

5



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.

INTRODUCCION.

Las minas nacionales de Rio-Tinto se hallan situadas en la parte oriental de la provincia de Huelva, cerca de sus confines con la de Sevilla, en las inmediaciones del pueblo cuyo nombre llevan. El Gobierno se ha reservado como demarcacion para sus criaderos una estension de terreno de cerca de una legua cuadrada, que posee en propiedad, en cuyo término, para atender á las necesidades de la explotacion y de las fundiciones, hizo siembras de pinos, que, montes en la actualidad, aunque en muy mal estado por los efectos deletéreos de los gases que se desprenden en la calcinacion del mineral, pueden todavía, con un aprovechamiento oportuno, suministrar las maderas necesarias para la fortificacion de las escavaciones, por mas que estas lleguen á adquirir todo el desarrollo que la magnitud del criadero admite (1).

El término de Rio-Tinto está cruzado de Este á Oeste por una série de cerros separados por pequeñas cañadas, entre los que figuran en primer lugar el de Salomon, el Colorado, el del Retamar y el de San Dionisio. En la vertiente Sud de esta série de cerros, principalmente del cerro Colorado, está la parte del criadero que se ha explotado en los tiempos modernos y se explota

(1) El ingeniero de montes Don Francisco García Martino ha presentado al Gobierno de S. M. un importante trabajo, con un plano completo del término, sobre los montes de Rio-Tinto, en el cual da á conocer su estado, su importancia y su porvenir.

en la actualidad, á cuya parte en adelante conoceremos con el nombre de Mina, comprendiendo en el de criaderos al que ahora se explota y á todos los demas. En las inmediaciones de aquella ha ido edificando el Estado pequeñas casas para oficinas y habitaciones de empleados y operarios, que en la actualidad ya forman un pueblo, el cual, con las pequeñas fábricas que no merecen el nombre de tales, con algunos montones de escorias en sus inmediaciones, algunas huertas y casas aisladas, constituye la obra de los modernos en Rio-Tinto.

No hace aún muchos años que los cerros de que hemos hablado, y en cuya vertiente meridional están el pueblo y las fábricas, se hallaban cubiertos de monte espeso; pero los humos de las calcinaciones los han ido dejando desnudos, y en la actualidad se presentan imponentes á nuestra vista, trastornados por todas partes y acribillados de pozos, cuyo contraste con las limitadas explotaciones modernas nos hace ver lo mezquino de nuestras aspiraciones. Varias galerías de desagüe, algunas de mas de media legua de longitud, vienen á ellos de diferentes puntos del término. Al Norte de dichos cerros, en una llanura que en la actualidad se llama la Dehesa, montañas de escorias, y á su lado escondidos entre la maleza columnas, capiteles y otros restos de magníficos edificios causan una sorpresa indefinible, y nos hacen admirar el poder del pueblo gigante que, en una época sin elementos industriales, emprendió una obra que nosotros en la mitad del siglo XIX, preciso es confesarlo, no continuamos siquiera (1).

Es absolutamente imposible hacer una descripción de los

(1) Es indudable que han sido los Romanos los que explotaron á Rio-Tinto en escala tan colosal, principalmente en la época del Imperio, y hay muchas razones para creer que la irrupcion de los Wándalos les hizo suspender repentinamente sus trabajos. En la Dehesa se están descubriendo todos los dias sepulcros con monedas, entre las que son raras las correspondientes á la época de la república, lacrimatorios, candiles, ánforas y otros varios objetos. Al abrir en el siglo pasado la galería mas alta de Nerva se encontró una lámina de cobre con una inscripcion dedicada al emperador de este nombre.

No hay noticias de que en la edad moderna se hayan hecho explotaciones en Rio-Tinto hasta el siglo pasado. Una compañía sueca fué

pozos y demas escavaciones hechas por los Romanos en los criaderos de Rio-Tinto. Aquellos son innumerables en los cerros de que hemos hecho mencion, y generalmente tan próximos unos á otros, que se necesitan muchas precauciones aun para recorrer el terreno.

