

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las minas de Río Tinto (1873-1897). *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342
ISSN: 0366-0176

Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las minas de Río Tinto (1873-1897)

C. Avilés-Palacios

E.T.S. Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid
carmen.aviles@upm.es

RESUMEN

Las minas de Río Tinto, ubicadas en el suroeste de la Península Ibérica tienen una gran relevancia debido a la riqueza de sus yacimientos cupro-piríticos. Han sido explotadas durante 82 años, desde 1873 a 1954, por The Rio Tinto Company Ltd., una compañía británica que se erige como la de mayor importancia en el sector minero-metalúrgico en su época. Desde el momento en que esta empresa adquiere las minas de Río Tinto al Estado español "a perpetuidad", pone en marcha un proyecto empresarial a largo plazo cuyo principal objetivo era rentabilizar la inversión que el consorcio empresarial realiza. En este trabajo se abordan las innovaciones y mejoras tecnológicas introducidas en la explotación así como el comentario de los resultados económicos alcanzados por la misma entre 1873 y 1897.

Palabras clave: historia empresarial, minería, Río Tinto, Rio Tinto Company Ltd

The innovations and technological improvements in the Río Tinto mines (1873-1897)

ABSTRACT

The Rio Tinto Mines, located in the southwest of the Iberian Peninsula, have a great relevancy because the richness of their copper-pyritic deposits. They have been exploited for 82 years, since 1873 until 1954, by The Rio Tinto Company Ltd., a British mining-metallurgical company, which, in those days, became one of the most important in this sector. From the time when the company acquired, "in perpetuity", the mines to the Spanish State, launched a long-term project whose main objective was the return on the investment made by the consortium enterprises. The innovations and technological improvements incorporated to the exploitation are approached in this publication, as well as the commentary of the economic results reached by the same one between 1873 and 1897.

Key words: economic history, mining, Río Tinto, Rio Tinto Company Ltd

Introducción

Las minas de Río Tinto, ubicadas en la Faja Pirítica Ibérica que se extiende desde las proximidades de Sevilla (España) hasta Alcaçer do Sal (Portugal), han sido explotadas desde tiempos prehistóricos. No obstante, hubo una época en su vida en que fueron consideradas como la *Grande Dame* de las minas mundiales debido a la producción alcanzada así como a su envergadura y proyección nacional e internacional que presentan. Esta época coincide con su explotación por la compañía británica The Rio Tinto Company Ltd., empresa que adquiere la propiedad de las minas, a perpetuidad, al Estado español. Esta compañía explota las minas desde 1873 hasta 1954, año en que todas las pertenencias de The Rio Tinto Company, Ltd. (R.T.C.) en España se traspasaban a la nueva Compañía Española de Minas de Río Tinto,

S.A. En los 82 años en que R.T.C. posee este yacimiento, consigue extraer casi 110 millones de toneladas de mineral pirítico que proporcionan un beneficio total cercano a los 54 millones de libras esterlinas (Harvey, 1981). Estos resultados contrastan con los obtenidos en años anteriores, en los que el Estado, como propietario de las minas, no logra extraer¹ las riquezas que se guardaban en su seno a costes tales que permitieran la obtención de beneficios a pesar de los múltiples planes de viabilidad que se elaboran para ello (Flores Caballero, 1983).

Este trabajo pretende corroborar la anterior afirmación basándonos, para ello, en el conocimiento de aquellos métodos y procesos implantados por R.T.C. en las Minas de Río Tinto, así como en los datos eco-

¹ El Estado español por sí mismo o mediante la concesión de la explotación de las minas (Flores Caballero, 1983)

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

nómicos elaborados por la compañía y recogidos en los llamados *Report & Accounts* (Cuentas anuales) y en los *Cost Statements* (Estados de Costes).

Hemos de realizar ciertas acotaciones en cuanto al alcance del objetivo propuesto. La primera de ellas es de índole temporal, ya que nos centramos en una época muy concreta, desde 1873 a 1897, en la que R.T.C. es dirigida por Hugh Matheson. Elegimos esta fecha como final de nuestro análisis ya que representa el inicio de una nueva etapa en la vida de The Rio Tinto Company Ltd. en la que se consolida un cambio empresarial promovido por la Casa Rothschild, quien, a partir de este momento, participa más que activamente en la dirección de la empresa (Harvey, 1981). Con el fin de comprobar lo acertado, o no, de los métodos, procesos y procedimientos implantados por R.T.C. a través del análisis de costes y, en su caso, de su incidencia en la cuenta de resultados es necesario conocer previamente en qué estado se encontraban las minas y los resultados que arrojaba su explotación en los últimos años de propiedad nacional. Para ello, partimos de los datos referidos a la explotación de la mina en 1869 que incorpora el ingeniero de minas David Forbes (1873a) en un informe técnico, para compararlos con los distintos costes y resultados obtenidos durante el período que transcurre desde su adquisición por el consorcio británico presidido por Hugh Matheson en 1873 hasta 1897.

La segunda acotación hace referencia a las fuentes utilizadas. Nos basamos en los informes de las Juntas Generales de accionistas celebradas en aquellos años, recogidos en los llamados *Report & Accounts*, que se comienzan a emitir desde 1874 y abarcan todo el periodo estudiado. Esta información contable está debidamente auditada². Además

hemos contado con el primer Estado de Costes (*Cost Statement*) que emite la empresa en el año 1897, lo que nos permite conocer el monto a que ascendían las labores, mineras y metalúrgicas, en dicho año. Este hecho, sin embargo, no nos permite ofrecer una evolución de los costes desde 1873 a 1897, lo que merma la profundidad de nuestro estudio, ya que sólo podemos mostrar una suerte de fotografía final de lo que acontece en estos años respecto a costes y producción.

