilos de chatarra de hierro = 1.526.977 Ptas.
1952 11	No se indica	1.918.000	5.092.000 kilos de chatarra de hierro = 2.052.068 Ptas.
1953 11	No se indica	1.404.000	5.899.000 kilos de chatarra de hierro = 3.332.103 Ptas.
1954 11	No se indica	1.358.000	3.349.000 kilos de chatarra de hierro = 1.912.839 Ptas.

TABLA 19 TONELADAS DE BRIQUETAS DE PRECIPITADO DE COBRE PRODUCIDAS EN CEMENTACIÓN NAYA 1929-1952. Fuente Cost Statement 1929 -1952 AHMFRT

AÑO	BRIQUETAS (TONS)
1929	8.664
1930	7.293
1931	9.050
1932	6.716
1933	6.793
1934	4.476
1935	4.456
1936	3.677
1937	3.743
1938	3.699
1939	3.242
1940	3.219
1941	3.603
1942	2.551

1943	2.598
1944	1.815
1945	1.336
1946	3.115
1947	4.265
1948	3.233
1949	2.831
1950	3.097
1951	3.083
1952	3.174

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Cementación Naya con distinto grado de conservación, presenta aún todos los elementos de las plantas de precipitación; el Terrero, muy afectado por la erosión, el Dique, colmatado por el material fino depositado en el terrero que ha sido arrastrado por la lluvia durante los últimos 54 años. De la Planta de Reducción solo se conserva la base de ladrillos de la torre de absorción. Las oficinas fueron derrumbadas al igual que las Plantas de Lavado y Secado de precipitado entre 1982 y 1983. Las vías que comunicaban tanto los distintos departamentos dentro de Cementación Naya (Precipitación, Planta Lavado, Planta de secado), como con el resto de las instalaciones de Río Tinto (Fundición, Almacén, etc.), fueron desmontados en 1967, al igual que otras infraestructuras como el monorraíl que servía para transportar la cáscara desde los canales a la planta de lavado.

Los canales tienen un grado de conservación medio. Las principales afecciones observadas se deben a la acción del agua ácida y el suelo mineralizado sobre las antiguas instalaciones, en menor medida la acción de los chatarreros/expoliadores, aunque su acción se centró en las partes metálicas, pero desde la declaración de BIC primero en 2005, como Sitio Histórico y desde 2012, como Zona Patrimonial, la gravedad de las penas aplicadas por expolio ha determinado que desde 2013, cuando fue la última detención, no se haya vuelto a suceder nuevos expolios.

Pero a pesar de todo lo anterior, Cementación Naya, podría ser un punto visitable donde se muestre el desarrollo de las operaciones, qué partiendo de un agua

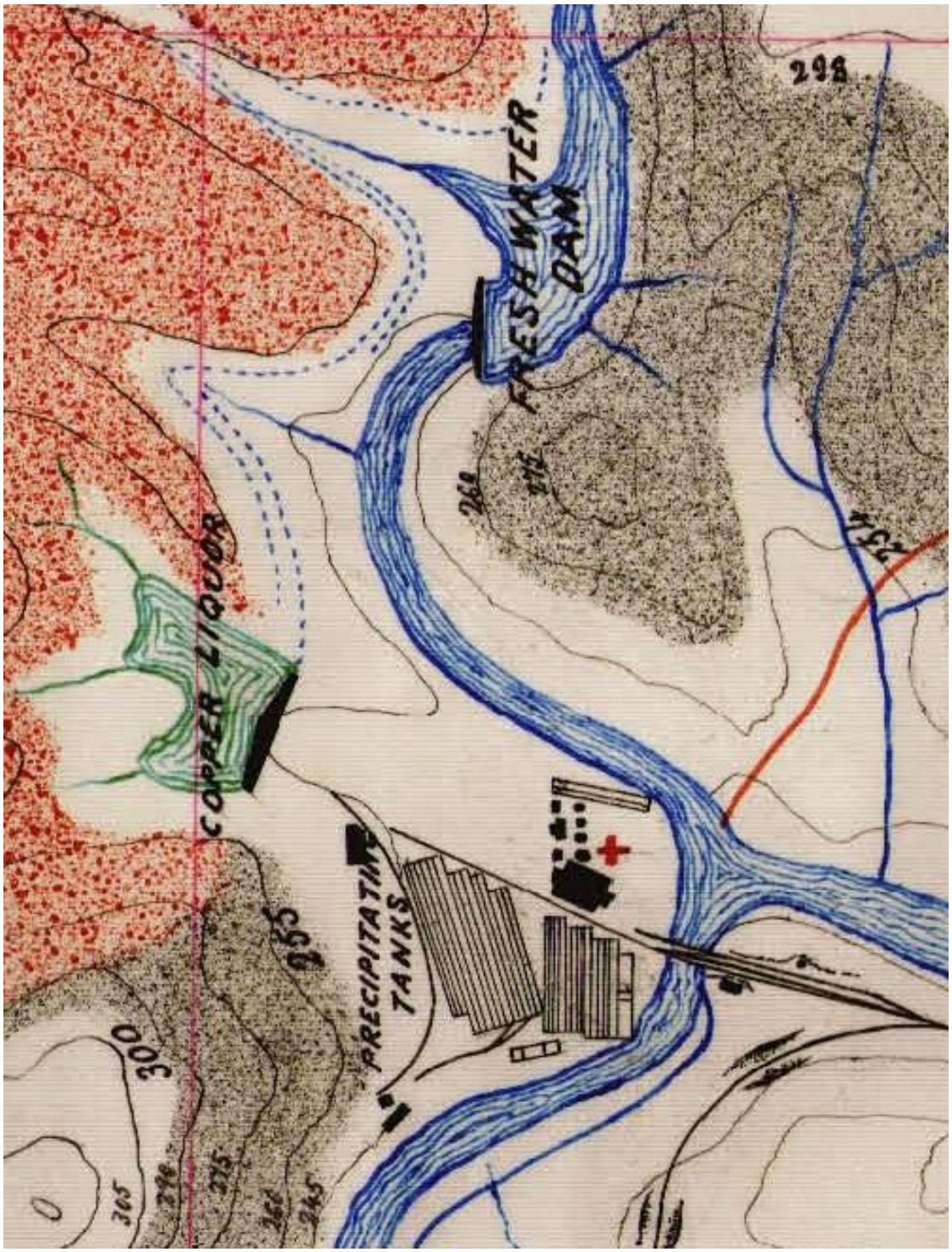
enriquecida en cobre, este se precipitó con hierro obteniendo la cáscara con una alta ley en el metal rojo.

Aunque estos procesos parecen de otra época, en la actualidad se están desarrollando en otras zonas del mundo como Chile o en mismo Riotinto, empleando la última tecnología[77].

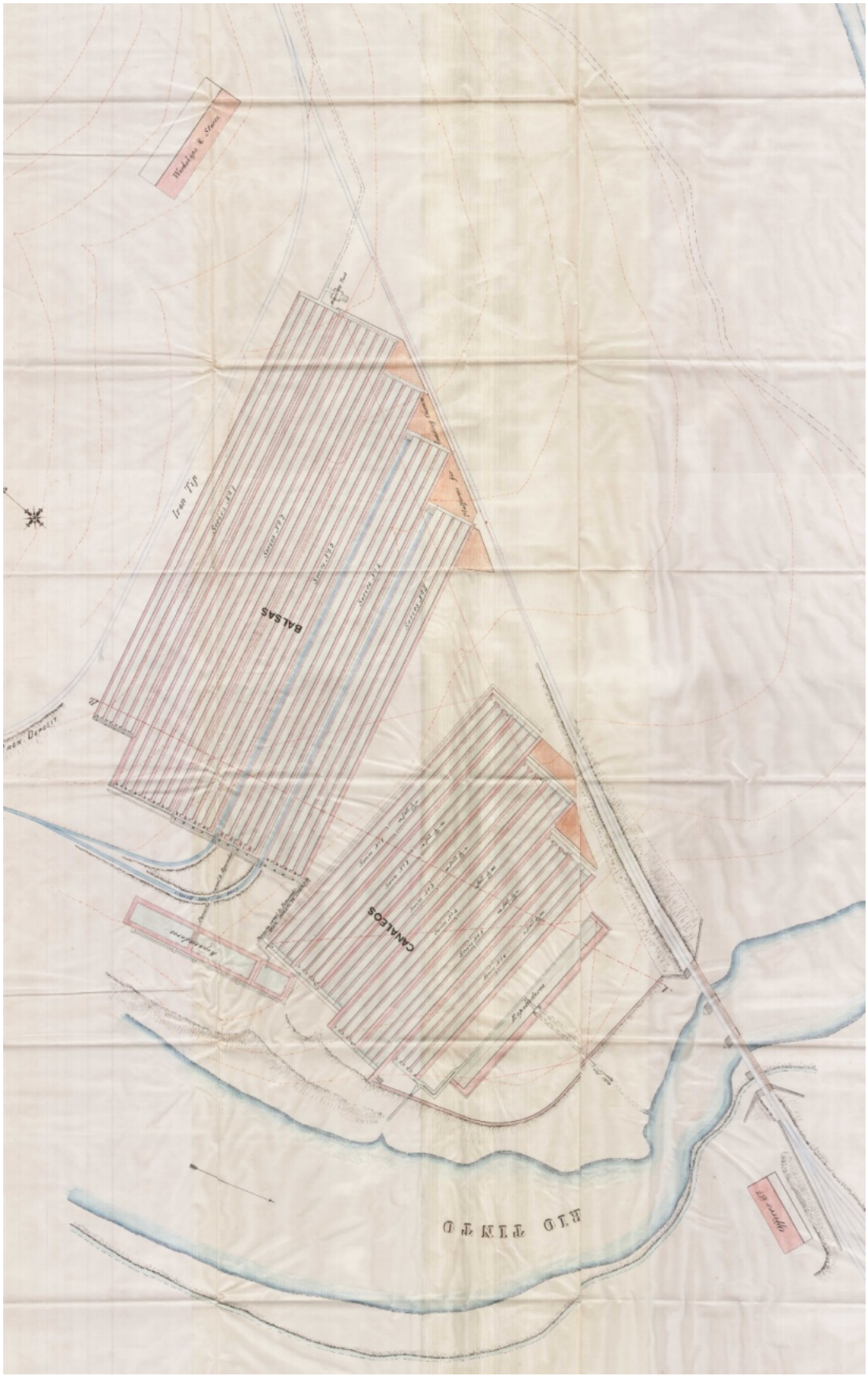
En la cementación de cobre tiene un papel muy destacado la acción de unas bacterias extremófilas, ya conocidas en la Faja Pirítica[78] antes de NASA se interesara por esta comarca y que puede que en un futuro ayuden en la conquista del planeta Marte, como generadoras de oxígeno partiendo del mineral de hierro del planeta rojo.

[77] En otros lugares del mundo como Chile se denomina a estos procesos como "biominería", actualmente el 12% del cobre producido se obtiene "asistencia de microorganismos" y se está intentando mejorar los procesos pues la moderna cementación ahorra mucha energía frente a los métodos tradicionales de obtención de Cobre Ver http://www.cbar.cl/es/biomineria. En este sentido en Riotinto en los momentos que este trabajo está en redacción se está desarrollando un sistema que está en fase de ensayo industrial un sistema basado en la lixiviación E-LIX, como ya hemos indicado. https://sevilla.abc.es/economia/sevi-Río Tinto-aplicara-nueva-tecnologia-para-obtener-100000-toneladas-cobre-puro-concentrados-202010281421_noticia.html

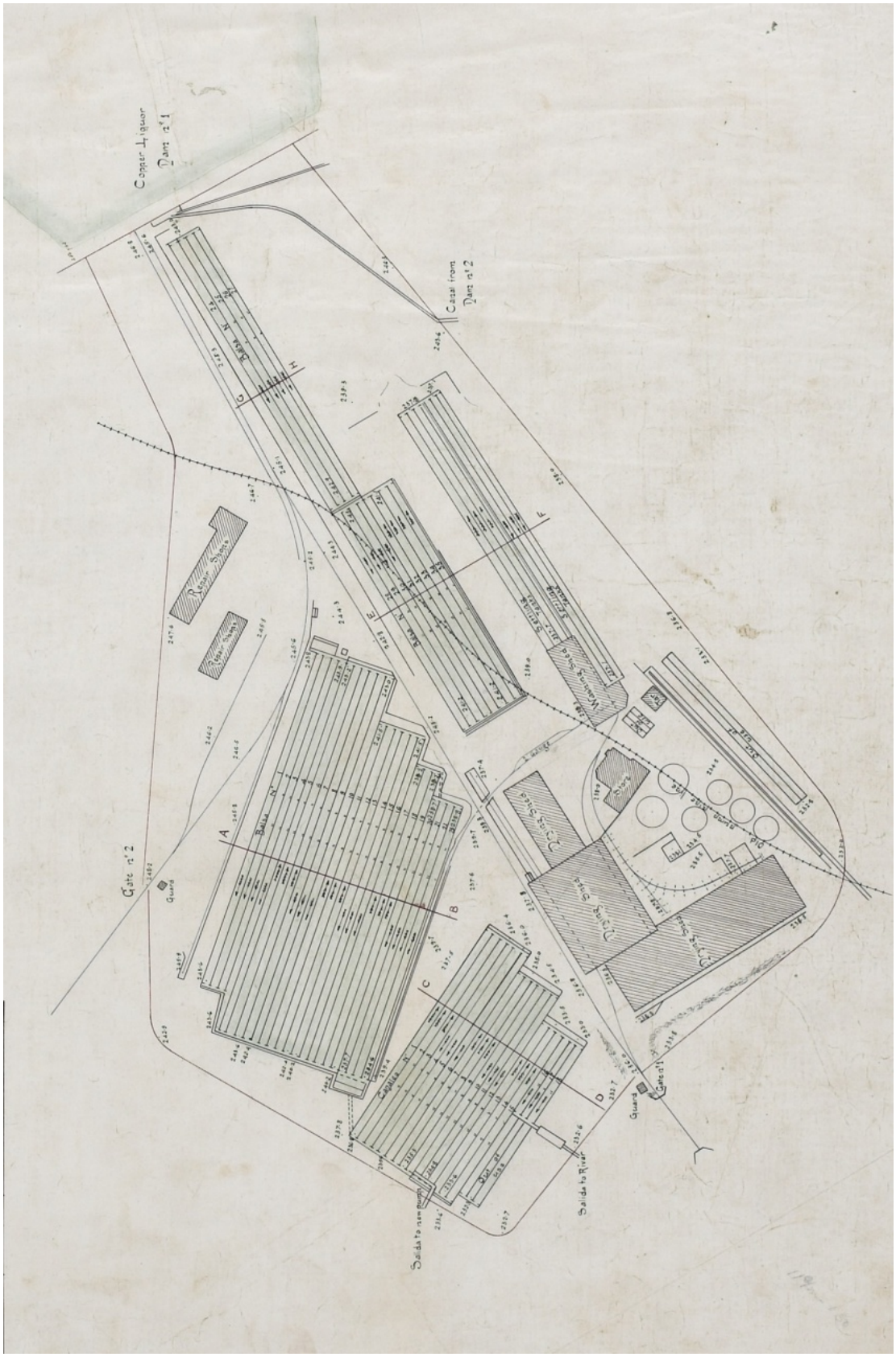
[78] Sobre este particular Ver PINEDO VARA, I. (1963): Piritas de Huelva…, 611-617.



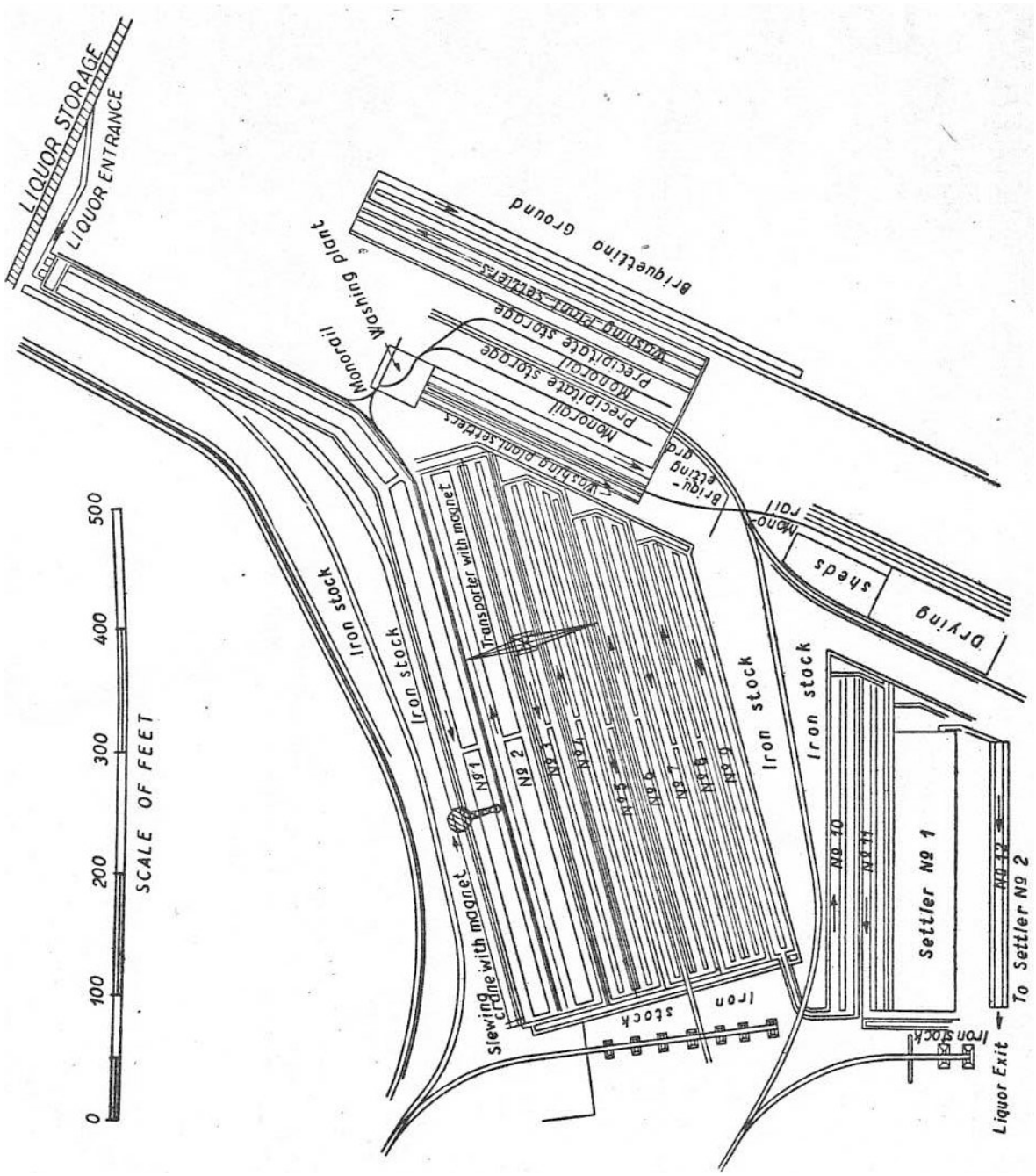
Plano 85 Detalle de la Cementación Naya, Legajo 100-B-37. 1890. AHMFRT. Se observa una evolución en la ampliación de las instalaciones, además del dique de aguas ácidas y el dique sobre el arroyo Alcoloja para agua fresca.



Plano 86 Cementación Naya, Plano 1400, legajo 100-B-58. 1886. AHMFRT.



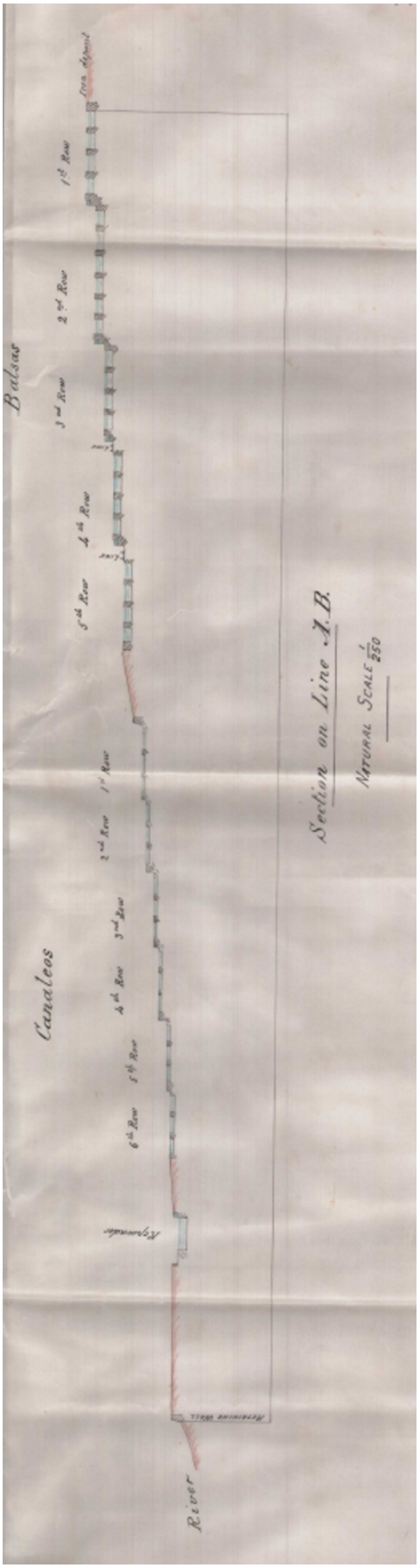
Plano 87 Cementación Naya, Plano A 1127, 1914. AHMFRT. Obsérvese la evolución de las instalaciones entre este plano y el anterior



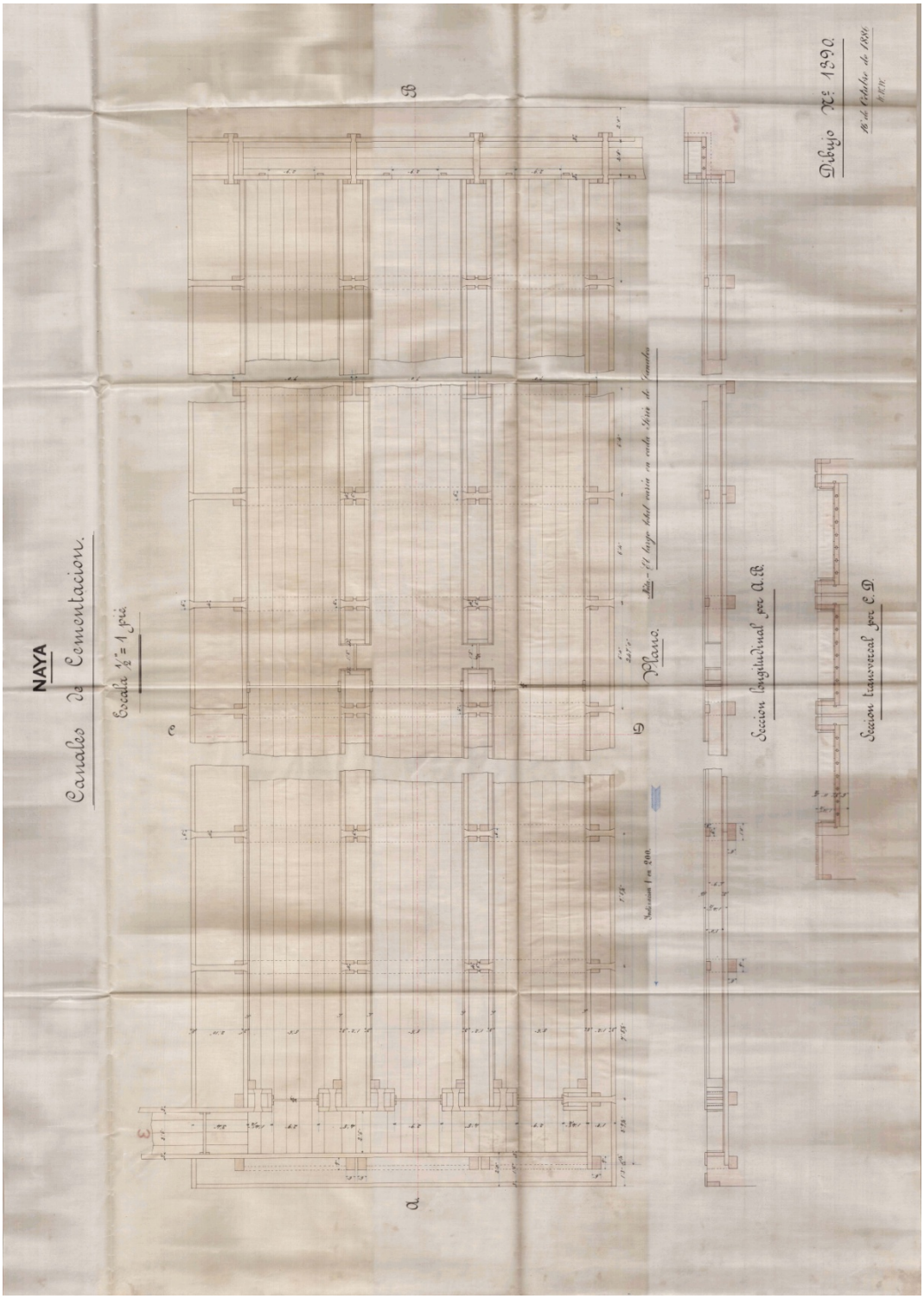
Plano 88 Plano de Cementación Naya, Taylor & Whelan 1942, Fig. 15, 52.. Obsérvese la evolución de las instalaciones entre este plano y el anterior



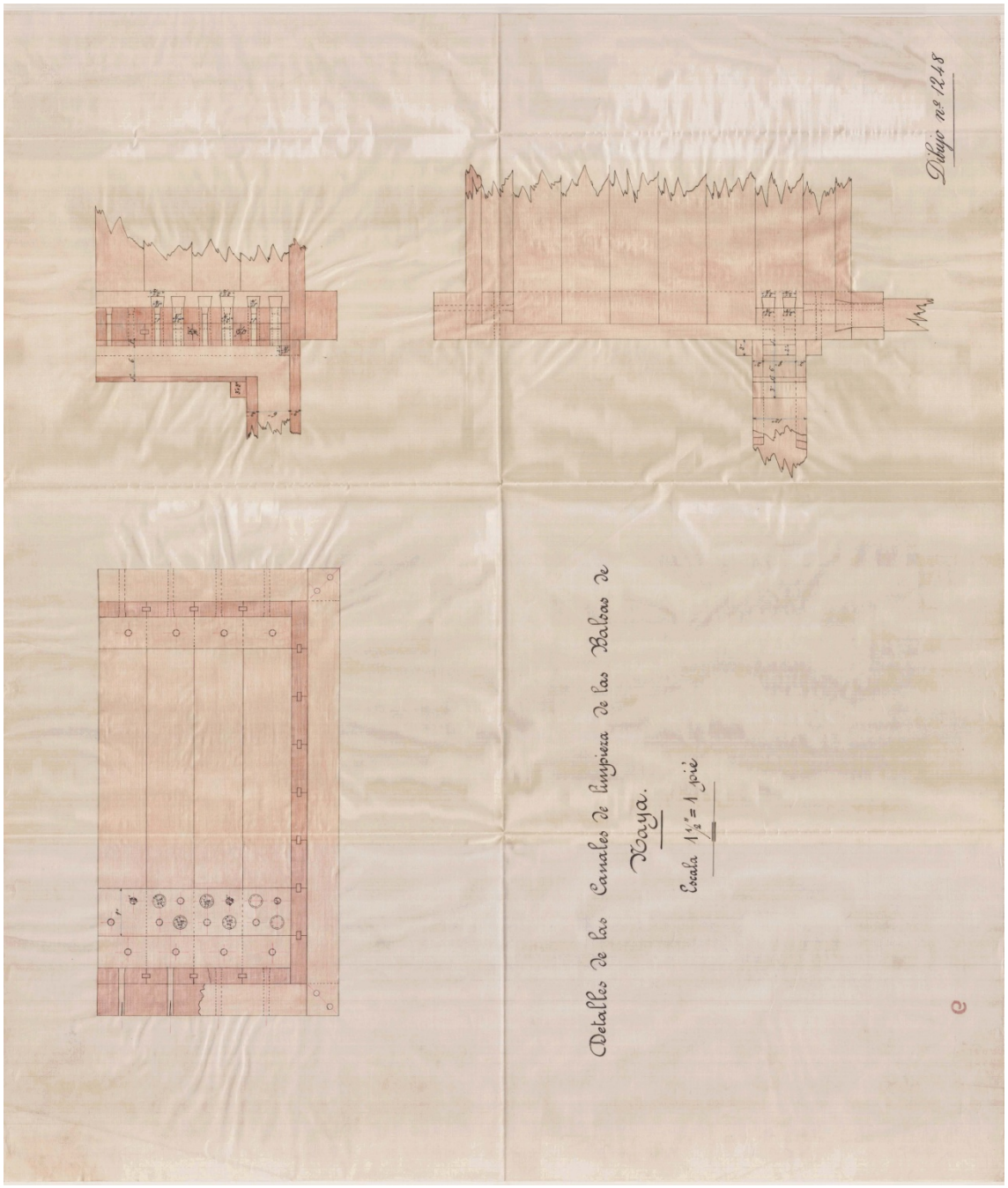
Foto 319 Foto aérea actual de Cementación Naya, fuente SIGPAC 2018.



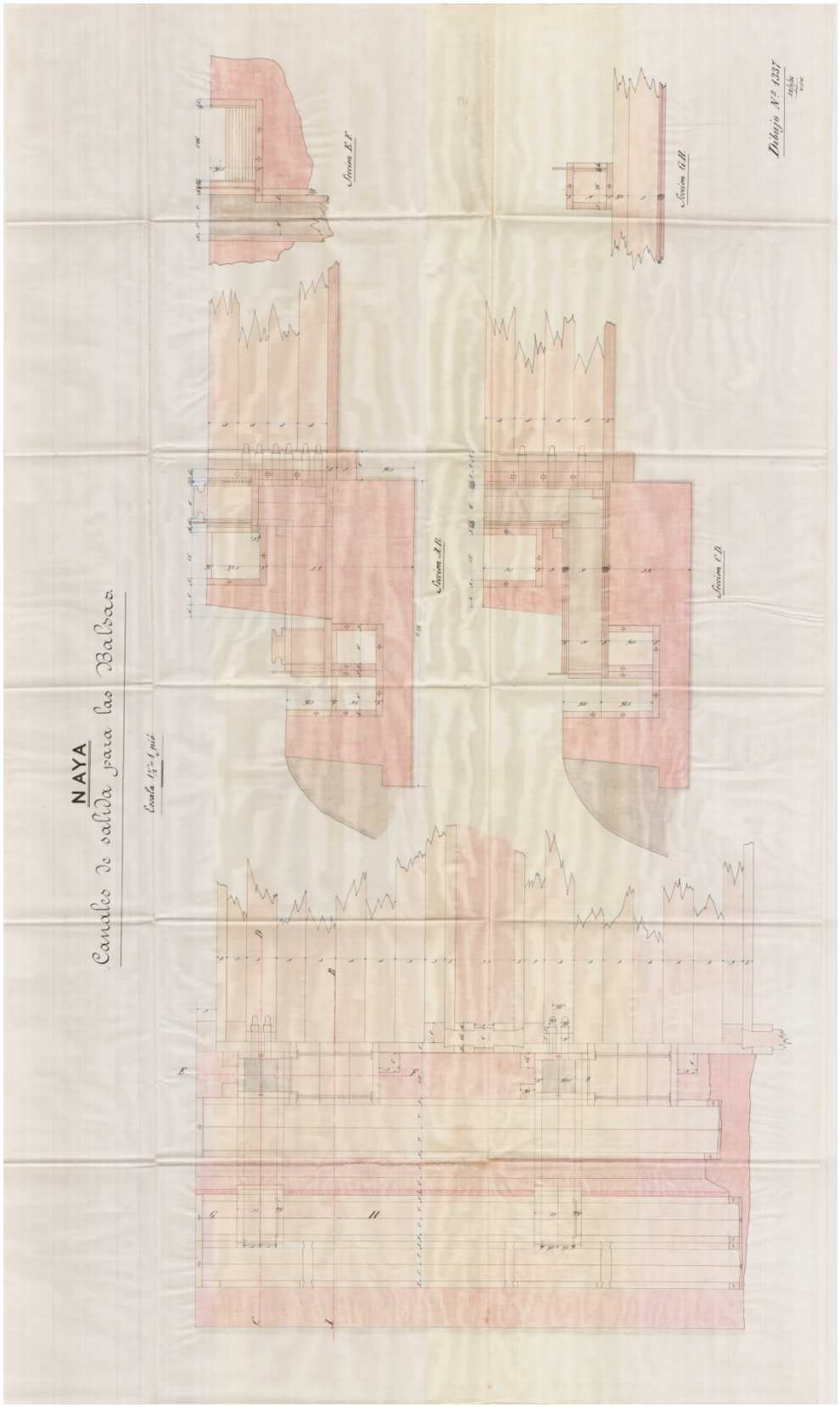
Plano 89 Sección longitudinal de Cementación Naya, Plano 1400, legajo 100-B-58. 1886. AHMFRT.



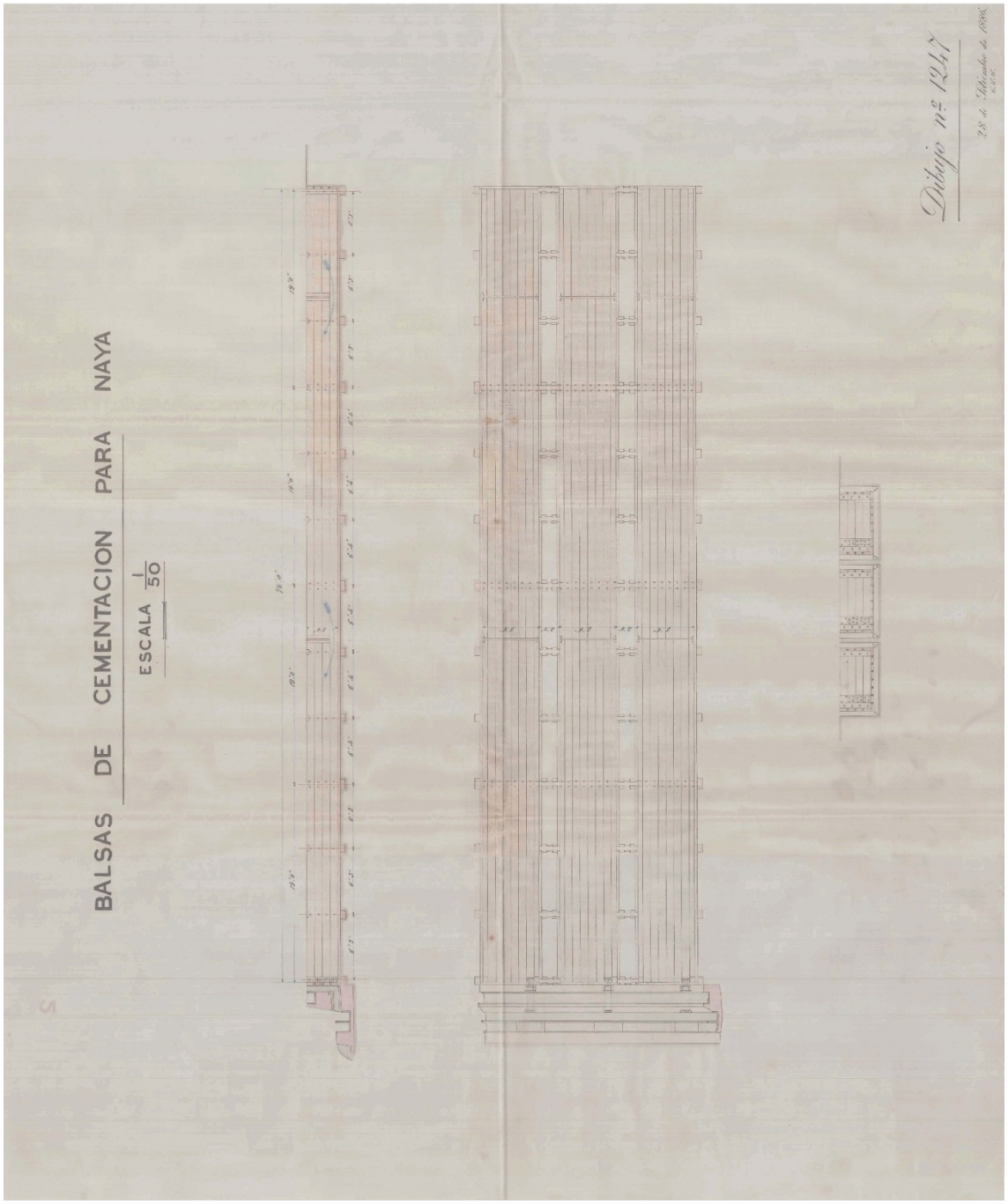
Plano 90 Canales de Cementación Naya. Plano 1890. Legajo 100-B-58. 1886. AHMFRT.