En cuanto á galerías de desagüe, citaremos las principales que se conocen. Casi todas están abiertas en la vertiente meridional de dichos cerros, y á veces unas encima de otras. Todas dan salida á aguas que llevan en disolucion sulfatos de hierro, y algunas de hierro y de cobre. La mas baja es la llamada de los Molinos, cuyos pozos ó lumbreras estan obstruidos. Se dirige á la parte Este de los criaderos, probablemente siguiendo el curso del rio Tinto, cerca de cuya union con el Agrio tiene la boca. La sigue la de San Luis, que desde las inmediaciones de la fábrica de este nombre, entre el cerro de las Vacas y la Mesa de los Pinos, se dirige al cerro Colorado. Se ha habilitado, y ha llegado al mineral hace un año. Encima de ella está la de San Roque, que se dirige desde el mismo valle á atravesar igualmente el cerro Colorado. Ha sido habilitada modernamente, y da salida á las aguas de la mina que se benefician en la misma galería. Sobre esta se halla la de San Pedro, que desde las casas del pueblo se dirige al mismo punto. Está inhabilitada. Al Sur del cerro de Salomon se encuentra otra, que se dirige á él, llamada de Nerva. De sus pozos se sirvieron en el siglo pasado para abrir otra encima, que, segun tradicion y segun los escombros que se encuentran en su boca, llegó al criadero. Al Poniente se encuentran otras dos, una sobre otra, llamadas de San Dionisio, que igualmente por la vertiente Sud se dirijen y llegan al cerro de este nombre. Las dos estan inhabilitadas. Por la vertiente septentrional solo se conoce la galería de la fuente de Mal-Año, en el cerro del Retamar, y otra debajo cuya boca no se ha encontrado, pero que se sigue por sus lumbreras.

la primera que en esta época principió á producir cobres. Posteriormente la casa Remisa tomó dichas minas en arrendamiento por veinte años hasta el de 1849, desde cuya fecha viene haciendo el Gobierno la esplotacion por su cuenta.

En la vertiente Norte del cerro de Salomon y en algunos otros puntos se observan grandes escavaciones subterráneas muy irregulares, unas veces formando grandes cuevas y otras galerías tortuosas: tales son la cueva del Lago y la del Tabaco. Por la primera tiene salida una gran cantidad de agua con sulfato de hierro y de cobre en disolucion, que se beneficia, siendo luego aprovechada como fuerza motriz en la fábrica de los Planes. Dificil nos es darnos cuenta del objeto de estas escavaciones. Estan abiertas en un pórfido que en las inmediaciones de los criaderos es bastante deleznable, particularmente cuando conserva el agua de cantera. No comprendemos mas uso de ésta sustancia que como fundente en algun período del beneficio de los minerales, ó como arena en los morteros para construccion.

Hay vestigios de otra clase de trabajos de los Romanos. En el estribo Norte del cerro Colorado, ya en la Dehesa, y en el del Sud de San Dionisio y en algunos otros puntos, como sobre las escavaciones modernas, se observan grandes desmontes de terreno, que hacen sospechar que aquellos hicieron tambien explotaciones del mineral á cielo abierto. En la dehesa se observan en los costados de estas grandes zanjas señales de haber trabajado en ellos la mano del hombre. En su parte mas alta está labrada la roca como si en aquel punto hubiese estado colocada alguna máquina.

Del estudio de las escavaciones antiguas se deduce que los Romanos, escepto en los casos en que las hacian á cielo abierto (lo que en pocas ocasiones podia ofrecerles ventajas, porque su principal objeto es arrancar todo el mineral tal como se presente, rico ó pobre), atacaban á los criaderos por pozos, como medio mas corto de llegar á ellos, abriendo un gran número por toda la superficie, hasta que con alguno llegaban á un punto en que la riqueza mayor del mineral hacia á éste objeto de beneficio; en cuyo caso principiaban sus labores de arranque, despreciándole en los puntos en que no era tan bueno. Asi se observan en la Mina varias cuevas, algunas de grandes dimensiones, situadas siempre en las zonas de mineral mas rico. Cuando llegaban con sus pozos á un punto en que las aguas les impedian

continuar las escavaciones, procedian á la apertura de galerias de desagüe; y segun avanzaban en profundidad, iban abriéndolas mas bajas. Esta es la razon de que ahora encontremos varias galerías unas sobre otras.