La tercera puntualización está dedicada a los datos que dichos informes ofrecen, así como los que se han utilizado en este trabajo. A este respecto encontramos ciertas dificultades. Podría considerarse como método de análisis válido el del estudio de los beneficios netos obtenidos, sin embargo, entendemos que el resultado de explotación, esto es, el conseguido con la explotación y venta de los minerales y demás productos obtenidos en la mina es más revelador que aquel. La ventaja que ofrece el estudio de este resultado parcial es que elimina el impacto de la gestión financiera de la compañía, de los gastos generales de administración o de otros resultados extraordinarios. No obstante, como hemos apuntado anteriormente, en los informes anuales que se entregan a los accionistas en las Juntas Generales no se desagrega en la Cuenta de Pérdidas y Ganancias este resultado por lo que la potencia informativa de ésta se diluye considerablemente. Además, el resultado de explotación está vinculado a otros factores, no sólo los relacionados con la productividad sino aquellos que recogen movimientos inflacionistas, la variación de precios de los factores productivos y del tipo de cambio de las monedas española y británica³.

La variación de los costes en una empresa como

² The Rio Tinto Company Ltd. está considerada como una de las primeras empresas europeas que somete a auditoría sus cuentas anuales realizada por profesionales independientes (Flores Caballero, 1993). Las auditorías de los *Report & Accounts* se realizan anualmente desde 1873, aún cuando que no se obliga a las empresas privadas británicas a auditar sus cuentas (British Companies Act, 1900). Entendemos que The Rio Tinto Company Ltd. somete sus cuentas a auditoría externa con el objeto de proteger los intereses de accionistas y terceros, así como para ofrecer una mejor imagen en los mercados internacionales de valores. La sociedad de Auditoría que comprueba la veracidad de lo contenido en los documentos entregados en las Juntas Generales de Accionistas es la misma a lo largo de los 82 años de historia de The Rio Tinto Company Ltd. en España.

The Rio Tinto Company Ltd. aplica en la verificación de las cuentas anuales las recomendaciones emitidas, en primer lugar por el Institute of Accountants in London y, posteriormente, por el ICAEW, lo que convierte a la compañía minera británica en una pionera en las prácticas contables y un ejemplo de cómo la legislación en nuestra materia evoluciona con un cierto desfase respecto de la praxis contable. Esta afirmación la podemos basar en

los siguientes puntos. En primer lugar, la compañía somete sus cuentas anuales a auditoría desde su primer año de funcionamiento, aún cuando las C.A. vigentes en ese periodo no obligaran a ello. En segundo lugar, hace uso de los servicios de una empresa que cumple con las recomendaciones de dicha asociación profesional, ya que se dedican al "negocio de la contabilidad" manifiestamente –lo que deducimos de la rúbrica que utilizan Auditors – y, a partir de 1929 están registrados como "Chartered Accountants" lo que le permite ejercer la labor descrita (Avilés, 2006). Por último, aunque creemos más importante, está el hecho de que William Turquand, uno de los socios de la empresa que audita las cuentas de The Rio Tinto Company Ltd., es miembro acreditado en el "Institute of Accountants in London", el cual preside desde 1877 y fundador del "Institute of Chartered Accountants in England & Wales"² (ICAEW, 1966: 249)

³ Para facilitar la comprensión de los datos comparativos se utilizan pesetas constantes, tomando como año de referencia 1869. La conversión de libras esterlinas a pesetas se ha realizado teniendo en consideración la evolución de tipos de cambio entre ambas monedas. Dichas conversiones tienen como base la información contenida en la obra de Tafunell Sambola y Carreras (2005).

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

The Rio Tinto Company Ltd. está condicionada, entre otros, por los siguientes factores.

- Sistema de minería.
- Sistema de beneficio utilizado.
- Medios de transporte tanto interno como externo hasta el puerto de Huelva.
- Precios de factores productivos, tales como la mano de obra, el combustible o las materias primas.

Entendemos que los tres primeros factores están condicionados y dirigidos por la idiosincrasia de The Rio Tinto Company Ltd. (R.T.C.). Es decir, dependerán de las decisiones adoptadas respecto a estos aspectos, de la capacidad de innovación de la empresa, de incorporación de nuevos sistemas productivos, etc. Por el contrario, podemos suponer que los precios de factores productivos vienen impuestos por las leyes de mercado, si bien pueden matizarse, en cierta medida, según la capacidad de negociación de la empresa. Por todo lo anterior, en este trabajo nos vamos a centrar en el estudio de los costes, sin relacionar su evolución a hechos ajenos a la gestión empresarial tales como el cambio en los precios de aquellos recursos incorporados al proceso productivo.

Como última acotación a este trabajo se presenta el hecho de que no se ha encontrado una relación directa y unívoca entre cambio tecnológico y reducción de costes. Además, en este caso es difícil demostrar el grado en que las innovaciones afectan a la cuenta de resultados por dos motivos, que por su naturaleza bien podríamos resumir en uno sólo: la escasa información proporcionada al respecto ya sea en los documentos financieros públicos -*Reports & Accounts*- o en los Estados de Costes - *Cost Statements* o Libros Negros. No hemos encontrado un desglose de estas labores de investigación sino, en todo caso, una rúbrica denominada "*Special Expenditures*" incluida en los costes de cada departamento parece incluir estas partidas, entre otras (*Cost Statements*).

Resumiendo, esta investigación recoge la situación en la que se encontraban las minas en 1869 y que manifiesta David Forbes (1873), ingeniero de minas de la compañía británica en un informe que realiza en 1873. En epígrafes posteriores se analizan los cambios que se producen en la explotación minera bajo la presidencia de Hugh Matheson, así como su incidencia en los costes. Hemos creído conveniente periodificar estos años. En primer lugar nos centramos en lo que la compañía británica califica como "puesta en marcha de la mina", que abarca el período comprendido entre 1873 y 1876. Este trienio recibe dicha denominación ya que es cuando se realizan grandes inversiones en infraestructura que, a juicio

de los técnicos contratados por R.T.C., eran más que necesarias a fin de que las minas funcionaran eficientemente. Posteriormente, analizamos casi 20 años más, hasta 1897, año en que fallece Matheson. De la comparación de los informes iniciales y los resultados alcanzados en 1897, podremos concluir si se producen reducciones de costes tras la implantación de nuevos métodos y procesos, sin perder de vista, claro está, los condicionantes de partida que se han expuesto.