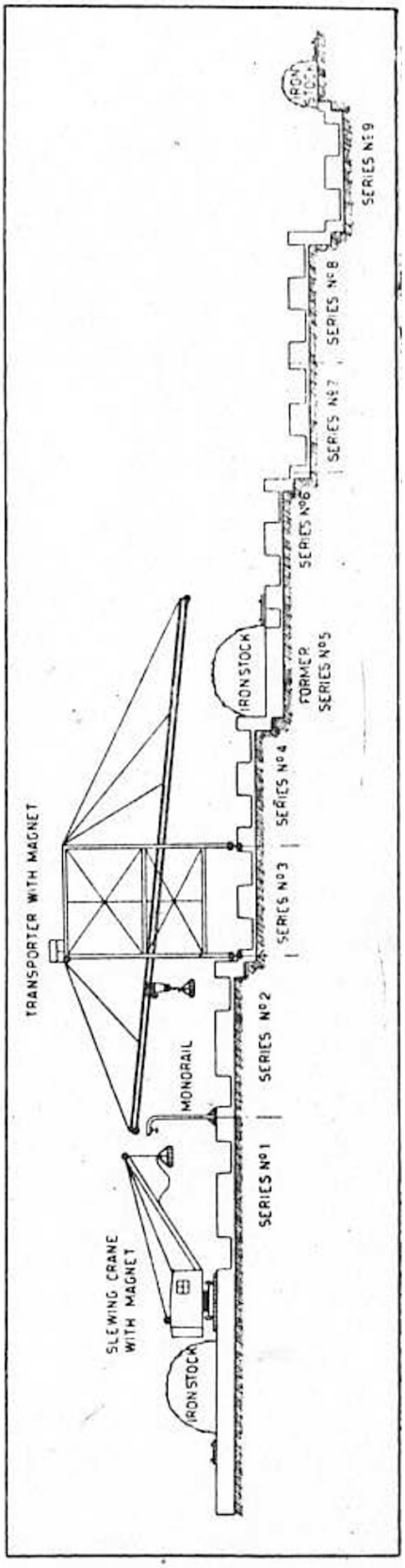
Plano 91 Detalle de los Canales de la Cementación Naya. Plano 1248. Legajo 100-B-58. 1886. AHMFRT.



Plano 92 Canales de madera empleados para el transporte de agua en la Cementación Naya. Plano 1337. Legajo 100 - B - 58.1886. AHMFRT.



Plano 93 Balsas de Cementación Naya. Plano 1247. Legajo 100 - B – 58. 1886. AHMFRT.



Plano 94 Sección de Cementación Naya, Taylor & Whelan 1942, Fig. 16, 55.



Foto 320 Cementación Naya, vista Oeste. 1890. AHMFRT



Foto 321 Cementación Naya, Vista S.O., en primer plano conducciones de agua fresca. 1890. AHMFRT.



Foto 322 Canales de Cementación Naya, a la derecha se puede observar la chatarra de hierro empleada en el proceso de precipitación. 1930. Se pueden observar los tablones sobre los canales dispuestos para permitir pasar sobre ellos a los operarios y las carretillas, lo cual permitía un ahorro de tiempo al no tener que rodear los canales AHMFRT.



Foto 323 Cementación Naya, obreros manipulando chatarra en la balsa nº 3. AHMFRT.



Foto 324 Cementación Naya, grúa electroimán trasladando planchas de chatarra de hierro en el canal nº1 junto al Dique, 1930, AHMFRT.

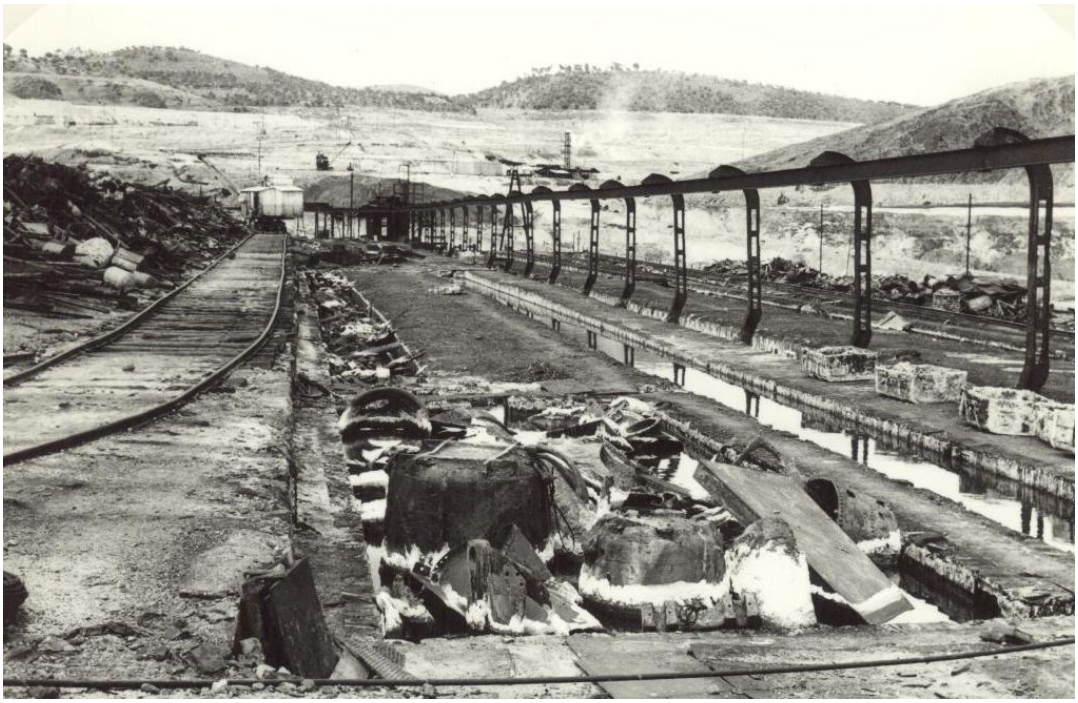


Foto 325 Vista del canal nº1 lleno de chatarra, a la derecha se ven bajo el mono rail las bateas de madera para el precipitado, al fondo una de las grúas electrificadas dotadas de electroimán moviendo chatarra, Cementación Naya, 1930, AHMFRT.

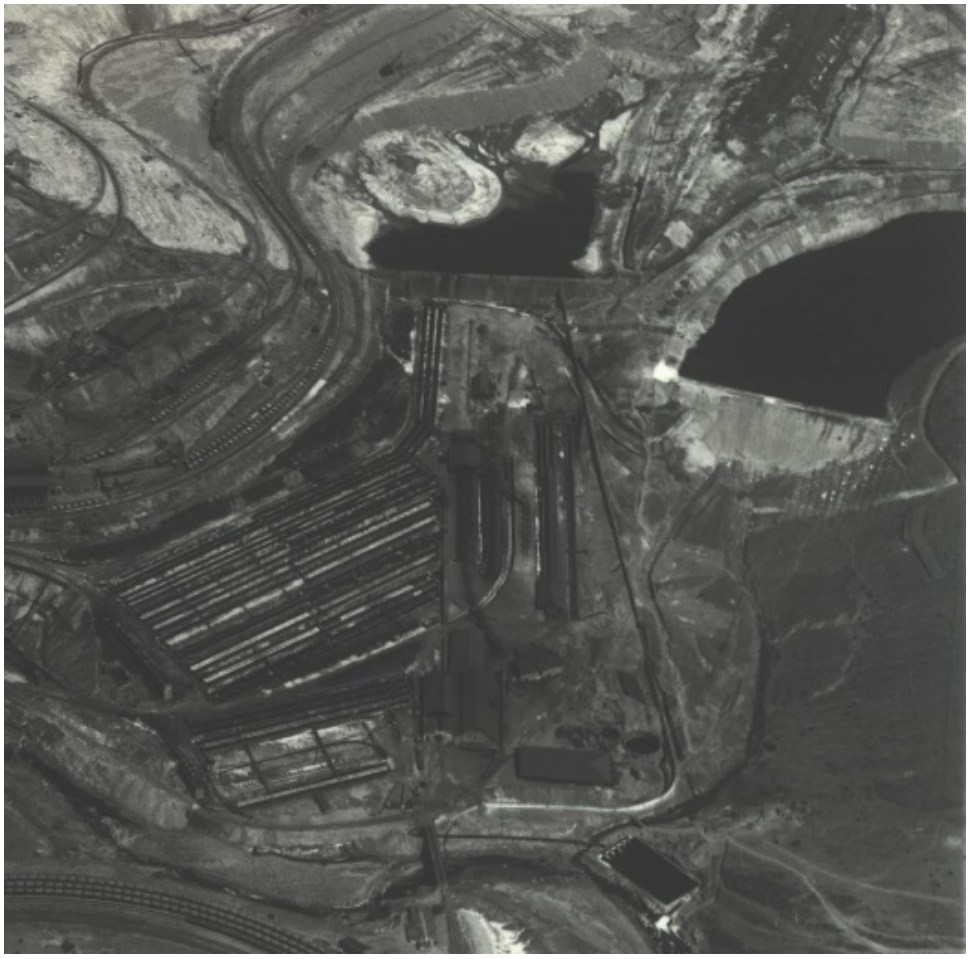


Foto 326 Vista aérea desde el Sur de Cementación Naya, 6 - 4 -1929, al Sur se aprecia como aún no se habían construido los canales sedimentadores. AHMFRT.



Foto 327 Vista de los canales de Naya desde el Este. 1984. Al fondo la planta de trituración de piritas de Zarandas. AHMFRT.

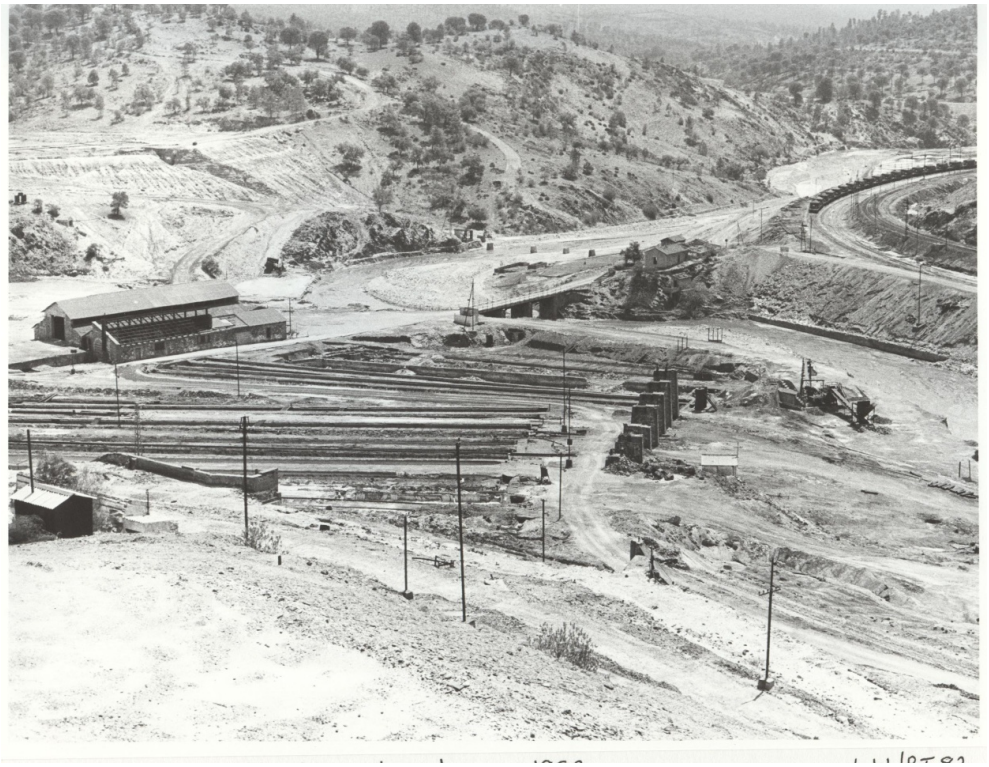


Foto 327, Vista desde el NO de la Cementación Naya, 1981. AHMFRT. En esta foto todavía están en pie parte de la Planta de Secado de precipitado de cobre.



Foto 328 Vista desde el SO de Cementación Naya, 1984. AHMFRT. En esta foto se observa como la Planta de Secado y de Lavado más al norte ya había sido derribadas



Foto 329 Vista desde el NO de la Cementación Naya, 2018. ADD.



Foto 330 Vista desde el SO de Cementación Naya, 2018. ADD.



Foto 332 Vista desde el Oeste canal nº1 y nº2, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 333 Vista desde el Oeste canal nº3, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 334 Vista desde el Oeste canal nº4, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 335 Vista desde el Oeste canal nº5, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 336 Vista desde el Oeste canal nº6, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 337 Vista desde el Oeste canal nº7, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 338 Vista desde el Oeste canal nº8, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 339 Vista desde el Oeste canal nº9, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 340 Vista desde el Oeste canal nº 10, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 341 Vista desde el Oeste canal nº 11, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 341 Vista desde el NO del final de los canales 8 y 9, se aprecia como el final de la serie están siempre comunicadas, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 342 Vista desde el SO del sedimentador nº1, Cementación Naya, 2021, foto ADD.

Sedimentador 1



Foto 343 Vista panorámica del Sedimentador 1 desde el Este, foto ADD.



Foto 344 Vista desde el Este del Sedimentador 2, al Sur del Sedimentador 1, Cementación Naya, foto ADD.



Foto 345 Vista panorámica desde el Este del Sedimentador nº2, Sedimentador nº1 y los canales nº10 y nº 11, Cementación Naya, foto ADD.



Foto 346 Vista desde el Norte del canal central, canales 1 a 4, Cementación Naya, foto ADD.



Foto 347 Vista de detalle desde el Norte del canal central, canales 1 a 4, Cementación Naya, foto ADD.



Foto 348 Vista desde el norte del canal perimetral de los canales 1 a 9, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 349 Vista del canal interior en el tramo de los canales nº3 y nº4, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 350 Vista del canal interior en el tramo de los canales nº6 y nº8, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 351 Vista desde el sur del estado actual de la Planta de secado, 2021, foto ADD.



Foto 352 Vista panorámica desde el Oeste del estado actual de la Planta de secado, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 353 Vista panorámica desde el Sur de la Planta de Secado y briquetado, hoy en ruinas, Cementación Naya, 2021, foto ADD.



Foto 354a Vista desde el SO de los restos de la base de la Torre de Absorción de la Planta de Reducción, Cementación Naya, 2021, foto ADD.

7.7.14. Dique de Cementación Naya

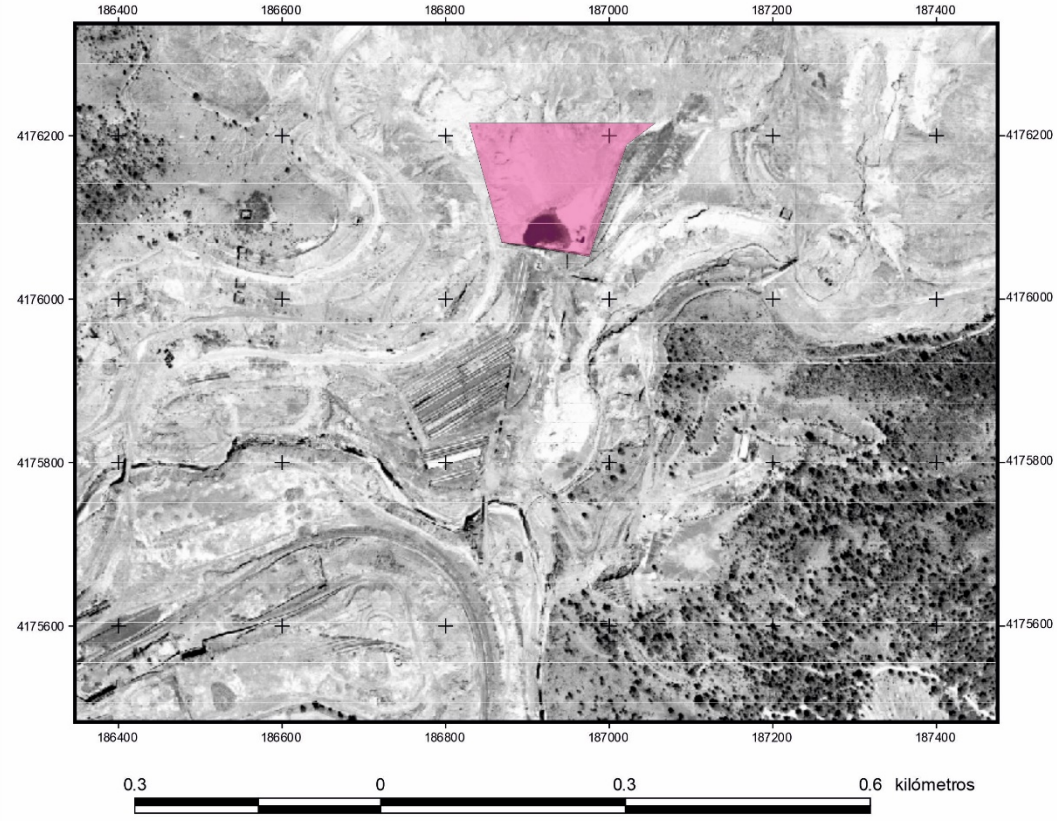
LOCALIZACIÓN COORDENADAS UTM ED50 HUSO 30N

X: 186806.42

Y: 4175860,32

PROVINCIA: Huelva **MUNICIPIO:** Nerva

C.P.: 21660 **TITULARIDAD:** Privada



Plano 94 Ubicación del Dique de Cementación Naya

TIPO DE PROTECCIÓN: BIC ZONA PATRIMONIAL

PROCESO: Hidrometalurgia Cobre

TIPOLOGÍA: Infraestructura Industrial Mineralúrgica, Cementación

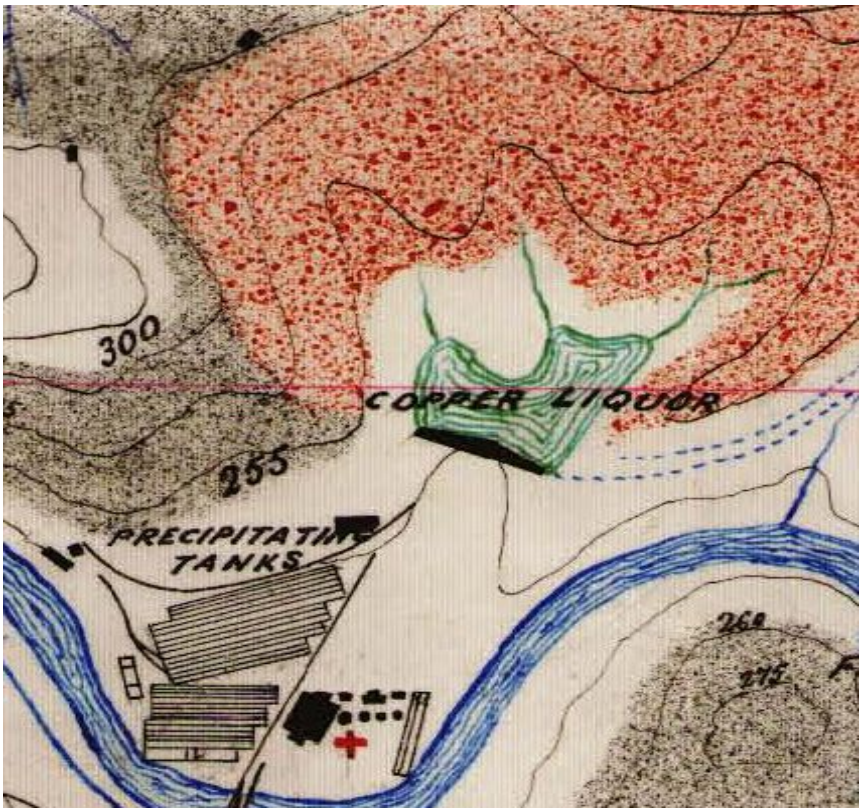
CRONOLOGÍA: 1876 – 1967

DESCRIPCIÓN:

El muro del Dique fue comenzado a construir el 30 de junio de 1876[79] junto a la Cementación Naya como lugar de almacenamiento de aguas enriquecidas en cobre provenientes de los terreros y para que las partículas en suspensión se depositaran en el fondo del dique y no llegaran a los tanques de precipitado[80].

El dique está conformado por un muro de mampuesto de 110 metros de longitud, por 2,46 metros de ancho en la corona del dique y 3,60 metros de altura. Tiene una superficie de 14,25 hectáreas y una capacidad de 265.000 m^3. Estuvo operativo hasta el final de las operaciones hidrometalúrgicas en la Cementación Naya en 1967.

ESTADO DE CONSERVACIÓN: Bueno, está colmatado habiéndose su reducido su capacidad de albergar agua (ver fotos 357 y 358).



Plano 95 Detalle de la Cementación Naya, legajo 100-B-37. 1890. AHMFRT. Se observa el dique de aguas ácidas.

[79]Libro Diario 13, 30-6-1876, 538.AHMFTR.
[80]SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 42.

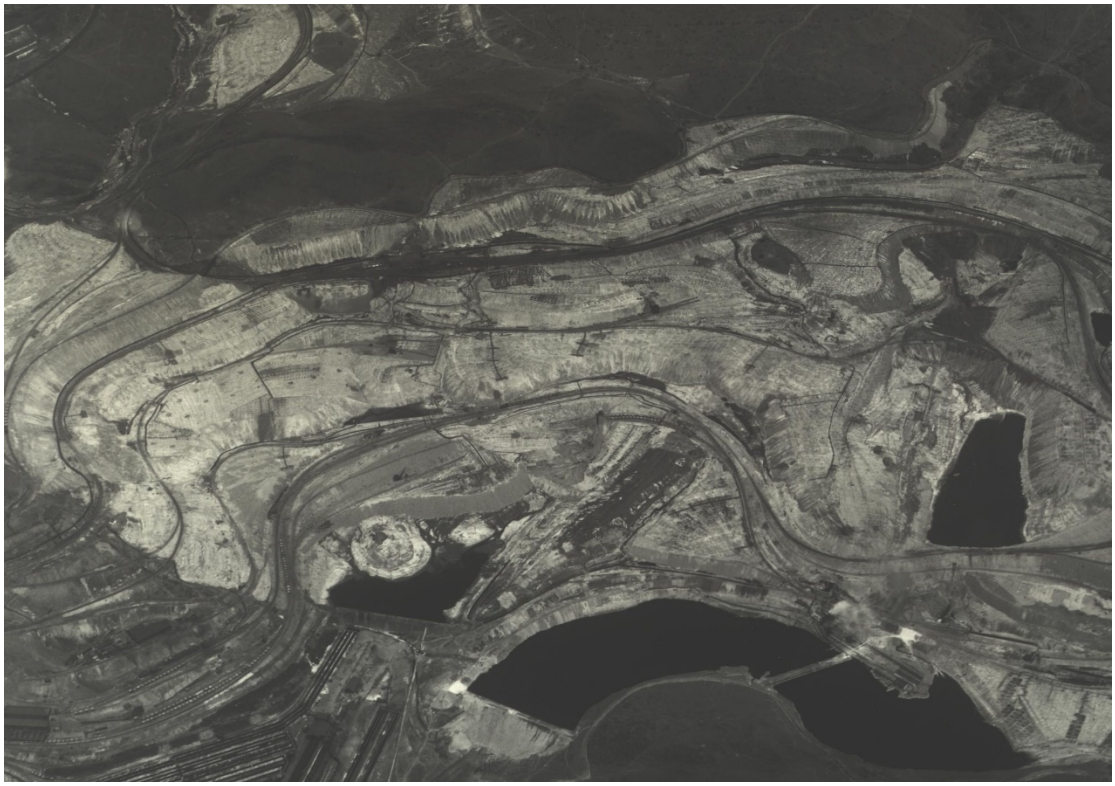


Foto 355 Vista aérea desde el Sur del Dique la Cementación Naya y del Dique para agua fresca sobre el Arroyo Alcoloja, 6 - 4 -1929. AHMFRT.



Foto 356 Vista desde el SO del dique de Cementación Naya, 1890, AHMFRT.



Foto 357 Vista desde el SO del Dique de Cementación Naya, (Nerva), foto ADD.



Foto 358 Vista desde el Norte del Dique de Cementación Naya totalmente colmatado hoy como consecuencia del arrastre de los finos depositados en el terrero por la acción de la lluvia, 2021, foto ADD.

7.8. ZARANDAS PAISAJE CULTURAL CREADO POR LA ACTIVIDAD HIDROMETALÚRGICA

Todas las zonas donde se desarrollaron las distintas operaciones hidrometalúrgicas que hemos tratado en este trabajo de investigación, actualmente sólo se conserva la zona de Zarandas Naya, donde con distinto grado de conservación existen todas las instalaciones necesarias para el trabajo hidrometalúrgico, (cementaciones, conducciones, terreros, diques, etc.) pues estuvieron en funcionamiento hasta 1967. Aunque en Planes se conserva casi completa la planta de precipitación y el dique el resto del paisaje está cubierto por la escombrera minera desde mediados de los años 90 del siglo pasado.



Foto 359 Vista aérea desde el Este de la zona de Zarandas, se observa en la zona inferior derecha, los diques, la planta de cementación y el Terrero Naya. En la parte superior se aprecian los restos de la Fundición, Chimenea, escorial y la represa del concentrador. AHMFRT,

El concepto de paisaje con el que manejamos en este trabajo es el recogido en el Convenio Europeo del Paisaje de 20 de octubre de 2000 de Florencia, que lo define en su art. 1 a): "*por paisaje se entenderá cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos*". Dentro de las categorías de paisaje cultural según la *Guía Operativa para la Implementación de la Convención del Patrimonio Mundial* está

dentro de la categoría de paisaje continuo: "*que sigue teniendo un papel social activo en la sociedad contemporánea, conjuntamente con la forma tradicional de vida*" dentro de los paisajes evolutivos, entendiendo por estos*: "los resultantes de condiciones sociales, económicas, administrativas y /o religiosas, que se han desarrollado conjuntamente y en respuesta a su medio ambiente natural"* [81].

El paisaje de Zarandas los podemos dividir en cuatro zonas que se corresponden con las tres actividades que se han desarrollado en esta zona desde 1873, Fundición, transporte, operaciones de trituración y trabajos hidrometalúrgicos. Así los trabajos metalúrgicos han generado un volumen nuevo con la creación del escorial de la fundición de cobre, la destrucción de la Fundición tras su cierre en marzo de 1970, generó también un paisaje "ruinoso", pues la parte de la fundición que no fue desmontada, fue volada.



Foto 360, Vista panorámica actual de la Fundición Piritas desde el Sur, Minas de Riotinto (Huelva), 2020, foto ADD.



Foto 361, Vista de detalle desde el SO de los restos de la Fundición Piritas, Minas de Riotinto (Huelva), 2019, foto ADD.

[81]RÖSSLER, M. (2001): Los paisajes culturales y la Convención del Patrimonio mundial cultural y natural: resultados de reuniones temáticas previas. En Múgica Barreda, E. (Ed.) *Paisajes culturales en los Andes. Memoria narrativa, Casos de estudio, Conclusiones y Recomendaciones de la Reunión de Expertos, Arequipa y Chivay*, Perú, 17-20 de mayo 1998. UNESCO, World Heritage, Representación de la UNESCO en el Perú, Lima, ed. Elías Múgica Barreda, 47 – 55 y RÖSSLER, M. (2014): *World Heritage Cultural Landscapes: 1992–2012. Conserving Cultural Landscapes.* Routledge, 47-64.



Foto 362, Vista panorámica actual desde el norte del escorial de la Fundición Piritas y de las represas del concentrador de Cobre, Minas de Riotinto (Huelva), 2021. Foto ADD.



Foto 363, Vista desde el norte del escorial de la Fundición Piritas y de las represas del concentrador de Cobre, Minas de Riotinto (Huelva), 2021. Foto ADD.



Foto 364, Vista de detalle desde el Norte del escorial de la Fundición Piritas, al sur a la izquierda se observa el sector occidental del terrero, 2020, foto ADD.



Foto 365, Vista desde el Oeste del flanco sur del escorial de la fundición Piritas, Minas de Riotinto (Huelva), 2021. Foto ADD.



Foto 366, Vista desde el Sur del escorial, a la izquierda. El terrero a la derecha y la Sierra del Madroñal, al norte donde está el tragante de la fundición, 2021. Foto ADD.



Foto 367, Vista panorámica de detalle desde el Sur del escorial de la Fundición Piritas, 2020, foto ADD.

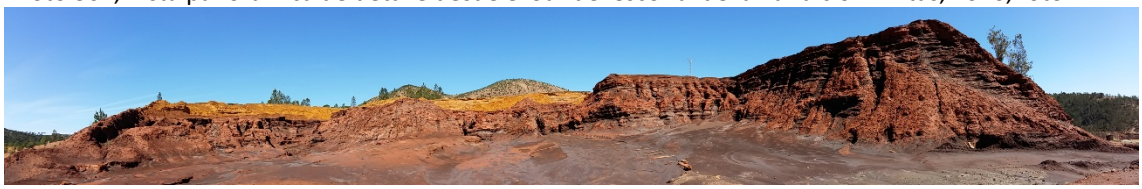


Foto 368, Vista desde el Sur de la Represa nº1 y nº2 del Concentrador de Naya erosionada por la acción del agua. Los niveles rojos son del tratamiento de gossan entre los años 1937 y 1943 por carbono activado en el Concentrador. A techo el nivel amarillo es el resultante del tratamiento de cloritas de Corta Atalaya. 2020, foto ADD.



Foto 369, Vista de detalle del Sur de la Represa nº1 y nº2 de Concentrador de Naya, foto ADD.

La construcción del Ferrocarril determinó esta zona, principalmente la construcción de la plataforma ferroviaria que en esta zona tiene la mayor pendiente de todo el sistema ferroviario con una pendiente que llega al 1,8%, además de toda la infraestructura necesaria vías, casas de palancas, suministro de agua, etc., que se conserva actualmente en un 75%.



Foto 370, Vista de la curva de Zarandas, donde además de la plataforma ferroviaria donde, que llegó a ser de seis vías y actualmente es de cuatro, al norte está la Casa de Palancas Norte, o Marín que regula el tráfico ferroviario.



Foto 371, Vista de la salida del Túnel nº16, que comunicaba el piso nº16 de Corta Atalaya con la planta de trituración de Zarandas. A la izquierda en primer plano la cochera de las locomotoras eléctricas y en segundo plano el edificio de la excitatriz que alimentaba la catenaria del túnel nº16.

Del área donde se desarrollaron las operaciones de trituración solo queda parte de las tolvas y el suelo mineralizado donde estaba la planta que fue desmontada en 1992.



Foto 372, Vista desde arriba de la trituradora de piritas, Zarandas (Minas de Riotinto, Huelva), 2019, ADD.



Foto 373, Vista desde debajo de la tolva de la trituradora de piritas, Zarandas (Minas de Riotinto, Huelva), 2019, ADD.

La zona que nos ocupa es donde se desarrollaron las operaciones hidrometalúrgicas es la zona de Cementación Naya, del dique y los Terreros Naya. Desde el punto de vista su génesis es antrópico, pues tanto las instalaciones, canales y el dique, como los terreros, generados aportando toneladas de mineral baja ley para rendir el cobre que contenían, han sido creados por el hombre hace 145 años. Durante su periodo de operación entre 1876 y 1967, fue constantemente modificado y el terrero renovado.

Desde el final de las operaciones en esta zona hace 54 años, además del abandono y degradación de las instalaciones de precipitación, muy determinadas por el suelo ácido y las aguas ácidas. Pero el principal cambio se ha desarrollado en el terrero, donde la lluvia ha erosionado los minerales depositados en el terrero, que son el parte arcillosos, no están sujetos por la vegetación, han ofrecido escasa resistencia a la acción del agua, dando lugar a cárcavas, barrancos estrechos y algo profundos, dando lugar un paisaje tipo *bandlands* (ver fotos 375 – 380), que podemos denominar "antrópico inducido", pues ha sido la acción del hombre quien aportó el material pero han sido los agentes naturales los que han actuado sobre el material dispuesto en los terreros (ver fotos 374 y 375), dando lugar al nuevo paisaje, donde también destacan los colores que van desde el gris al violeta, como fruto de la lixiviación. Este paisaje al sur está recorrido por el río Tinto, un ecosistema único en el mundo[82] que también fue partícipe de los trabajos de cementación, como fuente de agua ácida y como medio al que se vertió el agua, tras rendir el cobre y el sulfato ferroso, aunque esto último no se trata en este trabajo de investigación.

Sobre este paisaje conformado por 145 años de actividad hidrometalúrgica en Zarandas que ha dado como resultado este paisaje casi lunar, surcado por un río marciano, ha cambiado la percepción. De una zona ruinosa y casi un basurero donde se arrojaban hasta electrodomésticos, se ha pasado a un paisaje protegido desde el punto de vista patrimonial con la figura de Bien de Interés Cultural con la categoría de

[82]Sobre los estudios sobre el río LÓPEZ-ARCHILLA, A.I.; MARÍN, I. y AMILS, R. (2001): Microbial Community Composition and Ecology of an Acidic Aquatic Environment: The Tinto River, Spain, Microbial Ecology 41, 20-35; AMARAL, L.A.; GÓMEZ, F.; ZETTLER, E.; KEENAN, B.G.; AMILS, R. y SOGIN, M. L. (2002): "Eukaryotic diversity in Spain´s River of fire, The ancient and hostile ecosystem host a surprising variety of microbial organism", *Nature* vol. 417, 137; GONZÁLEZ-TORIL, E.; LLOBET-BROSSA, E.; Casamayor, E.O.; AMANN, R. y AMILS, R. (2003): "Microbial Ecology of an Extreme Acidic Environment, the Tinto River", *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 69, nº8, 4853–4865.

Zona Patrimonial (BOJA nº 208 23/10/2012, Decreto 504/2012, de 16 de Octubre) [83], incluso Paisaje Natural Protegido (BOJA nº 10 de 17 de enero de 2005 por Decreto 558/2004, de 14 de diciembre). Este cambio de percepción, ha sido debido en buena parte a labor de Fundación Río Tinto, con el turismo cultural a través del Parque Minero de Riotinto[84].

Desde el punto de vista urbanístico de esta zona la parte perteneciente al término municipal de Minas de Riotinto, está regulado por Normas Subsidiarias adaptadas a la LOUA en 2010, donde el suelo no urbanizable tiene un tipo de protección añadida, y está incluida dentro de la SNUP por afección minera. La parte incluida en el término municipal de Nerva, tiene unas Normas Subsidiarias aprobadas en 1996, donde la zona en cuestión está clasificada como no urbanizable pero no tiene ninguna protección específica alguna, pues es anterior a la incoación del BIC como Sitio Histórico en noviembre de 2004[85].

En definitiva, este paisaje de Zarandas, es un reflejo de las operaciones hidrometalúrgicas, donde se conservan todos los elementos significativos de los trabajos de cementación de cobre (canales, dique, terreros, etc.), permitiendo explicar la evolución de los distintos sistemas empleados para precipitar cobre desde el último tercio del siglo XIX hasta finales de los años 60 del siglo XX, de lo que ha quedado reflejo en el paisaje. Zarandas (Minas de Riotinto y Nerva, Huelva) junto con Planes (Minas de Riotinto, Huelva) donde sólo se conserva la cementación propiamente dicha, actualmente en superficie es el mayor ejemplo de la Faja Pirítica Ibérica de instalaciones dedicadas a la obtención de cobre por vía húmeda, a ambos lados de la raya.

[83] Sobre este particular Ver DELGADO DOMÍNGUEZ,A.; RIVERA JIMÉNEZ, T.; PÉREZ MACÍAS, J.A. Y REGALADO ORTEGA, M.C. (2013), La catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Riotinto mediante la aplicación del sistema de información geográfico (SIG). *De Re Metallica* 20, 83-95; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018) "Patrimonio Industrial de la Faja Pirítica Ibérica, Minas de Riotinto", en Suárez, J. y Raposo, N. (Eds.) *Jornadas de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica*. Asocicación Herrerías,55-84; FONDEVILLA APARICIO, J.J. 2011. El B.I.C. Sitio Histórico de la Zona Minera de Riotinto – Nerva. Contextualización en el marco de la protección del patrimonio industrial minero en la provincia de Huelva. En Pérez Macías, J.A., Delgado Domínguez, A., Pérez López, J.M y García Delgado, F.J. (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Huelva, 321-335; GHISLANZONI, M; ROMERO DACAL, M. (2014), "La Zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Riotinto-Nerva, como modelo de protección de un paisaje cultural", *VII Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*, Madrid, 1-15; MOSQUERA PÉREZ, C.; NAVARRO DE PABLOS, J.; NAVAS CARRILLO, D. y MOSQUERA ADELL, E. (2020): "La Zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Riotinto – Nerva. Trayectoria y retos patrimoniales de futuro", en Actas I Simposio anual de Patrimonio Natural y Cultural, ICOMOS España, 21-23 de noviembre 2019, Madrid, 493-503; PÉREZ MACÍAS, J. A. y Delgado Domínguez, A. (2009): *Elaboración de la Documentación Técnica sobre el Patrimonio Industrial Minero del Sitio Histórico de Riotinto. B090579V21HU.* Con- sejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Huelva.