En cuanto al método de beneficio de los Romanos, nada ó muy poco sabemos que pueda inducirnos á su conocimiento: aun sobre la calidad del mineral que beneficiaban no hay conformidad de opiniones. Antes que en la provincia de Huelva se hubiera reconocido el gran número de criaderos que hoy se esplotan como de cobre por empresas particulares, al ver que en Rio-Tinto se encuentran algunas escorias antiguas con botones de plomo, que á veces suele dar seis onzas de plata por quintal, se supuso que la mayor parte de los criaderos existentes dentro de la concesion del Estado, y muchos de la Provincia, debian ser de plomo, ó que por lo menos á cierta profundidad predominaria sobre los demás minerales el sulfuro de este metal, que, aunque en cantidad muy pequeña, y distando mucho de poder formar objeto de beneficio, se encuentra en la Mina. Para dar fundamento á esta suposicion se sentó la hipótesis de «que las especies minerales debieron colocarse en la masa segun sus gravedades específicas,» y que por consiguiente cerca de la superficie deberia encontrarse la pirita de hierro, que iria cargándose de la de cobre en profundidad hasta que esta predominase (lo que debia suceder á la inversa, siendo la primera mas pesada que la segunda), principiando á presentarse en ella la galena, que á su vez llegaria á predominar, aumentando tambien su ley en plata con la profundidad.

En los seis pisos de la Mina nada se observa que pueda confirmar esta teoría. La cantidad de pirita de cobre y de hierro, lo mismo que las pequeñas partículas de galena, se presentan arriba y abajo sin variacion notable. Es muy corta ademas la profundidad á que se ha llegado en estos criaderos, mas corta aún que la potencia ó espesor de estos en algunos puntos, para que se puedan fijar leyes en la marcha del mineral con respecto á su riqueza. Por otra parte, si el plomo está á una gran profundidad, y era el mineral que principal ó esclusivamente esplotaban los Romanos, no se concibe la necesidad de galerias

de desagüe abiertas por estos unas sobre otras, y á poca profundidad en general.

Se ha citado tambien como señal de falta de cobre, y prueba por consiguiente de que las escavaciones que existen han debido tener por objeto la esplotacion de minerales de plomo, que por algunas galerías, tanto en Rio-Tinto como en otras partes de la Provincia, salen aguas que solo llevan en disolucion sales de hierro, careciendo de las de cobre. La experiencia ha demostrado, sin embargo, en todas las reconocidas, algunas de las cuales habian sido consideradas por esta razon como de plomo, que aunque las aguas que salen por todas sus galerías antiguas no contienen cobre, el mineral de que sacan las sales de hierro es igual al de la mina de Rio-Tinto, y compuesto igualmente de pirita de hierro y de cobre (1).

La presencia de botones de plomo en algunas escorias lo mismo puede esplicarse admitiendo que procedan de la pequeña cantidad de galena que existe en el mineral, ó que para sacar la plata que contienen algunos minerales se haya añadido plomo en algun período del beneficio del cobre, para es-

(1) Tal vez pudiera darse una esplicacion química, de que aguas que atraviesan mineral de una misma calidad solo saquen sales de hierro de la mayor parte de las escavaciones antiguas, al paso que de algunas de estas y de todas las escavaciones modernas las saquen de hierro y cobre. Cuando el aire puede penetrar en ellas, como en el último caso, las piritas se descomponen por toda su superficie, conservándose inalteradas en el interior. La descomposicion principiará por la de hierro, pero al fin se descompondrá tambien la de cobre.

Quando el aire no puede penetrar mas que en pequeña cantidad, como en la mayor parte de las escavaciones antiguas, principiará la descomposicion por la pirita de hierro, formando primero ácido sulfuroso, del que, en presencia del agua, pasará á sulfúrico una cantidad mayor que la que el hierro necesita para pasar á sulfato. Predominando siempre la pirita de hierro, y en presencia de una disolucion ácida, seguirá descomponiéndose, y el cobre quedará ó en la pirita de cobre, ó al estado de simple sulfuro.

De este modo se esplica la existencia en la mina de Rio-Tinto, particularmente al Norte, cerca de los pórfidos, en la de San Miguel, y en algunas otras, del mineral que llaman *negrillo*, que contiene de 18 á 40 por 100 de cobre.