Situación inicial en 1869

Cuando se adquieren las minas de Río Tinto por el consorcio británico, se envía a David Forbes, un ingeniero de minas, para que realice un informe acerca de la situación real de la explotación así como de las mejoras que debían realizarse para explotarla con beneficio. De este informe hemos extraído lo que sigue (Forbes, 1873a).

Sistema de minería

Las labores de minería se desarrollan mediante un sistema de galerías. Este método consiste en excavar un túnel y extraer el mineral de su vaciado dejando, por tanto, el contenido en sus pilares y techos, lo que significa que, según los cálculos de Forbes, "*sólo una quinta parte del mineral metálico del filón ha sido extraído*" (Op. Cit.: 5-6). También cuantifica el coste de obtener una tonelada de mineral metálico (4 s y 1'5 d⁴) al que se debía añadir 1/10 más por llevarlo a la superficie. Los datos se reflejan en la Tabla 1.

Sistema de beneficio

Para la obtención del cobre refinado se utilizaron diversos sistemas que recoge Forbes en su informe. También pone de manifiesto que se requerían "*más de 98'5 tons. de mineral de la mina para extraer una tonelada de cobre refinado, mientras que un 1'5 % de cobre se dejaba en los terreros residuales*" (Op. Cit.:

⁴ Llegados a este punto debemos aclarar algunos aspectos relativos a la moneda británica: "£" hace referencia a la libra esterlina; "s" significa shilling o chelín; "d" se representa penny o peniques. La manera en que se puede encontrar precios o valores escritos es variada. Por ejemplo, 79 libras, 2 chelines y 8 peniques se puede escribir como £79/2/8d ó bien prescindir del uso de la "d" £79/2/8. Una libra son 20 chelines y un chelín está formado por 12 peniques. En algunas tablas que incorporan datos en libras esterlinas, se ha calculado su cambio a pesetas.

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Operación	Libras	Pesetas
Minería	£0/4/1d	5,03
Halado	£0/1/10d	2,24
Calcinación	£0/2/11d	3,63
Cementación	£0/5/7d	6,86
Calcinación de bolas de cobre	£0/0/3d	0,38
Fundido de bolas de cobre	£0/0/6d	0,64
Refundido de escorias	£0/0/6d	0,66
Refinado de cobre	£0/0/8d	0,89
Cargos varios	£0/0/5d	0,56
Dirección	£0/0/8d	0,86
Transporte del cobre a Sevilla	£0/0/7d	0,79
Total Coste de operaciones por tonelada	£0/18/5d	22,54

Fuente: Forbes (1873a:7)

Tabla 1. Coste de las operaciones por tonelada (1869)
Table 1. Cost of operations per ton. (1869)

8). Para obtener una cantidad adicional de cobre –hasta llegar a un 2% adicional - se debía someter éste a la acción oxidante del aire y la lluvia. En el año 1869 se produjeron un total de 974 toneladas procedentes de distintos procesos de obtención de cobre refinado (Tabla 2).

El coste medio por tonelada de cobre refinado ascendió a 62 libras esterlinas con 8 chelines, tal y como se muestra en la Tabla 3.

Forbes achacó el elevado coste por producción de cobre refinado al estado en que se encontraban las instalaciones, así como a los métodos utilizados de elevación y transporte del mineral. En este sentido pone de manifiesto que “*debido al profundo deterioro de los tanques y canales de cementación una gran proporción [del cobre] corre al río y se pierde completamente*” (Op. Cit.: 8); o que los costes de obtención de cobre refinado se incrementan considerablemente debido al “*bárbaro sistema de halarlo [del interior al exterior de la mina] mediante burros y cestas*” (Op. Cit.: 6).

Sistema de transporte

Para realizar los movimientos de materiales, tanto dentro de la explotación como fuera de ella, se utilizan medios de transporte animal a través de caminos,

Procedencia	Toneladas
De cementación	661
De drenaje de aguas agrias	75
De drenaje de terreros	55
De fundición de vitriolos	25
Refundido de núcleos y escorias	158

Fuente: Forbes (1873a:7)

Tabla 2. Producción de cobre refinado (1869)
Table 2. Production of fine copper (1869)

Concepto	Libras	Pesetas
Calcinación y cementación	£79/2/81d	1.930,06
Drenaje de aguas agrias	£36/13/6d	894,50
De drenaje de terreros	£38/5/2d	933,12
De sulfatos	£43/8/2d	1.058,72
Refundido de núcleos y escorias	£16/17/0d	410,97
Coste medio por tonelada	£62/8/0d	1.521,93

Fuente: Forbes (1873a:7)

Tabla 3. Coste por tonelada de extracción de cobre refinado (1869)
Table 3. Cost per ton. of fine copper mining (1869)

en algunos casos, casi impracticables (Op. Cit.: 6). Este método provocaba que el coste por tonelada correspondiente al transporte a Sevilla ascendiera hasta el 38% del total.

La puesta en marcha de las minas 1873-1876

Como es frecuente, una mera exposición de hechos no resultaba en absoluto útil si no se acompañaba de propuestas de actuación. Forbes propone realizar una serie de actuaciones con el objetivo de satisfacer la demanda creciente de azufre a precios competitivos⁵,

⁵ En su informe hace referencia al “desarrollo reciente del mercado de piritas y azufre ofrece grandes esperanzas para el futuro. Aún cuando no se produzcan ventas de azufre en España, la demanda en el Reino Unido, Francia, Bélgica y Alemania es enorme y cada vez mayor, y no hay duda de que los minerales metálicos de las minas de Río Tinto pueden ser vendidos en estos países a precios competitivos” (Forbes; 1873a: 8-9).