[84] V.V.A.A. (2016): *Paisaje Minero de Riotinto (Huelva)*, IAPH en Abierto, Junta de Andalucía. Sevilla, 10-11; MOSQUERA PÉREZ, C.; NAVARRO DE PABLOS, J.; NAVAS CARRILLO, D. y MOSQUERA ADELL, E. (2020): "La Zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Riotinto – Nerva…., 499-500.

[85] V.V.A.A. (2016): *Paisaje Minero de Riotinto (Huelva)*,… Sevilla, 14.

Por último, en los últimos años el paisaje generado por las distintas labores mineras, metalúrgicas e hidrometalúrgicas están siendo objeto de estudio, tanto por parte de la Administración competente en materia de patrimonio[86], como por distintos investigadores[87].



Foto 374, Vista del sector occidental del terrero, 1950, Foto AHMFRT.



Foto 375, Vista de la evolución de los terreros por la erosión propiciada principalmente por la lluvia, lo cual ha dado lugar a un nuevo paisaje y unos nuevos colores. 2020, Foto ADD

[86]VVAA (2015), P*atrimonio Industrial y Técnico de la Provincia de Huelva,*…22-26 ; V.V.A.A. (2016): *Paisaje Minero de Riotinto (Huelva)*,… Sevilla, 1-20.

[87]PARDO ABAD, C. (2017): The post-industrial landscapes of Riotinto and Almadén, Spain: scenic value, heritage and sustainable tourism. *Journal of Heritage Tourism*, 12(4), 331-346; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2020): "Cuenca Minera de Riotinto (Huelva), Paisaje hecho a mano", I Simposio anual de Patrimonio Natural y Cultural, ICOMOS España, 21-23 de noviembre 2019, Madrid, 1-7.



Foto 376, Vista panorámica actual desde el Sur de terreros Naya, por el que discurre el río Tinto. Al norte en la Sierra del Madroñal se ubica la Fundición Piritas y el escorial de la misma, 2021 Minas de Riotinto (Huelva). Foto ADD



Foto 377, Vista desde el Sur del sector occidental de Terreros Naya, donde se aprecia la erosión que está sufriendo dando lugar a estos pequeños abarrancamientos por efecto de la erosión que está generando un paisaje cambiante, 2021, Minas de Riotinto (Huelva). Foto ADD.

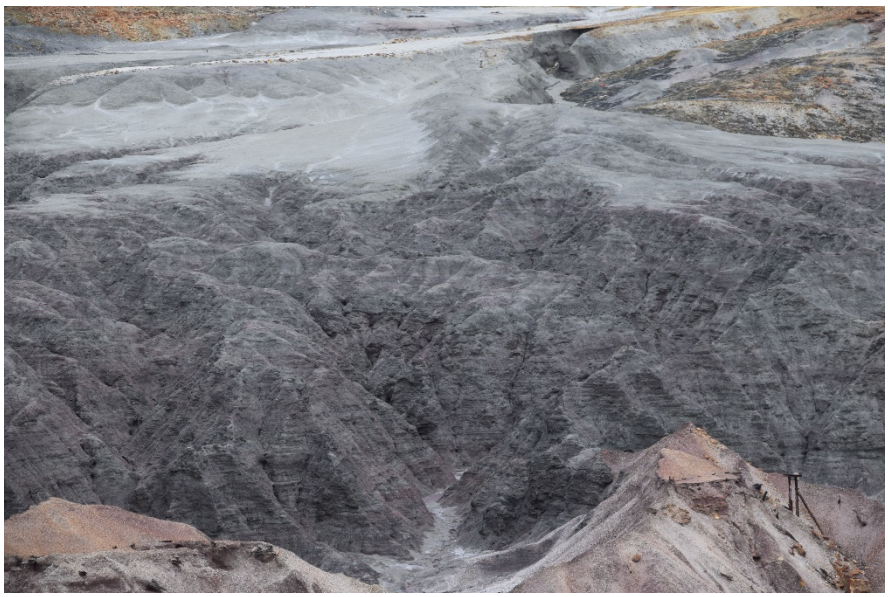


Foto 378, Vista de detalle desde el del abarrancamiento que está afectando al Terrero Naya, 2021, Minas de Riotinto (Huelva). Foto ADD.



Foto 379, Vista de detalle de la erosión de los minerales dispuestos en el Terrero Naya, 2021, Minas de Riotinto (Huelva), foto ADD.



Foto 380, Vista del sector oriental del Terrero Naya, 2021, foto ADD.



Foto 381, Vista panorámica desde el Sur de Cementación Naya, al NE el Terrero Naya, en primer plano el río Tinto. Nerva (Huelva), 2021, foto ADD.



Foto 382, Vista desde el SO de Cementación Naya, al NE se ubica el Terrero Naya, Nerva (Huelva), 2021, foto ADD.



Foto 383, Vista panorámica desde el Sur, de Cementación Naya, desde el centro de los canales, Cementación Naya (Nerva), 2021, foto ADD.



Foto 384, Vista desde el Sur de las balsas de sulfato ferroso, similares a las salinas, flanquean casi dos kilómetros de la vía entre la Casa Palancas Norte o Marín y el apeadero de Jaramar. 2010, foto ADD.

8. CONCLUSIONES

Una vez tenido en cuenta todo lo expuesto pasaremos a las conclusiones de este trabajo de investigación para lo cual veremos el cumplimiento de los objetivos que planteamos al principio.

Una Historia de la tecnología desarrollada en Río Tinto entre 1725 y 1954 en las operaciones de hidrometalurgia para la obtención de cobre.

Tras revisar la bibliografía científica sobre el tema, la documentación textual, gráfica, fotográfica e incluso fílmica, conservada en archivos, sobre todo el AHMFRT, Archivo Público de la Ciudad de Londres, donde actualmente se conserva la documentación de RTCL y el Archivo Histórico Provincial, hemos documentado todos los procesos hidrometalúrgicos empleados en Río Tinto desde la reapertura en época borbónica hasta el fin del periodo británico. Así hemos estudiado el desarrollo de la cementación natural empleando, principalmente el agua del interior de la mina, cuando se obtenía el cobre contenido en ella precipitándolo con hierro en la cementación San Roque. A partir de 1787 con la gestión de Francisco Angulo, se inició la cementación artificial en Río Tinto, calcinando el mineral en hornos cónicos, aunque no se abandonó del todo la cementación natural. La introducción de este proceso supuso un aumento de la producción de cobre en Río Tinto, siendo la década entre 1788 y 1798 la más próspera de todo el siglo XVIII. Esta bonanza perduró hasta la invasión francesa, cuando se paralizaron las minas, no reabriéndose hasta 1829 cuando la corona arrendó Río Tinto a la Empresa del Marqués de Remisa. Durante este periodo se introdujeron diversas mejoras como el aprovechamiento de los vitriolos o el beneficio de las aguas de la Cueca del Lago. A partir de 1839 Ignacio Goyanes introdujo el sistema de calcinación de teleras, en detrimento de los hornos cónicos, aunque estos no se abandonaron y perduraron en época británica.

Felipe Prieto en 1845 “descubrió” un método que *encerraba la concesión de la cementación llamada artificial*[1] y que tras un arriendo por parte de la Empresa Remisa puso en operación en Los Planes, denominado también como Tercer Departamento,

[1]ELHUYAR, F. (1854): “Relación de las Minas de Rio Tinto…5. En la Nota nº2 critica el sistema iniciado por Prieto, cementación artificial por ser de más aprovechamiento el haber fundido el mineral para la obtención de cobre, no siendo este método muy provechoso cita a SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines...*100-105.

hasta el 13 de junio de 1862[2], cuando finalizó este subarriendo, que fue realizado sin dar conocimiento al Estado y sin obtener el permiso. Cuatro años después en 1849 y meses antes de que finalizara el arriendo de la Empresa Remisa, se produjo otra subcontratación en favor de Mariano La Cerda, inventor de otro sistema electroquímico, cuya innovación se basó en aplicar una plancha de plomo en los lingotes de hierro. La ineficiencia de este método fue demostrada ante los tribunales por los ingenieros del Estado, que como buenos conocedores de Río Tinto sólo pretendieron que no se continuara expoliando a la Real Hacienda[3]. La Cerda puso este método en operación en la Cementación del mismo nombre, también denominado Segundo Departamento, a pesar de que el cobre producido era el de peor calidad de Río Tinto[4], este contrato aunque acabó en 1857, se mantuvo hasta enero de 1860[5].

Además de estas variantes de la cementación artificial, hicimos un repaso de los distintos procedimientos hidrometalúrgicos desarrollados desde la segunda mitad del siglo XIX, entre los que destacamos el proceso Henderson por la importancia de su aplicación, haciendo hincapié en los ensayados en Río Tinto como el método Sinding, [6] o el que pudo ser el más exitoso el método de Eloy Cossío[7], que demostró ser rentable y fue ensayado con éxito tratando 600 toneladas y se construyó incluso una fábrica[8]. No había entrado en operación cuando se paralizaron los trabajos en Río Tinto y no lo hizo nunca tras la venta de las minas a un consorcio de capital extranjero.

Con la llegada de RTCL en 1873, se impulsó el desarrollo de los trabajos hidrometalúrgicos, pero apostando por la Cementación Artificial, aunque la cáscara producida era inferior a la obtenida por cementación natural, debido a la presencia de impurezas como óxido férrico o arsénico. Se perdía todo el azufre que producía un ambiente sulfuroso propiciando la lluvia ácida, se inutilizaba parte del cobre contenido en las teleras y el costo del carbón y la leña para las operaciones de calcinación.

[2]FERNÁNDEZ, E. (1862): "Rápida ojeada… 607-609; ALDANA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto*…401

[3] Sobre este particular Ver GONZALO y TARÍN, J. (1888) Memorias de la Comisión… 287-288 y PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas…* 599-600.

[4] EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación… 37-51, 67-70.

[5] ALDANA y GOITEA, L. (1875): *Las Minas de Río Tinto…* 396

[6]RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto…*124

[7]Sobre el método de Eloy Cossio Ver; FERNÁNDEZ, E. (1857): "Rápida ojeada… 607-609
RÚA FIGUEROA, R. (1868): Minas de Río Tinto…125; V.V.A.A. (1868): "Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XIX, 301; GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto"…189.

[8]Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871, 26, *"En los chaparrales (Concepción y San Carlos) hay un horno de obtención de esponja de hierro, en buen estado construido igual anteriores pero nuevo hay también seis pilones disolvedores y una pila cementadora del sistema Cossio todo aprovechable"*. En la página 73 se nos describe la Fábrica de Esponja: *"Está aislada se compone de una nave central con doce hornos y otras cuatro laterales, la del centro tiene 18, la cubierta de la nace central es de armadura de pares, todo formado con cartón mineral".*

RTCL comenzó a poner en marcha procesos que no conllevaran la calcinación, aunque sin abandonar la cementación artificial clásica. Así se introdujo el sistema Doetsch[9] en 1878, basado en la cloración, pero el desarrollo del mismo no dio el resultado esperado y el ingeniero alemán integrante del Consejo de Administración de RTCL, desarrolló un segundo método, también conocido como Ferro Chloric. Este método, también basado en la obtención de cloruros para facilitar durante la precipitación la recuperación del cobre contenido en las aguas obtenidas por este método, estuvo en funcionamiento hasta 1895, cuando tras la muerte de Doetsch dejó de aplicarse, pues diversos informes técnicos certificaron que no era tan efectivo como afirmaba su inventor, pero sobre todo por evitar seguir pagando los royalties de ese proceso a sus sucesores. También hemos podido documentar otros dos procesos que se emplearon y ensayaron en Río Tinto como el proceso Osborne y el Hartmann process.

En final de la aplicación del Proceso Doetsch y el problema que conllevaba los humos determinó que RTCL comenzara a apostar por la cementación natural, mediante el riego de los terreros, de mineral crudo sin calcinar, proceso que se estaba desarrollando con éxito. En 1899 por invitación de Rutherford, Director General de Tharsis, parte del Consejo de RTCL y el director y subdirector en las minas, pudieron conocer de primera mano el desarrollo de las operaciones de cementación natural, esto determinó algunos cambios en Río Tinto, como la restructuración de las instalaciones de precipitación y años más tarde la reforma de los terreros, aunque todo esto no acabó con la calcinación, que se mantuvo en teleras nº 1 hasta 1901 con la introducción del sistema Bessemer, estando las teleras nº2 operativas hasta 1908, con la introducción de la fundición pirítica. Siendo los avances metalúrgicos para tratar los minerales cobrizos desarrollados en Río Tinto, los que acabaron con la calcinación.

[9]Sobre los sistemas o métodos Doetsch Ver GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*. Tomo II, 643-648; CUMENGE, E. (1884): Apuntes sobre Río Tinto, Revista Minera XXXV, 152-153; DEBY, J. (1889): Hidrometalurgia del Cobre, Revista Minera XL, 177 -178; DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre… 498 -502; DEL VILLAR Y LAVÍN, M. (1894): Beneficios de los minerales de Río Tinto, 145 -148*,* 171-172; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas de Huelva, 602; AVERY, D. (1974): Not on Queen Victoria´s…140-142: HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company*…90 – 97; SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history*..41-47 SALKIELD, L. U. (1984): *A Technical history..230-242*; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…62-63.*; ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina y Mineros… 39;* AVILÉS PALACIOS, C (2008): "Invenciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las minas de Río Tinto 1873 -1897", Boletín Geológico y Minero 119, nº3, 338 -339.

Desde 1908 las operaciones hidrometalúrgicas que se desarrollaron en Río Tinto fueron por medio del proceso Cementación Natural, en Cerda y Planes hasta 1927, a partir de ese año y hasta 1954 en Cementación Naya.

Al sistema basado en disponer el mineral crudo menudo baja ley en terreros, que después se regaba y los licores obtenidos se pasaban a los canales donde por medio de hierro se rendía el cobre contenido en los licores. Se aplicaron dos importantes avances, el primero fue la introducción de maquinaria en los trabajos para cargar y descargar hierro y precipitado de cobre en los canales.

El segundo y creemos más importante, fue la instalación de la Planta de Reducción de Dióxido de Azufre, que redujo la cantidad de óxido férrico y por ende el consumo de hierro durante la precipitación.

Todos estos trabajos basados en obtener el cobre contenido en las aguas del interior de la mina, el río Tinto y los licores obtenidos en los canales entre 1725 y 1954 permitieron obtener el 28,6 % de todo el cobre producido en Río Tinto (Ver anexo 1)

El segundo de los objetivos que planteamos que fue el estudio de las instalaciones donde se desarrollaron las operaciones hidrometalúrgicas. Para ello empleamos la documentación bibliográfica, documental, planimétrica, fotográfica y fílmica, junto con el trabajo de campo nos ha permitido determinar donde se desarrollaron los distintos sistemas de cementación. La profundización en cada uno de ellos ha dependido de la cantidad de información y de que sigan existiendo para completar con el trabajo de campo los datos obtenidos en el trabajo de investigación de gabinete. Con la que elaboramos unas fichas de trabajo, donde además de describir cada una de ellas aportamos toda la documentación planimétrica, fotográfica e incluso fílmica.

Así hemos podido documentar la Cementación San Roque donde se desarrolló la cementación natural entre 1752[10] y la venta de Río Tinto en 1873, cuando las aguas del interior de la mina se dejaron de emplear porque se inició la apertura de Corta Filón Sur, sobre la masa del mismo nombre. Los trabajos de cementación artificial se desarrollaron en tres instalaciones Sta. María, o Primer Departamento, Cementación Cerda o Segundo Departamento y Cementación Planes o Tercer Departamento. Estas tres fábricas en 1873 con la venta de las minas a RTCL volvieron a ponerse en

[10] RÚA FIGUEROA, R. (1859): Ensayo… 171; PINEDO VARA, I. (1963): Piritas….599; EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy…*, 66,

operación, aunque Sta. María, debido a su ubicación en la zona de construcción de la plataforma ferroviaria y a que aumentó el número de cementaciones, fue demolida pronto. Las otras dos cementaciones con diversas ampliaciones y adaptaciones a los procesos Doetsch pervivieron hasta 1904 la Cementación Planes[11], y hasta 1927 la Cementación Cerda.

RTCL desde el inicio de los trabajos en Río Tinto se vio que el precipitado de cobre era un producto demandado en Gran Bretaña[12] por la calidad y bajo coste del proceso. Esto llevó a que en 1876 el Board de RTCL aprobara la construcción de tres nuevas cementaciones Nerva, Naya y *Old Station*[13], que fueron puestas pronto en servicio. A partir de 1878 con la introducción del Primer Proceso Doetsch se adaptaron partes de las cementaciones para este nuevo método, sin dejar de seguir empleando la calcinación artificial.

El siguiente cambio se produjo con la introducción del Segundo Proceso Doetsch, cuando se volvieron a adaptar las cementaciones existentes, como Nerva y Naya y se construyeron *Marismilla* y *Planes Washing Tanks* y *Station Washing Tanks.* Este método se basaba en obtener el Brown liquor generado regando con agua fresca el terrero, que estaba compuesto por una parte de mineral calcinado en Teleras nº1 y tres partes de mineral crudo menudo, con la añadidura de un 1 % de sal común y 0,25 % de manganeso molido[14]. Debido al alto contenido en ácido sulfúrico y óxido férrico se consumía mucho hierro en los canales durante las operaciones de precipitación.

Para solventar esto era necesario disponer de canales donde al pasar el licor por mineral crudo menudo, se enriquecía el agua en óxido cúprico, además de recuperarse el cobre contenido en el mineral menudo. El agua se pasaba a los diques de las cementaciones y el mineral menudo crudo lavado se destinó a los terreros o a la exportación, como base para la fabricación de ácido sulfúrico[15], constituyéndose en una importante fuente de ingreso para RTCL (Ver Punto 9.7).

[11] Libro de Caja nº 78, 4, con fecha 31 de diciembre de 1876. Donde se recoge el pago de una gratificación a los trabajadores por valor de 40 reales por la construcción del dique, canales y edificios.
[12]2nd *Annual Report* 1874, 2, AHMFRT; 3rd *Annual Report* 1875, 4, AHMFRT y SALKIELD, L. U. (1964) *Notes on the modern history…*, 40
[13]*4th Annual Report*, 1876, 4 AHMFRT.
[14] Legajo 100 A3 *Instruction of Deputation of 1885*, 3, AHMFRT; SALKIELD, L.U. (1984): *A Technical history…*239; SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history…* 62. Indican que el mineral que se empleaba en esta mezcla era Pirolusita (MnO_2), proveniente de diversas minas onubenses controladas por la firma Sundheim & Doetsch.
[15]GONZALO y TARÍN, J. (1888*): Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España…*. Tomo II, 645.

Tras el final del Proceso Doetsch en 1895, RTCL se centró en la Cementación Natural, tras conocer de primera mano cómo se desarrollaron las operaciones en Tharsis. La Dirección de RTCL reorganizó los trabajos hidrometalúrgicos, de forma que se centralizaron en las cementaciones Naya, Cerda y Planes, aunque esta última dejó de estar operativa en 1904. Los terreros también fueron reestructurados y todos los trabajos se centralizaron en Cerda, Tejonera y Naya, que estuvieron operativos hasta 1954.

En 1927 RTCL centralizó todos los trabajos en Naya, que fue ampliada para poder seguir produciendo lo mismo que antes de que las dos cementaciones se redujeran a una. Esta instalación fue dotada de una planta de Reducción de Dióxido de Azufre que redujo el óxido férrico contenido en el agua y con ello redujo también el consumo de hierro en los canales.

Visto todo lo anterior, podemos afirmar que con el presente trabajo de investigación hemos documentado todas las instalaciones donde se desarrollaron en Río Tinto los trabajo hidrometalúrgicos.

Por último, hemos definido el paisaje industrial generado por las operaciones hidrometalúrgicas, que actualmente solo se conserva en Zarandas Naya, donde además de los restos de las instalaciones de cementación, la lluvia ha actuado sobre el terrero dando lugar a cárcavas, barrancos estrechos y algo profundos, dando lugar un paisaje tipo *bandlands*, que podemos denominar “antrópico inducido”, pues ha sido la acción del hombre quien aportó el material pero han sido los agentes naturales quien han actuado sobre el material dispuesto sobre el terrero.

Con este trabajo hemos realizado un estudio diacrónico sobre las operaciones hidrometalúrgicos desarrolladas en Río Tinto durante 229 años, con las que se obtuvieron 283.158 toneladas de cobre, es decir el 28,6% de la producción de este yacimiento minero. Esperamos que sirva de punto de apoyo para futuras investigaciones sobre Río Tinto y la Faja Pirita que den a conocer los trabajos desarrollados para la obtención de cobre y su reflejo sobre el territorio dando forma a un paisaje industrial.

9. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DOCUMENTALES

A.P.M. (1851): "Estado de la producción del establecimiento de Río Tinto durante los meses de mayo y junio". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* II, 539.

ADAMIDES, N. G. (2013), "Rio Tinto (Iberian Pyrite Belt): a world class mineral field reopens", *Trans. Inst. Min. Metall. B 122/1*, London, 2-15.

AGUILAR CIVERA, I. (1991): "Industrialització i arquitectura", *Arqueología Industrial. Actes del primer congreso del País Valencià*, Valencia, 93-119.

AGUILAR CIVERA, I. (1998): "Arqueología industrial: un patrimonio por descubrir: Sagunto y su patrimonio industrial siderúrgico", *Braçal* 17-18/1, 35-54.

AGUILAR CIVERA, I. (2005a): "Análisis y valoración del Patrimonio Industrial", *Patrimonio cultural y derecho*, 9, 289-293.

AGUILAR CIVERA, I. (2005b): *100 elementos del paisaje valenciano: las obras públicas*, Valencia.

AGUILAR CIVERA, I. (2006): "El patrimonio de la Obra Pública. Origen y evolución (1800-1933)", *I Congreso Internacional de Patrimonio e Historia de la Ingeniería*, Las Palmas de Gran Canaria, 72-109.

AGUILAR CIVERA, I., (2003a): "El ferrocarril, un nuevo paisaje industrial", *Historia del ferrocarril en las comarcas valencianas: La Ribera Alta*, Valencia, 139-160.

AGUILAR CIVERA, I., (2003b): "El Museo del Transporte y del Territorio, una nueva oferta cultural de la Comunidad Valenciana, *Butlletí d'arqueología industrial i de museo de ciència i tècnica* 54, 4-6.;

AGUILAR CIVERA, I., (2003c): "Patrimonio industrial: aprovechamiento cultural y reutilización", *IV Jornadas Internacionales de Patrimonio Industrial*, Colección "Los Ojos de la Memoria", Gijón, 41-62.

AGUILERA COLLADO, E. (1996): "Un ejemplo de difusión del Patrimonio en la Provincia de Huelva, el Museo Minero de Riotinto", MARTÍN. M. *et al*. (Eds.) *Difusión del Patrimonio Histórico,* Sevilla, 180 – 189.

AGUILERA COLLADO, E. (1998): "Arqueología Industrial. Zarandas en Minas de Riotinto", *Artes y Costumbres y Riquezas de la Provincia de Huelva* 50, Huelva Información, Huelva, 793-808.

AGUILERA COLLADO, E. (2001): "El Museo Minero: un proyecto progresivo de recuperación", *Preservación de la Arquitectura Industrial en Iberoamérica y España*, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Sevilla, 256 – 274.

AGUILERA COLLADO, E., e IGLESIAS GARCÍA, L. (1996): "Minería en la Franja Pirítica de Huelva, El caso de Cerro Salomón", *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media Peninsular,* León, 125 – 140.

AGUILERA ESCOBAR, A. (2011): *La Enseñanza y las investigaciones en química y metalurgia desarrolladas en el Real Colegio de Artillería de Segovia siglo XVIII*, Asociación Cultural Biblioteca de Ciencia y Artillería, Segovia.

AGUILÓ, M. y LLAUGER, M. A. (Coords.) (1996): *150 anys d'Obres Públiques a les Illes Balears*, Palma de Mallorca.

ALDANA y GOITEA, L. (1855): "Preservativo del cólera-morbo", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería,* VI, 498-503

ALDANA Y GOITEA, L. (1856): "Contestación al folleto A MIS AMIGOS y AL PAIS, acerca de la administración de las Minas de Río-Tinto". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, VII*, 1856, 529- 541.

ALDANA Y GOITEA. (1875): *Las Minas de Río Tinto en el transcurso de siglo y medio,* Madrid

ALLEN, P y WHEELER, R. (1987) *Steam on the Sierra*. Aldaba Ediciones.

ALMODOVAR, G. R.; SÁEZ, R.; PONS, J.; MAESTRE, A.; TOSCANO, M.; PASCUAL, E. (1998),"Geology and génesis of the Aznalcollar massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt, Spain", *Mineralium Deposita* 37, 684-703.

ALONSO BARBA, A. (1640): *Arte de los metales en que se enseña el verdadero oficio de los del oro, y plata con azoque*, Madrid.

ALONSO BARBA, B. (1659): *Memorial al Rey 1659 y 1662*, Archivo General de Indias, fondo Audiencia de Charcas, legajo 150. Sevilla.

ÁLVAREZ ARECES, M. Á (Coord.) *Paisajes Culturales, Patrimonio Industrial y Desarrollo Regional,* Gijón, 13-18.

ÁLVAREZ ARECES, M.A. (2009b): "A Propósito de La Carta de El Bierzo" en *Patrimonio Cultural en España*, Madrid, 27-49.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2010c): "Patrimonio industrial, paisaje y desarrollo territorial", *Áreas*, 29, 21-29.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2010d): "Protección del Patrimonio Industrial y Política Territorial", HENARES CUÉLLAR, I. L. (Ed.) *La protección del Patrimonio Histórico en la España democrática*, Madrid, 31-54.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2013a): "Paisajes Culturales, Patrimonio Industrial y Desarrollo Regional".

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2013b): "La Conservación del Patrimonio Industrial en sus aspectos inmateriales e intangibles", ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (Coord.), *Patrimonio Inmaterial e Intangible de la Industria: artefactos, objetos, saberes y memoria de la industria*, Gijón, 11-20.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2015): "Fábricas y memorias del desarrollo: una herencia cultural en el territorio", *Ábaco,* 86, 33-35.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (2019): "Gestión del Patrimonio Industrial resiliencia e innovación", ÁLVAREZ ARECES, M. A. (Coord.) *Resiliencia, innovación y sostenibilidad en el Patrimonio Industrial*, Gijón, 8.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (Coord.) (2010a): *Patrimonio industrial y paisaje. Actas del V Congreso de Conservación del patrimonio Industrial y de la Obra Públicas en España, Ferrol, 2009. TICCIH-España*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. (Ed.) (2010b): *Patrimonio y Arqueología de la industria del cine*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á. y VALDÉS ÁLVAREZ, I. (2011): "Museos y Patrimonio Industrial en Asturias", *Her & Mus: heritage & museography* 7, 38-48.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (1992): "Recuperación y uso del patrimonio industrial: el caso de Asturias", *Ábaco*, 1, 57-66.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (1998ª): "Aplicaciones del patrimonio industrial al desarrollo local", en *Actas del X Congreso Internacional de Minería y Metalurgia,* tomo V, Valencia, 167-193.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (1998b): "Asturias: patrimonio industrial y turismo cultural: nuevos recursos para viejas estructuras", *Ábaco*, 19, 81-90.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2002b): "Nuevas miradas al paisaje y al territorio", *Ábaco*, 34, 17-40.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2006b): "La musealización de los espacios industriales", *Miradas al patrimonio*, Gijón, 327-362.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2007a): "Asturias recupera el patrimonio olvidado. La musealización de espacios industriales", *Revista de los Museos de Andalucía*, 8, 100-106.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2007b): *Arquitecturas, ingenierías y culturas del agua*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2008a): "Patrimonio industrial. Un futuro para un pasado desde la visión europea", *Apuntes*, 21/1, 6-28.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2008b): *Arqueología industrial. El pasado por venir*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2008c): *Del hierro al acero. Forjando la historia del patrimonio industrial siderúrgico*. Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (2009): "Patrimonio, cultura y paisaje, recursos para una economía sostenible", *Ambienta* 88, 9-19.;

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (Coord.) (2001): *Arqueología industrial, patrimonio y turismo cultural*, Gijón; ÁLVAREZ ARECES, M.Á., -Coord.) (2002a): *Patrimonio industrial, lugares de la memoria, proyecto de reutilización en industrias culturales, turismo y museos*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (Coord.) (2003): *Estructuras y paisajes industriales, proyectos socioculturales y turismo industrial*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (Coord.) (2004): *Rutas culturales y turísticas del patrimonio industrial*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (coord.) (2005): *Didáctica e interpretación del patrimonio cultural*, Gijón.

ÁLVAREZ ARECES, M.Á., (coord.) (2006a): *Patrimonio industrial e Historia Militar, nuevos usos en el urbanismo y la cultura*, Gijón.

ALVAREZ ARECES, M.A., y TARTARINI, J., (2008): *Patrimonio industrial en Iberoamérica, testimonios de la memoria, el trabajo y la producción*, Buenos Aires.

ÁLVAREZ-CAMPANA GALLO, J.M. y RUIZ MORA, J.E. (2006): "Las minas de San Finx, Lousame: minería metálica desde la edad del bronce hasta el siglo xx. puesta en valor del Patrimonio Industrial minero de Galicia", *Congreso Internacional: Puesta en Valor del Patrimonio Industrial – Sitios, museos y casos,* https://docplayer.es/21500145-Las-minas-de-san-finx-lousame-mineria-metalica-desde-la-edad-del-bronce-hasta-el-siglo-xx.html.

AMADOR DE LOS RÍOS, R. (1891): *Huelva*, Diputación de Huelva, reedición año 2003

AMAR DE LA TORRE, R. (1859): "Biografía de Ilmo. Sr. D. Joaquín Ezquerra del Bayo, Inspector General de Minas", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería X*, 552 – 555.

AMARAL, L.A.; GÓMEZ, F.; ZETTLER, E.; KEENAN, B.G.; AMILS, R. y SOGIN, M. L. (2002): "Eukaryotic diversity in Spain´s River of fire, The ancient and hostile ecosystem host a surprising variety of microbial organism", *Nature* vol. 417, 137

AMORES CARREDANO, F. (1988): "El yacimiento arqueológico de Cortalago (Riotinto, Huelva): Datos para una síntesis", I Congreso Nacional Cuenca Minera de Rio Tinto, Nerva, 741 -743;

análisis histórico para la contrastación del proceso de jerarquización social". *Anuario Arqueológico de Andalucía 1991*, vol. II, pp. 259-266.

ANCIOLA, A. Y COSSIO, E. (1856): *Memoria sobre las Minas de Rio Tinto, Atlas*. Madrid

ANCIOLA, A. y COSSIO, E. (1856): *Memoria sobre las Minas de Río-Tinto.* Madrid.

ANDIVIA MARCHANTE, A. L. (2014a): "El muelle de la Compañía de Tharsis en el Puerto de Huelva", *II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*, Sevilla*,* 1-11.

ANDIVIA MARCHANTE, A. L. (2014b): "Tecnología de vangauardia en los muelles británicos de Andalucía: evolución de los sistemas explotación", ÁLVAREZ ARECES, M.A. (2014): *Patrimonio marítimo, fluvial y pesquero: identidad, transporte, turismo, paisaje y sostenibilidad*, 213-220.

ANDRÉS NISTAL, P. (1994*): El sector industrial en la Cuidad de León y su entorno*, Universidad de León.

ANGUILANO, L. – REHREN, T. – MÜLLER, W. – ROTHENBERG, B. (2010): "The importance of lead in the silver production at Riotinto (Spain)", *ArcheoSciences, revue d'Archéométrie* 34, 269-276.

ANGUILANO, L. (2012): Roman lead silver smelting at Río Tinto. The case study of Corta Lago, University College London, London.

ARACIL MARTI, R. (1982): "La investigación en Arqueología Industrial", *I Jornadas sobre la Protección y Revalorización del Patrimonio Industrial*, Bilbao, 18.

ARACIL MARTÍ, R.; CERDÁ PÉREZ, M. y GARCÍA BONAFÉ, M. (1980): *Arqueología Industrial de Alcoy,* Ayuntamiento de Alcoy, Alcoy.

ARAUS, P. (1765): "Se continúa la disertación sobre las Minas de Cobre sus criaderos, y modo de Sacarlo de sus betas" *Semanario Económico Compuesto de noticias prácticas curiosas y eruditas; de todas Ciencias, Artes y Oficios; traducidas, y extractadas de las Memorias de las Ciencias de Paris, de las Treboux; y de otros muchos Libros de fama Franceses, Ingleses, Italianos, alemanes, Vc.* Jueves 12 de diciembre de 1765. Madrid.

ARCENEGUI FERNÁNDEZ, I.E. (1975) "Nuevo derecho de Minas" Revista de la Administración Pública, 78, 117 -138.

ARCINIEGA, J. (1866): "Biografía de Casiano del Prado". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, XVII*, 499 – 455.

ARDAILLON, E. (1897): *Les Mines du Laurion dans l'Antiquité*, Fontemoing, Paris.

ARENAS POSADAS, C. (2011): "Padre y Patrones, poder y Mercado en la Cuenca Minera de Riotinto 1873 -1936", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 231 -241.

ARENAS POSASAS, C. (1999): *Empresa, Mercados, Mina y Mineros, Rio Tinto* (1873 – 1936), Universidad de Huelva, Huelva.

ASTIBIA AIERRA, H. (2009): *Paisajes de papel y patrimonio de la Era industrial vasco – navarra*, Bilbao.

AVELLA SALCEDO, J. y RETAMOSO RODRÍGUEZ, C. (1982): "Obtención de cobre por hidrometalurgia de sulfuros", *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, Vol. 2, nº 1, 21-26.

AVERY, D. (1974): *Not on Queen Victoria´s birthday*, Collins, London.

AVILÉS PALACIOS, C (2008): "Invenciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las minas de Río Tinto 1873 -1897", *Boletín Geológico y Minero* 119, nº3, 331 - 342

AVILÉS PALACIOS, C (2011): "La información económica de The Río Tinto Company Limited (1873 – 1954)", PÉREZ, J.A.; DELGADO, A.; PÉREZ, J.M.; y DELGADO, F.J. (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 243- 263.

AVILÉS PALACIOS, C. (2006): *Análisis de la información analítica y financiera emitida por The Rio Tinto Company Limited* (1873 – 1954), Universidad Rey Juan Carlos I, Tesis doctoral inédita.

AYARZAGÜENA SANZ, J.A.; BERNÁRDEZ GÓMEZ, M.J.; GUISADO DI MONTI, J.C.; PUCHE RIART, O. (2004): *Fondos Arqueológicos del Museo Histórico Minero, D. Felipe de Borbón y Grecia*, Madrid, 68-72.

AYUNTAMIENTO DE PUERTOLLANO (1995): *Elementos Mineros conservados en la Cuenca de Puertollano*, Vol. I y II, Puertollano.

AYUNTAMIENTO DE PUERTOLLANO (1999): *Museo de la Minería del Pozo Norte, Puertollano*. Ciudad Real, Puertollano.

AYUNTAMIENTO DE PUERTOLLANO (2000): *Programa Operativo Local (POL). Proyecto: Museo de la Minería al Aire Libre*, Puertollano.

BALBOA DE PAZ, J.A. (2005): "La térmica de la Minero Siderúrgica de Ponferrada", *Bergidum 4*, 10-16.;

BALBOA DE PAZ, J.A., (1997): "Industria y arqueología industrial en El Bierzo", *Estudios bercianos*, 23, 105-117

BALBOA DE PAZ, J.A., (2006): *El patrimonio industrial de la provincia de León*, Instituto Leonés de Cultura.

BARNADAS, J Mª (1985): *Alvaro Alonso Barba (1569-1662) Investigaciones sobre su vida y obra,* Biblioteca Minera Boliviana, Bolivia

BARRAL i ALTET, X. (1992): "Arqueología industrial o Arqueología del mundo moderno y contemporáneo", RIPOLL, G. (Ed.), *Arqueología, hoy*, Madrid, 176.

BARRANTES, V. (1882) *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XXXIII, 285.