traer aquel metal por el método de licuacion. Sea de todo esto lo que se quiera, nosotros, sin negar la posibilidad de que á una gran profundidad aumente el mineral de plomo, porque esto y mas cabe en lo posible, no le hallamos en Rio-Tinto en cantidad para ser beneficiado; no le hallamos en las demás minas que se han descubiertó en la Provincia; no existe tampoco en cantidad beneficiable en Suecia, Noruega, Ramelsberg y Agordo en Italia, en donde hay minas de la misma naturaleza; todos los criaderos de Rio-Tinto y de la provincia de Huelva reconocidos y por reconocer son del mismo sistema, tienen el mismo origen y son de idéntica formacion; todos los reconocidos en la provincia están constituidos por la pirita de hierro mezclada con alguna de cobre, lo mismo que el que se explota en Rio-Tinto: y siendo aquellos idénticos á este, con mas razon lo deben ser los que están inmediatos á él, ó son su continuacion. Teniendo, pues, la conviccion de que los demas criaderos que existen dentro de la concesion del Estado no pueden ser diferentes del que se explota en la actualidad, y viendo que este no tiene plomo en cantidad suficiente para poder ser beneficiado, y sí solamente cobre, á aquellos y á éste los consideramos únicamente como de este metal. Si cuando se hicieren los reconocimientos resultase plomo, tanto mejor para el Estado, que además de criaderos de cobre los tendria de plomo y plata.

I.

Consideraciones generales sobre la constitucion geológica de una gran parte de la provincia de Huelva, y en particular sobre la de Rio-Tinto.

Los Romanos no se circunscribieron á Rio-Tinto en sus trabajos mineros. La provincia de Huelva está atravesada de Este á Oeste por una zona que parte de la de Sevilla en el Castillo de los Guardias, penetra en Portugal hasta la sierra de Grandola, y llega probablemente hasta el mar, ocupando una estension de mas de treinta y seis leguas en longitud. En toda ella se observan en muchos puntos escavaciones antiguas y escoriales, que aunque no son de tanta importancia como los de Rio-Tinto, se aproximan mucho.

Toda esta zona está constituida principalmente por una pizarra arcillosa, que á veces pasa á talcosa ó micácea, de color gris. La carencia de fósiles, debida probablemente á su antigüedad, hace que no la podamos clasificar; pero creemos, como todos los que han escrito sobre la provincia de Huelva, que pertenece al grupo siluriano. Se presentan además en toda esta zona masas de pórfidos de diferentes variedades, pasando á veces á dioritas, á los cuales acompañan en algunos puntos otras masas de pirita de hierro cobriza, que en la superficie están representadas por óxidos de hierro conocidos en el pais con los nombres de *colorados*, *monteras* de hierro ó *requemones*.

Las pizarras, en toda la zona que vamos describiendo, se presentan en direccion próximamente de Este á Oeste, con una inclinacion de 60° á 90° al Norte, aunque en algunos puntos inclinan tambien al Sud, como sucede entre el cerro de las Vacas y la Mesa de los Pinos, en Rio-Tinto. Estas inclinaciones opuestas (*fig. 5, lám. X*), pueden ser debidas á la compresion que las pizarras deben haber sufrido entre las dos masas plutó-

nicas, habiendo despues desaparecido por la denudacion los pliegues en la parte superior. En las inmediaciones de la roca plutónica, unas veces pierden las pizarras su color, quedando blancas ó amarillentas, haciéndose deleznable y presentando el aspecto de arcillas; otras se endurecen en diferentes grados, llegando en algunas ocasiones á convertirse en jaspes ó porcelanitas de color rojo sanguíneo en general, y á veces ceniciento; en otros puntos, sin aumentar mucho de dureza, se cargan de sílice en granos ó en vetas y de óxidos de hierro, en tanta abundancia á veces, que es difícil distinguirlas entre estos minerales. Generalmente cuando á la roca plutónica acompañan masas de piritita, los efectos del metamorfismo en las pizarras son mucho mas variados que cuando aquella viene sola.

La roca plutónica se presenta en masas de gran longitud de Este á Oeste, y de poco grueso en general. Se observan varias séries de ellas en la misma direccion, lo que no puede menos de ser debido á que no han salido completamente á la superficie por todos los puntos, es decir, que aunque se observen entre ellas algunos intervalos ocupados por las pizarras, á cierta profundidad debe cada série formar un todo continuo, atravesando la Provincia en la direccion indicada.