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

a la par que continuar con la obtención de cobre metálico. Así, si hasta entonces los esfuerzos se habían centrado exclusivamente a la obtención de cobre, se debería diversificar y aprovechar el azufre que se emitía libremente al aire en el proceso de calcinación.

La consecución de este fin se conseguiría incrementando la escala productiva de los establecimientos y reduciendo al mínimo los costes de extracción y transporte a un puerto. A estos objetivos se dedican los primeros años de andadura en Río Tinto, tal y como expresa Matheson en la primera junta general de accionistas (*Report & Accounts*; 1874):

*"the most strenuous efforts in this direction have been [...] employed to be in readiness for the completion of the railway and the immediate export of the minerals on the large scale"*⁶.

Sistema de minería

Con el objetivo de mejorar la competitividad de Río Tinto en el mercado era necesario promover una explotación masiva y eficaz, para lo que plantea la posibilidad de trabajar a cielo abierto. De esta manera, calculó Forbes, se podían conseguir piritas a un coste inferior a 4 chelines por tonelada reduciéndolo, por tanto, en 1 penique y medio respecto al obtenido en 1869. Se comienzan a explotar los filones norte (*North Lode*) y sur (*South Lode*).

Sistema de beneficio

Las proposiciones que realiza el Ingeniero apuntan a una optimización de los recursos y los medios para obtener cobre metálico de las piritas extraídas en la mina. Pretendía, por un lado, recuperar el máximo volumen de cobre metálico así como minimizar los costes de fundición. Para ello propone los siguientes puntos:

- Cementación: Según se incluye en el informe presentado a los accionistas en 1876 (*Report & Accounts*; 1876) se plantean tres formas para obtener cobre en la propia explotación mediante el proceso de cementación. La primera de ellas consiste en la recuperación del cobre contenido en las aguas de la mina. Se llevan a los tanques de cementación donde se añade hierro, proceso denominado canaleo (Pinedo Vara, 1963). La

⁶ "Se están realizando grandes esfuerzos para completar la línea de ferrocarril que permita una exportación de minerales a gran escala" (N.a.)

segunda manera es la de aprovechar los terreros⁷ procedentes de la adquisición de la mina, los cuales fueron extendidos y se lixiviaron con agua canalizada desde la Cueva del Lago, obteniéndose el sulfato de cobre necesario para la cementación artificial. La tercera vía de obtención de cobre es la de las teleras, erigidas por la R.T.C. Éstas arden durante seis u ocho meses, tras los cuales se llevan a un nivel inferior y se lixivian convenientemente.

- Recuperar el cobre desperdiciado: En su informe Forbes cuantifica en 20 millones de toneladas el volumen de cobre existente en escombreras y en los deshechos de las fundiciones llevadas a cabo desde tiempos pre-romanos (West 1972: 13). Para su recuperación propone realizar una serie de operaciones, tales como machacar las escorias a mano para su posterior beneficio.
- Suprimir la fundición de piritas ricas en cobre, proceso que se traslada a Gran Bretaña.
- Concentrar los trabajos de cementación en Cerda: se repararon y agrandaron los viejos sistemas de canales y tanques. Con esta medida se conseguían dos objetivos: abaratar costes y reducir los robos y pillajes de mineral, que se producían "al por mayor" (Forbes, 1873a: 9). Esta restauración daba por finalizada la etapa decisiva del proceso de cementación artificial.

La continuada sequía así como los escasos arroyos existentes en la zona hacen necesaria la construcción de "dos reservas" - embalses y tanques de almacenamiento de agua de lluvia y manantiales-; así como la adquisición de bombas de agua que, junto a los recursos existentes, fueran capaces de suministrar el agua necesaria para la explotación minero-metalúrgica. De este modo, se obtienen un millón de toneladas cortas (tons) anuales de agua lo que supera las previsiones de la empresa (*Report & Accounts*, 1874-1876).

⁷ Los terreros son montones de piritas trituradas que se dejan orear y lixiviar durante años para recuperar el cobre que contienen. Se forma en una superficie inclinada y cóncava para hacer correr agua por él y recogerlo en su punto más bajo, donde se hallan los canales de cementación. En ese espacio se pueden alcanzar los 10 metros de altura. En la base del terrero se encuentra un sistema de canales de piedra que permiten la circulación del aire que llega desde unas chimeneas situadas cada 20 metros, favoreciéndose, con ello, la oxidación. Son necesarios para que el sulfuro de cobre de la pirita se convierta en sulfato de cobre soluble para ser precipitado posteriormente. El sulfato desciende por una pendiente llevando el cobre que se libera al adherirse a unas barras de hierro en tanques de precipitación o cementación (Pinedo Vara, l: 1963).

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Sistema de transportes

Los cambios necesarios para el transporte de minerales debían centrarse en tres aspectos, si bien todos ellos giran alrededor de la idea de sustituir las bestias de carga, que hasta entonces se venían utilizando en la mina para el movimiento de mineral, por un medio de transporte más eficiente: el ferrocarril. Se retoma así la solución que planteaban en sus memorias los ingenieros españoles encargados de los planes de viabilidad que se habían emitido antes de que se produjera la enajenación de las minas⁸.

Para corregir esto, se adoptan las siguientes medidas que hemos agrupado según su relación con el transporte dentro de la propia explotación, entre ésta y Huelva, y por último hablaremos del muelle que construye la compañía para el embarque de sus productos.