BAZZANA, A. (2011): "Minería en época islámica", PÉREZ, J. A., DELGADO, A., PÉREZ, J. M. y GARCÍA, F. J. (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Universidad de Huelva y Fundación Río Tinto, Huelva, 173 -194.

BAZZANA, A. y BEDIA GARCÍA, A. (2009): "Saltés. Un asentamiento islámico en les Marismas del Odiel (siglos IX-XIII)", *Huelva Arqueológica*, 21, Diputación de Huelva, Huelva.

BAZZANA, A. y CRESSIER, P. (1989): *Shaltish/Saltés (Huelva), Une ville médievale d' Al-andalus*, Madrid.

BAZZANA, A. y TRAUHT, N. (1997): "L´ille de Saltés (Huelva). La ville islamique, centre d´une metallurgie de concentration au Moyen Âge", *Académie des Incriptions et Belles Lettres, Comptes rendus des séances de l´anne 1997*, Paris, 47 -74

BECERRO DE BENGOA. R. (1890): *La provincia de Huelva y sus Minas*. Conferencia del 7 de marzo de 1890 en el Círculo de la Unión Mercantil, Madrid

BENITO DEL POZO, P. (Coord.) (1999): *La industria en Asturias: entre la arqueología y la innovación*, Oviedo.

BENITO DEL POZO, P. (Dir.) (2008): *Territorio y Patrimonio Industrial en Castilla y León*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de León, León.

BERNÁLDEZ, F. (1852): "Reseña sobre los cobres de Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería III*, 155-156.

BERNÁLDEZ, F. (1853): "Metalurgia del Cobre en Río Tinto en 1853". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería IV*, 256 – 265.

BERNARDEZ, M. J.; Guisado, J. C. y Ruiz, S. (1996): "Cuatro candiles inéditos de Riotinto en el Museo de la Escuela de Minas de Madrid. Nuevos datos para el conocimiento de la minería musulmana en la zona", *I Jornadas sobre la Minería y la Tecnología en la Edad Media peninsular*, Madrid,162-179.

BIEL IBÁÑEZ, M.P. (Coord.) (2007): *Jornadas Patrimonio Industrial y de la Obra Pública,* Zaragoza, 16, 17 y 18 de abril de 2007, Zaragoza.

BIEL IBÁÑEZ, M.P., y JIMÉNEZ ZORZO, J. (Coords.) (2005): *Patrimonio industrial en la provincia de Zaragoza, Valdejón*, Zaragoza.

BLANCO, A. y ROTHENBERG, B. (1981): *Exploración arqueometalúrgica de Huelva*. Rio Tinto Minera S.A., Labor, Barcelona.

BLANCO, A., LUZÓN, J.M Y RUÍZ, D. (1970): *Excavaciones arqueológicas en el Cero Salomón* (Riotinto, Huelva), Sevilla.

BLÁZQUEZ, J.Mª. (1996):"Las explotaciones mineras y la romanización de Hispania", BLÁZQUEZ, J. Mª. y ALVAR, J. (Eds.) *La Romanización en Occidente*, Actas, Madrid, 179 – 200.

BLUM, T. (1877): The Cementation process and a recently patented improvement concerning the same. 16th november 1877, Legajo 100 – B- 58e 9. (Inédito) AHMFRT.

CALDERÓN BERROCAL, M. C. y ROMERO MACÍAS, E. M. (2011): "La Minería en la Historia. Sobre el Derecho de los Reyes en las minas de oro, plata y otros metales, aguas y pozos de sal", *Hastial 1*,285 – 320.

CALLE MARÍN, S. (2004): "La Academia perdida: La Real Academia de Arqueología y Geografía del príncipe Alfonso (1837 -1868), GÓMEZ PANTOJA, J. (Ed.) *Excavando papeles, Indagaciones arqueológicas en los archivos españoles,* Alcalá de Henares, 121 – 152.

CALVO CALVO, F. (1985): *Alvaro Alonso Barba, un metalurgo del Siglo de Oro,* Discurso leído en solemne sesión de inauguración del curso 1985, Madrid 17 de enero de 1985, Instituto de España, Real Academia de Farmacia

CANDELA SOTO, P. (2009): *Más que agua y piedra. El Patrimonio Histórico del Canal de Isabel II*, Madrid.

CANDELA, P., CASTILLO, J.J. y LÓPEZ, M. (2002): *Arqueología Industrial en Madrid, memoria del trabajo y el patrimonio industrial del sudeste madrileño, 1905-1950,* Madrid.

CAÑIZARES RUIZ, M. C. (1999): "Los símbolos mineros como elementos revitalizadores de la *imagen urbana en la ciudad de Puertollano (Ciudad Real)", El territorio y su imagen*, Vol. II, AGE y Universidad de Málaga, Málaga, 977-986;

CAÑIZARES RUIZ, M.C. (2011): "Patrimonio, parques mineros y turismo en España", *Cuadernos de Turismo* 27; 133-153

CAÑIZARES RUIZ, M.C., (2003): "Patrimonio minero- industrial en Castilla-La Mancha: el área de Almadén-Puertollano", *Investigaciones Geográficas*, 31, 87-106

CAÑIZARES RUIZ, M.C., (2004): "Algunas iniciativas de turismo minero en Castilla-La Mancha", *Cuadernos Geográficos*, 34, 129-143;

CAÑIZARES RUIZ, M.C., (2005a): "Nuevas estrategias de desarrollo: el Parque Minero de Almadén", *Espacios Públicos, espacios Privados: un debate sobre el territorio, XIX Congreso de Geógrafos Españoles,* Santander, 1-12.

CAÑIZARES RUIZ, M.C., (2005b): *Territorio y patrimonio minero-industrial en Castilla-La Mancha,* Cuenca.

CAÑIZARES RUIZ, M.C., (2008): "El atractivo turístico de una de las minas de mercurio más importantes del mundo: el parque minero de Almadén (Ciudad Real)", *Cuadernos de Turismo* 21, 9-31.

CANO SANCHIZ, J. M. (2007): "Arqueólogos en la Fábrica: breve recorrido por la historiografía de la Arqueología Industrial", *Spal. Revista de Prehistoria y Arqueología*, 16, 53 - 67.

CANO SANCHIZ, J. M. (2014): "Ser Minero. El contexto cultural generado por la minería industrial (siglos XIX – XX) en el sur de la Península Ibérica", *Munibe, 65*, 249 - 268.

CANO SANCHIZ, J.M. (2008): "Arqueología industrial en Córdoba: la sociedad española de construcciones electromagnéticas (primera fase: 1917-1930)", *Anales de Arqueología Cordobesa* 19, 361-386.

CANO SANCHIZ, J.M. (2012): *La Minería y la metalurgia del cobre como elemento de Industrialización: Análisis arqueológico del complejo británico de Cerro Muriano* (Córdoba), Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba.

CARA BARRIONUEVO, L (2003): "Patrimonio Minero Andaluz. El Futuro de un Pasado", *PH 45*, 36 -43.

CARAVANTES, F (1840): *Memoria de la visita realizada a las Minas de Rio Tinto el 21 de febrero de 1840*, Madrid. Archivo Histórico Nacional, Expediente del Ministerio de Hacienda, legajo 1999.

CARAVANTES, F. (1840): *Memoria de la visita realizada a las minas de Río Tinto el 21 de febrero de 1840*, Madrid. Archivo Histórico Nacional. Expediente del Ministerio de Hacienda, Legajo 1999.

CÁRCAMO MARTINEZ, J. (2012): "El último cantilever. El cargadero en voladizo de Dícido, Castro Urdiales. (Cantabria)", *Hispania Nostra, Patrimonio del agua,* 28-32.

CARMONA, J. y NADAL, J. (2005): El Empeño industrial de Galicia 250 años de historia (1750 – 2000), Fundación Pedro Barrié de la Maza, La Coruña.

CARRASCO MARTIAÑEZ, I. (2015): *El Ferrocarril Minero del Guadiana, historia de un tren olvidado*, Puebla de Guzman (Huelva).

CARRASCO MILARA, F.J. (2009): L*as Minas de Almadén historia reciente*. Editado Minas de Almadén y Arrayanes, S.A. y la Fundación Almadén Francisco Javier de Villegas. Ciudad-Real.

CARRERA SÁNCHEZ, M. C. (1986): "Estructura y dinamismo de la industria en Castilla La Mancha: importancia de la industria agroalimentaria", *El Campo 102*, 124-138.

CARVAJAL GÓMEZ, D. J. ; GONZÁLEZ MARTÍNEZ, A. (2009): "Nuevas actuaciones que complementan la valorización del patrimonio minero de la Ruta de las piritas en Huelva (sector español de la Faja Pirítica Ibérica)", PAÚL CARRIÓN, M. (Ed.), *Rutas Minerales en el Proyecto RUMYS, 1*, 63-75.

CARVAJAL GÓMEZ, D.J. y GONZÁLEZ MARTÍNEZ, A. (2011), "La Ruta de las Piritas en Huelva dentro del Proyecto Internacional RUMYS Rutas Minerales y Sostenibilidad", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. Y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 339.364.

CARVALHO, D.; BARRIGA, F. J.; MUNHA, J. (1999), "Bimodal siliciclastics systems – the case of the Iberian Pyrite Belt.", *Review in Economic Geology* Vol. *8,* 375-408.

CASANELLES RAHOLA, E. (1990): "Proyecto de adecuación de la fábrica Aymerich, Amat y Jover, como Museo de la Ciencia y la Técnica de Cataluña", *Basa* nº 13, 36-45.

CASANELLES RAHOLA, E. (1998): "El sistema de Museu de la Ciencia i de la Tècnica de Catalunya", *Serra d´Or* 468, 61-66.

CASANELLES RAHOLA, E. (2018): "El sistema territorial del Museu de la Ciencia i de la Tècnica de Catalunya (mNACTEC): un projecte d´estat", *Revista de Catalunya* 301, 91-102.

CASANELLES, E. y LOGUNOV, E. (2003): *Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial*, Moscú.

CASANOVA HONRUBIA, J.M. (2018) Eugenio Maffei y Ramos, Real Academia de la Historia, biografías, http://dbe.rah.es/biografias/19579/eugenio-maffei-y-ramos, consultada el 15 de septiembre de 2018.

CASAS GÓMEZ, A. de las, (Dir.) (2002): *Obras públicas en Andalucía*, Madrid.

CATALÁN, D. (Ed) (1965): *Crónica del Moro Rais.* Madrid, 90-91.

CEBALLOS CUERNO, C. (2002) "Las ferrerías de la cuenca del Asón: nuevas aportaciones al estudio de la industria siderúrgica tradicional en Cantabria", *Monte Buciero 8*, 213 - 244

CERDÀ PÉREZ, M. (1991): "Industrial archaeology and the working class", A*rqueología Industrial: Actes del Primer Congrés del País Valenciá*, Valencia, 403-422.

CERDÁ PÉREZ, M. (2008): *Arqueología Industrial, Teoría y Práctica*, Universitat de Valencia.

CERDÁ PÉREZ, M. y GARCÍA BONAFÉ, M. (1995): *Enciclopedia Valenciana de Arqueología Industrial*, Edicions Alfons el Magnánim, Valencia.

CHASTAGNARET, G. (2017), *Humos y Sangre, Protestas en la cuenca de las piritas y masacre en Riotinto (1877 – 1890)*, Universtitad D´Alacant, Alicante, 43 -45.

CHECKLAND, S.G. *(1967): The mines of Tharsis. Roman, french and british enterprises in Spain.* London

CÍA, P. (1853): "Sobre el beneficio de los minerales de cobre de Fahlun (Suecia) y los resultados que daría su aplicación en Río-Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 3-33.

CLAVERO ARÉVALO, M. (2002): "Javier Benjumea Puigcerver", *Boletín de la Real Academia Sevillana de Buenas Letras, 30*, 253-257

CLOSA, F. y MARTÍNEZ, J.M. (1999): L´arqueologia industrial: una visió a la fí del millenni, *Revista d´Arqueologia de Ponent, 9*, 29.

COLL MARTIN, S. (1983): "Las empresas mineras del suroeste español, 1850 – 1914", ANES, G. ROJO, L. A. y TEDDE, P. (Eds.) *Historia Económica y pensamiento social. Estudios en Homenaje a Diego Mateo Peral*, Alianza Editorial y Banco de España, Madrid.

COLLADO AGUILAR, M. A. (2016): *La guerra civil española en Nerva*. Muñoz Moya Editores, Sarrión (Teruel).

CONOPHAGOS, C. (1980): *Le Laurion antique et la technique greque de la production de l´argent*, Athenes.

COPADO AGENJO, B. (1937): *Con la columna Redondo. Combates y conquistas, Crónica de Guerra,* Imprenta de la Gavidia, Sevilla

CORNEJO CARVAJAL, J. (1892): *Los Humos de Huelva*, Madrid

CORTAZAR D. (1888): *La mina de Riotinto y sus calcinaciones*, Discurso pronunciado en la conferencia del 26 de enero de 1888, celebrada en el Ateneo de Madrid, Tipografía de Manuel G. Hernández, Madrid.

CRADOCCK, P.T., FREESTONE, I.C., GALE, N.H., MEEKS, N.D., ROTHENBERG, B., y TITE, M.S. (1985): "The investigation of a small heap of silver smelting debris from Rio Tinto, Huelva, Spain". *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity.* British Museum Occasional Paper, 48, 199-214

CUETO ALONSO, G. (2009): "Reutilización turística del patrimonio minero de Cantabria", *Cuadernos de Turismo* 23*,* 69-87.

CUETO ALONSO, G. (2016): "La huella del pasado industrial agroalimentario en el paisaje de Cantabria", Cuaderno de notas 10, Patrimonio agroalimentario Cantabria, 5-32,

CUMENGE, E. (1883): *Notes sur Rio-Tinto*, imprimerie Chaix, Paris.

CUMENGE, E. (1884): "Apuntes sobre Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería*, XXXV, 135 - 146; 151-163, 173-184

Da SILVA, L. (1992): "O candinho de ourives de prata de silo nº 5 de Mértola", *Arqueología Medieval,* I, 35-37

DAUMAS, M. (1980): *L'Archéologie industrielle en France*, Robert Laffont, Paris

DE LA LLANA, A. (2013). *La Unión para niños,* Editorial infantil/juvenil Águlaya. Murcia;

DE LAUNAY, L. (1903): "*Notice sur Edouard Cumenge*" *Annales des mines, 4*, 577-583

DE LAUNAY, L. M. (1889): "Mémoire sur L´Industrie du Cuivre dans la región D´Huelva (Rio Tinto, San Dominguos, etc.)", *Annales des Mines*, tomo 8, 427-515.

DEBY, J. (1889): "Extracción del cobre de las piritas sin calcinar", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 126 – 127.

DEBY, L. (1889): "La hidrometalurgia del cobre", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, Metalúrgica y de la Ingeniería* XL, 169 -171; 177-180; 185-188; 193-209.

DEL VILLAR Y LAVÍN, M. (1894): Beneficios de los minerales de Río Tinto, *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLV,* 148-149, 165 - 172

DELGADO DOMÍNGUEZ, A (2007): "La era dorada del Ferrocarril en España, Locomotora de Vapor nº 14 de la clase C y nº 51 de la clase I del Ferrocarril Minero de Riotinto", *TrenManía* nº 39, 14-16.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A y REGALADO ORTEGA, M. C. (2009a): "El Museo Minero de Riotinto*"*. Parque Minero de Riotinto (Huelva, España), *De Re Metallica 12,* 40 – 54.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010d): Ferrocarril Minero de Riotinto, Parque Minero de Riotinto (Huelva), I Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública, Sevilla 61 -70.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2006): Catálogo del Museo Minero de Riotinto. Sevilla.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2007b): "El Parque Minero de Riotinto: Museo Minero, Casa nº 21, Peña de Hierro y FFCC Turístico Minero",FERNÁNDEZ RUBIO, R., *Activos ambientales de la Minería Española*, Madrid, 120-137

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018a): "Gestión y Proyectos Museísticos del Patrimonio Minero e Industrial del área de Riotinto (Huelva, España)", CAMPOS JARA, P. (Ed.) *Arqueología y Territorio en la Provincia de Huelva Veinte años de las jornadas de Aljaraque (1998-2018)*, 539 -582.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2018b): "Patrimonio Industrial de la Faja Pirítica Ibérica: La Cuenca Minera de Riotinto (Huelva – España)", en SUÁREZ SUÁREZ, J. y

RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (Eds.), *Arqueología y Patrimonio en la Faja Pirítica Ibérica*, Actas de la I Jornada de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica, Asociación Herrerías, Huelva,55-84.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2020): "Cuenca Minera de Riotinto (Huelva), Paisaje hecho a mano", *I Simposio anual de Patrimonio Natural y Cultural*, ICOMOS España, 21-23 de noviembre 2019, Madrid, 1-7.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Dir.) (2009): *Ferrocarril Turístico Minero, paradigma de buenas prácticas en la rehabilitación del Patrimonio Ferroviario y su posterior puesta en Servicio Turístico,* Fundación Río Tinto. Huelva.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2006) "FC Minero de Riotinto.", *Catálogo del Museo Minero de Riotinto*. Edita Fundación Río Tinto. Sevilla.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2011): "Ferrocarril Turístico Minero, Parque Minero de Riotinto (Huelva, España)", PÉREZ MACÍAS, J.A., DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; PÉREZ LÓPEZ, J. M.; GARCÍA DELGADO, F.J. (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 575- 593.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y CAMPOS TORRADO, A. (2020): "Ferrocarril Turístico Minero, Restauración y valorización del patrimonio ferroviario en la Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)". *Actas de la III Jornadas de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica*. Asociación Herrerías.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2016) "Musealización de la imprenta Chaparro. Memoria gráfica de la Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)", *De Re Metallica,* 27, 21-30

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y QUINTERO CRISTÓBAL, M. C. (2017): Memoria del Control Arqueológico de Movimientos de Tierra, Área del Proyecto Riotinto, Mayo 2015 – Mayo 2017. Minas de Riotinto. Delegación Territorial de Cultura de Huelva, Inédito.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2006): "Catálogo", DELGADO DOMÍNGÜEZ, A. (Coord.) *Catálogo del Museo Minero de Riotinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla, 222.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2009b): "La Rehabilitación Patrimonial de la Mina de Peña de Hierro (Nerva, Huelva) Parque Minero de Riotinto (Huelva, España)", *De Re Metallica, 12*, 55-63;

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010b), "Musealización del Patrimonio Minero en Riotinto", ROMERO MACÍAS, E.M (Coord.) *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo local sostenible,* Universidad de Huelva, Huelva, 677-693.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2010c): "El material diésel del Ferrocarril Turístico Minero de Río Tinto", *Vía Libre, 538*, 69-73;

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2011a): "Museo Minero de Riotinto (Minas de Riotinto, Huelva)", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 491-518.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2011b): "Casa nº 21 de Bella Vista (Minas de Riotinto), sección etnográfica del Museo Minero de Riotinto", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. Y PÉREZ, J. M (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 519-527.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2012) "Catálogo del Patrimonio Minero Industrial de la Mina de Peña de Hierro (Nerva, Huelva, España)", *De Re Metallica*, 18, 13-27.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A., REGALADO ORTEGA, M. C. y MORENO BOLAÑOS, A. (2010): "Poblados Mineros desaparecidos. Cuenca Minera de Riotinto. (Huelva)", *De Re Metallica*, 14, 1-11.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *Musealización de la Imprenta Chaparro en el Museo Minero de Riotinto, Memoria Gráfica de la Cuenca Minera de Riotinto*, Editorial Académica Española, Saarbrucken.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; REGALADO ORTEGA, M.C. y LAGARES RIVERO, J. (2015): "Reutilización de elementos constructivos romanos de Gossan transportado, Cuenca Minera de Riotinto (Huelva, España)", *VII Encuentro de Arqueología del S.O. Peninsular,* Aroche – Serpa, 739 – 755.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; REGALADO ORTEGA, Mª C. (2010a): "Rotae urionensis. Las norias romanas de Riotinto (Huelva, España)", *Patrimonio Geológico y Minero. Una apuesta por el desarrollo local sostenible*, Huelva, 659-676.

DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; ROMERO MACÍAS, E.M. y REGALADO ORTEGA, M.C. (2012): "Valorización del patrimonio a través del turismo minero. Caso de estudio: Parque Minero de Riotinto, Huelva. España", *Gestión Turística* 18, julio-diciembre, Santiago de Chile, 89-119.

DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2015a): Memoria Preliminar y Definitiva de la Intervención Arqueológica Superficial del Proyecto Río Tinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, Inédito, 19-20.

DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2015b): Proyecto Global del Proyecto Río Tinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, Inédito, 54 -55

DELGADO, A. y GARCÍA, M. (2017): "Prospección Arqueológica Superficial del Área del Proyecto Riotinto (Minas de Riotinto, El Campillo, Nerva – Huelva. España)", *De Re Metallica* 29, 1-10.

DELGADO, A. y GUISANDE, P. (2014): "La noria del Museo de Huelva, un unicum de la arqueología romana", *De Re Metallica* 24, 33-43.

DELGADO, A., MORENO, A., PÉREZ, J.A., GEMIO, G. y REGALADO, M.C. (2011): "Minería de Hierro en Riotinto", *Boletín Geológico y Minero, 122/3*, 299-310.

DELGADO, A., RIVERA, T., PÉREZ, J.A. Y REGALADO, M.C. (2013): "La Catalogación del Patrimonio Minero Industrial de la Cuenca Minera de Riotinto mediante la aplicación del Sistema de información Geográfico (SIG)". *De Re Metallica* 20, 83-95.

DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007a): "Recuperación del Patrimonio Ferroviario llevado a cabo por Fundación Río Tinto, Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)" en *De Re Metallica, 8.* Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Madrid, 19-26.

DELGADO, A.; CAMPOS, A. y FIÑANA, F.J. (2007b): "El Ferrocarril Turístico de Río Tinto" en *Carril* nº 65, Asociación de Amigos del FC de Barcelona. Barcelona, 3 -19

DELGADO, A.; MONGE, A.; QUEIROZ, P. F. (2013): "La datación por radiocarbono de los elementos de las norias romanas de madera de Filón Sur (Minas de Riotinto, Huelva)", *Revista Onoba* 1, 275-284.

DELGADO, A.; REGALADO, M.C. y LORENZO, J.P. (2019): "360 Aniversario de Alonso Barba, en la Cuenca Minera de Riotinto", *Nervae*, 20-22

DELIGNY, E. (1863): "Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, XXIV*, 111 -120; 158 – 162, 182 – 200, 208 – 214.

Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva I. Madrid.

DÍAZ BLANCO, J.M. (2012): "Noticias nuevas sobre el metalurgista Álvaro Alonso Barba: negociación cortesana de 1660", *Llull, revista de la sociedad española de Historia de las Ciencias y de las técnicas* Vol 35, nº 76, 2º semestre, 317-338

DOMIC MIHOVILOVIC, E. M. (2001): *Hidrometalurgia, fundamentos, procesos y aplicaciones*. 13.

DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, C (2019): *Hugh Matheson, Un victoriano en las minas de Río Tinto*, Universidad de Huelva

DOUET, J. (1997): "Arqueología industrial en Gran Bretaña", *PH: Bolentín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, 21, 106-111

EISLER, M. (1902): *The Hydro-Metallurgy of copper*, London.

ELHUYAR, F (1854): "Relación de las Minas de Rio Tinto, en la provincia de Huelva, que D. Fausto Elhuyar, dirige a la Comisión especial de administración y

recaudación del crédito público." *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* V, 4 - 14; 44 - 56; 106 -120.

ESCOSURA de la, L. (1845): "De la Fundición de los minerales de las Minas de Río Tinto, Memoria escrita de orden de la Dirección General de Minas". *Anales de Mina* III, 351-373.

ESCOSURA de la, L. (1850): "Análisis de las aguas de cementación de las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* I, 299-312.

ESPINOSA MAESTRE, F. (1996): *La Guerra Civil en Huelva,* Diputación de Huelva.

ESPINOSA MAESTRE, F. (2005). *La Justicia de Queipo: Violencia selectiva y terror fascista en la II División en 1936,* Editorial Crítica.

ESPINOSA MAESTRE, F. (2012), *Guerra y Represión en el Sur de España,* Universidad de Valencia, Servicio de Publicaciones, Valencia;

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1839): *Elementos de laboreo de minas precedidos de algunas nociones sobre geognosia y la descripción de varios criaderos minerales, tanto de España como de otros reinos de Europa*. Madrid.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1851a): *Elementos de laboreo de minas precedidos de algunas nociones sobre geognosia y la descripción de varios criaderos minerales, tanto de España como de otros reinos de Europa*. Madrid.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1851b): "Observaciones sobre el actual estado y mejoras que admiten las labores de beneficio de las minas de Río Tinto, presentadas a la Dirección general del ramo por D. Joaquín Ezquerra y Bayo, octubre 1828". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* II 742 -743.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852): *Memorias sobre Las Minas Nacionales de Río-Tinto. Esplicacion razonada del plano topográfico de las minas de Rio-Tinto y de su término acotado por la Real Hacienda*, Madrid.

EZQUERRA DEL BAYO, J. (1859): Recopilación de todas las noticias que se tienen del establecimiento nacional de las minas de Río-Tinto, su marcha progresiva en los tiempos modernos y medidas que deben de adoptarse en lo sucesivo para su mejor aprovechamiento, por el Inspector general de Minas D. Joaquín Ezquerra del Bayo, en cumplimiento de la Real orden de setiembre de 1834, comunicada por Excmo. Sr. Ministro de Fomento, D. Francisco Luxan. *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* X, 37-51.

FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES (Ed.) (2009): *Geología de la Provincia de Huelva*, Lugares de Interés Geológico, Universidad de Huelva.

FERNANDEZ CALIANI, J.C. (2020): *Recuperación y puesta en valor del legado documental del ingeniero de Minas D. Isidro Pinedo Vara*, Asociación Herrerías y Cátedra Atlantic Copper – Universidad de Huelva.

FERNANDEZ CALIANI, J.C. y REQUENA ABUJETA, A.A. (1992): Minerales y Rocas Industriales de Huelva, Universidad de Sevilla, Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Huelva.

FERNÁNDEZ ESPINAR, L. C. (1997): *Derecho de Minas en España*, Comares, Granada

FERNÁNDEZ GÓMEZ DEL CASTILLO, A. Mª (2015): *Régimen Fiscal de la Minería, Propuestas para una Actividad Sostenible*, Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla

FERNÁNDEZ JURADO, J. y RUIZ MATA, D. (1986): *El yacimiento de metalúrgico de San Bartolomé de Almonte (Huelva)*, Huelva Arqueológica, 8, Huelva.

FERNÁNDEZ RUBIO, R. (Ed) (2007): *Activos Ambientales de la Minería Española*, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, Madrid.

FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2002): "Minería romana en la Faja Pirítica Ibérica", *5000 años de Minería en Huelva,* Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Huelva, 53-64.

FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2004a): "Musealización del Patrimonio Minero, la experiencia de Riotinto", *Revista de Museología*, Madrid, 54-67.

FERNÁNDEZ TRONCOSO, G. (2004b): "La protección del Patrimonio Minero en la Comarca Minera de Riotinto", *Actas de la VIII Jornadas Andaluzas de Difusión del Patrimonio Histórico*. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, 74 – 88.

FERNÁNDEZ, E. (1857): "Rápida ojeada sobre las minas de Río-Tinto y recopilación de de lo principal que se ha publicado con respecto a ellas por el ingeniero d. Eugenio Fernández", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* VIII, 607-609.

FERNÁNDEZ, E. (1862): "Rápida ojeada sobre las minas de Río Tinto y recopilación de lo principal que se ha publicado de ellas por el ingeniero D. Eugenio Fernández", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XIII, 684-718.

FERNÁNDEZ, E. (1863): "Rápida ojeada sobre las minas de Río Tinto y recopilación de lo principal que se ha publicado de ellas por el ingeniero D. Eugenio Fernández", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XIV, 24 - 36.

FERNÁNDEZ-POSSE, M.D. y SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. (1996): "Riotinto: La Memoria antigua desde la actualidad" en *Memorias Antigua de Romanos*, Clásicos de la Arqueología de Huelva 6, Diputación de Huelva , 30-86.

FERRERO BLANCO, M. D. (1994): *Capitalismo minero y resistencia rural en el suroeste andaluz. Riotinto, 1873-1900*. Diputación Provincial de Huelva;

FERRERO BLANCO, M. D. (1998); "Los sucesos de Riotinto de 1888 según los directores de la Rio Tinto Company Limited*", Revista de Historia Industrial* nº 14 , 43 – 82.

FERRERO BLANCO, M. D. (2008): "El 4 de febrero de 1888: la primera gran huelga minero agrícola de la historia contemporánea", *Catálogo de la Exposición 120 Aniversario del Año de los Tiros, 4 de febrero de 1888 – 2008. "Las teleras". Conflictos Sociales, Causas y Consecuencias*, Nerva (Huelva), Diputación Provincial de Huelva, 11-27

FERRERO BLANCO, M.D. (1988): "*Los Conflictos de febrero de 1.888 en Río Tinto. Distintas versiones de los hechos*", Huelva en su Historia 2. Huelva, 603 - 623.

FERRERO BLANCO, M.D. (1991): *Estudios sobre Río Tinto. Los Conflictos de 1888, sus antecedentes y repercusiones*. Tesina de Licenciatura.

FERRERO BLANCO, Mª D.; GARCÍA GARCÍA, C.; y VÁZQUEZ LAZO, J. M. (2007): *El Campillo de la independencia a la democracia,* Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones, Huelva

FLORES CABALLERO, M. (1981): *La venta de las minas de Río Tinto*, Diputación de Huelva, Huelva.

FLORES CABALLERO, M. (1983): *La Rehabilitación Borbónica de las Minas de Río Tinto, 1725-1810*. Diputación de Huelva. Huelva.

FLORES CABALLERO, M. (1983): *Río Tinto la fiebre minera del XIX*, Diputación de Huelva, Huelva.

FLORES CABALLERO, M. (1988): "Análisis de los principales factores que han determinado las explotaciones de las minas de Riotinto", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, 639 – 654.

FLORES CABALLERO, M. (2007): *Los Rothschild y la venta de las minas de Río Tinto en el proceso de la Ley General de Desamortización de Madoz*, Huelva,

FLORES CABALLERO, M. (2008): "El desarrollo de la Ley General de Desamortización de Madoz para vender las Minas de Río Tinto", en NAVARRO DOMÍNGUEZ, E.; RON VAZ, P.;

FLORES CABALLERO, M. (2011a): "La influencia del cambio energético y los avances tecnológicos del siglo XIX en la Faja Pirítica Ibérica". PÉREZ, J.A.; DELGADO, A.; PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, 267-288.

FLORES CABALLERO, M. (2011b): *Las fuerzas de la revolución industrial en la fiebre minera del XIX en el Suroeste ibérico.* Huelva: Fundación para la Investigación Juan Manuel Flores Jimeno.

FONDEVILLA APARICIO, J.J. (2011):" EL B.I.C. Sitio Histórico de la Zona Minera Riotinto-Nerva. Contextualización en el marco de la protección del Patrimonio Industrial Minero de la Provincia de Huelva", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 321-339.

FORNER MUÑOZ, S. (1991): "Arqueología industrial. Concepto, teoría y métodos", RAMOS, M.D.; CAMPOS, Mª. C.; MARTIN, M.A. (1991): *Arqueología Industrial (notas para un debate)*, Málaga, 23 - 36.

FRÍAS GÓMEZ, C. y SÁNCHEZ DÍAZ, F.J. (1988): "El proceso productivo anterior a la colonización inglesa". *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, 485-505.

FUMEGA PIÑEIRO, F.X.; SOBRADO PÉREZ, X.L. (2010): *As fábricas de papel na comarca do Carballiño,* O Carballiño (Ourense), Centro de Estudios Chamoso Lamas.

GARCÍA – CORTES, A. (ed. Ppal.) (2011): *Cartografía de recursos minerales de Andalucía*. IGME – Consejería de Economía, Innovación, Ciencia de la Junta de Andalucía, Madrid.

GARCÍA DE MIGUEL, J. M. (2004): "Patrimonio histórico minero: Almadén", C*ongreso de Protección legal para patrimonio arqueológico. Rutas mineras*. Ministerio de Cultura de España.

GARCÍA DELGADO, F.J. Y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011):"Patrimonio y Turismo Cultural en la Cuenca Minera", *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural* (Pérez Macías, J.A.; Delgado Domínguez, A.; Pérez López, J.M. y García Delgado, F.J., Eds.), Huelva. 461-490.

GARCÍA FERNÁNDEZ, Mª R. (1997): *Encuentro con Álvaro Alonso Barba (1569-1662). Ilustre metalúrgico de la villa de Lepe en la Andaluzia.* Huelva

GARCÍA GARCÍA, F. (2011): "Minería en los siglos XVI y XVII en la Cuenca Minera de Riotinto", en PÉREZ, J. A., DELGADO, A., PÉREZ, J. M. y GARCÍA, F. J. (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Universidad de Huelva y Fundación Río Tinto, Huelva, 197 -212.

GARCÍA GIL, J., y PEÑALVER, L. (1986): *La Arquitectura Industrial en Sevilla,* Sevilla

GARCÍA MATEO, J. L. (2000): *El material Móvil del Ferrocarril de Río Tinto.* Revista Garratt. Edita Asociación de amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera". Huelva.;

GARCÍA MATEO, J.L. y PRIETO TUR, L. (2012*): El Ferrocarril Minero de Riotinto*, Monografías del Ferrocarril/30, Barcelona.

GARCÍA PALOMERO, F. (1980): *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto*, Instituto de estudios onubenses "Padre Marchena", Excma. Diputación Provincial de Huelva. Huelva.

GARCÍA SERRERA, J., (2003): "Arqueología industrial en Canarias", *Dyna, 78/1*,6-9.

GARCÍA, C.; RUFETE, P. y FERNÁNDEZ, J. (2006): "Del Calcolítico a la Cultura Tartésica" , DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.): *Catálogo del Museo Minero de Riotinto*, Fundación Río Tinto, 57 -68.

GERDER, P. (2018) "Good Practices in underground Museums", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka, 83-57.

GHISLANZONI, M y ROMERO DACAL, M. (2014): "La zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Riotinto-Nerva como modelo de protección de un paisaje cultural", *VII Congreso Internacional de Ordenación del Territorio*, Madrid, 1-15.

GIBSON, T. (1877-1878): The Huelva Pier of the Río Tinto Railway, *Journal of the Institution of Civil Engineers*, Vol LIII, 130-163.

GIL VARÓN, L. (1984): "Las luchas obreras en Riotinto (1888-1920)", *Seis estudios sobre el proletariado andaluz 1868 – 1939,* Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba, 129 -173.

GIL VARÓN, L. (1984): *Minería y Migraciones, Río Tinto 1873-1973,* Sociedad Cooperativa Industrial Tipografía Católica, Córdoba.

GIL VARÓN, L. (1988): "Ocupación Colonial del Espacio Urbano de Riotinto", en *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*, Riotinto, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, Nerva, 787 – 828.

GODlOWSKI, J. (2018): "Cracow Saltworks", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka, 27-25

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1887): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX*, 89, 97 – 101, 128, 285, 306

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888a): "Los humos de Huelva". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX*, 128

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888b): "Los Humos de Huelva, La Supresión de las calcinaciones y sus consecuencias", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil, XXXIX* 81;

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888c): "La representación a las cortes de la Compañía de Riotinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 121;

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888d): "Los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 135.

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1888e): "Otra Solución técnica para los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX, 209 -210;*

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1890): "Los Humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 259-261, 393-395.

GÓMEZ DE LA HERA, J. (1894): "Los humos de Huelva y la Cª de Tharsis", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLV,* 179 - 180.

GÓMEZ DE SALAZAR, I. (1870): "Río-Tinto",*Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XXI, 177 - 192, 209 - 229.

GÓMEZ MENDOZA, A (2011): "La españolización de las minas de Riotinto", en PÉREZ, J. ; DELGADO, A.; PÉREZ, J.M., DELGADO, F. J. (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 393 -402

GÓMEZ MENDOZA, A. (1994): *El Gibraltar Económico, Franco y Riotinto 1936 – 1954*, Editorial Civitas, Madrid

GÓMEZ RUÍZ, A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2019): *Zalamea Romana*, Ayuntamiento de Zalamea La Real y Non plus Zalamea, Zalamea.

GONZÁLEZ CARVAJAL, T. (1831): *Noticia histórica documentada de las célebres minas de Guadalcanal, desde su descubrimiento en el año de 1555, hasta que dejaron de labrarse por cuenta de la Real Hacienda* (1780 – 1833) Tomo 1, Madrid

GONZÁLEZ FABRE, M. (2004): *Aporte científico del ingeniero de Minas D. Casiano del Prado y Valle (1797 – 1866)*, tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Archivo digital UPM, nº 416, formato pdf

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, J. (1989): *Corpus de inscripciones latinas de Andalucía*, *Vol. I. Huelva*. Sevilla.

GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2004): "Los Embarcaderos Británicos en Andalucía (Tharsis, Riotinto y Alquife)", *Presencia Inglesa en Huelva*. Punta Umbría, España. Ayuntamiento de Punta Umbria, 43-78.

GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2007): "El Muelle de

Riotinto. Características Constructivas y Estructurales". ROMERO MACÍAS, E.M. (Ed.) *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva: un Recorrido Por el Pasado*. Huelva, España. Universidad de Huelva, Servicio de Publicaciones, 483-499.

GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C., GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2003): *La Casa Museo de los Ingleses en Punta Umbría*. Ed. Gestain S. L.;

GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva*, Diputación de Huelva.

GONZÁLEZ VILCHEZ, M. (2001): El Muelle de Riotinto en Huelva. una Referencia. *En: El Patrimonio Industrial: el Cable Inglés de Almería*. Instituto de Estudios Almerienses. 2001, 51-70.

GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2001): *Los Embarcaderos de Tharsis, Riotinto y Alquife: los Tres Colosos de la Arqueología Industrial Británica en Andalucía*. Sevilla, Textos de Arquitectura. Fcfaa.

GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2011): "Los Embarcaderos Británicos de Hierro en el Siglo XIX. el Descubrimiento de Nuevos Materiales", *Materiales de Construcción,* 61/304. 621-628.

GONZÁLEZ VILCHEZ, M. y GONZÁLEZ GARCIA DE VELASCO, C. (2011b): "Presencias Arquitectónicas y Urbanísticas Inglesas en la Huelva de Hoy*", La Presencia "Inglesa" Huelva: Entre la Seducción y el Abandono,* 1, 219-242.

GONZÁLEZ, MARTÍNEZ, A. y CARVAJAL GÓMEZ, D.J. (2008): "Patrimonio geominero de la provincia de Huelva", *VI Congreso Internacional de Patrimonio Geológico y Minero*, León, 139-156.

GONZÁLEZ-TORIL, E.; LLOBET-BROSSA, E.; Casamayor, E.O.; AMANN, R. y AMILS, R. (2003): "Microbial Ecology of an Extreme Acidic Environment, the Tinto River", *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 69, nº8, 4853–4865.

GONZALO Y TARÍN, J. (1878): "Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia de Huelva", *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España,* V, 311-313.;

GONZALO Y TARÍN, J. (1878b): "Reseña geológica de la provincia de Huelva", *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España,* V, 1-138

GONZALO Y TARÍN, J. (1885): "Dos palabras acerca de la geología de Huelva". *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España,* XII, 609 -618

GONZALO y TARÍN, J. (1886): *Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España.*

GONZALO y TARÍN, J. (1888): *Memoria de la Comisión del Mapa Geológico de España. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva* II. Madrid.

GORDON CHILDE, V. (1975): ¿Que sucedió en la Historia?, La Pléyade, Buenos Aires.

GRANDE ÁLVAREZ, N. (2017): "La musealización del Patrimonio Industrial. Dos modelos de intervención en la provincia de Huelva: Casa Dirección en Valverde del Camino y Molino de Mareas "El Pintado" en Ayamonte", *Pasos* Vol. 15 nº 3, 659-672

GRIÑÁN MONTEALEGRE, M.; LÓPEZ SÁNCHEZ, M.; PALAZÓN BOTELLA, M.D.; MAS CONGOST, J.M. (2007): *El patrimonio industrial de la región de Murcia*, Asociación de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia, Murcia.

GUENYVEAU, A. (1825): *Principios Generales de metalurgia*, trad. Ángel Vallejo, París,

GUINEA ULECIA, E. (Eds.): *A real Civilization, el legado británico en la provincia de Huelva*, Huelva, 49 - 93.

GUTIÉRREZ LLORET, S. (1997): *Arqueología*. *Introducción a la historia material de las sociedades del pasado*, Alicante

HARVEY, C. E. (1980): "Copperbelt Merger: The Formation of the Rhokana Corporation, 1930-1932", *The Business History Review*, 54/3, 330-358

HARVEY, C.E. (1978): "Politics and Pyrites during the Spanish Civil War", *The economic History Review,* 31, 89-101

HARVEY, C.E. (1981): *The Río Tinto Company, an economic history of a leading international mining concern* 1873-1954, London.

HENRI RIVIÈRE, G. (1989): "Un nuevo tipo de Museo, El Ecomuseo", *La Museología, Curso de museología / Textos y testimonios*. AKAL, Barcelona, 89-220.

HERAS MORA, F.J. (2018): *Implantación Militar Romana en el Suroeste Hispano (s. II – I a.n.e), Anejos de GLADIUS*, Madrid.

HERCÉ, J.A..; LÓPEZ, S. M.; Moreno, N. y Silvia, C. (1998): *Apuntes sobre arquitectura industrial y ferroviaria en Castilla-La Mancha, 1850- 1936*, Guadalajara

HERNÁNDEZ FERNÁNDES, J., y VILA CALVO, A., (2010): "Arqueología industrial, mundo del trabajo y fuentes orales. Una aproximación interdisciplinar: el proyecto "El Mundo del Trabajo de los ferroviarios en Asturias", *Llámpara: patrimonio industrial*, 3, 71-83.

HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2007): *El Campillo, El Gran desconocido,* Ayuntamiento de El Campillo, Nerva

HORMIGÓN BLÁNQUEZ, M. (Coord.): *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencia*s, Jaca, 27 de septiembre 1 de octubre 1982, Vol. 3, Zaragoza, 337-334.

HUDSON, K. (1979): *World industrial archaeology*, Cambridge.

HUNT ORTÍZ, M. A. (1988): Consideraciones sobre la metalurgia del Cobre y del Hierro en época romana en la provincia de Huelva, con especial referencia a las minas de Rio Tinto. *Habis,* 18-19, Sevilla: 601-612.

HUNT ORTÍZ, M. A. (1988): Metalurgia antigua de la Plata, el cobre, y el hierro en las minas de Río Tinto, *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, 171 -190.

HUNT, J.P. y ORTÍZ MACHINANDIARENA, M.P. (1988): "Un cuarto de siglo de arqueología en la cuenca minera", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*, Riotinto, Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, Nerva, 219 – 230.

IBÁNEZ GÓMEZ, M.; TORRECILLA GORBEA, M.J. y ZABALA LLANOS, M. (1992): *Arqueología Industrial en Álava*, Diputación Foral de Álava, Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Universidad de Deusto, Zamudio.

IBÁNEZ GÓMEZ, M.; TORRECILLA GORBEA, M.J.; ZABALA LLANOS, M. y YANIZ ARMENDÍA, S. (1989): *Arqueología Industrial en Guipuzkoa*, Diputación Foral de Guipuzkoa, Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Universidad de Deusto, Zamudio.

IBÁNEZ GÓMEZ, M.; YANIZ ARMENDÍA, S.; ZABALA LLANOS, M.; SANTANA EZQUERRA, A. (1988): *Arqueología Industrial en Bizkaía*, Diputación Foral de *Bizkaia*, Departamento de Cultura Gobierno Vasco, Universidad de Deusto, Zamudio.

IGLESIAS GARCÍA, L. (2016): Integración Documental de la casa Carano, Proyecto Riotinto, Delegación Territorial de Cultura Huelva, inédito,

IGLESIAS GARCÍA, L. (2016): Integración documental de la Trituradora del Proceso Doetsch, Delegación Territorial de Cultura Huelva, inédito.

IGLESIAS GARCÍA, L. (2019): "Gestión del Patrimonio Histórico-Arqueológico en el Proyecto Riotinto de Atalaya Minera" en PÉREZ MACÍAS, J.A. e IGLESIAS GARCÍA, L. (Eds.) *Investigaciones en el Yacimiento Romano de Riotinto (Huelva), El Escorial 6B y su acumulación monetal*, Universidad de Huelva, Huelva, 13-44.

IPCE. (2016). *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. Madrid.

JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (1997): El Patrimonio Industrial. Algunas consideraciones relativas a su concepto y significado", *PH Boletín, 21*, 90 - 105

JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (1999): "Estado actual del Patrimonio Industrial Andaluz", en PAREJO BARRANCO, J. A. y SÁNCHEZ PICÓN, A. *Estudios en Homenaje a Jordi Nadal*, 733-745.

JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (2010): "Las Primitivas siderometalúrgicas andaluzas de los siglos XVIII – XIX" *Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*, Sevilla, 56 -64

JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C., y PÉREZ MONZÓN, J.M. (1994) (coords.): *Primeras Jornadas Ibéricas del Patrimonio Industrial y de la Obra Pública (Sevilla-Motril, 1990)*, Sevilla.

JIMÉNEZ YANGÜAS, M. y JIMÉNEZ BARRIENTOS, J.C. (2001): "Patrimonio azucarero granadino", *Narria. Estudios de artes y costumbres populares, 93 – 96*, 16-23.

JONES, G.D.B. (1980): "The Roman mines at Rio Tinto". *Journal of Roman Studies*, LXX, London. 146-165.

JULIAN, C.R. (1939-1940): "Underground Mining at Rio Tinto, Spain", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, XLIX, 237 - 312

KITH, R. (1846): "Descripción del método llamado cementación artificial según se acaba de plantear para el beneficio de la pirita ferruginosa cobriza, en el establecimiento de Río-Tinto, por el aspirante Don Roberto Kith, y adicionada por el ingeniero y profesor D. Luís de la Escosura". *Anales de Mina IV*, 353 – 377.

LABORDA YNEVA, J, BIEL IBÁÑEZ, M. P. y JIMÉNEZ ZORZO, F. J. (2000): *Arqueología Industrial en Aragón*, Caja de Ahorros de la Inmaculada de Aragón, Zaragoza.

LADERO QUESADA, M.A. (1992): *Niebla de reino a condado. Noticias sobre el Algarbe andaluz en la Baja Edad Media.* Excma. Diputación de Huelva, Huelva.

LANCHA GÓMEZ, Manuel (1993): "La ocupación francesa de Zalamea la Real", *Revista de Feria y Fiestas de Zalamea,* 47.

LAWFORD, E.G. (1952): *The Mining and preparation of Pyrites for Acid Making*, The Fertiliser Society, London, 2- 34

LAZNICKA, P. (1999): "Quantitative relationships among giants deposits of metals", *Economic Geology* 94, 455-473.

LEISTEL, J. M. - MARCAUX, E.; DESCHAMPS, Y. (1998), "Chert in the Iberian Pyrite Belt", *Miner. Depos. 33*, 59-81.

LEWIS G.R.T. (1934): *Braking of Ore Train on the Rio Tinto Railway,* Manuscrito Inédito Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto.

LINARES CATELA, J.A. (2011): *Territorios, Paisajes y Arquitecturas Megalíticas, Guías del Megalitismo en la Provincia de Huelva*, Consejería de Cultura, Sevilla.

LOCUTURA, J. (2011): "Descripción de las mineralizaciones de la zona Sudportuguesa. Dominio septentrional. Bloque Central (Minas de Riotinto, escama Nerva). GARCÍA – CORTES, A. (Ed.) *Cartografía de recursos minerales de Andalucía*. IGME – Consejería de Economía, Innovación, Ciencia de la Junta de Andalucía, Madrid.

LÓPEZ AZCONA, J.M. (1988): "Mineros destacados del siglo XIX, Ramón Rúa Figueroa y Fraga (1825 – 1875)", *Boletín Geológico y Minero, XCIX – III,* 139 - 143.

LÓPEZ DE AZCONA, J.L. (1984): "Mineros destacados del siglo XVIII, Casiano del Prado y Valle (1797 – 1866)", *Boletín Geológico y Minero,* XCV-V, 494-499.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1987): "Mineros destacados del siglo XVIII, Francisco Angulo (17..-1815), Primera Dirección General de Minas (1788 – 1815)", *Boletín Geológico y Minero, XCVIII-VI,* 142 -143

LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1988): "La Segunda Dirección General de Minas (1825 - 1849)", *Boletín Geológico y Minero, XCIX-I*, 125-131.

LÓPEZ MORELL, M.A. (1997): "El acuerdo de creación de creación de la Asociación de Productores de Piritas de 19 de julio de 1923: un ejemplo de organización de oligopolios ante la crisis de la posguerra", *Revista de Estudios Regionales, 47*, 265-291.

LÓPEZ MORELL, M.A. (2005): *La casa Rothschild en España (1812-1941)*, Marcial Pons, Madrid.

LÓPEZ MORELL, M.A. (2011): "Los Rosthchild en Río Tinto. Propiedad y control de un gigante minero", GALÁN GARCÍA, A. (Ed.) *La Presencia "inglesa" en Huelva: entre la seducción y el abandono*, UNIA, 71 -101.

LÓPEZ MORELL, M.A. (2015): Rothschild, una historia de poder e influencia en España, Marcial Pons, Madrid.

LÓPEZ MORELL, M.A. y O´KEAN, J.M. (2009): "Buscando y construyendo monopolios. Estrategias de los Rothschild en los mercados internacionales de los metales no ferrosos (1830 – 1940), *Primer encuentro de la Asociación Española de Historia Económica*, Barcelona.

LÓPEZ-ARCHILLA, A.I.; MARÍN, I. y AMILS, R. (2001): "Microbial Community Composition and Ecology of an Acidic Aquatic Environment: The Tinto River, Spain", *Microbial Ecology* 41, 20-35.

LOSADA MARTÍN, E. (2006): "La Arquitectura Británica en Riotinto: Viviendas, Club Inglés y Capilla Presbiteriana", en DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.), *Catálogo del Museo Minero de Riotinto,* Fundación Río Tinto, Sevilla, 157-162.

LUNG, T.N. (1986): "The History of copper cementation on iron – The world´s firts hydrometallurgical process from medieval China", *Hydrometallurgy* 17, 113 - 129

LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. (1968): "Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular". *Archivo Español de Arqueología* 41, 101-120.

LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. (1975) Antigüedades romanas en la provincia de Huelva. *Huelva, Prehistoria y Antigüedad*, Madrid, 269 – 320.

LUZÓN NOGUÉ, J. Mª. y RUIZ MATA, D. (1970): "El poblado minero romano de Riotinto", *Habis* 1, 125-138.

MADOZ IBÁÑEZ, P. (1849): *Diccionario Geográfico – Estadístico – Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*, Tomo XIII, Madrid.

MAFFEI y RAMOS, E. (1868):"Bibliografía Minas de Río Tinto estudios sobre la explotación y el beneficio de sus minerales por D. Ramón Rúa Figueroa", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, XIX*, 212 -218.

MAFFEI y RAMOS, E. y RÚA FIGUEROA, R. (1871) *Apuntes para una Biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y á las ciencias auxiliares*, tomo I, Madrid

MAFFEI y RAMOS, E. y RÚA FIGUEROA, R. (1872) *Apuntes para una Biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y á las ciencias auxiliares*, tomo II, Madrid

MAFFEI y RAMOS, E.(1868):"Bibliografía Minas de Río Tinto estudios sobre la explotación y el beneficio de sus minerales por D. Ramón Rúa Figueroa", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, XIX*, 212 -218.

MAFFEI Y RAMOS. E. (1879): *Economía Minera, lecciones de legislación de minas y de economía industrial con aplicación á la minería, explicadas en la Escuela de minas,* Imprenta Lapuente, Madrid.

MAFFEI y RAMOS; E (1874): "Necrológica Ramón Rúa Figueroa", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XXV, 409;

MAFFEI, E. (1875): "Biografía D. Antonio Luis Anciola"*, Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería XXVI*, 61 - 62.

MAFFEI, E. (1878): "Biografía Excmo. Sr. D. Luis de la Escosura y Morrogh". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, X*, 379-380.

MAILLO SALGADO, F. (1987): *Vocabulario básico de Historia del Islám.* Madrid, 99.

MAMBY, E. O. (1851): "Noticias sobre las minas de Río-Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* II, 609-621.

MANERA, C., y PETRUS, J.M. (Coords.) (1991): *Del taller a la fàbrica, el procés d'industrialització a Mallorca*, Palma de Mallorca.

MANRIQUE GARCÏA, J. Mª.; MOLINA FRANCO, L. (2006): *Las armas de la Guerra Civil Española, primer estudio global y sistemático del armamento empleado por ambos contendientes,* Esfera de los Libros, Madrid.

MANSILLA PLAZA, L. (2000): "La Metalurgia del Mercurio en Almadén durante la época colonial (1550 – 1800)", SÁNCHEZ GÓMEZ, J. y MIRA DELLI-ZOTTI, G. (Coords.), *Hombres, técnica, plata: Minería y sociedad en Europa y América. Siglos XVI-XIX*, Sevilla, 63-75.

MANSILLA PLAZA, L. (2013): *Metodología para la valoración de Patrimonio Minero Industrial de Castilla La Mancha*, Córdoba, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.

MANSILLA PLAZA, L. (2015):"La recuperación patrimonial de la actividad minera: la puesta en valor de las minas de Almadén (Ciudad Real)", LÓPEZ BALLESTA, J.M. (Coord.) *Minería y metalurgia en el mediterráneo y su periferia oceánica: III Encuentros Internacionales del Mediterráneo PHICARIA,* Mazarrón, 17-36.

MANSILLA PLAZA, L. y IRAIZOZ FERNÁNDEZ, J. Mª. (1995): La Metalurgia del mercurio: desde Plinio a los hornos de Xaecas", *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular*, León 26 al 29 de septiembre de 1995, Colegiata de San Isidoro , 512-517.

MANTECÓN JARA, J.M. (2011): "Parque Minero de Riotinto, Cuenca Mienera de Riotinto, Huelva", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. Y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural,* Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, 619 -637.

MANTECÓN JARA, J.M. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2008): "Parque Minero de Riotinto, Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)", ALONSO SÁNCHEZ, J y CASTELLANO GÓMEZ, M. (Coord.), *La Gestión del Patrimonio Cultural, apuntes y casos en el contexto rural andaluz*. Edita Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía (ARA), Granada, 195-21

MÁRMOL, E. (1935): *Minas de Río Tinto, reportaje de actualidad*, Madrid.

MARTÍN HERNÁNDEZ, C. (2017): "Metal trade of the Phoenicians in Huelva", *2 Conferencia sobre Minería en la Historia Europea, actividades mineras antiguas y su impacto en el Medio Ambiente y las Sociedades Humanas*, Innsbruck, 191-199.

MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853) "Sobre beneficio de los minerales de Río-Tinto*". Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 419-422.

MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. (1853): "Nuevos procedimientos para el beneficio de los minerales de cobre con ganga de pirita". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 617-639.

MARTÍNEZ ARIZA, J. (1849): *Reflexiones sobre la utilidad de la permanencia de la Casa de la Moneda y Cobrería de Jubia*, Madrid

MARTÍNEZ MARCOS, J. (1823): *Memoria sobre la Cementación de Río Tinto. Minas de Riotinto*, 15 de diciembre de 1.823

MARTINEZ MARIN, A. (1985): *Arqueología Industrial en Almería*, Almería (inédito).

MARTÍNEZ MATÍA, A.; ROMANO VALLEJO, M. Y APRAÍZ SAHAGÚN, A. (2019) *Patrimonio Industrial en Navarra,* Gobierno de Navarra, Fondo de Publicaciones, Pamplona.

MARTÍNEZ NAVARRO, A. J. (2008): "La guerra en nuestra provincia" *Huelva Información*, 1 de mayo de 2008, https://www.huelvainformacion.es/opinion/articulos/guerra-provincia_0_145786041.html, consultado 27/12/2019.

MARTÍNEZ, F. PAVÓN, P. Y LORENZO, J. P. (1990) "Aportación al estudio de los entalles romanos: tres piezas del Cerro del Moro (Nerva, Huelva)", *Cuadernos del Suroeste,2*, 140 - 149.

MAYORGA RAMOS, R. y ORDOÑEZ RODRIGUEZ, C. J. (1988) "Un Itinerario didáctico por el Ferrocarril de Riotinto", I *Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto,* Huelva. 401-412.

MAYORGA RAMOS, R.; ORDOÑO RODRÍGUEZ, C. J.; SÁNCHEZ DÍAZ, F. J. (1988) *Marcha por el Tinto,* Asociación Arrayán, Sevilla.

MAZARRASA MOWINCKEL, K. y SARIEGO LÓPEZ, I. (2018): "Una propuesta de Turismo Industrial en Cantabria", *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 73 – 90. http://www.ijosmt.com/index.php/ijosmt/issue/view/18

MELLADO, D.; GONZÁLEZ CLAVIJO, E.; TORNOS, F.; CONDE, C. (2006): "Geología y estructura de la Mina de Río Tinto (Faja Pirítica Ibérica, España)", *Geogaceta* 40, Madrid, 231-234.

MENGUIANO ROMERO, Mª T. (2018): *La Guerra de la Independencia en la Sierra de Huelva*, Diputación Provincial de Huelva, Huelva.

MIÑANO Y BEDOYA, S. (1827*): Diccionario geográfico – estadístico de España y Portugal*, tomo VII, Madrid.

MOJARRO BAYO, A. M. Y ROMERO MACÍAS, E. M., (2012): "El Puerto de Huelva y El Resurgir de la Minería (1873-1930)", *Boletín Geológico y Minero*, 123 (1): 3-15, 4.

MONASTERIO CORREA, J. (1870): *Observaciones sobre la venta de las Minas de Riotinto,* Madrid.

MONASTERIO Y CORREA, J. (1870): "Sobre las ventas de las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XXI, 294 – 296.

MONESTERIO, J. (1866): "Necrológica de Casiano del Prado", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería,* XVII, 417 – 419

MORALES YAGO, F.J. (2015) "La Sierra de Cartagena – La Unión (Murcia): Un ejemplo de actividad Turística a través del Patrimonio Minero", *Papeles de Geografía, 61*, 77-96.

MORENO BOLAÑOS, A. (1915): *Fraude fiscal de R.T.C.L. durante la Dictadura de Primo de Rivera Caso Harry Pilkington – 1928 - Rio Tinto Company Limited*. Inédito

MORENO BOLAÑOS, A. (2011): "Mineral extraído en minas de Río tinto 1725 – 2002", PÉREZ, J.A.; DELGADO, A.; PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, 761-772.

MORENO BOLAÑOS, A. (2011): *Fraude fiscal de R.T.C.L. durante la Dictadura de Primo de Rivera Caso Harry Pilkington – 1928 - Rio Tinto Company Limited*. Inédito

MORENO BOLAÑOS, A. (2016): *Génesis del Anarquismo en Minas de Río Tinto, Maximiliano Tornet como paradigma y su papel en el "año de los tiros"*. Círculo rojo, Almería.

MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2017): *Estudio y digitalización de las Actas Capitulares del Ayuntamiento de Minas de Riotinto* (1902-2015). Inédito.

MORENO BOLAÑOS, A. y HERNÁNDEZ VALLECILLO, G. (2020: *Memoria Vindicada. 1936-1939, Estudio de la "Memoria Histórica" en la Cuenca Minera de Río Tinto. A la luz de las fuentes documentales*, Ayuntamiento de Minas de Riotinto, Almería, 107 -108.

MORENO MUÑOZ, M. (2019): "Nuevas herramientas para la difusión del Patrimonio Industrial: Videojuegos", *II Concreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública,* FUPIA, Sevilla, 307-320.

MORÍS MENÉNDEZ-VALDÉS, G. (1986): "Patrimonio industrial asturiano: testimonios para una historia de lo cotidiano", *Ábaco* 1, 23-26.

MOSQUERA PÉREZ, C.; NAVARRO DE PABLOS, J.; NAVAS CARRILLO, D. y MOSQUERA ADELL, E. (2020): "La Zona Patrimonial de la Cuenca Minera de Riotinto – Nerva. Trayectoria y retos patrimoniales de futuro", Actas I Simposio anual de

Patrimonio Natural y Cultural, ICOMOS España, 21-23 de noviembre 2019, Madrid, 493-503

MÜLLER, S. (2018): The Visitor´s mine of the German Mining Museum, 80 years of experience in developing and operating", *International Conference of Mining and Underground Museum*, Wieliczka ,263-265.

MUÑIZ COELLO, J. (1982): *El régimen Fiscal de la España Romana, República y Alto Imperio*, Pórtico, Madrid.

NADAL i OLLER, J. (1975): *El fracaso de la Revolución Industrial en España 1814 – 1913*, Ed. Ariel, Barcelona.

NAHARRO QUIRÓS, E. (2005): "La legislación de minas y la regulación de sociedades en la segunda mitad del siglo XIX. La ley de sociedades especiales mineras de 6 de julio de 1859", *Anuario de la Facultad de Derecho*, vol. XXIII, 379 – 400.

NARBONA MÁRQUEZ, S.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A.; CABELLO LÓPEZ, F.; CAMPOS TORRADO, A.; REGALADO OTEGA, M.C. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2017): *30 años, Fundación Río Tinto, para la Historia y de la Minería y de la Metalurgia, Patrimonio Minero Industrial conectando pasado, presente y futuro,* Sevilla.

NASH, W.G. (1904): *The Rio Tinto Mines its history and romance*, London.

NAVARRO DOMÍNGUEZ, E.; RON VAZ, P.; GUINEA ULECIA, E. (Eds.): *A real Civilization, el legado británico en la provincia de Huelva*, Huelva.

NOCETE CALVO, F., Coord., 2004: *Odiel. Proyecto de investigación arqueológica para el análisis del origen de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*. Monografías de Arqueología 19. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla.

NOCETE F., ÁLEX E., NIETO J.M., SÁEZ R. y BAYONA M.R. (2005b): "An archaeological approach to regional environmental pollution in the south-western Iberian Peninsula related to Third millennium BC mining and metallurgy". *Journal of Archaeological Science,* vol. 32(2005), 1566-1576.

NOCETE, F. y NOCETE, F.J. (2015): *Mil años de historia escrita en cobre y oro*, Fundación Atlantic Copper / Universidad de Huelva, Huelva.

NOCETE, F., LIZCANO, R. y ORIHUELA, A., 2004: "La excavación de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)". NOCETE, F., Ed.: *Odiel: Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*, pp. 107-127. *Monografías de Arqueología 19*. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla.

NOCETE, F., LIZCANO, R., LINARES, J. A., ESCALERA, P., ORIHUELA, A., PÉREZ, J. M., RODRÍGUEZ, M., GARRIDO, N., AQUINO, N., ALCÁZAR, J.M. y ÁLEX, E. (2001): "Segunda campaña de excavación arqueológica sistemática en el

yacimiento de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)". *Anuario Arqueológico de Andalucía 1997*, vol. II, pp. 107-111.

NOCETE, F., LIZCANO, R., NIETO, J. M., ÁLEX, E., INÁCIO, N., BAYONA, M. R., DELGADO, A., ORIHUELA, A. y LINARES, J. A. (2004): "La ordenación espacio- temporal de Cabezo Juré". En NOCETE, F., Ed.: *ODIEL: Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*, pp. 129-239. Monografías de Arqueología 19. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla.

NOCETE, F., LIZCANO, R., ORIHUELA, A., LINARES, J. A., OTERO, R., ESCALERA, P., PARRALES, P. y ROMERO, J. C. (1999a): "I campaña de excavación arqueológica de Cabezo Juré (Alosno, Huelva), 1995". *Anuario Arqueológico de Andalucía 1994*, vol. II, pp. 86-92.

NOCETE, F., ORIHUELA, A. y PEÑA, M. (1993): "Odiel. 3000-1000 A.N.E. Un modelo de

NOCETE. F., SÁEZ, R., NIETO, J. M., CRUZ-AUÑON, R., CABRERO, R., ÁLEX, E. y BAYONA, M. R. (2005a): "Circulation of silicified neolitic limestone blades in South-Iberia (Spain and Portugal) during the third millennium ANE: an expresion of a core/periphery framework". *Journal of Anthropological Archaeology*, vol. 24 (2005), pp. 62-81.

OJEDA CALVO, R. (2006): "La Rota del Museo de Huelva: apuntes sobre el origen, adscripción, uso y funcionalidad de una rueda de evacuación de agua hallada en Minas de Riotinto". *Rueda elevadora de agua de las minas de Riotinto: Memoria de Intervención, Cuadernos PH 18*, 10-39.

OLAIZOLA ELORDI, J.J. (2004) "Museo Vasco del Ferrocarril", *Burnibidearen Euskal Museoa", KOBIE (Serie Anejos), 6, vol. 2*, Bizkaiko Foru Aldundia-Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao, 751 – 756.

OLESON, J.P. (1984) *Greek and Roman Mechanical Water-lifting devices: The History of a Technology.* University of Toronto Press, Toronto.

ORCHE AMARÉ, P. (2017): A*nálisis de la evolución de la actividad extractiva del hierro en El Pedroso, Provincia de Sevilla, con especial atención a la prevención de riesgos laborale*s, Universidade de Vigo, Tesis Doctoral, inédita.

ORCHE AMARÉ, P.; MARTÍNEZ GIRÓN, A.; y VÁZQUEZ MORA, M. (2019): "Recorridos para conocer el Patrimonio Geológico y Minero en el entorno de la Faja Pirítica Ibérica: Una forma de conectar España y Portugal gracias al Proyecto Interreginal POCTEP GEO – FPI", *II Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública,* FUPIA, Sevilla, 363-377.

ORTÍZ MATEO, M. (2004): "La explotación de Riotinto por la Real Hacienda (1783-1829)", *De Re Metallica* 4, 65-74.

ORTIZ MATEO, M. (2006): "La Minería de Riotinto desde su Rehabilitación (1725) a 1783", *De Re Metallica* 6-7, 29-34.

ORTÍZ MATEO, M. (Inédita): *Aproximación a la minería y metalurgia de Minas de Río Tinto desde la antigüedad al siglo XIX*. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva.

ORTÍZ MATEO, M. y ROMERO MACÍAS, E. (2004): "La metalurgia en las Minas de Riotinto, desde su rehabilitación al alquiler del Marqués de Remisa (1725 – 1849) y obtención de indicadores ambientales del consumo de combustible en los procesos metalúrgicos", *Boletín Geológico y Minero 115 (1),* 103-114.

ORTIZ, M.; FORTES, J.C.; ROMERO, E.; DÁVILA, J.M. y PRIETO, J.J. (2010): "La metalurgia de Riotinto durante el período de su rehabilitación (1725 – 1783)". ROMERO MACÍAS, E. (Eds.) *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo local sostenible*, 593-599.

OSWALD DYKES, J (1899): *Memorials of Hugh Matheson*, Hodder & Stoughton, London

PALERO FERNÁNDEZ, F. (1999): "Geología y Metalogenia, Riotinto Cuna de la minería", *Bocamina 4*, 12-26, Madrid.

PALMER, M; NEAVERSON, P. (2005): *Industrial Archaeology. Principles and Practice*. Londres y Nueva York.

PALMER, R.E. (1926-1927): "Notes on some ancient mining equipments and systems". *Transactions Institute of Mining and Metallurgy,* XXXV, 299-336.

PARDO ABAD, C. (2017): "The post-industrial landscapes of Riotinto and Almadén, Spain: scenic value, heritage and sustainable tourism". *Journal of Heritage Tourism*, 12(4), 331-346;

PARDO, C.J.(2004): *Vaciado industrial y nuevo paisaje urbano en Madrid. Antiguas fábricas y renovación de la ciudad*, Madrid.

PASCUAL I DOMÈNECH, P. y NADAL I OLLER, J. (2008): *El Coure, 1. Producció i consum a l´era industrial,* Fundació La Farga / La Farga Group. Barcelona.

PELLICER CATALÁN, M. (1983): "El yacimiento protohistórico de Quebrantahuesos (Riotinto, Huelva)". *Noticiario Arqueológico Hispánico* 15. Madrid, 59 -91.

PELLICER, M. y HURTADO, V. (1980): *El poblado metalúrgico de Chinflón (Zalamea la Real, Huelva)*, Sevilla.

PEÑA GUERRERO, M. A. (2000): *El tiempo de los franceses. La Guerra de la Independencia el suroeste español.* Almonte, Ayuntamiento de Almonte.;

PEÑA GUERRERO, M. A. (2010): "¿Guerra de conquista o guerra de requisa? La Guerra de la Independencia en la provincia de Huelva", DELGADO, J. M. (dir.): *Andalucía en guerra, 1808-1814*. Jaén, Universidad de Jaén, 187-197.

PEÑA GUERRERO, M.A. (1995): "*El tiempo y las Fuentes de su Memoria Historia Moderna y Contemporánea de la Provincia de Huelva, Tomo IV, La Provincia de Huelva en los siglos XIX y XX,* Huelva.

PEÑA GUERRERO, M.A. (2006): "Guillermo Sundheim y el ferrocarril. Un modelo de inversor extranjero en el sector ferroviario español", EMILIO M. ROMEO MACÍAS (ed.) *Los ferrocarriles de la provincia de Huelva: un recorrido par el pasado. Huelva: Universidad de Huelva*, 51-76.

PEÑA GUERRERO, M.A. (2008): "Capital extranjero y modernización económica: la agenda empresarial de Guillermo Sundheim (1840-1903)", ELOY NAVARRO; PILAR RON, Y MERCEDES GUINEA (eds.), "A Real Civilization", *El legado britanico en la provincia de Huelva. Punta Umbría (Huelva)*, Huelva, 15-48

PEÑA GUERRERO, M.A. (2015): "Wilhelm Sundheim y la recuperación del americanismo a finales del siglo XIX", *Actas de las Jornadas de Historia sobre el Descubrimiento de América, tomo III, Jornadas VII, VIII, IX y X,* UNIA y Ayuntamiento de Palos de la Frontera, 180 – 210.

PEREIRA GONZÁLEZ, D. (2008): *Elaboración do inventario do patrimonio marítimo pesqueiro no ámbito das confrarías de pescadores de Muros, Lira, O Pindo, Fisterra e Laxe,* A Coruña: Fundación Lonxanet para la Pesca Sostenible, http://pindomarino.org/arquivos/Informe_Memoria_Inventario_Pat_Cult_191208.

PEREJIL DELAY, A. (1998): *Ferrocarriles Mineros de la Provincia de Huelva. Monografía Garrat*t.

PÉREZ CEBADA, J.D. (1999): "Conflictividad Social y contaminación atmosférica en la Cuenca Minera Onubense". RUÍZ BALLESTEROS, E. (Coord.) Cultura Minera en Andalucía Demófilo. Fundación Machado. 67-81.;

PEREZ CEBADA, J.D. (2008): "Historia de la contaminación minera en España, med. S. XIX – med. S. XX", Boletín Geológico y Minero 119, nº3, 383-398.

PÉREZ CEBADA, J.D. (2014): *Tierra devastada, historia de la contaminación minera*, Sintesis, Madrid;

PÉREZ LÓPEZ, J. M (2006): "1888 El año de los Tiros", DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.) *Catálogo del Museo Minero de Riotinto*, Fundación Río Tinto, Sevilla, 51-57.

PÉREZ LÓPEZ, J. M (2007e): *La cementación artificial como causa de conflictividad socioeconómica en las minas de Rio Tinto. El año de los tiros*. Coloquio Internacional de Annaberg, 411-426.

PÉREZ LÓPEZ, J. M y FLORES MILLÁN, P. (1999): "La nacionalización de las minas. El Campillo", *Historia de la Provincia de Huelva,* 64. Editorial Mediterráneo. Huelva Información. Huelva.

PÉREZ LÓPEZ, J. M. (2000): "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", XXXVII *Congreso de la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Ferrocarril, Revista Garrat* nº 4, Edita Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera", Huelva;

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (1994): *Las calcinaciones al aire libre: Las teleras los conflictos sociales de febrero de 1.888, causas y consecuencias*. Fundación Río Tinto.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2002): "A la búsqueda de nuevas tecnologías para la explotación de las minas de Río Tinto", *5000 años de Minería en Huelva,* Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de Huelva, *65-79*.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2003): "El Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto, Experiencia en la organización de un archivo de empresa" *ANABAD,* 53 (1), 9-24.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2003b): "El Parque Minero de Riotinto". *Boletín PH.* IAPH, 45, 52 – 57.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007a): *Sindicalismo minero en Huelva, la Huelga de 1913 en Río Tinto, como paradigma de acción colectiva desde los órganos de representación obrera*. ADR Cuenca Minera

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007b) "El Ferrocarril Minero de Río Tinto", ROMERO MACÍAS, E. (ed.) *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.* 229-272.;

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007c) "El Ferrocarril Minero de Peña de Hierro, dos modelos de explotación ferroviaria", ROMERO MACÍAS, E. (ED.), *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado.* 293 -321

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2007d): "Cementación artificial como causa de conflictividad socio-económica en las minas de Río Tinto, El año de los tiros*", Coloquio Internacional de Annaberg Proyecto Agrícola,* 411-426.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008): "El año de los tiros a través de su rastro documental y las Fuentes hemerográficas", *Catálogo de la Exposición 120 Aniversario del Años de los tiros, 4 de febrero de 1888-2008. Las Teleras conflictos sociales, causas y consecuencias*, 29-60

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2008b): *Guía e instrumentos de descripción del Archivo Histórico Minero Fundación Río Tinto,* Fundación Río Tinto, Sevilla.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): *Proceso de emancipación de la villa de Nerva a través de las fuentes documentales*. Nerva.