En los puntos en que á la roca plutónica no acompaña la piritita, la masa de aquella es uniforme generalmente. En las inmediaciones de esta presenta, lo mismo que la pizarra, innumerables variedades, siendo su alteracion mayor en el contacto y segun la magnitud de la masa piritosa. Principia el pórfido á cierta distancia de esta á cargarse de óxidos de hierro, los cuales muchas veces, mezclándose íntimamente con él, no hacen mas que comunicarle su color, sin entrar en gran cantidad en la constitucion de su masa. En otros puntos la mezcla de óxido de hierro con el pórfido no es tan íntima, y conserva este su color mas ó menos blanco, pero menor tenacidad en la parte de su masa en que no hay de aquel. Con la proximidad del criadero va aumentando en algunos puntos el óxido de hierro, llegando á predominar en la masa, y presentándose con él granos gruesos de cuarzo, de modo que parece el pórfido un conglomerado cuarzoso con cemento de óxido férrico. En este estado

el pórfido y la pizarra cuando se carga de cuarzo y óxido férrico, se pueden confundir. En otros puntos, tambien en las inmediaciones del criadero, el pórfido no hace mas que tomar una ligera tinta superficial de óxido férrico, conservando generalmente en el interior su color blanco; pero se hace sumamente deleznable, y presenta el aspecto de un asperon de grano grueso, que en el contacto con la masa de pirita se deshace por sí solo.

En la roca plutónica, y á veces entre esta y la pizarra, vienen las masas de pirita de hierro cobriza que está representada como hemos dicho en la superficie por óxido de hierro, del cual suelen estar penetradas las rocas adyacentes. El óxido férrico ó hierro oligisto, verdadero crestón ó afloramiento de las masas de pirita, presenta generalmente formas arriñonadas, color abigarrado, y brillo metálico algunas veces; es muy compacto, y suelen observarse en su interior granos cristalinos de cuarzo. A cierta profundidad va siendo reemplazado por la pirita de hierro, de cuya descomposicion es siempre el resultado: la esperiencia lo confirma en todas las minas de la provincia de Huelva: en Riotinto y en la mina San Miguel se han encontrado en los afloramientos de los criaderos pedazos de óxido de hierro que conservaban aún en su interior la pirita sin haber sufrido descomposicion.

Atravesando un criadero cualquiera de los descubiertos en la provincia de Huelva por una galería que corte tambien las rocas adyacentes, y perpendicular á su direccion, se ve claramente la correspondencia de las rocas de la superficie con las del interior. A las pizarras con cuarzo y óxido de hierro corresponden abajo las mismas pizarras reblandecidas, que mas bien son arcillas, con granos de cuarzo y de pirita de hierro diseminada en la masa y en vetas paralelas al criadero; al óxido férrico puro corresponde la pirita pura; al pórfido deleznable con granos de cuarzo y óxido de hierro, una especie de arcilla con muchos granos de cuarzo y pirita de hierro diseminada en la masa y en vetas (*azufrones*), que se endurece segun se va separando del criadero, y mas repentinamente que en la superficie, en donde la principal causa de la desagre-

gacion de los pórfidos es la falta de la pirita que entraba en su constitucion, la cual bajo la influencia de los agentes atmosféricos se ha descompuesto.

De los hechos que llevamos espuestos resulta que la eyecion de la roca plutónica tuvo lugar en época posterior á la formacion de las pizarras, á lo que deben estas su posicion vertical; y que la formacion de las masas de pirita está relacionada con la de la roca plutónica, aunque tal vez pudiera esplicarse mejor la alteracion de esta en el contacto con aquella, y la presencia de la pirita en el pórfido, no solo diseminada en su masa sino en vetas aisladas y paralelas al criadero, igualmente que en la pizarra, admitiendo la accion electromagnética que al tiempo que se verificaba la eyecion de pórfido y pirita reuniese á esta y la separase de aquel.

Al hablar de la roca plutónica hemos dicho que no aparecia á la superficie en toda su longitud; pero sin embargo suponiamos que continuaba por debajo de la pizarra. Lo mismo puede suceder con las masas de pirita. Estas tienen menos estension en general que las de pórfido, lo mismo en longitud que en espesor; y aunque cada dia se aumentan por nuevos descubrimientos están muy lejos de acompañar á estas últimas continuamente. Puede sin embargo suceder que aunque las masas de pirita no acompañen á los pórfidos en la superficie, en algunos puntos existan á cierta profundidad (1), pues los estrechamientos hasta desaparecer casi completamente, que experimenta un criadero en el sentido de su longitud, puede experimentarlos tambien en sentido vertical. De cualquier modo pueden considerarse las diferentes séries de rocas plutónicas que atraviesan la Provincia como otros tantos criaderos de dimensiones extraordinarias de pirita de hierro cobriza, con gran exceso de pórfido, que podria llamarse la ganga.