Transporte en el recinto de la explotación

Para disminuir el coste del transporte de los distintos materiales dentro de la explotación, así como para ahorrar tiempo en la realización de esta actividad, propone construir, en primer lugar, un tendido ferroviario que uniera Filón Sur con los campos de calcinación, o teleras, situadas al este del término minero. Esta red interna de ferrocarril sería denominada Línea de Minas (*Mines Line*). Por otro lado, se debía construir un túnel que atravesara los filones al nivel de la planta undécima para recoger los minerales que eran arrojados desde los niveles superiores a través de pozos, y que fue denominado por los británicos Túnel Principal (*Main Tunnel o Floor Tunnel*). Además se levantan varias vías de tranvía dentro de la propia mina que conectaban la línea ferroviaria con el nivel más elevado de la explotación (*Report & Accounts*, 1877).

Transporte desde la explotación hasta Huelva

Retomando los informes de viabilidad de los ingenieros españoles, Forbes propone dar salida a los productos mineros por el puerto de Huelva, para lo cual era necesaria su conexión con los yacimientos. La solución que se propone es la de construir un tramo de ferrocarril desde el pantalán que la compañía tenía en el puerto de Huelva, hasta la estación central ubicada en el término de las minas, atravesando el valle

del río Tinto hasta su unión con el río Agrio. Esta línea se conoce como Línea Principal (*Main Line*). El coste de esta inversión también fue calculado por Forbes, estimando que alcanzaría unas 600.000 libras y los trabajos durarían 2 años. En este tema, G. C. Bruce era el experto por lo que presenta, el 11 de junio de 1873, un informe con los planos para la construcción del ferrocarril Huelva-Río Tinto.

Este recorrido ferroviario se abre al tráfico en julio de 1874, aún cuando no era hasta noviembre de ese mismo año que se preveía su finalización. Por esta causa, los constructores, Clark, Punched & Co, recibieron una sustanciosa bonificación (*Report & Accounts*, 1874). Durante la construcción de esta obra, se daba salida a los minerales desde Ríotinto hasta San Juan del Puerto, usando carros y tracción animal, además del ferrocarril de Buitrón.

Muelle en Huelva

En este apartado hemos de hacer referencia al muelle que la compañía construye en el puerto de Huelva, de uso propio, para el embarque de los minerales con destino el Reino Unido. Se comienza su construcción en el año 1874 y se pone en funcionamiento el 23 de marzo de 1876, aún cuando no están completamente acabados los trabajos. No obstante lo anterior, el ritmo de embarque que se alcanza en estas condiciones es de 800 a 1.000 toneladas despachadas diariamente (*Report & Accounts*, 1876).

El período 1876-1897

Es justo decir que las minas y su explotación sufrieron una mejora significativa desde que el Estado español sustentara su propiedad. El período comprendido entre 1876 y 1897 es en el que se experimenta un "cambio tecnológico" (Harvey, 1981: 92) y, como hemos dicho anteriormente, coincide con los años de presidencia de H. Matheson. En estos años se realizan múltiples investigaciones con el objetivo de innovar o mejorar los métodos de producción llevados a cabo en las minas.

Sistema de minería

Los filones que se explotan en este período se muestran en la Tabla 4. En ella se distingue entre el mineral extraído por minería interior, de aquellos extraídos en otros filones a cielo abierto o por cortas. Como se

⁸ Para un mayor detalle, véase Flores Caballero (1983).

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Año	Filón Sur		Masa San Dionisio	Filón Norte		Hierro	Total Mineral	Cobre Metal
	Interior	Corta	Alfredo	Interior	Corta			
1873								
1874		5.387					5.387	
1875	43.951	68.035					111.986	
1876	84.088	265.070					349.158	
1877	25.368	744.427					769.795	
1878	74.313	806.364					880.677	
1879	123.518	787.420				496	911.434	13.751
1880	175.903	741.501				9.105	926.509	16.215
1881	263.552	678.087	22.090	32.083		7.413	1.003.225	1.666
1882	293.036	493.776	30.019	131.402		14.194	962.427	17.389
1883	321.525	507.393	109.205	161.849		5.813	1.105.785	20.472
1884	321.235	591.516	210.155	247.015			1.369.921	21.564
1885	254.297	601.120	244.587	251.625			1.351.629	23.484
1886	294.743	579.139	282.368	222.130			1.378.380	24.700
1887	296.871	481.556	270.839	149.894			1.199.160	28.500
1888	346.840	465.397	350.946	243.506			1.406.689	32.000
1889	316.542	410.675	299.509	187.597			1.214.323	
1890	370.685	422.352	342.652	154.417			1.290.106	
1891	393.531	390.323	393.120	282.095			1.459.069	
1892	369.875	248.799	321.512	273.873	188.004		1.402.063	
1893	355.143	128.434	245.826	303.319	299.280		1.332.002	20.887
1894	321.683	101.738	362.711	109.053	491.909		1.387.094	20.606
1895	323.295	87.018	358.308	4.206	599.549		1.372.376	20.762
1896	322.374	76.470	315.913		735.409		1.450.166	20.817
1897	270.429	119.436	248.312		764.564		1.402.741	20.826
Total	5.962.797	9.801.433	4.408.072	2.754.064	3.078.715	37.021	26.042.102	303.639

Fuente: Gil Varón (1981)

Tabla 4: Mineral extraído y producción de cobre metálico por filones (1874-1897) (Ton)
 Table 4: Ore extracted and production of copper by lodes (1874-1897) (Ton)

puede apreciar, los primeros yacimientos explotados son los filones Norte y Sur. En el año 1881 se comienza a abrir San Dionisio, una continuación hacia el oeste de Filón Sur.