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2011a): "Recuperación y Gestión del Patrimonio Documental. El Archivo Histórico Minero de Fundación Río Tinto", PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M (Eds.) (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero*

y Turismo Cultural. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 529-546

PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2011b): "Nuevas interpretaciones sobre los sucesos de "el año de los tiros", a partir de los acuerdos plenarios y otras fuentes documentales. La solución del enigma "Tornet". PÉREZ, J.A.; DELGADO, A., PÉREZ, J.M. Y GARCÍA, F.J. (Eds.) *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural.*557-573-

PÉREZ LÓPEZ, J.M. y ROMERO MACÍAS, E.M. (2008): "Actuaciones sobre el patrimonio minero-industrial de la provincial de Huelva, Cuenca Minera de Riotinto (Huelva)", *Pasos,* 6, 83-96.

PÉREZ LÓPEZ. J.M. (1999): "Fundación Río Tinto, como centro de investigación de la minería", *Demófilo, Revista de Cultura Tradicional, 32*, 295-396

PÉREZ MACÍAS, J. A. – MARTINS, A. – BUSTAMENTE, M. – DELGADO, A. (2009): "De *Praesidium* a *vicus metallum,* El poblado minero en el Suroeste peninsular", *Andalucía Romana y Visigoda. Ordenación y vertebración del territorio*, Roma, 37 -64.

PÉREZ MACÍAS, J. A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A (Eds.) (2007a): *Las Minas de Riotinto en época Julio Claudia.* Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva.

PÉREZ MACÍAS, J. A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2009). *Elaboración de la Documentación Técnica sobre el Patrimonio Industrial Minero del Sitio Histórico de Riotinto. B090579V21HU.* Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Huelva.

PÉREZ MACÍAS, J. A.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2007b): "Tecnología metalúrgica en Riotinto y el SO Ibérico desde la edad del bronce a la edad media", *Coloquio Annaberg (Alemania)*, 281 - 308.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1985). Excavaciones de Urgencia en la necrópolis romana del Stock de Gossan (Riotinto, Huelva). *Anuario Arqueológico de Andalucía/1985, III*. Sevilla, 187-192.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): «El poblado minero de Riotinto (Huelva). Determinantes de su dispersión. En *Arqueología Espacial.* Teruel, 135 – 145.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1990): *El cerro del Moro. Campaña Arqueometalúrgica de 1984*. Nerva

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996) *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*, Universidad de Huelva, Huelva.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1998) *Las Minas de Huelva en la Antigüedad.* Huelva, Diputación Provincial de Huelva.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1999): "Cerro Salomón y la minería hispanomusulmana en el Garb

Al Andalus", *Arqueología Medieval, 6*, 19-37.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2006): "Antecedentes", DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (Coord.) Catálogo del Museo Minero de Riotinto, Fundación Río Tinto, Sevilla, 15-19.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2008): "La Producción metalúrgica en el en el Suroeste de Al-Andalus", CANTO GARCÍA, A. y CRESSIER, P. (2008), *Minas y metalurgia en al-Andalus y Magreb occidental, explotación y poblamiento*, Casa de Velázquez, Madrid, 179 – 207.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2009): "Lapicidinae ad metalla". *Marmora Hispana. Explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania romana*. Roma: 339-364.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2018): *Fortificaciones Romanas en el área Minera de Huelva*, Universidad de Huelva.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2019a): Metalurgia del escorial número 6 de Riotinto, PÉREZ, J.A. e IGLESIAS, L. (Eds.) Investigaciones en el yacimiento romano de Riotinto (Huelva), El escorial 6b y su ocultación monetal. 79 – 114;

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2019b): "La Minería Metálica en Al-Andalus", DELGADO PÉREZ, Mª. M. y PÉREZ AGUILAR, L. G (Eds.): Economía y Trabajo, las bases materiales de la vida en Al-Andalus, Alfar Universidad, Sevilla, 121-154.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2020): "Gestión y producción en *los metalla caesaris* de la faja pirítica ibérica: epigrafía y arqueología", *Onoba* 8, 17-34.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (2020): "Los distritos mineros de Al-Andalus", PALMA, M.F. y LÓPEZ, V. (Eds.) *O territorio e a gestão dos recursos entre la antiguidade tardía e o período islámico.* Editorial Alhulía, Nakla Col. Arqueología y Patrimonio, Granada, 361-398.

PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011): "Ingeniería minera antigua y medieval en el Suroeste Ibérico", *Boletín Geológico y Minero 122 (1)*, IGME, 3-16.

PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2011b): "El *castellum* de El Castillejo (El Campillo, Huelva): explotación romano-republicana en Riotinto", PÉREZ, J.A.; DELGADO, A.; PÉREZ, J. M. y DELGADO, F. J. (Eds.), *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*, Huelva, 45-75.

PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2012): "Paisaje y territorio de Riotinto en época romana", ZARZALEJOS, M.; HEVIA, P. Y MANSILLA, L. (Eds.), *Paisajes Mineros Antiguos en la Península Ibérica. Investigaciones y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue*, 47-67.

PÉREZ MACÍAS, J.A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2012b): "Obras de romanos en Riotinto según las noticias de los Ingenieros de Minas de los siglos XVIII y XIX". *ITÁLICA, Revista de Arqueología Clásica de Andalucía*, 1, 87-103.

PÉREZ MACÍAS, J.A. y FRÍAS GÓMEZ, C. (1989): "La necrópolis de la Parrita (Nerva, Huelva) y Los inicios de la metalurgia de Plata en las minas de Río Tinto" en Cuadernos del Suroeste nº1, Huelva, 11-22

PÉREZ PLAZA, A. (Coord.) (2008): *El paisaje industrial en Andalucía. Jornadas europeas de patrimonio*, Consejería de Cultura, Sevilla.

PÉREZ VILLAR, G. (2006): "Unha ruta turística polos muíños do río Belelle", *Revista de Neda: anuario cultural do Concello de Neda*, nº 9, Pérez Grueiro, M. (Dir), Concello de Neda, Neda, Coruña, 158-175.

PÉREZ, J. A. – SCHATTNER, TH. G. – GIMENO, H. – STYLOW, A. U. (2008): "¿Claudius und Livia in Urium? Ein Statuenfund im Erzrevier von Riotinto (Prov. Huelva)", *Madrider Mitteilungen* 49, 302-340.

PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; REGALADO, C. (2012): "El asentamiento romano en el paraje de Marismilla (Riotinto-Nerva, Huelva)", J. A. PÉREZ - J. L. CARRIAZO - B. CEBALLOS (eds.), *Paisajes, Tiempos y Memoria*, Huelva, 45-83.

PÉREZ, J.A., GÓMEZ, F., ÁLVAREZ, G., y FLORES, E. (1991): *Documentación de la minería antigua en las minas de Riotinto*. Huelva.

PÉREZ, J.A., GÓMEZ, F., ÁLVAREZ, G., y FLORES, E. (1991): *Documentación de la minería antigua en las minas de Riotinto*. Huelva.

PÉREZ, J.A.; MACÍAS, R. y RABADÁN, M. (2019): Fortificación Romana y Minas en el Barranco Abadejo (Paterna del Campo, Huelva), *Onoba* nº 7, 237 – 253.

PÉREZ, J.A.; MARTÍNEZ, F. y FRÍAS, C. (1990): *Explotaciones romanas de Campofrío, fundos metalúrgicos y vías romanas en el Cinturón Ibérico de Piritas,* Ayuntamiento de Campofrío, Lepe.

PERÍS SÁNCHEZ, D. (2020): *Paisajes Industriales de Castilla La Mancha*, bubok, Ciudad Real.

PERIS SÁNCHEZ, D. (Coord.) (1995): *Arquitecturas para la Industria en Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo.

PERIS TORNER, J. (2012): "Pontevedra a Santiago (The West Galicia Railway Company Limited)", *Ferrocarriles de España,* http://www.spanishrailway.com/2012/03/06/pontevedra-a-santiago-the-west-galicia-railway-company-limited/

PINEDA LUNA, F. (2016): *Memorias recuperadas. El Campillo-Salvochea,* Diputación Provincial de Huelva, Huelva.

PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva*, su historia, minería y aprovechamiento, editorial Summa, Madrid

PIOTROWSKA. K. (2018): "Royal Salt Mines in Wielickka and Bochna – 40 years on the UNESCO World Heritage list". Cracow Salworks Museum in Wieliczka, International Conference of Mining and Underground Museum, 51-57.

POTTS, H.R. (1928-1929): "Present day Smelting Practice at Rio Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, XXXVIII, 421-430

POTTS, H.R. (1929): "Notes on converting Low grade Matte at Río Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, XXXVIII, 431-449

POTTS, H.R. (1947 - 1948): "Further notes on Converting Practice at Río Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy,* LXVIII, 337-375

POTTS, H.R. y LAWFORD, E.G. (1948): "Recovery of sulphur from Smelter Gases by the Orkla Process at Rio Tinto", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy* LXVIII, 427-516.

PRADO del, C. (1856): *Minas de Río-Tinto, Memorias sobre el estado que ofrecían sus diversas dependencias al finalizar la empresa que las había llevado en arrendamiento desde el 24 de abril de 1829, hasta igual día de 1849: las cuales fueron escritas y remitidas al ministerio de Hacienda para que pudiesen tenerse presentes en la liquidación final de la misma*, Madrid.

PRADO del, C. (1851): "Minas de Río Tinto, de sus circunstancias e importancia", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* II, 97 – 112.

PUCHE RIART, O. (2004): "Casiano del Prado y Valle", *Pioneros de la Arqueología en España del siglo XVI a 1912*, Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid, 79 – 86

PUCHE RIART, O.; HERVÁS EXOJO, A. y MAZADIEGO MARTÍNEZ, L.F. (2011): "El Patrimonio Histórico Minero-Metalúrgico en España: su impacto en el Turismo Cultural", *De Re Metallica* 17, 40.

PUCHE RIART, O; AYALA CARCEDO, F.J.; JORDÁ BORDEHORE, L. y PEREJÓN, A. (2004): Biografía de César Rubio y Muñoz (Cáceres, 1858-Madrid, 1931), Presidente del XIV Congreso Internacional de Geología (Madrid, España, 1926), Llull, 27, 465-473.

PULIDO FERNÁNDEZ, A. (1890): *Las Calcinaciones de Huelva (problemas de salubridad)*, Madrid.

RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J (2007): "El Ferrocarril del Buitrón y sus ramales". ROMERO MACÍAS, E. (Ed.) *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva, un recorrido por el pasado*, 177-207.

RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J. (2011): *En tierra extraña. El exilio republicano onubense,* Imprenta Beltrán, Huelva.

RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (2018): "Los BIC de la Faja Pirítica: Minas de Cumbre de las Herrerías y Cabezas del Pasto", SUÁREZ SUÁREZ, J. y RAPOSO GUTIÉRREZ, N. (Eds.), *Arqueología y Patrimonio en la Faja Pirítica Ibérica*, Actas de la I Jornada de Arqueología, Historia y Minería de la Faja Pirítica Ibérica, Asociación Herrerías, Huelva,143-172.

REAL VALDÉS, P. (1995): *El incendio de pozo Alicia, 80 años después,* Diputación de Huelva, Huelva.

REGALADO ORTEGA, M. C., MORENO BOLAÑOS, A. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2010): "El Club Inglés Bella Vista, Minas de Riotinto (Huelva)", *De Re Metallica,* 15, 43-56;

REGALADO ORTEGA, M.C. (2008): *Inventario de Bienes Patrimoniales dela Cuenca Minera de Riotinto*, Asociación para el Desarrollo Local Cuenca Minera, inédito.

REGALADO ORTEGA, M.C. (2009): *Elaboración de la Documentación Técnica para la Declaración del Club Inglés Bella Vista como BIC Monumento. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Huelva*, inédito

REGALADO ORTEGA, M.C.; DELGADO DOMÍNGUEZ, A. y LAGARES RIVERO, J. (2013): "*Vitrum metallorum*: vidrio romano en el Cinturón Ibérico de Piritas", JIMÉNEZ ÁVILA, J.; BUSTAMANTE ÁLVAREZ, M. y GARCÍA CABEZAS, M. (Coord.) *VI Encuentro de Arqueología del S.O. Peninsular*, Villafranca de los Barros (Badajoz), 1691 – 1727.

REGALADO ORTEGA, M.C.; MORENO BOLAÑOS, A.y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2014): *El Club Inglés Bella Vista, 135 años de Historia*. Club Inglés Bella Vista y Atalaya Mining, San Juan del Puerto.

REMESAL RODRIGUEZ, J. (1998): "Epigrafía y política en el siglo XVIII. La inscripción dedicada a Nerva en Río Tinto. CIL II 956. *Florentia Iliberritana 9*, 499 – 517.

REVILLA, F., y RAMOS, R. (2008): *La arquitectura industrial de Madrid*, Madrid.

REYES TÉLLEZ, F. (2004): "El Patrimonio Arqueológico Industrial en la Ciudad Histórica", *Anales de Arqueología Cordobesa 15*, 85.

RIEKEN, J (1857): *Distrito Minero de Río Tinto. Observaciones acerca de la importantica industrial de las antiguas Minas de cobre en el mediodía de España y Portugal*, Madrid.

RIEKEN, J. (1894): "La Calcinación en Teleras examinada desde el punto de vista de los intereses mineros", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería,* XLV, 188-192; 199 -204; 212 – 214; 227-229.

RIX, M. (1955): "Industrial Archaeology", *The Amateur Historian*, vol. 2, nº 8, 225-229.

ROLDÁN CASTRO, F. (1988): "Los yacimientos mineros de Riotinto en época musulmana, estado de la cuestión", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto,* Nerva, 251-265.

ROMERO BARRERO, E. M.; ANTELO GONZÁLEZ, Mª. A. y REYES LÓPEZ, M. A. (2009): *Estudio de Mercado Laboral en la Cuenca Minera, Nuevos Yacimientos de Empleo*, Nerva.

ROMERO MACÍAS, E. (Dir.) (2007): *Los Ferrocarriles en la provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado,* Universidad de Huelva, Huelva.

ROMERO MACÍAS, E. -Coord.- (2010): *Patrimonio Geológico y Minero, una apuesta por el desarrollo sostenibl*e, Universidad de Huelva, Huelva.

ROMERO MACÍAS, E. M. (2011): "Patrimonio Minero Industrial de la Provincia de Huelva, el Plan Director de la CICE", en PÉREZ, J. A.; DELGADO, A.; GARCÍA, F.J. y PÉREZ, J. M. -Eds.- (2011): *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural*. Universidad de Huelva / Fundación Río Tinto, Huelva, 301-320.

ROMERO MACÍAS, E. M. RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2004): "Actuaciones sobre el patrimonio minero. Declaración Sitio Histórico de la Cuenca Minera de Riotinto", *De Re Metallica*, 2, 23-29

ROMERO MACÍAS, E. y PÉREZ MACÍAS, J.A., -Eds.- (2004): *Metallum, La Minería Suribérica,* Universidad de Huelva, Huelva

ROMERO MACÍAS, E.M.; AGUILERA CARRASCO, R. y PÉREZ LÓPEZ, J.M. (2010): "El Patrimonio Minero Industrial de Tharsis y su repercusión en la comarca del Andévalo Onubense", *De Re Metallica* 14, Madrid, 23-33.

ROMERO MACÍAS, E.M.; RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2003): "Informe BIC sobre la Cuenca Minera de Riotinto para su declaración como Sitio Histórico", *PH, 45*, 43-51.

ROMERO MACÍAS, E.M.; RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2004): "Actuaciones sobre el patrimonio minero. Declaración Sitio Histórico de la Cuenca Minera de Riotinto", *De Re Metallica*, 2, 23-29;

ROMERO MACÍAS, E.M.; RUIZ BALLESTEROS, E.; PÉREZ LÓPEZ, J.M.; AGUILERA COLLADO, E. y AGUILERA CARRASCO, R. (2003): "Informe BIC sobre la Cuenca Minera de Riotinto para su declaración como Sitio Histórico, PH 45, 43-51.

ROMERO RÚA, N. (2010): *Historia de la Fundición Piritas de Riotinto*, Atlantic Copper, Nerva.

ROSMAN, K. J. R. – CHISHOLM, W. – HONG, S. – CANDELONE, J. P. – BOUTRON, C. F. (1997): "Lead from Carthaginian and Roman Spanish Mines Isotopically

Identified in Greenland Ice dated from 600 B.C. to 300 A.D.", *Environemental Science & Technology* 31, 3413- 3416.

RÖSSLER, M. (2001): Los paisajes culturales y la Convención del Patrimonio mundial cultural y natural: resultados de reuniones temáticas previas. En Múgica Barreda, E. (Ed.) *Paisajes culturales en los Andes. Memoria narrativa, Casos de estudio, Conclusiones y Recomendaciones de la Reunión de Expertos, Arequipa y Chivay*, Perú, 17-20 de mayo 1998. UNESCO, World Heritage, Representación de la UNESCO en el Perú, Lima, ed. Elías Múgica Barreda, 47 - 55.

RÖSSLER, M. (2014): *World Heritage Cultural Landscapes: 1992–2012. Conserving Cultural Landscapes.* Routledge, 47-64.

ROTHENBERG, B. y BLANCO, A. (1980), "Ancient mining and smelting at Chinflón (Huelva, SW, Spain)", *Scientific Studies in Early and extractive metallurgy* (P.T. Craddock, Ed.)*, British Museum Occasional Paper*, 20, 41-62.

ROTHENBERG, B. Y PÉREZ MACÍAS, J.A. (1986): "Excavaciones en Corta del Lago, (Riotinto, Huelva), Campaña de 1985", *Anuario Arqueológico de Andalucía 1985 II,* Sevilla, 380-388.

ROTHENBERG, B.; GARCIA, F.; BACHMANN, H. G. Y GOETHE, J. (1990): "The Rio Tinto Enigma". *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas I*, Madrid. 57-70*.*

ROTHENBERG, B.; PÉREZ, J. A. (1987) "Excavaciones en la Corta del Lago (Riotinto, Huelva). Campaña de 1986.", *Anuario Arqueológico de Andalucía/1986*, II. Sevilla, 380-388.

RÚA FIGUEROA, R. (1840): *Noticias sobre la Fábrica de Cobrería y Antigua Casa de Moneda de Jubia*, Madrid.

RÚA FIGUEROA, R. (1851): "Observaciones sobre la explotación de los minerales de cobre de las minas de Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* II, 425 - 435.

RÚA FIGUEROA, R. (1852): *Estudio comparativo entre los métodos de cementación artificial y fundición, aplicados a los minerales de cobre de Río Tinto*, 16 - 30.

RÚA FIGUEROA, R. (1853): "Observaciones sobre el procedimiento titulado electroquímico establecido en Río- Tinto por la empresa Cerda", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 422-427.

RÚA FIGUEROA, R. (1853):"Comparación entre el sistema de cementación artificial y el titulado electroquímico y el titulado electroquímico del señor La Cerda", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería IV*, 437-443.

RÚA FIGUEROA, R. (1854): "Necesidad de trabajos de investigación y probabilidades de un buen éxito en las Minas de Río Tinto. *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* V, 129 – 145.

RÚA FIGUEROA, R. (1859): *Ensayo sobre la Historia de las Minas de Río Tinto*, Madrid

RÚA FIGUEROA, R. (1864a): "Objeciones al artículo titulado Observaciones sobre los cobres de la provincia de Huelva y tratamiento de los productos de cementación". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XV, 336-348.

RÚA FIGUEROA, R. (1864b): "Composición de un vidrio de la época romana*", Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, XV*, 45 – 49.

RÚA FIGUEROA, R. (1868): *Minas de Río Tinto estudio de la explotación y el beneficio de sus minerales*, Madrid.

RUBIO y MUÑÓZ, C. (1902): "Laboreo subterráneo por rellenos en Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, Metalúrgica y de la Ingeniería* LIII, 335 – 338.

RUBIO y MUÑÓZ, C. (1902): "Nueva fundición de Cobre de Río Tinto" *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería LIII*, 363 -365; 375 -377; 387 -389, 415-416, láminas nº3, nº4 y nº5.

RUBIO Y RODRÍGUEZ, J. (1850): "Noticia de algunas minas ferro-cobrizas de la provincia de Huelva", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería I*, 115-119.

RUBIO, J. Mª. (1889): "Riqueza Minera de Huelva", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XL, 337-339; 345-347, 353-355 y 369-372.

SÁEZ, R., NOCETE, F. y CÁMALICH, D. (2004): "La captación de materias primas para la metalurgia en Cabezo Juré". NOCETE, F., (Ed.) *Odiel. Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica*, 265-272. *Monografías de Arqueología 19*. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla.

SÁEZ, R.; NOCETE, F.; NIETO, J.M.; CAPITÁN, M.A.; ROVIRA, S.; RUIZ CONDE, A. y SÁNCHEZ, A. (2001): "Metalurgia del Cu en cabezo Juré (Alosno), estudio mineralógico de escorias del 3er milenio a.n.e.", *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, Vol. 24, nº 2, Jul-Dic, 171-179.

SÁEZ, R.; PASCUAL, E.; TOSCANO, M.; ALMODÓVAR, G. R. (1999), "The Iberian type of volcano-sedimentary massive sulphide deposits", *Mineralium Deposita* 34,549-570.

SALDAÑA FERNÁNDEZ, J. (2014): *Pueblo, nación y ciudadanía durante la Guerra de la Independencia: la frontera sur hispano-portuguesa en los orígenes de la contemporaneidad (1808-1814)*, tesis doctoral inédita

SALES GARCÍA, F. (1841): *Memoria de la visita a Río Tinto, practicada por Orden de la Dirección General de Minas en junio de 1841*, Archivo Histórico Nacional. Expediente del Ministerio de Hacienda, Legajo 1999.

SALKIELD, L. U. (1964): *Notes on the modern history of the Río Tinto Mines*, inédito

SALKIELD, L. U. (1982): "The Roman and Pre-Roman slags at Riotinto Spain", en WERTIME T. A. AND WERTIME S. F. (Eds.): *Early pyrotechnology: The evolution of the first fire-using industries*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.: 137-147.

SALKIELD, L. U. (1984): *A Technical History of the Río Tinto Mines*, inédito.

SALKIELD, L. V. (1970): "Ancient slag in the south west of the Iberian península", *La minería Hispana e Iberoamericana. Contribución a su estudio*, León, 85-99.

SALKIELD, L.U. (1971): *Recent history of copper smelting Recent history of copper smelting at Río Tinto*, 13 de mayo, inédito.

SALKIELD, L.U. (1987): *A Technical history of the Río Tinto mines: some notes on exploitation from pre-phoenician times to the 1950s*, London.

SAN PEDRO, J.M. (1953): *Biografía de D. Gaspar de Remisa, Marqués de Remisa*. Banco Atlántico, Barcelona.

SÁNCHEZ DE LAS HERAS, C. (Coord.) (2001): *El patrimonio industrial en Andalucía, Jornadas Europeas de patrimonio 2001*, Sevilla.

SANCHEZ DÍAZ, F.J. (1988): "Estrategias campesinas frente a la penetración del capitalismo minero". *Huelva en su historia* 2, 589-602.

SANMARTÍN SOLANO, G. (2006): "Historia del Cargadero de Mineral de Melilla", *Akros,* 5, 33-42

SANTACREU SOLER, J.M. (1991): "La recuperación del patrimonio industRIAL DE LA EUROPA COMUNITARIA: BALANCE ACTUAL Y PERSPECTIVAS", Ramos, M. D.; Campos, M.C. y MARTÍN, M.A. (Eds.), *Arqueología Industrial (Notas para un debate)*, Málaga, 42).

SANTOFIMIA ALBIÑANA, M. et al. (2016): "Minas de Tharsis", *Guía digital de patrimonio industrial en las Minas de Sierra Morena*, en http://www.minasdesierramorena.es/guia-de-campo/conjuntos-mineros/tharsis-la-zarza-corrales/;

SANTOFIMIA ALBIÑANA, M. y MOLERO DE LOS SANTOS, E. (2016): "Acercar el público al Patrimonio Insdustrial. Estrategias de desarrollo de audiencias en colecciones de Tharsis", *I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*, (DÓNDE SE EDITA), 485 – 500

SANZ, F.T. (1762): *Memoria antigua de romanos, nuevamente descubiertas en las Minas de Río Tinto*, Sevilla

SARASA SÁNCHEZ, E. (1984): "La arqueología industrial: estudios histórico arqueológico del pasado industrial español". HORMIGÓN BLÁNQUEZ, M. (Coord.), *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencia*s, Jaca, 27 de septiembre 1 de octubre 1982, Vol. 3, Zaragoza, 337-334.

SCHMITZ, C. J. (1995): "The world´s largest Industrial Companies of 1912", *Business History, 37*, 4, 85-96.

SCHÜLTER, C. A, (1750-1753): *De la fonte des mines, des fonderies*. Le tout augmenté de plusieurs procédés & observations, publié par M. Hellot. Vol. II, 2nd. ed. Hérissant & Pissot, 1764, Paris.

SEGOVIA AZCÁRATE, J. M. (1995): "Participación de las fuerzas armadas en la sierra de Huelva durante la Guerra de la Independencia", en *IX Jornadas del patrimonio de la Sierra de Huelva.* Huelva, Diputación Provincial de Huelva, 38

SERUEL HERNÁNDEZ, F. (2016): "Cargadero de minerales de Melilla 09 años después", *I Congreso Internacional de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública, Nuevas estrategias en la gestión del Patrimonio Industrial*, Sevilla, 249 – 257.

SEWELL, A. (1991): *The Río Tinto Railway*. Plateway Press, Brighton.

SLOTTA, R. (Ed) (2005): *75 Jhare Deutsches Bergbau-Museum Bochum (1930 b9s 2005): vom Wachsen und Werden eines Museums*, Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.

SOBRINO SIMAL, J.; SANTOFIMIA ALBIÑANA, M. (2016): "Informe técnico de centros, museos e itinerarios de Patrimonio Industrial de Andalucía", CASANELLES I RAHOLA, E.(Dir.), *Plan Nacional de Patrimonio Industrial,* IPCE, Madrid.

SOBRINO SIMAL, J.V. y SANZ CARLOS, M. (Eds) (2019): Carta de Sevilla de Patrimonio Industrial, Fundación Pública Andaluza, Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia, Administración Pública e Interior de la Junta de Andalucía, Sevilla, 1-36.

SOBRINO SIMAL, V. J. (1996): *Arquitectura industrial en España, 1830-1990*, Madrid.

SOBRINO SIMAL, V. J. (1998): *Arquitectura de la Industria en Andalucía*, Sevilla.

SOBRINO SIMAL, V. J. (1999): "El paisaje, las máquinas y los hombres: la pintura como fuente de documentación social para la arqueología industrial", *Anti- grama*, 14, 65-78.

SOBRINO SIMAL, V. J. (2000): "El espacio del trabajo: territorio, arquitectura y diseño industrial (resumen)", OLIVEIRA JORGE, V. (Coord.) *III Congreso de Arqueología Peninsular: UTAD, Vila Real, Portugal, setembro, 1999*, Vol. 8, pp. 237-238.

SOBRINO SIMAL, V. J. (2005): "Nuevas estrategias de gestión patrimonial: el Programa

de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico Industrial de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía", *Trasportes, Servicios y Telecomunicaciones*, 8, 265-184.

SOBRINO SIMAL, V. J. (2009): "El Patrimonio Industrial y Minero", CASTILLO RUIZ, J., CEJUDO GARCÍA, E. y ORTEGA RUIZ, A. (Coords.), *Patrimonio histórico y desarrollo territorial*, Sevilla,26-49.

SOBRINO SIMAL, V.J. (1997): *La Arquitectura de la Industrialización*, Sevilla, 1830-1840, Universidad de Sevilla, Tesis Doctoral.

SOBRINO SIMAL, V.J. (2011): "La Real Fábrica de Artillería de Sevilla: hacia un espacio patrimonialmente activo y de producción creativa", *Ábaco, 70*, 89-94.

SOBRINO SIMAL, V.J. (2014): "El Patrimonio Industrial y de la Obra pública", en NAVARRETE PRIETO, B. y FERNÁNDEZ GÓMEZ, M. (Coords.), *Historia y Patrimonio del Ayuntamiento de Sevilla*, Sevilla, 19-28.

SOBRINO SIMAL, V.J. (2019): "Los museos y la didáctica del Patrimonio Científico e Industrial", *Ben Baso,* 28, 31-39.

SOBRINO SIMAL, V.J., (2010): "Ver y hacer ver: modernidad y arquitectura industrial en España", *Áreas* 29, 31-37.;

STEVENS, H.J. (1909): *The Copper Handbook. A manual of the copper industry of the world*. IX. M.A. Donohue & Company. Chicago USA.

SUÁREZ MORENO, F. (1998): *La arqueología industrial en Canarias: apuntes para su estudio*, Las Palmas de Gran Canaria.

SUAREZ SUAREZ, J. (2013): *Fotografías II*, Asociación Herrerías, Puebla de Guzmán

SUAREZ SUAREZ, J.; PUCHE RIART, O. y DELGADO DOMÍNGUEZ, A. (2017): "Gonzalo y Tarín y la Descripción Física, Geológica y Minera de la Provincia de Huelva 1886 – 1888", *Boletín Geológico y Minero,* 128 (1), 11-128.

TAYLOR, J.H.; WHELAN, P.F. (1942): "The Leaching of Cupreous Pyrites and the Precipitation of Copper at Rio Tinto, Spain", *Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy,* LII, 36-96.

TEJADA HERNÁNDEZ, F. (2015): *El Derecho Minero Romano ante la Ilustración Española y Americana*, Tesis Doctoral Inédita, Universidad Pablo de Olavide

THOMAS, J. L. (1862): "Notes on the mines of Río Tinto. Province of Huelva, Spain" *Mining & Smelting Magazine*. February, London, 112-119.

TORNOS ARROYO, F. (2006): "Envitoment of formation and styles of volcanogenic massive sulphides: The Iberian Pyrite Belt", *Ore Geology Review* 28, Madrid, 259-307.

TORNOS ARROYO, F. (2008): "La geología y la metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica", *Macla* 10, Madrid 13-23.

TRAUHT, N. (1996): "Les produits métallurgiques du site médival de Saltés (Huelva – Andalousie", *Archéologie Islamique* 6, 77 – 88.

UGARTE, J. Mª. (1864): "Observaciones sobre los cobres de la provincia de Huelva y tratamiento de los productos de cementación". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XV, 241-299.

V.A.A. (1891): "Reglamento provisional para la indemnización de los daños y perjuicios causados a la agricultura por las industrias mineras". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII*, 13 y 14.

V.V.A.A. (1888): "Humos", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 30 y 46.

V.V.A.A. (1841): "Río Tinto". *Anales de Mina* II, 322 - 325

V.V.A.A. (1852) "Variedades", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería III*, 320.

V.V.A.A. (1852): "Caracteres particulares de los vapores que se desprenden en la calcinación de las Piritas Cobrizas de Río Tinto sus perniciosos efectos en la vegetación y en la salud pública", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería III*, 111-115

V.V.A.A. (1853) "Defectos de la organización administrativa del establecimiento nacional de Río Tinto *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 521-23.

V.V.A.A. (1853): "Nuevos procedimientos para el beneficio de los minerales de cobre con ganga de pirita de hierro". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 576-582 // 617 - 626.

V.V.A.A. (1853): "Procedimiento para el beneficio de los minerales de cobre con ganga de pirita". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 580-581.

V.V.A.A. (1853): "Variedades" *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 295-296

V.V.A.A. (1853): "Variedades" *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 429-434.

V.V.A.A. (1853): "Variedades*". Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* IV, 1853, 626.

V.V.A.A. (1854) "Río Tinto". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* V, 415-418.

V.V.A.A. (1854): "Variedades". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* V, 317-319.

V.V.A.A. (1855): "Variedades". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* VI, 413.

V.V.A.A. (1856): "Sobre la falta de hierro para la cementación en las minas de Río-Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* VII. 737-740.

V.V.A.A. (1856): "Variedades". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* VII, 428 - 429.

V.V.A.A. (1857): "Cementación del cobre por medio de la esponja de hierro", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* VIII, 695-697.

V.V.A.A. (1857): "Variedades". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* VIII, 393 - 394.

V.V.A.A. (1865): "Del Cólera en las Minas de Río Tinto". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XVI, 673-677**.**

V.V.A.A. (1868): "Descubrimiento de un nuevo criadero cobrizo en Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería XIX*, 433 - 434.

V.V.A.A. (1869): "Huelva". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* XX, 21-28.

V.V.A.A. (1877): "Comisionado de S.M. para el estudio de los daños por humos en Tharsis y Minas de Riotinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXVIII*, 157;

V.V.A.A. (1877): "Expediente de Zalamea La Real por el aumento de las teleras". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXVIII*, 111

V.V.A.A. (1878): "La Cuestión de Río Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXIX*, 177.

V.V.A.A. (1878): "Variedades". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXIX*, 14.

V.V.A.A. (1880): "Efectos de los humos en Tharsis y Rio Tinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXI*, 267.

V.V.A.A. (1880): "Situación de los Humos". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXI*, 190.

V.V.A.A. (1880): Manifestación en Zalamea la Real sobre los humos de Minas de Riotinto". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXX*, 22.

V.V.A.A. (1891): "La disolución de la Liga Provincial de Huelva contra las Calcinaciones". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII*, 38.

V.V.A.A. (1985), *El Dorado Andaluz, Plan general para el desarrollo del área de las Minas de Riotinto como Parque de Minería Nacional, para su uso público con*

fines recreativos y turísticos y como centro de estudio e investigación histórica y de la tecnología minera y mineralúrgica. Madrid.

V.V.A.A. (2016): *Paisaje Minero de Riotinto (Huelva)*, IAPH en Abierto, Junta de Andalucía. Sevilla, 10-11

VALENTINIUS, B. (1604): *Le Char triomphal de l´antimoine*, traducción Francoise Sauvin l´an 1646, edición Antoni L´Original, 2002, Paris.

VALLVÉ, J. (1975): "Una descripción de España de Ibn Gâlib", *Anuario de Filología* I, Barcelona, 37 -72.

VÁZQUEZ LAZO, J. M. (2004). *Zalamea Republicana*. Diputación de Huelva, Huelva.

VERGARA, ÓSCAR G. (2009 – 2010): Arqueología industrial. Un comentario bibliográfico tras medio siglo de historiografía. *Anales De Prehistoria y Arqueología Murcia* nº 25 - 26*,* Murcia, 275 – 300.

VICENTE PARTEARROYO, A. (2007): "Perspectivas sobre la Arqueología Industrial", Arqueoweb, Revista sobre Arqueología en Internet 9,1-49.

VV.AA. (2006): *Patrimonio Industrial de Andalucía. Portafolio fotográfico*, Consejería de Obras Públicas y Transporte, Sevilla.

VVAA (1852): "Mejoras en la cementación artificial establecidas en Río Tinto para el beneficio de los minerales de cobre". *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* III, 367-371.

VVAA (1857): "Anuncios, Memoria sobre las Minas de Río-Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, VII*, 96.

VVAA (1864): "Hundimiento en las minas de Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería, XV*, 24-25

VVAA (1875*):* Legislación de Minas, comprende la ley de 4 de marzo de 1868 y su reglamento, anotados con las modificaciones introducidas por las bases generales aprobadas en 29 de diciembre de 1868 y ley de 24 de julio de 1871; se insertan también integras por apéndices las referidas disposiciones y las leyes de minas de 1825 y 1849, las resoluciones posteriores al año 1868 y las leyes sobre sociedades por la redacción de el consultor de los ayuntamientos, segunda edición, Imprenta de Enrique de la Riva, Madrid.

VVAA (1879): "Necrológica, D. Lucas de Aldana y Goitea", *Revista Minera, XXX*, 33.

VVAA (1888): "Alborotos en Rio Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 47.

VVAA (1888): "Los humos de Huelva, telegrama desde Zalamea", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 367.

VVAA (1888): "Memoria técnica sobre los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 376.

VVAA (1888): "Real decreto de 29 de febrero de 1888, Supresión de las Calcinaciones", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 75.

VVAA (1888): "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XXXIX,* 166

VVAA (1889): "Comisión a Río Tinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 182.

VVAA (1889): "Comisión de Riotinto", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 189 -191.

VVAA (1889): "Derechos de indemnización", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 265-267.