Para determinar con exactitud el número de estas formaciones y las minas que pertenecen á cada una de ellas, sería preciso un mapa geológico de toda la zona metalífera. Nosotros, sin

(1) Don Casiano de Prado, en una luminosa memoria sobre Rio-Tinto que publicó en la *Revista Minera* del año 50, admite esto mismo.

embargo, hemos distinguido tres principales, aunque es probable que haya mas (1).

Además de las dos clases de formaciones que llevamos descritas existe otra, en Rio-Tinto y en algunos otros puntos de la provincia de Huelva, sumamente notable. De la vertiente Sur del cerro Colorado, sobre la meseta casi horizontal de otro cerro paralelo á él, constituido por la pizarra, llamada Mesa de los Pinos, se estiende un gran manto de óxido férrico de 2 á 3 metros de espesor, que envuelve en su masa cantos angulosos de cuarzo y de pizarra. Su forma es parecida á la de una corriente lávica; pero los caracteres de las sustancias que le componen están lejos de ser ígneos: el óxido férrico es en muchas partes terroso, la pizarra no ha sufrido tampoco variacion notable, los cantos de cuarzo conservan sus ángulos y aristas sin ninguna alteracion, lo que no hubiera podido tener lugar si la masa hubiera estado fundida y con la fluidez necesaria para estenderse con tanta igualdad sobre una superficie casi horizontal, pues en este caso el óxido férrico hubiera disuelto al cuarzo y á la pizarra, por lo menos en parte.

Las aguas que salen por las galerías de San Dionisio, de que hemos hablado, dan origen, por la descomposicion de los sulfatos de hierro que llevan disueltos, á una formacion análoga á la que acabamos de describir, la cual ocupa tambien una superficie considerable con 2 ó 3 metros de espesor. Unicamente su composicion actual difiere de la que recubre á la Mesa de los Pinos, pues está constituida principalmente por subsulfato y óxido férrico, que envuelven del mismo modo cantos de cuarzo y trozos de pizarra con algunos restos de los vejetales que existen en las inmediaciones. En el dia las aguas la bañan continuamente por toda la superficie é impiden la reaccion que las sustancias que la componen no podrán menos de experimentar en presencia de los agentes atmosféricos, y con alternativas de calor y humedad, cuando dichas aguas dejen de cubrirla abriéndose un cauce mas

(1) Con el objeto de dar una idea mas aproximada de la zona metálica de Huelva, presentamos un mapa de la provincia, aunque apenas merezca el nombre de croquis (*lám. I*).

bajo y profundo; dando por resultado la trasformacion de los subsulfatos en óxidos, endureciéndose la masa, y la desaparicion de los restos orgánicos debida á esta especie de metamorfismo. Esto ha sucedido ya á los depositados por las aguas que salen de la mina y forman luego el rio Agrio, que en los puntos en que han quedado en seco, su masa es igual á la de la Mesa de los Pinos, con la diferencia de que en lugar de cuarzo y pizarra envuelven pedazos de las escorias que hay al lado.

Al mismo nivel de la Mesa de los Pinos, ó mas bien siguiendo la pequeña inclinacion que esta tiene de 1,50 por 100 al Este, se observan en el cerro de las Vacas, al Norte de aquella, trozos de una roca igual al manto (que podemos llamar *toba ferruginosa*) que la recubre, y á los que existen en sus laderas. El último de aquellos que ha sido separado de su sitio por los efectos de la denudacion existe junto á la cúspide de dicho cerro, en la cual se observa aún la pizarra impregnada de óxido de hierro por la superficie, lo mismo que sucede en la Mesa. A la orilla izquierda del Rio-Tinto, junto á la fábrica de los Planes y en otros puntos, se observan restos de la misma formacion. Todo nos induce á creer que el valle que ahora existe entre la serie de cerros desde el de Salomon hasta el de San Dionisio, y los llamados Pie de la Sierra, al Sur, en el cual se elevan la Mesa de los Pinos y el cerro de las Vacas, estaba mas alto en la época en que dicha formacion tuvo lugar; que á este valle fueron conducidos por las aguas óxidos de hierro en suspension y sulfatos disueltos, resultado de la descomposicion por los agentes atmosféricos del mineral de los criaderos que están mas altos; que fueron en él depositados los primeros y precipitados los subsulfatos; y que luego dicho valle ha sido profundizado por la denudacion en ciertas partes, no habiendo quedado de su fondo primitivo mas que la Mesa de los Pinos y la cúspide del cerro de las Vacas.