Una forma de incrementar la eficiencia de las labores de minería era la de contratación de cuadrillas de dos, cuatro, seis o doce trabajadores, lo que comienza a realizarse en 1890. Esta manera de trabajar consistía en que cada grupo debía realizar el trabajo que le había sido asignado. Se pagaba por tonelada, metro lineal o metro cúbico dependiendo de cual fuera la labor encomendada y posteriormente la cuadrilla cobraba proporcionalmente a los días trabajados. Para controlar el tiempo, se puso a disposición

de cada cuadrilla un vigilante pagado por la propia compañía. Este nuevo modo de trabajo permitía que cada hombre eligiera a sus compañeros lo que, en palabras de Matheson,

"this liberty has been most beneficial in drawing to the mines the most industrious, steady and intelligent class of labourers, and keeping out generally those of unsteady and indolent habits" (Report & Accounts, 1890).

Este método mixto de extracción de mineral, tanto por cortas a cielo abierto como por sistemas de minería interior, permite reducir los costes de obtención de mineral a cotas nunca antes vistas (Tabla 5).

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Filón	Mineral extraído			Coste constante		
	Tons.	Ley de cobre %	Cobre fino	Pta constante /Tons.	Pta constante /Tons. fino	Total
Corta Filón Norte	757.737	3,132	23.732	1,79	57,17	1.356.637
Corta Filón Sur	118.889	3,929	4.671	2,28	58,13	271.502
San Dionisio	248.312	1,869	4.641	7,40	395,78	1.836.830
Minería a cielo abierto	1.124.938	2,937	33.044	3,08	104,86	3.464.968
Contramina Filón Sur	263.089	2,263	5.953	7,35	325,04	1.934.914
Contramina Filón Norte			752		43,52	32.725
Minería Interior	263.089	2,548	6.705	7,48	293,47	1.967.638

Fuente: Cost Statement (1897)

Tabla 5: Mineral extraído, producción y coste de cobre metálico, por filones y método de extracción (1897) (Tons.-Pta constante año de referencia 1879)

Table 5: One extracted, production and cost of copper, by lode and mining method (1897) (Tons.-Pta Reference year 1879)

Sistema de beneficio

Durante los años que analizamos, The Rio Tinto Company Ltd. desarrolló tanto invenciones como innovaciones, si bien estas últimas son escasas y en algunos casos resultaron ser de escaso valor técnico o económico. No obstante lo anterior, estaba siempre presente en los empleados de la mina la mejora de los sistemas de beneficio, aunque no siempre estas investigaciones llegaron a buen fin, tal y como se puede deducir de las palabras de Matheson,

"experiments with a view to the better production of copper from our mineral have been tried (...) without satisfactory result. Meantime, by the intelligence and skill of our own officers, constant improvements and economies are being introduced" (Report & Accounts, 1877).

Entre las innovaciones que se desarrollan por los propios empleados podemos destacar aquellas reali-

zadas por H. Doetsch, fundador y Director Adjunto en las minas, entre 1878 y 1891. Patentó 5 procesos todos ellos destinados a la extracción de cobre y otros metales mediante vía húmeda, tal y como se puede ver en la Tabla 6.

La patente de 1880 es la del proceso conocido como ferriclórico⁹, consistente en echar sal común y manganeso al agua ácida, con lo que se reducía, según Doetsch, la corrosión de las vigas de hierro utilizadas en los canales de cementación. Este se erigió en una de las partidas más importantes de gastos, ya que el grado de corrosión de las vigas de hierro hacía que tuvieran que ser renovadas periódicamente. Este procedimiento se usaba en el lavado de casi toda la piritita destinada a ser precipitada. Según la explicación ofrecida por H. Matheson en la Junta de Accionistas de 1882, éste es un proceso químico inventado con el objetivo de reducir, en la medida de lo posible, el quemado de pirititas en la mina y por

⁹ Este sistema, como se comprobó posteriormente, fue un fraude y el motivo de lo que se conocería como affaire Doetsch, cuyo resultado fue la destitución de éste en 1893. El affaire Doetsch, se produce al conocerse que este método, por el que The Rio Tinto Company Ltd. había estado pagando cánones a Doetsch hasta su muerte en 1894, no incidía en absoluto en el consumo del hierro y que las estadísticas de consumo de dicho metal habían sido falseadas. Suponemos que para no alarmar a los accionistas en la Junta General de Accionistas celebrada en 1895 se hace referencia a este hecho como "un error cometido en uno de los Departamentos de Cementación en el consumo de Pig Iron durante un periodo de dos años". El cambio de sistema de

cementación provoca además un excedente de manganeso que "debido a su bajo contenido metálico sólo es vendible al precio correspondiente" (Report and Accounts, 22nd Ordinary General Meeting, 1895). En este escándalo se vieron implicados, además del propio Doetsch, su socio Sundheim y el jefe de Departamento Schröder, que también fue cesado en el momento. Así, con este despido se garantizaba el que los únicos intereses por los que se velaría en la estrategia empresarial serían los de los dueños del capital empresarial. Esta persona representaba la autonomía del agente que "contempla la gestión de la empresa más pensando en el beneficio propio que en el del colectivo o en el de sus accionistas" (Arenas, 1999: 33).

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Año	Nº patente	Duración	Objeto
1878	183	20 años	Extracción del cobre y otros metales contenidos en los minerales crudos que en ellos existan por vía húmeda
1880	1171	20 años	Un nuevo procedimiento regenerativo para la extracción del cobre y de otros metales de los minerales sulfurosos y piritas que contienen
1880	1208	5 años	Un procedimiento para extraer el cobre y demás metales contenidos en los minerales y piritas que los encierran
1888	8721	20 años	Mejoras en el procedimiento de extracción del cobre de las gangas del cobre
1891	11760	20 años	Un procedimiento para tratar metalúrgicamente cuantos minerales de cobre en general ofrece la naturaleza por la vía húmeda y obtener de ellos tanto el cobre como cuantos metales preciosos contengan

Fuente: Registro de la Oficina de Patentes y Marcas (España)

Tabla 6: Patentes de Heinrich Doetsch-Mannheim
Table 6: Patents by Heinrich Doetsch-Mannheim

tanto, las emisiones tóxicas al medioambiente y sus consecuencias nocivas en las poblaciones y explotaciones adyacentes (Report & Accounts, 1882).