VVAA (1889): "Los humos de Huelva, el periódico el Día", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XL,* 50

VVAA (1890): "Comisión de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XLI*,* 191

VVAA (1890): "Los Humos de Huelva. La academia de Medicina", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 199, 367, 369, 393, 413.

VVAA (1890): "Los Humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 189-202

VVAA (1890): "Real Decreto autorizando las calcinaciones de minerales sulfurosos al aire libre, 18 de diciembre de 1890". *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLI,* 414

VVAA (1891): "Calcinación de Río Tinto en un periódico francés", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLII*. 151

VVAA (1891): "Reglamentos provisional", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLII,* 13 y 14

VVAA (1892): "Los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII,* 250

VVAA (1892): "Variedades", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIII, 6*

VVAA (1893): "Los humos de Huelva", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLIV, 140*

VVAA (1895): "Varias", *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil XLVI*, 333

VVAA (1905): "Real Decreto de Agricultura de 12 de mayo de 1905 referente a la explotación y beneficio de piritas ferrocobrizas" *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil LVI*, 244.

VVAA (1932):" Nuevas Instalaciones en Río Tinto", *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería,* LXXXIII, 110-113, 134-136.

VVAA (1959): *Departamentos Terreros / Precipitació*n, documentación cedida por Familia Domínguez Navarro, transcripción Alfredo Moreno Bolaños, inédito.

VVAA (1976): *Plan 76 Apuntes Tercer Curso*, Tema 5 Metalurgia, Ingenieros Técnicos, Escuela Técnica Minera de Mieres, Asturias.

VVAA (1988): *Memoria del I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto, desde la historia hacia el futuro*. Junta de Andalucía, Sociedad Estatal para la Exposición Universal de Sevilla de 1992, Universidad de Sevilla, Diputación Provincial de Huelva, Ayuntamientos de la Cuenca Minera de Riotinto, Fundación Río Tinto, Río Tinto Minera S.A., Gráficas Nerva, Nerva.

VVAA (1989): *Les Monuments Techniques de la Mine, Patrimoine Cultural, Colloque du Conseil de l´Europe, organicé en collaboration avec le Deutsches Bergbau Museum. 5 – 8 septembre* 1988. Patrimoine Architectural, Rapports et études, nº15. Strasbourg.

VVAA (2007): Plan de Patrimonio Industrial, *Bienes Culturales. Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español* nº7, Madrid,

VVAA (2013): *Patrimonio Industrial en Andalucía*, Biblioteca IAPH, Consejería de Cultura, Sevilla.

VVAA (2015), P*atrimonio Industrial y Técnico de la Provincia de Huelva, Estrategias e instrumentos de tutela patrimonial*, Junta de Andalucía, Sevilla.

WHISHAW, E. M. (1929): *Atlantis in Andalucia*, Rider & Co., London

WILLIAMS, D. (1934): "The geology of the Rio Tinto Mines, Spain", *Bulletin of Institution of Mining and Metallurgy* 335, 593-678.

WILLIAMS, D. (1950): "Gossanized, breccia-ores, jarosites and jaspers at Rio Tinto, Spain", *Transaction Institution of Mining and Metallurgy* 526, 1-12.

WILLIES, L. (1997): "Roman mining at Rio Tinto", *Bulletin of the Peak District Mines Historical, Society* 13/3.

ZAPATA BLANCO, S. (ed.), (1996): *La industria de una región no industrializada, Extremadura 1750-1990,* Cáceres.

9.1. FUENTES

Archivo General de Simancas GYJ/00790 Núm. de Registro 06/028.

Fondo Federico de Botella, Archivo Histórico Nacional, DIVERSOS-TÍTULOS_FAMILIAS, 3189, N. 44_014

Legajo 100 D 7, LMA

Legajos 100 A, B, C, D y S, AHMFRT.

Legajos 1620. 1647, 1648, 1649, 1650, AHMFRT.

Serie Annual Report, AHMFRT.

Serie Cost Statement 1897 – 1954, AHMFRT.

Serie Libros de Caja, AHMFRT.

Serie Libros Diarios, AHMFRT.

Serie Report Account, AHMFRT.

Serie Report Deputation from the board, AHMFRT.

Serie Report of the directors, AHMFRT.

Serie Staff Books, LMA.

9.2. LEGISLACIÓN

BOE 594 de 8 de junio de 1938

BOJA nº 10 de 17 de enero de 2005 por Decreto 558/2004, de 14 de diciembre, Declaración de Paisaje Natural Protegido

Boletín de Comercio, Industria y Agricultura, Sevilla 15 de junio de 1855 y Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería (1855), tomo VI, Madrid, 413-414.

Boletín General de Ventas de Bienes Nacionales de 1871. Suplemento especial de la Gaceta de Madrid, nº 71 duplicado

Boletín Oficial de la Provincia de Huelva, Núm. 184, miércoles 18 de noviembre de 1835

CARTA DE NIZHNY TAGIL SOBRE PATRIMONIO INDUSTRIAL. (Moscú, 17-7-2003): Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH).

CARTA DEL BIERZO PARA LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL MINERO (2009), Patrimonio Cultural. Patrimonio Inmaterial a debate. Revista del Ministerio de Cultura de España, 13-20.

Decreto 108/2014 de 17 de junio, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, como Bien de Interés Cultural, con la tipología de

Zona Patrimonial, la Cuenca Minera de Tharsis – La Zarza, en los términos municipales de Almonaster La Real, Alosno, Calañas, El Cerro del Andévalo, Gibraleón, Villanueva de los Castillejos, San Bartolomé de la Torre y Villanueva de las Cruces (Huelva) 2014, 1-20.

Decreto 187/2002, de 25 de junio, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Conjunto Histórico, el Barrio Obrero Reina Victoria de Huelva, 2002, 14.657-14.660.

Decreto 235/2005, de 25 de octubre, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Sitio Histórico, la Zona Minera de Riotinto – Nerva, ubicada en los términos municipales de Minas de Riotinto, Nerva y El Campillo (Huelva), 2005, 62-71.

Decreto 45/2011, de 22 de febrero, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Lugar de Interés Industrial, el muelle-cargadero y núcleo urbano del Puerto de la Laja, el antiguo trazado del ferrocarril minero y el poblado de la Cañada del Sardón, en El Granado (Huelva), 2011, 50-57

Decreto 504/2012, de 16 de octubre, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, como Bien de Interés Cultural, con la tipología de Zona Patrimonial, la Cuenca Minera de Riotinto-Nerva, en los términos municipales de Minas de Riotinto, Nerva y el Campillo (Huelva), 2012, 54-83.

Decreto 73/2003, de 18 de marzo, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, el Muelle o Cargadero de Mineral de la Compañía Riotinto, en Huelva, 2003, 7094-7099.

Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. Comunidad Autónoma de Andalucía BOJA núm. 248, de 19 de diciembre de 2007; BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2008 Referencia: BOE-A-2008-2494.

London Gazette of 29 december 1961.

Manifiesto por Liberto Wolters Von Siohielm, caballero de nación sueca (1725).

Orden de 14 de octubre de 1997, por la que se resuelve con carácter específico en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, con la categoría de Monumento, el bien inmueble denominado Muelle de Carga de la empresa Compañía Española de Minas de Tharsis, en Huelva 1997, 13.619- 13.623.

Real Asiento a favor de D. Lieberto Wolters, para el beneficio de las minas de Guadalcanal, Río-Tinto, Cazalla, Aracena y Galaroza (1725).

Real Orden de 14 de enero de 1783, por la que Carlos III, confirma la disposición de 20 de noviembre de 1778 por las que se reintegraban las minas a la Real Hacienda.

VVAA (1875): Legislación de Minas, comprende la ley de 4 de marzo de 1868 y su

reglamento, anotados con las modificaciones introducidas por las bases generales aprobadas en 29 de diciembre de 1868 y ley de 24 de julio de 1871; se insertan también integras por apéndices las referidas disposiciones y las leyes de minas de 1825 y 1849, las resoluciones posteriores al año 1868 y las leyes sobre sociedades por la redacción de el consultor de los ayuntamientos, segunda edición, Imprenta de Enrique de la Riva, Madrid, 4-5.

9.3. WEBS

Grace´s guide of British Industrial Heritage https://www.gracesguide.co.uk/Julien_Deby consultada el 22 de agosto de 2020

http://fundacionriotinto.es/

http://patrindustrialquitectonico.blogspot.com/2014/10/la-rioja-los-molinos-de-agua-patrimonio.html

http://www.cbar.cl/es/biomineria.

http://www.fupia.es/

https://sevilla.abc.es/economia/sevi-RíoTinto-aplicara-nueva-tecnologia-para-obtener-100000-toneladas-cobre-puro-concentrados-202010281421_noticia.html

https://www.asociacionherrerias.com/es/

https://www.proyectoarrayanes.org/

https://www.uhu.es/museovirtualdemineralogia/

ANEXO 1- PROCEDENCIA DEL COBRE METAL PRODUCIDO EN RÍO TINTO.

1725 – 1954

Año	Total Mineral	Cobre Metal	Procedencia del Cobre Metal Producido en Río Tinto (Tm).				Empresa/Asentista		
			Cementación	Vitriolos	Fundición	Total	1	2	3
1725							L. Wolters		
1726							L. Wolters		
1727							L. Wolters	S. Tiquets	
1728							S. Tiquets		
1729							S. Tiquets		
1730							S. Tiquets		
1731							S. Tiquets		
1732							S. Tiquets		
1733							S. Tiquets		
1734							S. Tiquets		
1735							S. Tiquets		
1736							S. Tiquets		
1737	15,04	0,30			0,30	0,30	S. Tiquets		
1738							S. Tiquets		
1739							S. Tiquets		
1740							S. Tiquets		
1741							S. Tiquets		
1742	15,04	0,30			0,30	0,30	S. Tiquets	M.T.H.P.	
1743							M.T.H.P.		
1744							M.T.H.P.		
1745							M.T.H.P.		
1746							M.T.H.P.	S. Tiquets	
1747	346,15	6,92			6,92	6,92	S. Tiquets		
1748	33,18	0,66			0,66	0,66	S. Tiquets		
1749	31,11	0,62			0,62	0,62	S. Tiquets		
1750	162,77	3,26			3,26	3,26	S. Tiquets		
1751	163,30	3,27			3,27	3,27	S. Tiquets		
1752	331,20	6,62			6,62	6,62	S. Tiquets		
1753	667,58	13,35			13,35	13,35	S. Tiquets		
1754	515,78	10,32			10,32	10,32	S. Tiquets		
1755	1.208,08	24,16			24,16	24,16	S. Tiquets		
1756	1.762,95	35,26			35,26	35,26	S. Tiquets		
1757	1.212,68	24,25			24,25	24,25	S. Tiquets		
1758	1.179,90	23,60			23,60	23,60	S. Tiquets	F. T. Sanz	
1759	1.829,65	36,59			36,59	36,59	F.T. Sanz		
1760	2.800,83	56,02			56,02	56,02	F.T. Sanz		
1761	3.514,40	70,29			70,29	70,29	F.T. Sanz		
1762	2.691,58	53,83			53,83	53,83	F.T. Sanz		
1763	4.236,03	84,72			84,72	84,72	F.T. Sanz		
1764	3.266,58	65,33			65,33	65,33	F.T. Sanz		
1765	2.336,23	46,72			46,72	46,72	F.T. Sanz		
1766	2.592,10	51,84			51,84	51,84	F.T. Sanz		
1767	3.102,13	62,04			62,04	62,04	F.T. Sanz		

			Procedencia del Cobre Metal Producido en Río Tinto (Tm).						
Año	Total Mineral	Cobre Metal	Cementación	Vitriolos	Fundición	Total	Empresa/Asentista		
							1	2	3
1768	3.928,98	78,58			78,58	78,58	F.T. Sanz		
1769	3.207,35	64,15			64,15	64,15	F.T. Sanz		
1770	3.257,38	65,15			65,15	65,15	F.T. Sanz		
1771	3.838,13	76,76			76,76	76,76	F.T. Sanz		
1772	4.145,75	82,92			82,92	82,92	F.T. Sanz		
1773	3.696,10	73,92			73,92	73,92	F.T. Sanz		
1774	3.985,33	79,71			79,71	79,71	F.T. Sanz		
1775	4.612,08	92,24			92,24	92,24	F.T. Sanz		
1776	4.657,50	93,15			93,15	93,15	F.T. Sanz		
1777	5.405,00	108,10			108,10	108,10	F.T. Sanz		
1778	5.294,03	105,88			105,88	105,88	F.T. Sanz		
1779	4.033,36	81,73			81,73	81,73	F.T. Sanz		
1780	4.009,60	92,82			92,82	92,82	F.T. Sanz		
1781	4.418,54	91,54			91,54	91,54	F.T. Sanz		
1782	3.100,25	76,40			76,40	76,40	F.T. Sanz		
1783	3.697,48	96,83			96,83	96,83	Hacienda		
1784	6.812,03	136,24			136,24	136,24	Hacienda		
1785	7.792,98	155,86			155,86	155,86	Hacienda		
1786	5.283,11	105,66			105,66	105,66	Hacienda		
1787	4.411,11	88,22			88,22	88,22	Hacienda		
1788	5.445,97	108,92	9,69		99,23	108,92	Hacienda		
1789	7.230,29	144,61	12,03		132,58	144,61	Hacienda		
1790	7.754,35	155,09	14,09		140,99	155,09	Hacienda		
1791	8.462,17	169,24	10,40		158,85	169,24	Hacienda		
1792	7.139,67	142,79	11,30		131,49	142,79	Hacienda		
1793	7.656,58	153,13	12,89		140,24	153,13	Hacienda		
1794	6.537,69	130,75	13,55		117,20	130,75	Hacienda		
1795	11.162,76	223,26	17,97		205,28	223,26	Hacienda		
1796	8.890,94	177,82	16,33		161,49	177,82	Hacienda		
1797	11.595,15	231,90	20,86		211,04	231,90	Hacienda		
1798	10.454,94	209,10	15,99		193,11	209,10	Hacienda		
1799	5.379,70	107,59	15,23		92,36	107,59	Hacienda		
1800	8.879,01	177,58	12,40		165,18	177,58	Hacienda		
1801	5.815,41	116,31	10,22		106,09	116,31	Hacienda		
1802	3.103,85	62,08	8,53		53,55	62,08	Hacienda		
1803	5.147,69	102,95	9,40		93,56	102,95	Hacienda		
1804	2.913,09	58,26	8,53		49,73	58,26	Hacienda		
1805	1.266,15	25,32	2,74		22,59	25,32	Hacienda		
1806	1.902,54	38,05	5,41		32,64	38,05	Hacienda		
1807	958,71	19,17	14,32		4,85	19,17	Hacienda		
1808	4.004,46	80,09	9,10		70,99	80,09	Hacienda		
1809	4.316,52	86,33	6,44		79,89	86,33	Hacienda		
1810	1.097,35	21,95			21,95	21,95	Hacienda		

			Procedencia del Cobre Metal Producido en Río Tinto (Tm).						
Año	Total Mineral	Cobre Metal	Cementación	Vitriolos	Fundición	Total	Empresa/Asentista		
							1	2	3
1811							Hacienda		
1812							Hacienda		
1813							Hacienda		
1814							Hacienda		
1815	86,54	1,73	1,73			1,73	Hacienda		
1816							Hacienda		
1817	445,50	8,91	8,91			8,91	Hacienda		
1818	256,68	5,13	5,13			5,13	Hacienda		
1819	42,12	0,84	0,84			0,84	Hacienda		
1820	963,41	19,27	19,27			19,27	Hacienda		
1821	1.605,41	32,11	12,45		19,65	32,11	Hacienda		
1822	269,10	5,38	5,38			5,38	Hacienda		
1823	1.163,94	23,28	15,04		8,24	23,28	Hacienda		
1824	2.225,00	44,50	41,09		3,41	44,50	Hacienda	J.S.Bolaños	
1825	4.925,00	98,50	38,49		60,01	98,50	Hacienda	J.S.Bolaños	
1826	6.950,00	139,00	58,94		80,06	139,00	Hacienda	J.S.Bolaños	
1827	5.625,00	112,50	59,88		52,62	112,50	Hacienda	J.S.Bolaños	
1828	2.299,00	45,98	45,48		0,50	45,98	Hacienda		
1829	4.925,00	98,50	55,49		43,01	98,50	Hacienda	Remisa	
1830	8.696,04	173,92	79,79		94,13	173,92	Remisa		
1831	7.792,52	155,85	73,66		82,19	155,85	Remisa		
1832	15.292,59	305,85	56,31		249,54	305,85	Remisa		
1833	11.626,48	232,53	40,21		192,32	232,53	Remisa		
1834	8.256,07	165,12	31,15		133,97	165,12	Remisa		
1835	9.225,29	184,51	26,54		157,97	184,51	Remisa		
1836	10.518,45	210,37	30,94		179,43	210,37	Remisa		
1837	7.520,45	150,41	24,69		125,71	150,41	Remisa		
1838	8.880,75	177,62	40,14		137,48	177,62	Remisa		
1839	5.955,53	119,11	35,91		83,20	119,11	Remisa		
1840	10.990,18	219,80	70,99	18,51	130,30	219,80	Remisa		
1841	9.119,01	182,38	64,04	54,89	63,45	182,38	Remisa		
1842	12.851,22	257,02	71,64	118,20	67,19	257,02	Remisa		
1843	17.731,41	354,63	47,46	209,60	97,57	354,63	Remisa		
1844	17.457,32	349,15	51,23	247,50	50,42	349,15	Remisa		
1845	16.929,56	338,59	52,18	244,55	41,86	338,59	Remisa		
1846	15.032,80	300,66	50,47	236,81	13,37	300,66	Remisa		
1847	19.630,50	392,61	48,30	331,66	12,65	392,61	Remisa		
1848	21.562,50	431,25	49,45	377,20	4,60	431,25	Remisa		
1849	19.674,03	393,48	62,64	86,25	244,59	393,48	Remisa	Hacienda	Los Planes
1850	25.463,02	379,29			379,29	379,29	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1851	30.168,09	586,53			586,53	586,53	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1852	28.520,05	679,81			679,81	679,81	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1853	24.714,51	543,30			543,30	543,30	Hacienda	La Cerda	Los Planes

Año	Total Mineral	Cobre Metal	Procedencia del Cobre Metal Producido en Río Tinto (Tm).				Empresa/Asentista		
			Cementación	Vitriolos	Fundición	Total	1	2	3
1854	22.432,22	325,78			325,78	325,78	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1855	37.686,47	794,63			794,63	794,63	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1856	37.977,69	752,09			752,09	752,09	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1857	38.101,11	657,57			657,57	657,57	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1858	45.201,76	681,90			681,90	681,90	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1859	61.186,44	998,43			998,43	998,43	Hacienda	La Cerda	Los Planes
1860	45.181,29	903,63			903,63	903,63	Hacienda	Los Planes	
1861	59.535,06	1.190,70			1.190,70	1.190,70	Hacienda	Los Planes	
1862	65.553,36	1.311,07			1.311,07	1.311,07	Hacienda	Los Planes	
1863	89.694,00	1.335,00			1.335,00	1.335,00	Hacienda		
1864	74.234,00	1.046,00			1.046,00	1.046,00	Hacienda		
1865	66.156,00	1.025,00			1.025,00	1.025,00	Hacienda		
1866	62.312,00	1.135,00			1.135,00	1.135,00	Hacienda		
1867	50.480,00	879,00			879,00	879,00	Hacienda		
1868	52.036,00	1.123,00			1.123,00	1.123,00	Hacienda		
1869	60.530,00	974,00			974,00	974,00	Hacienda		
1870	67.075,00	1.012,00			1.012,00	1.012,00	Hacienda		
1871	55.600,00	860,00			860,00	860,00	Hacienda		
1872	62.220,00	804,00			804,00	804,00	Hacienda		
1873							R.T.C.L.		
1874		1.567			1.567	1.567,00	R.T.C.L.		
1875	3.000						R.T.C.L.		
1876	349.158	976			976	976,00	R.T.C.L.		
1877	771.751	2.495			2.495	2.495,00	R.T.C.L.		
1878	871.107	4.184			4.184	4.184,00	R.T.C.L.		
1879	906.600	7.199			7.199	7.199,00	R.T.C.L.		
1880	915.157	8.556			8.556	8.556,00	R.T.C.L.		
1881	993.047	9.469			9.469	9.469,00	R.T.C.L.		
1882	948.231	9.140			9.140	9.140,00	R.T.C.L.		
1883	1.099.973	12.295			12.295	12.295,00	R.T.C.L.		
1884	1.369.918	15.868			15.868	15.868,00	R.T.C.L.		
1885	1.351.466	10.261			10.261	10.261,00	R.T.C.L.		
1886	1.378.381	15.656			15.656	15.656,00	R.T.C.L.		
1887	1.182.438	12.365			12.365	12.365,00	R.T.C.L.		
1888	1.458.207	16.139			16.139	16.139,00	R.T.C.L.		
1889	1.214.323	16.114			16.114	16.114,03	R.T.C.L.		
1890	1.290.106	17.120			17.120	17.119,67	R.T.C.L.		
1891	1.459.069	19.362			19.362	19.361,81	R.T.C.L.		
1892	1.402.063	18.605			18.605	18.605,34	R.T.C.L.		
1893	1.332.002	20.887			20.887	20.887,00	R.T.C.L.		
1894	1.387.094	20.606			20.606	20.606,00	R.T.C.L.		
1895	1.372.376	20.762			20.762	20.762,00	R.T.C.L.		
1896	1.450.166	20.817			20.817	20.817,00	R.T.C.L.		

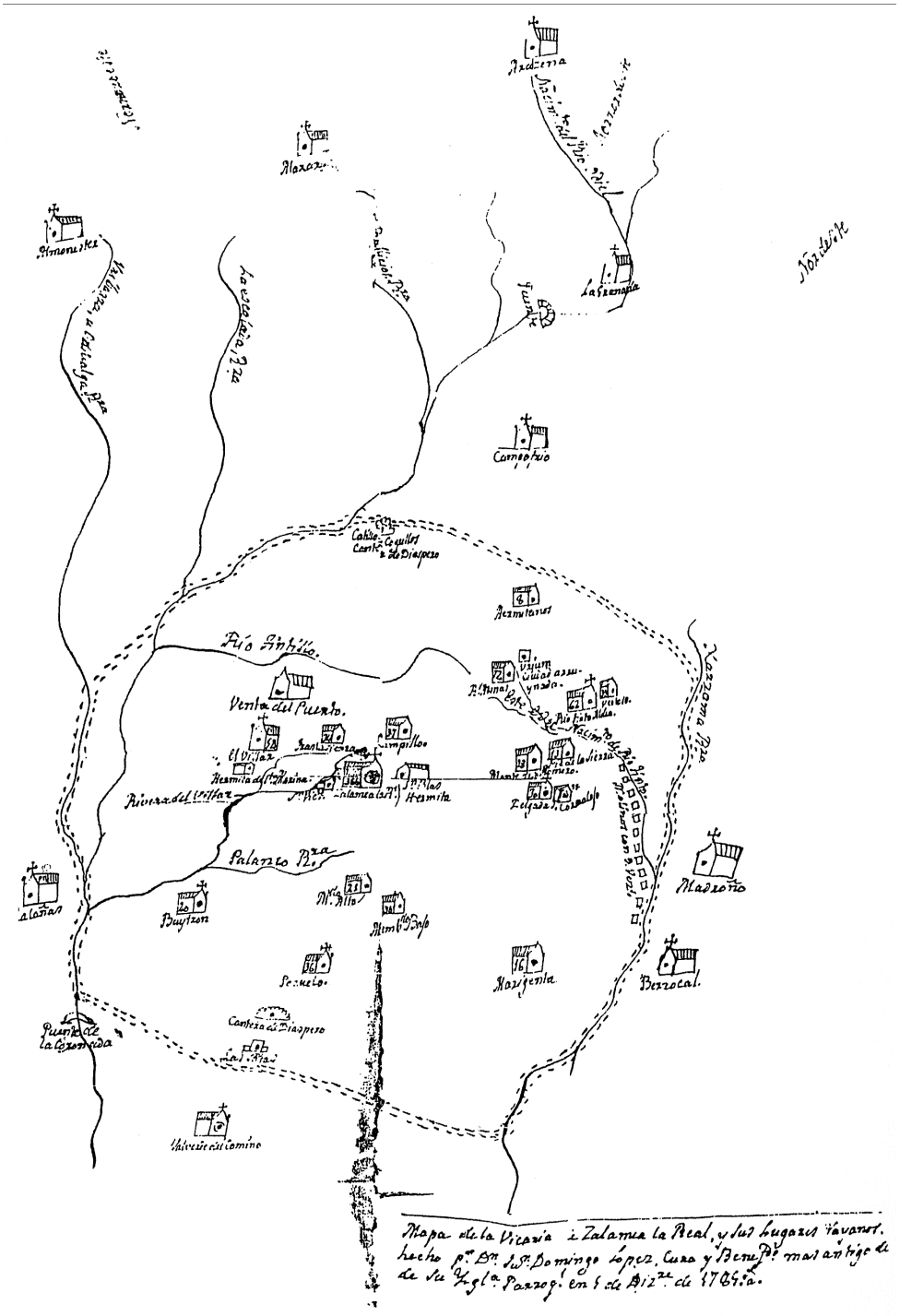
Año	Total Mineral	Cobre Metal	Procedencia del Cobre Metal				Empresa/Asentista		
			Cementación	Vitriolos	Fundición	Total	1	2	3
1897	1.388.027	19.876	38		19.838	19.876	R.T.C.L.		
1898	1.536.194	20.299	44		20.255	20.299	R.T.C.L.		
1899	1.700.830	18.237	27		18.211	18.237	R.T.C.L.		
1900	1.985.760	21.209			21.209	21.209	R.T.C.L.		
1901	2.009.642	18.103	12		18.090	18.103	R.T.C.L.		
1902	1.921.775	9.401	3.067		6.334	9.401	R.T.C.L.		
1903	1.918.538	8.976	4.121		4.855	8.976	R.T.C.L.		
1904	1.948.819	9.688	4.682		5.006	9.688	R.T.C.L.		
1905	1.830.104	9.296	4.717		4.579	9.296	R.T.C.L.		
1906	1.923.716	9.437	4.723		4.713	9.437	R.T.C.L.		
1907	1.906.948	10.127	4.583		5.543	10.127	R.T.C.L.		
1908	1.719.885	20.808	6.182		14.627	20.808	R.T.C.L.		
1909	1.788.987	17.264	8.210		9.054	17.264	R.T.C.L.		
1910	2.146.765	17.387	7.717		9.670	17.387	R.T.C.L.		
1911	2.185.605	18.469	10.536		7.933	18.469	R.T.C.L.		
1912	2.406.969	22.126	12.830		9.296	22.126	R.T.C.L.		
1913	1.859.571	19.800	13.104		6.696	19.800	R.T.C.L.		
1914	1.240.822	12.011	8.266		3.745	12.011	R.T.C.L.		
1915	1.054.222	17.574	11.822		5.752	17.574	R.T.C.L.		
1916	1.528.708	15.873	11.661		4.212	15.873	R.T.C.L.		
1917	1.381.118	20.648	9.998		10.650	20.648	R.T.C.L.		
1918	1.623.009	16.839	8.632		8.207	16.839	R.T.C.L.		
1919	1.416.194	15.756	10.196		5.560	15.756	R.T.C.L.		
1920	911.294	7.031			7.031	7.031	R.T.C.L.		
1921	1.895.947	12.629	10.501		2.128	12.629	R.T.C.L.		
1922	1.705.451	6.216	2.552		3.664	6.216	R.T.C.L.		
1923	2.012.081	7.907	3.203		4.704	7.907	R.T.C.L.		
1924	2.438.789	11.044	4.242		6.802	11.044	R.T.C.L.		
1925	2.432.831	14.617	5.352		9.265	14.617	R.T.C.L.		
1926	2.536.494	15.190	9.347		5.843	15.190	R.T.C.L.		
1927	2.509.665	16.783	9.784		6.999	16.783	R.T.C.L.		
1928	2.404.728	13.586	5.749		7.837	13.586	R.T.C.L.		
1929	2.547.326	14.729	5.612		9.117	14.729	R.T.C.L.		
1930	2.247.815	12.882	4.392		8.490	12.882	R.T.C.L.		
1931	1.800.887	15.342	5.495		9.847	15.342	R.T.C.L.		
1932	1.132.950	7.056	3.616		3.440	7.056	R.T.C.L.		
1933	1.269.195	8.629	4.034		4.595	8.629	R.T.C.L.		
1934	1.166.912	7.463	3.905		3.558	7.463	R.T.C.L.		
1935	1.110.215	10.235	5.677		4.558	10.235	R.T.C.L.		
1936	903.154	8.582	5.384		3.198	8.582	R.T.C.L.		
1937	1.153.804	9.036	5.382		3.654	9.036	R.T.C.L.		
1938	1.116.527	9.826	5.795		4.031	9.826	R.T.C.L.		
1939	828.070	7.057	2.941		4.116	7.057	R.T.C.L.		

Año	Total Mineral	Cobre Metal	Procedencia del Cobre Metal				Empresa/Asentista		
			Cementación	Vitriolos	Fundición	Total	1	2	3
1940	729.184	6.192	4.737		1.455	6.192	R.T.C.L.		
1941	346.933	4.469	2.885		1.584	4.469	R.T.C.L.		
1942	527.734	6.972	3.377		3.595	6.972	R.T.C.L.		
1943	722.212	8.308	3.174		5.134	8.308	R.T.C.L.		
1944	650.732	7.843	2.279		5.564	7.843	R.T.C.L.		
1945	596.891	3.439	1.039		2.400	3.439	R.T.C.L.		
1946	802.299	7.247	3.179		4.068	7.247	R.T.C.L.		
1947	778.898	5.926	2.762		3.164	5.926	R.T.C.L.		
1948	825.640	5.069	1.547		3.522	5.069	R.T.C.L.		
1949	891.923	6.155	1.456		4.699	6.155	R.T.C.L.		
1950	978.654	5.404	706		4.698	5.404	R.T.C.L.		
1951	1.008.776	6.365	2.036		4.329	6.365	R.T.C.L.		
1952	1.089.779	6.910	1.856		5.054	6.910	R.T.C.L.		
1953	978.423	6.216	1.190		5.026	6.216	R.T.C.L.		
1954	1.041.766	5.782	1.166		4.616	5.782	R.T.C.L.	C.E.M.R.T.	
Total	112.731.118	988.780	283.153	1.925	703.702	988.780			
	Distribución		28,6%	0,2%	71,2%	100,00%			

Fuentes: Anales de Mina, Revista Minera, series: Cost Statements, Libros Diarios, Libros de Caja, Libros de Extracción Anual y Distribución de minerales Vol. I – III, libros 932, 933 y 934, AHMFRT. MORENO BOLAÑOS, A. (2011): Mineral extraído en Riotinto..., 761-770.

ANEXO PLANOS

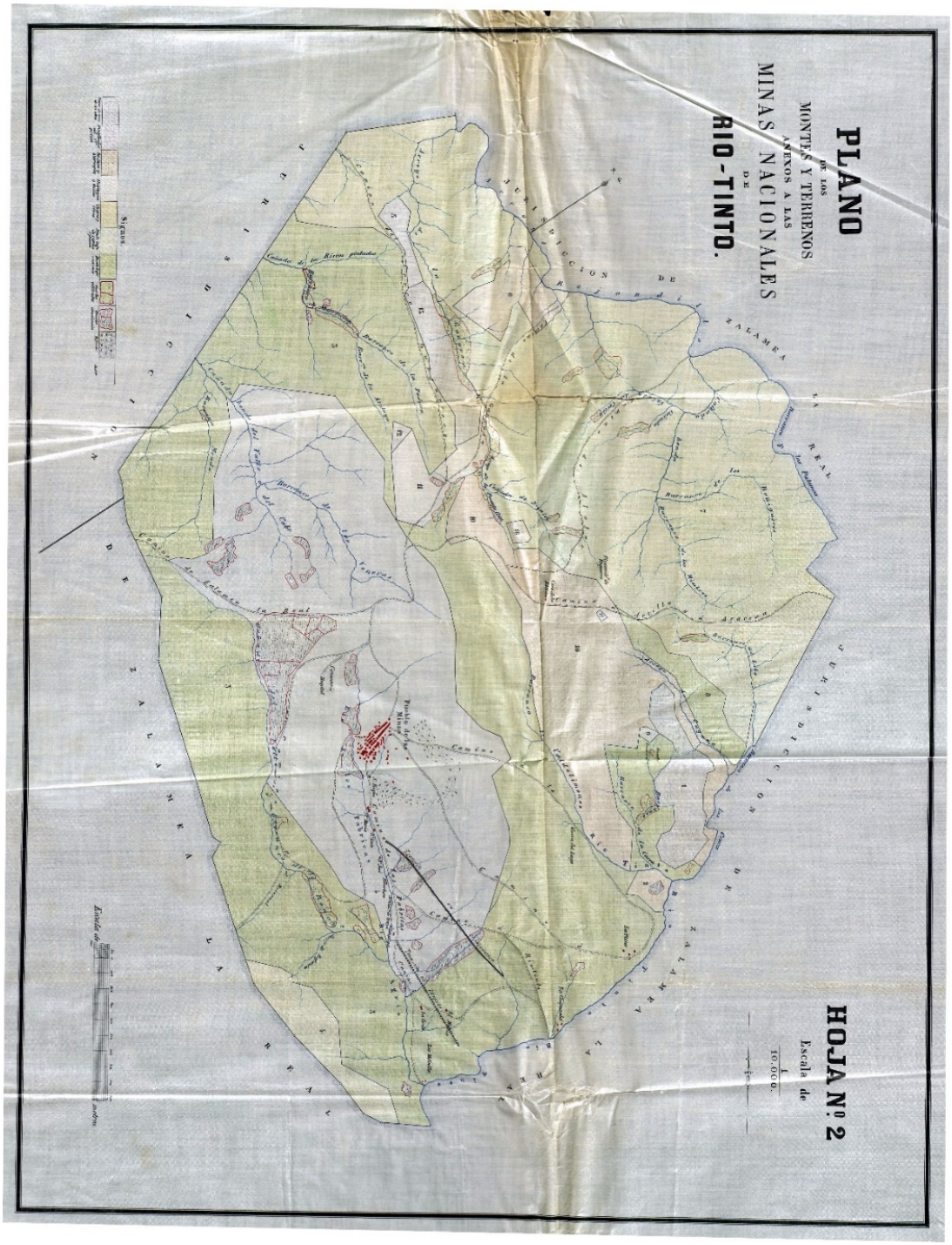
En este anexo incluimos los planos que hemos empleado como referencia para este trabajo de investigación.



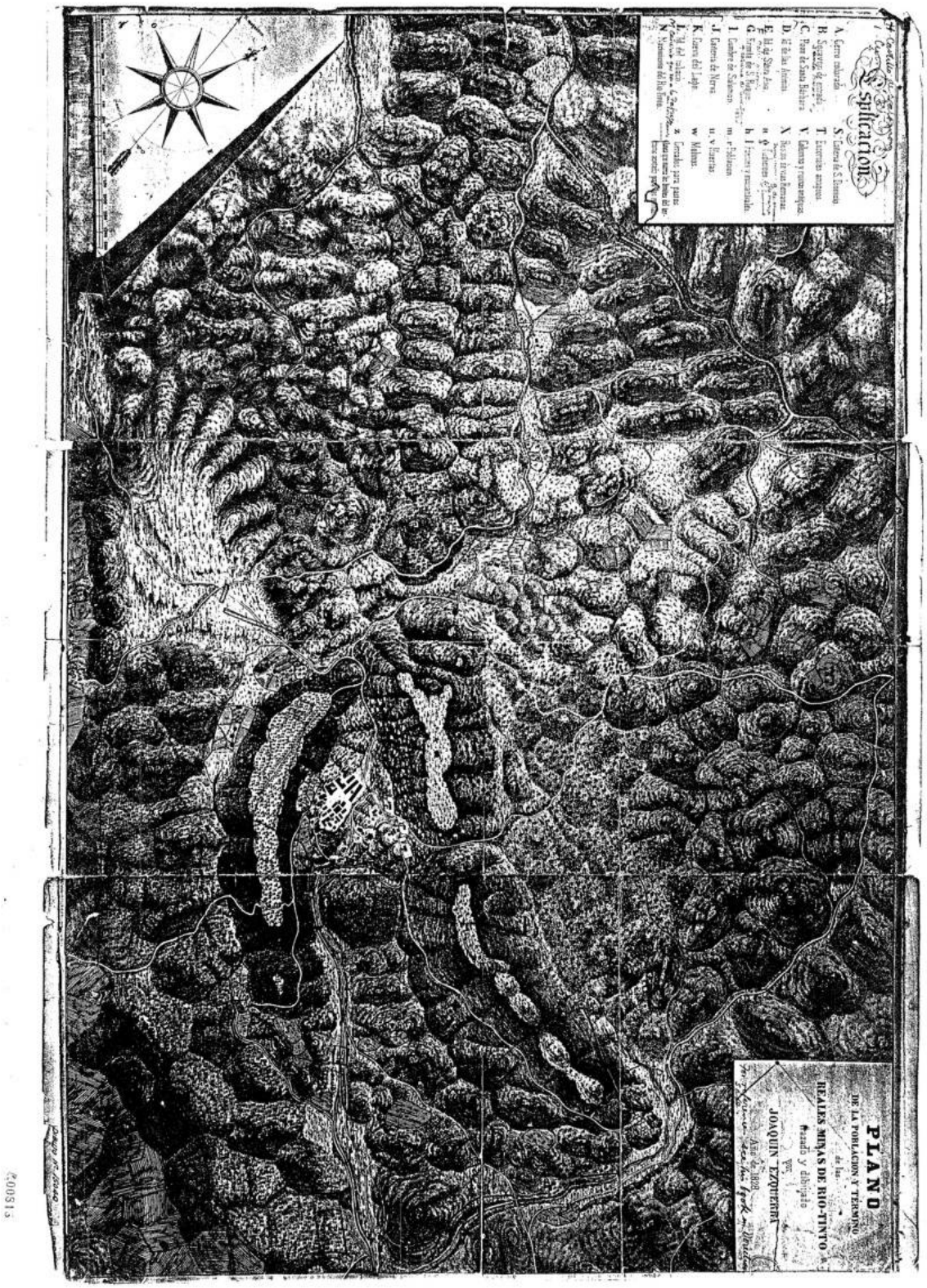
Mapa de la vicaría de Zalamea La Real y los lugares rayanos. Hecho por D. Domingo López, 5 de diciembre de 1785. Relaciones topográficas de Tomás López de Vargas y Machuca. Mss/7306. Cuestionario de Zalamea La Real. Biblioteca Nacional de España. Pérez López (2010), 86 - 87.