No obstante lo anterior, el procedimiento de obtención de cobre por vía seca comienza a sustituirse por métodos hidrometalúrgicos, lo que provoca una paulatina reducción del coste por tonelada (Report & Accounts, 1893), aún cuando en el año 1897, según consta en los *Cost Statement* elaborados en dicho año, el coste por tonelada de cobre fino obtenido en las teleras asciende a 193,60 Pta, cantidad inferior a las 484 pesetas que costaba cementar cobre en el año 1869 (*Cost Statement*, 1897) (Tabla 7).

Por otro lado, y debido a los elevados costes de transporte del cobre, se decide que sólo se trataría en la explotación aquel mineral con una baja ley de cobre. Es por ello que se pone en marcha una fundición, en la que se comienza a producir cobre Blister. Se esperaba que los beneficios de este centro comenzaran a producirse durante 1890 (Report & Accounts, 1890). En 1891 entra en funcionamiento la planta erigida en la propia explotación (Report & Accounts, 1891), cuyos resultados se proporcionan en la siguiente tabla. A partir de 1896 se decide que todas las labores de refino de cobre se realizarán en Cwn Avon (Report & Accounts, 1897) (Tabla 8).

En el año 1889 se comienza la construcción de una planta para la producción de sulfato de cobre en Cwn Avon, así como otra en la mina. Esta planta es capaz de producir ácido sulfúrico y sulfato de cobre (Tabla 9). De esta manera, se consigue una diversificación de la producción y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Con el objetivo de reducir los costes de combustible se realizan varias prospecciones en busca de carbón desde el año 1892 en algunas propiedades de la Compañía (Report & Accounts, 1893). Dado que éstas no producen los resultados esperados se abandona esta vía en el año 1894 (Report & Accounts, 1894). Obtienen estos suministros de ciertas compañías mineras que explotaban a gran escala yacimientos en Bélmez¹⁰.

Sistema de transporte

Transporte en el recinto de la explotación

Debido a la cercanía de Filón Sur y San Dionisio, se decide su unión a través de la prolongación de la galería principal situada en el nivel 7. Este nuevo túnel alcanza, en 1882, los 2.300 metros de longitud a una profundidad media de entre 50 y 60 metros (Report & Accounts, 1883). Es justo decir que, a medida que se va avanzando en el filón, el túnel se va prolongando.

También se construye un túnel al mismo nivel que el gran túnel de ferrocarril que uniera el Filón Sur y el Filón Norte. El objetivo que se perseguía con esta nueva obra era, por un lado, facilitar la extracción del mineral del filón Norte, así como abrir el llamado Filón Medio, del que se tenía conocimiento por las

¹⁰ Debemos atenernos a lo dicho en las Juntas Generales de accionistas, debido a que no se proporciona información al respecto en los *Cost Statement* de 1897.

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Coste del mineral (Pta constante)	3.789.526,88
Coste total (Pta constante)	5.733.638,00
Producción cobre fino (Tons.)	15.839,00
Coste unitario (Pta constante/Tons)	362,00

Fuente: Cost Statement (1897)

Tabla 7: Cobre cementado - Producción y coste (1897) (Tons. - Pta constante. Año de referencia 1869)

Table 7: Precipitate - Production and cost (Tons. - Pta. Reference year 1869)

indicaciones en la superficie y por los pozos de la explotación en tiempo de los romanos. Su recorrido forma un ángulo recto respecto al eje del filón Norte 34 metros por debajo de la galería principal de dicho filón (*Report & Accounts*, 1882). Su desarrollo se prolonga varios años, hasta 1885.

La red ferroviaria construida para unir los distintos centros de labores de la explotación también sufre ciertas mejoras, tales como la duplicación del trayecto hasta La Naya en el año 1886, debido al elevado volumen de mineral que se transfería desde los antiguos terreros hasta este nuevo emplazamiento (*Report & Accounts*, 1886).

Transporte desde la explotación hasta Huelva

Se utiliza el ferrocarril construido a tal efecto y finalizado, como hemos visto con anterioridad, en el año 1875. También se incrementa el material móvil. En septiembre de 1895 se permite que en esta línea se produzca tráfico de viajeros y otros bienes distintos a los de la Compañía, lo que permite una mejora de la rentabilidad de la inversión realizada, así como una nueva fuente de ingresos para la empresa británica (*Report & Accounts*, 1896).

Muelle en Huelva

Una forma de mejorar la rentabilidad obtenida por las inversiones realizadas, es la de diversificar el origen de los ingresos, de manera que el uso de ciertas instalaciones no sea exclusivo de la compañía sino de aquellos que las necesiten y paguen por su utilización. De este modo, la construcción del tren Sevilla-Huelva permite que la rentabilidad del muelle construido por la Compañía se incremente. Así, cuando el 15 de marzo de 1880 se abre al tráfico esta línea propiedad de la MZA, fluyen ingresos derivados del peaje cobrado por las mercancías que hicieran uso del muelle (*Report & Accounts*, 1880) y que, hasta 1897, ascienden a 179.089 libras esterlinas.

Por otro lado, y debido al incremento constante que se produjo en el tráfico de mercancías, hubo que realizar ciertas modificaciones en el primer muelle de carga, tales como unos apartaderos para el ferrocarril que permitiera simultanear varios cargamentos (*Report & Accounts*, 1885).

Conclusiones

Durante los casi 25 años en que Hugh Matheson dirige la compañía The Rio Tinto Company Ltd. se producen gran cantidad de cambios tecnológicos en la explotación de las minas de Río Tinto, todos ellos puestos en marcha con el objetivo de reducir los costes de producción y, por ende, incrementar la rentabilidad de la inversión realizada.

The Rio Tinto Company Ltd. plantea como propósito fundamental explotar la mina a gran escala para lo cual debían realizarse profundas modificaciones en el estado en que se adquirió dicho yacimiento. Estos cambios giraban en torno a tres factores: minería a cielo abierto, transporte de minerales mediante el uso del ferrocarril y, por último, obtención de cobre metálico a bajo coste, para lo cual se debían realizar las

Producto obtenido	Coste total (Pta constante)	Tons.	Ley %	Cobre fino	Coste unitario
				Tons.	Pta constante/Tons.
Cobre fino	1.535.946,97	81.745	7,37	6.028	254,81
Mata rico	11.436,60	93	42,83	40	288,66
Mata ordinario	1.585.786,04	13.595	31,84	4.328	366,40
Mata pobre	42.449,52	507	28,82	146	290,37

Fuente: Cost Statement (1897)

Tabla 8: Producción y coste de fundición Bessemer (1897) (Tons. - Pta constante. Año de referencia 1869)

Table 8: Production and cost of blast furnaces (1897) (Tons.-Pta. Reference year 1869)

Avilés-Palacios, C., 2008. Innovaciones y mejoras tecnológicas en la explotación de las... *Boletín Geológico y Minero*, 119 (3): 331-342

Producto	Coste total (Pta constante)	Producción (Tons)	Coste unitario (Pta constante / Tons.)
Ácido sulfúrico	67.581,47	1.977	34,20
Sulfato de cobre	868.961,62	1.177	738,23

Fuente: Cost Statement (1897)

Tabla 9: Ácido sulfúrico y sulfato de cobre - Producción y coste de fundición Bessemer (1887) (Tons. - Pta constante. Año de referencia 1869)

Table 9: Sulphuric acid and sulphate of copper - Production and cost (Tons. - Pta. Reference year 1869)

operaciones de beneficio bien en la propia mina, o bien en el Reino Unido siempre y cuando el contenido en metal hiciera el transporte viable.

Los primeros filones que comienzan a laborearse - Norte, Sur y posteriormente, San Dionisio- combinan la minería interior así como la explotación a cielo abierto. La unión entre ellos se efectúa mediante galerías que no sólo facilitan el drenaje y la extracción de mineral, sino que también permite el transporte de los productos hacia los lugares de tratamiento mediante su trasbordo a tranvías y ferrocarriles, que formaron un complejo entramado ferroviario.

El método planteado para facilitar la exportación de mineral consiste en su traslado hasta Huelva para lo que se construye un muelle, final del trayecto del tendido de ferrocarril. Ni este pantalán ni el propio tren hasta Río Tinto son de uso exclusivo de la compañía, sino que The Río Tinto Company Ltd. permite su utilización para el traslado de bienes y personas. Este hecho posibilita la afluencia de ingresos que, a nuestro juicio, ayudan a recuperar la elevada inversión realizada.

La comparación de las fotografías, inicial y final, obtenidas de la explotación de las minas de Río Tinto por parte del Estado español, aquella, y por The Río Tinto Company Limited permite concluir que se produce un incremento en cuanto a las vías de explotación de la mina, que comienza a producir ácido sulfúrico. Por otro lado, se consigue una considerable reducción de costes de producción que disminuye, en precios constantes, de las 1.521 pesetas que costaba

producir una tonelada de cobre fino a las 362 pesetas que suponía obtener cobre en procesos de cementación o de 254,81 pesetas si hablamos del cobre obtenido en las fundiciones.

Referencias: Fuentes primarias

Forbes, D. 1873a. *Report by David Forbes to Messrs Matheson & Company- dated 25th April 1873*. RTZ Archives, legajo 100/A/30.

Forbes, D. 1873b: *Informe acerca del estado de las operaciones llevadas a cabo en Río Tinto desde que pasó a ser propiedad de la compañía*, escrita el 20-5-1873, legajo 1652 (100-A-30), en el Archivo Histórico de la Fundación de Minas de Río Tinto. Río Tinto. Huelva.

Report and Accounts: 1874, 1875, 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, en el Archivo Histórico de la Fundación de Minas de Río Tinto. Río Tinto. Huelva.

Cost Statement: 1897, en el Archivo Histórico de la Fundación de Minas de Río Tinto. Río Tinto. Huelva.

Referencias

Arenas Posadas, C. 1999. *Empresa, mercados, mina y mineros. Río Tinto (1873-1936)*. Universidad de Huelva, Huelva.

Avilés-Palacios, C. 2006. *Análisis de la información financiera y analítica de The Río Tinto Company Ltd.(1873-1954)*. Tesis Doctoral inédita. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

Harvey, C.E. 1981. *The Río Tinto Company: an economic history of a leading mining concern: 1873-1954*. Ed. Alison Hodge, Cornwall.

Flores Caballero, M. 1983. *Río Tinto: La fiebre minera del XIX*. Instituto de Estudios Onubenses Padre Marchena. Excma. Diputación Provincial de Huelva, Huelva.

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*. Universidad de Huelva, Huelva.

Gil Varón, L. 1981. *Minería y migraciones*. Río Tinto, 1873-1973. S.C.I. Tipográfica Católica. Córdoba.

López Morell, M. A. 2005. *La Casa Rothschild en España*. Ed. Marcial Pons, Madrid.

Pinedo Vara, I. 1963. *Piritas de Huelva: su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa, Madrid.

Tafunell Sambola, X. y Carreras, A. (coord.) 2005. *Estadísticas históricas de España, Siglos XIX-XX*. Fundación BBVA, Madrid.

West, R. 1972. *River of tears: the rise of the Río Tinto-Zinc Mining Corporation*. Earth Island Ltd., Londres.

Recibido: febrero 2008

Aceptado: septiembre 2008