Mapa de las Minas de Río Tinto y división de los términos de Zalamea La Real y Castillo de las Guardas 1788. Archivo General de Simancas GYJ/00790 Núm. de Registro 06/028.



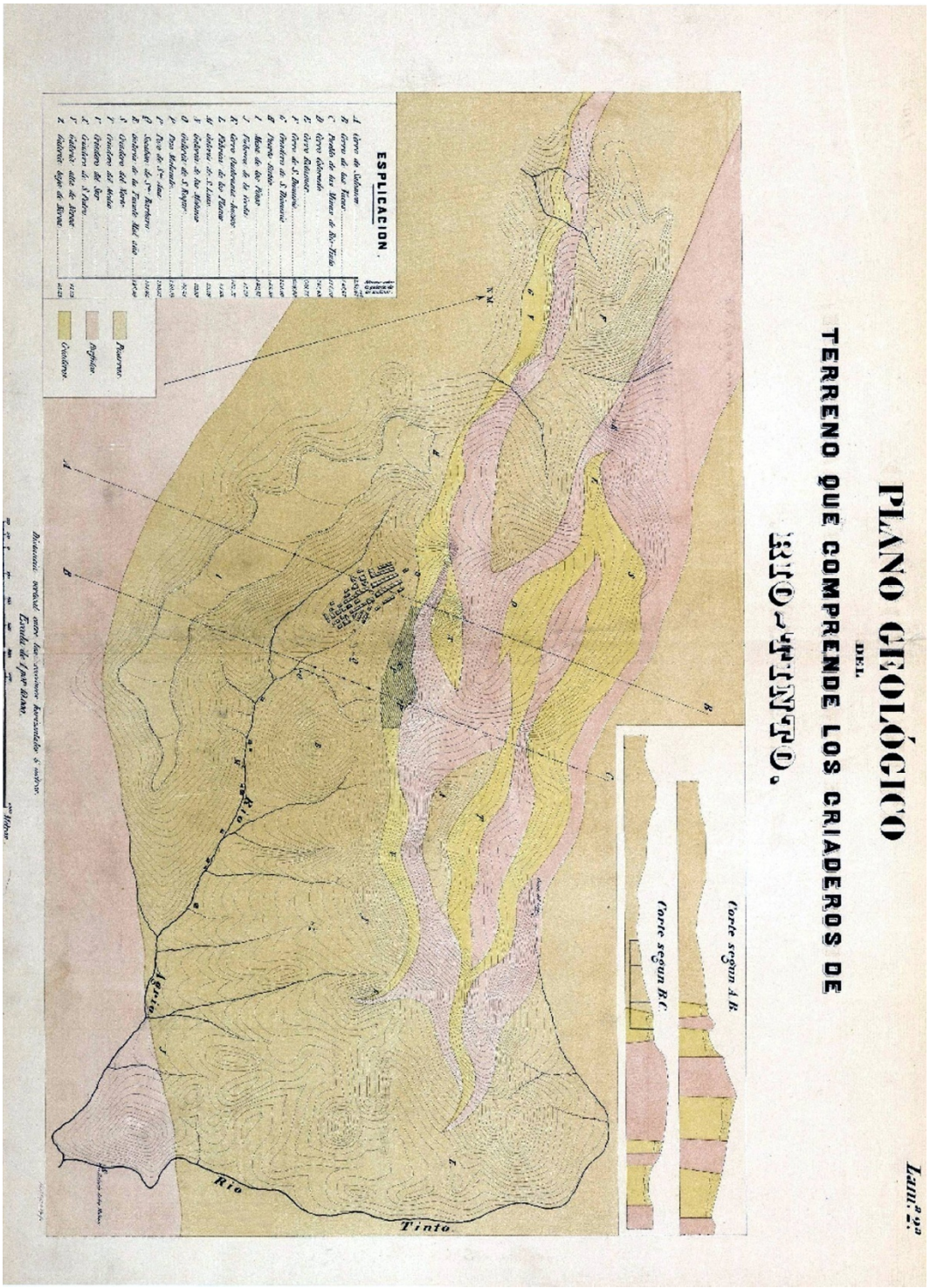
Plano del término municipal de Río Tinto delimitado en 1791, fondo Federico de Botella, Archivo Histórico Nacional, DIVERSOS-TÍTULOS_FAMILIAS, 3189, N. 44_014. Años 60 del siglo XIX.



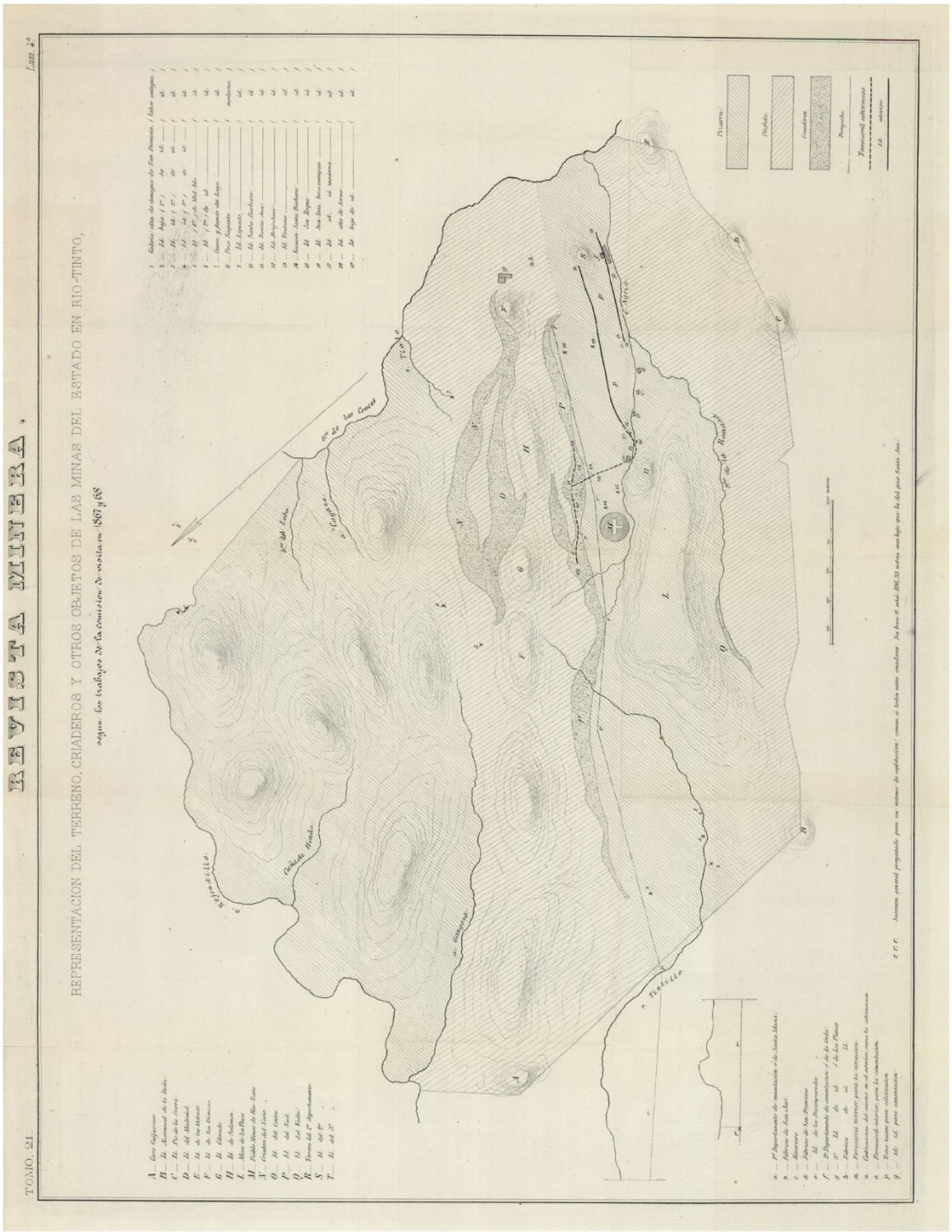
Plano de Río Tinto 1828, Joaquín Ezquerra del Bayo.



Plano de Minas de Río Tinto, Joaquín Ezquerra del Bayo



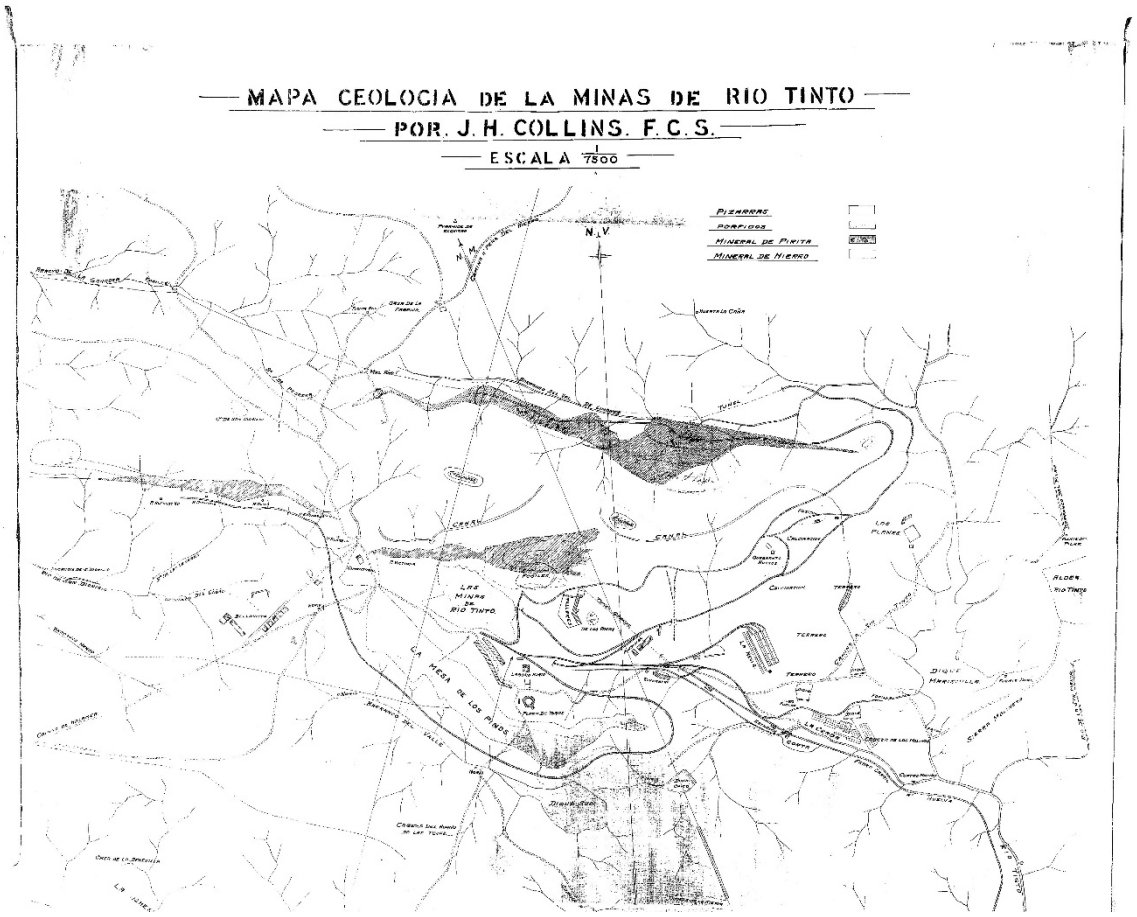
Plano de Río Tinto, donde se recogen los criaderos, instalaciones y galerías de desagüe. Anciola y Cossio 1856, lam. 2ª.



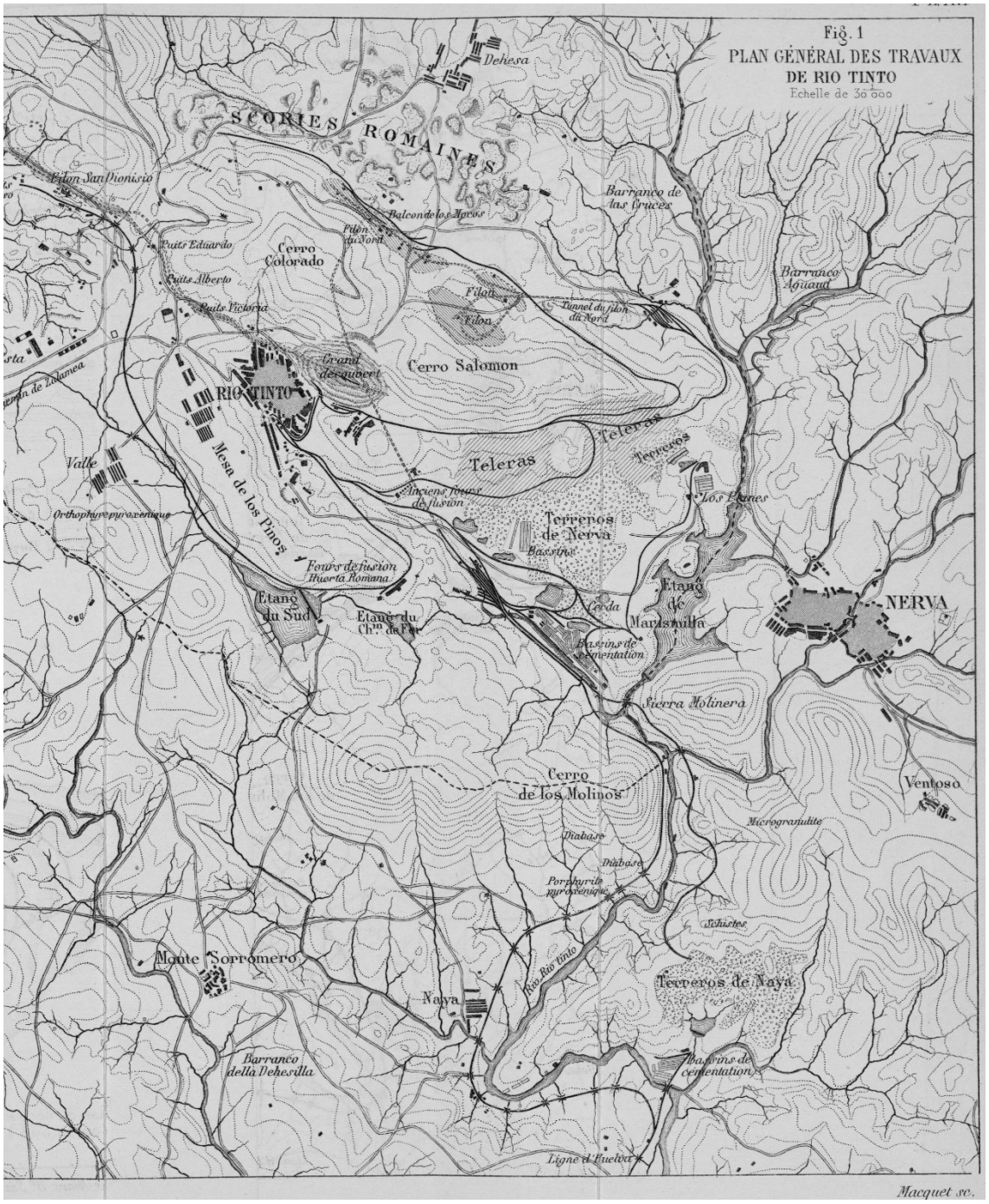
Plano Representación del Terreno, Criaderos y otros objetos de las Minas del Estado en Río Tinto según los trabajos de la Comisión de Visitas de 1867 y 68. *Revista Minera, Científica, Industrial y Mercantil* XXI, 1870.



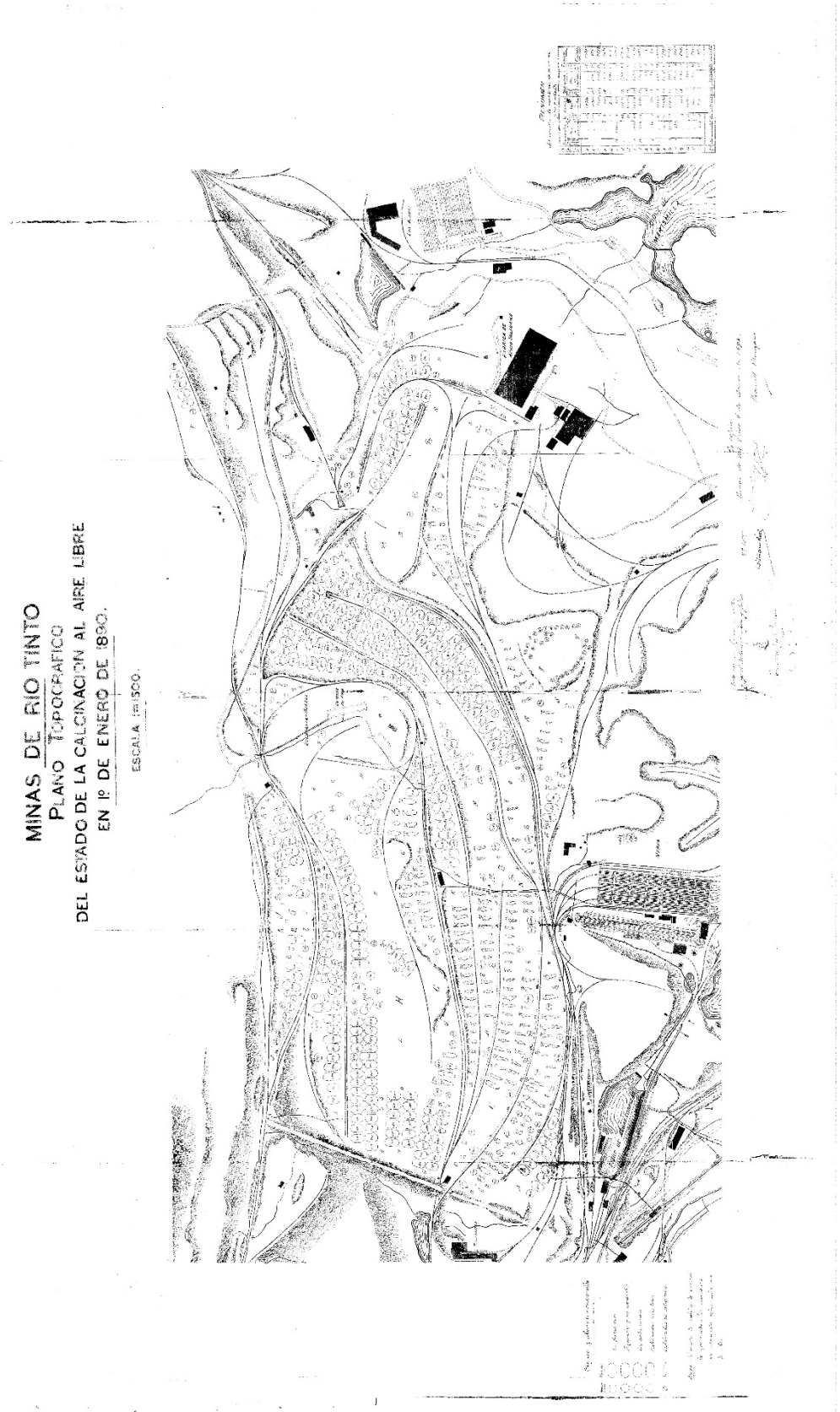
Plan of Works 1878, Plano A-2174 AHMFRT.



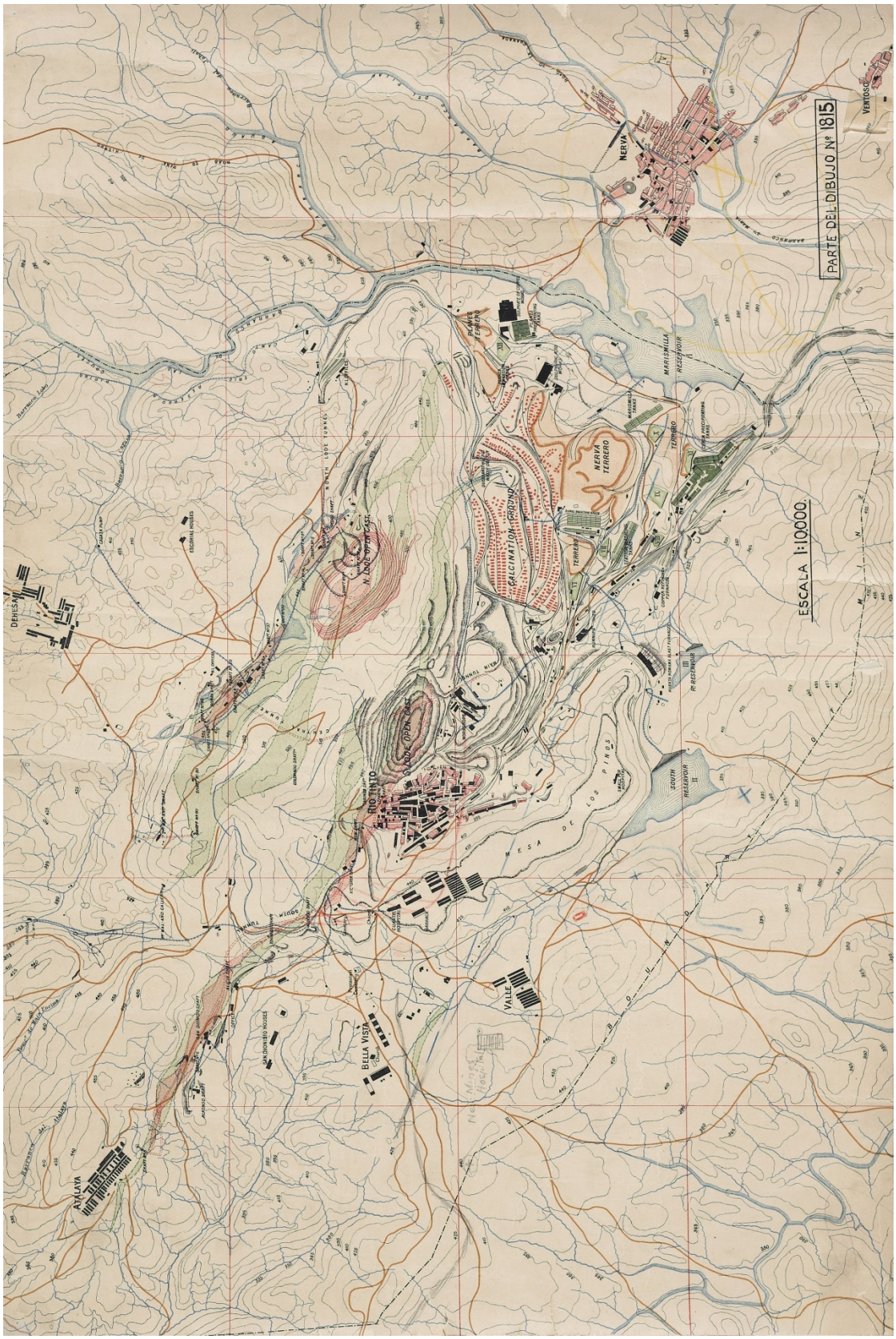
Plano C00325 Plano Geológico de las Minas, 1882, AHMFRT.



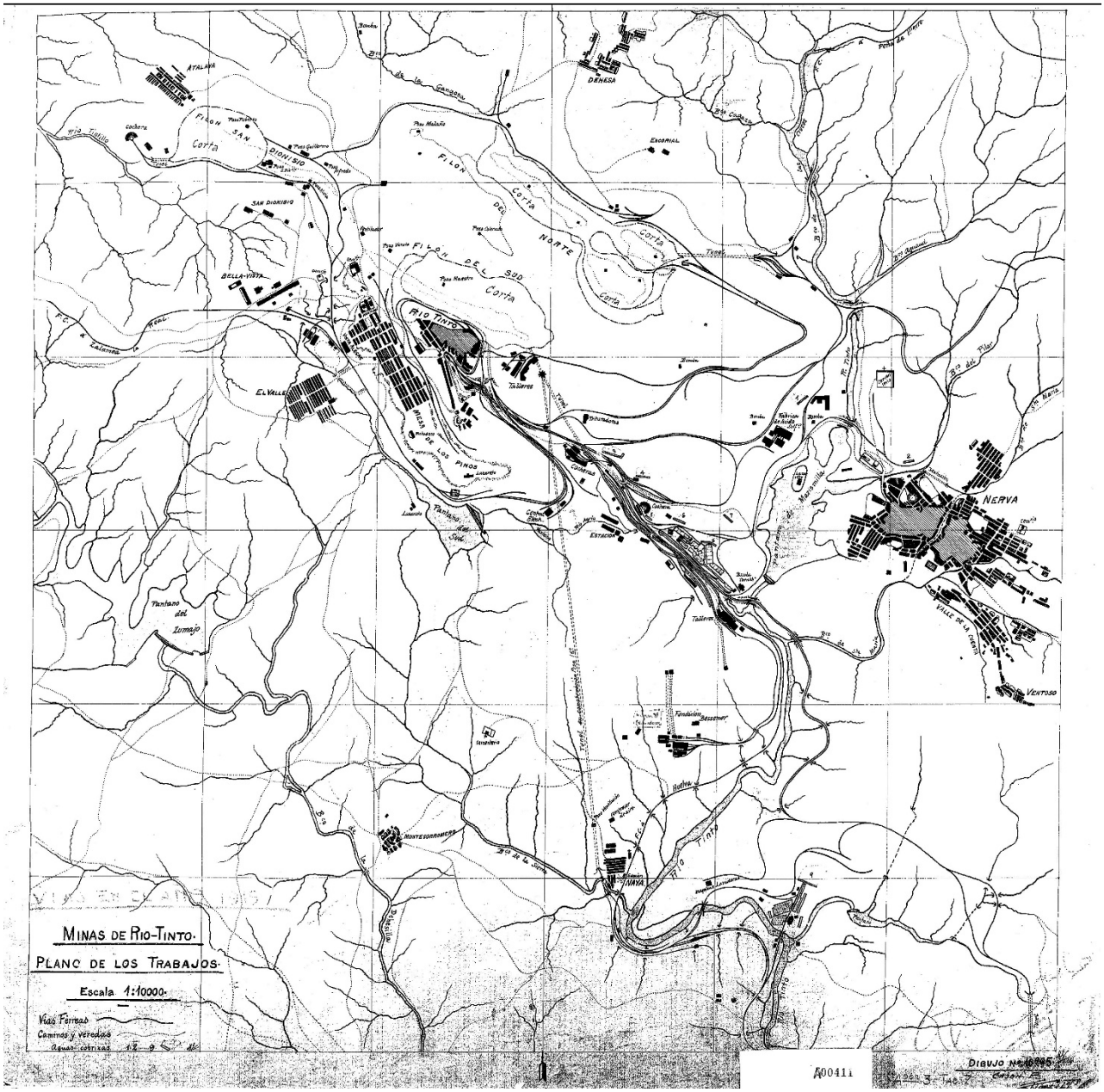
Plan Général des Travaux de Rio Tinto, De Launay, L (1889), Annales des Mines XVI, 352.



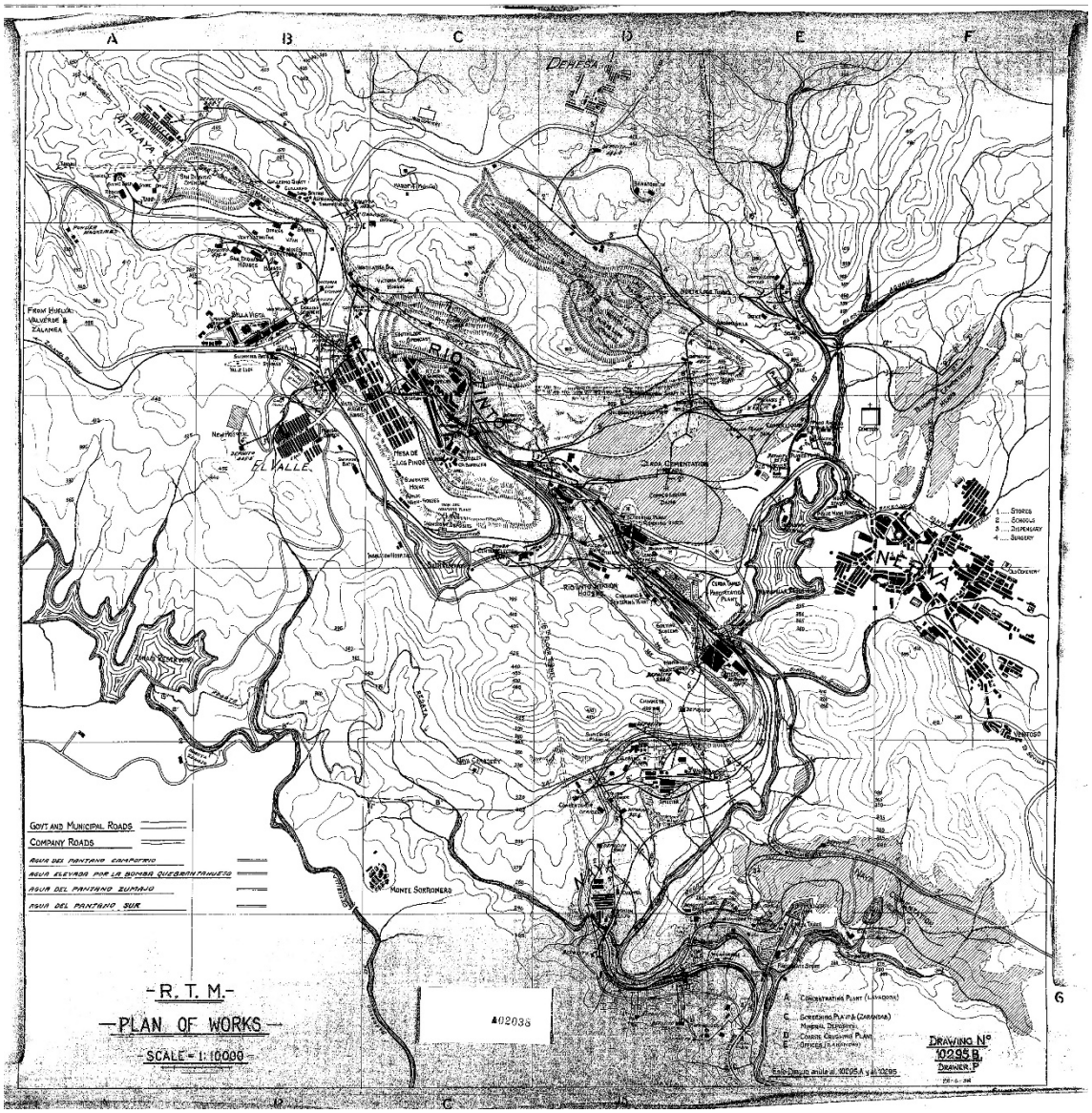
Plano Topográfico del Estado de la Calcinación al Aire Libre en el 1º de enero de 1890. Fuente Legajo 100 D 7 LMA, 13.



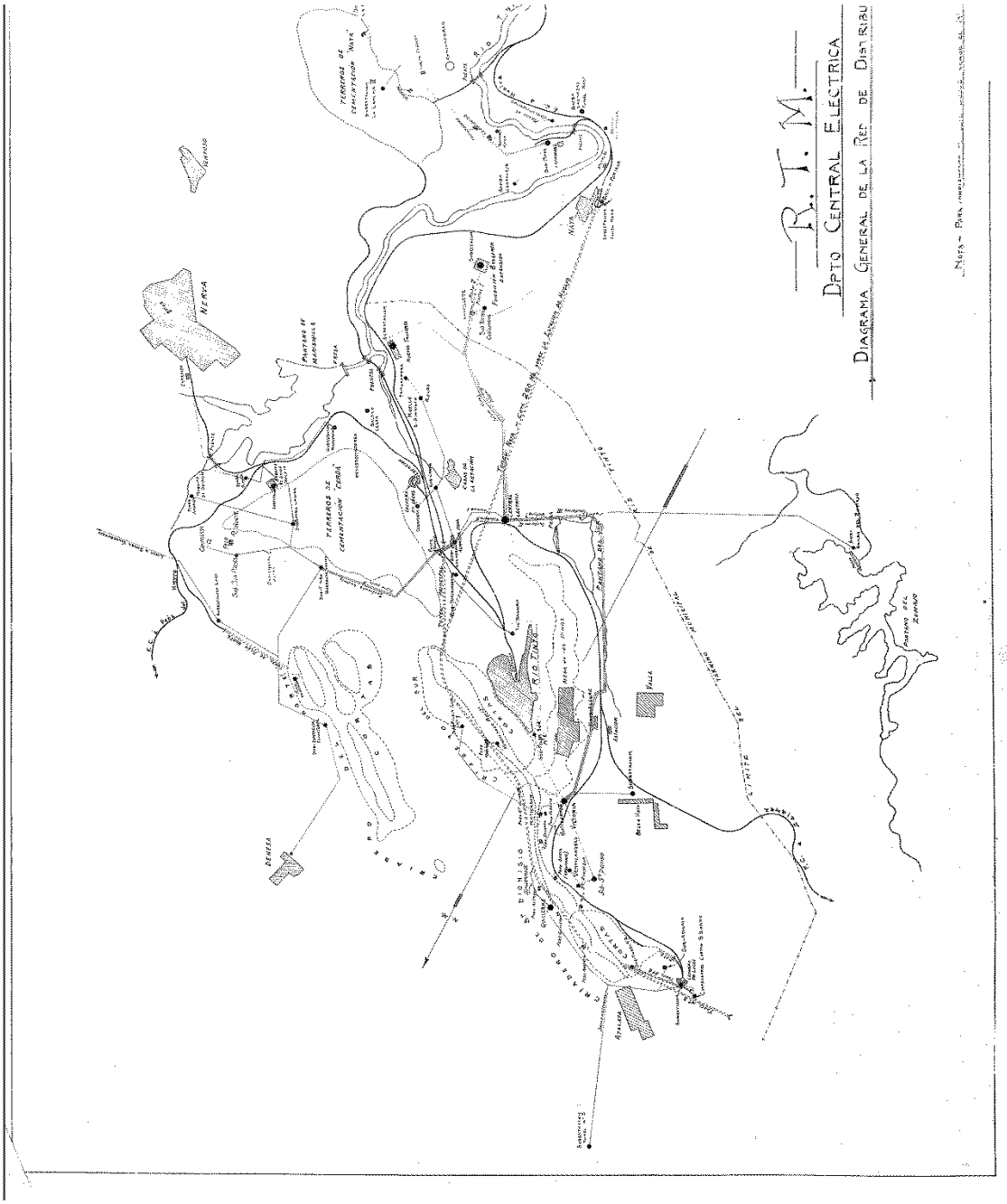
Plan of Works de 189, A-2875, AHMFRT



Plano de los Trabajos, 1915, A00411, AHMFRT.



Plan of Works 1932, A-02038, AHMFRT.



Plano Dpto. Central Eléctrica, Diagrama General de la Red de Distribución Eléctrica, 1920. AHMFRT.



Plano de los Trabajos, 1946, AHMFRT.