En las inmediaciones de la mina de la Coronada se halla un depósito idéntico al de la Mesa de los Pinos, todavía en el fondo de un valle mas bajo que el criadero, y cuya formacion por las aguas venidas de este está aún mas patente.

Por ignorancia ó malicia pueden confundirse los óxidos de hierro de que venimos hablando con los crestones ó afloramien-

tos de las masas de pirita; pero es muy facil distinguir á unos de otros por sus caracteres mineralógicos y por sus relaciones con las rocas contiguas. Los óxidos de hierro que recubren á los criaderos, los verdaderos crestones, son, como hemos dicho, compactos y pesados; presentan á veces brillo metálico y color abigarrado, como de haber sufrido cierto grado de metamorfismo; afectan generalmente formas arriñonadas; solo contienen en su masa pequeños granos cristalinos de cuarzo, y vienen encajonados entre las rocas adyacentes descompuestas y penetradas de dicho mineral en sus inmediaciones; los óxidos de hierro arras-trados y depositados por las aguas, los falsos crestones, son terrosos y mas ligeros, suelen presentar señales de estratificacion, envuelven pedazos de pizarra, cuarzo y en general de las rocas que existen en las alturas inmediatas, y no tienen mas relacion con las rocas contiguas, que suelen ser pizarras, que recubrir-las en alguna estension, sin que estas esperimenten variacion alguna en sus inmediaciones.

De todo lo que llevamos espuesto se pueden sacar datos para poder, no solo afirmar la existencia de una masa de pirita en cualquier punto de la zona metalífera de la provincia de Huelva, sino para poder fijar aproximadamente sus dimensiones con solo el examen del terreno por la superficie. Hay algunos que bastan por sí solos sin la concurrencia de otros para este objeto, como son las *monteras de hierro* (1), siempre que se las distingua de los óxidos de hierro de formacion acuosa, lo que, como hemos dicho, es muy facil; pero generalmente concurren todos, porque hasta ahora no se ha descubierto ninguna mina de importancia que no haya sido trabajada por los Romanos. Pueden por lo tanto servir combinados los artificiales, digámoslo así, los res-

(1) Los nombres vulgares *colorados*, *monteras de hierro* y *requemones* no tienen idéntica significacion: *colorados* son lo mismo los pórpidos teñidos por los óxidos de hierro que los comunican su color rojo mas ó menos oscuro, que los óxidos puros; *montera* es en general el óxido de hierro que cubre al criadero; *requemones* son los óxidos de color oscuro ó abigarrados.

En todos los puntos de los criaderos que existen las depresiones que hemos considerado como desmontes antiguos, se presenta á pesar de es-

tos de trabajos antiguos, como un gran número de pozos circunscritos en ciertos límites de terreno, las galerías dando salida á aguas con sulfatos de hierro y de cobre en disolucion, las depresiones del terreno bien sean consideradas como desmontes ó naturales, la presencia de escorias antiguas, etc.; y los naturales ó geológicos deducidos de la ciencia y por la esperiencia confirmados, como los óxidos de hierro, las diversas alteraciones de las rocas adyacentes, lo mismo de las pizarras que de los pórfidos, etc., etc. De todos ellos nos hemos servido en el estudio de los criaderos de Rio-Tinto para marcar su longitud y su espesor en la superficie. En el término de la concesion del Estado existen cuatro criaderos (*lám. 2.^a*); pero geológicamente pueden ser considerados como uno solo de dimensiones colosales con grandes cuñas de roca estéril interpuestas en su masa. Una veta arcillosa (*láms. 5.^a y 8.^a*) con gran abundancia de granos de cuarzo y algunos de pirita de hierro divide en dos á la parte del criadero que se explota en la actualidad, uniéndose por el Oeste al pórfido del Norte, del que debe ser descomposicion: y sin embargo, por su poco espesor, que es de dos á tres varas, las dos partes en que divide el criadero se consideran como uno solo. En todos los criaderos de la provincia se presentan alternando la roca plutónica y la pirita: en Rio-Tinto esto tiene lugar en una escala mas grande.

Si atravesamos de Sur á Norte el término de Rio-Tinto, encontraremos primero una gran masa de pórfido eurítico que forma el monte llamado Pie de la Sierra, en la cual no hemos observado señales de criaderos; sigue luego la pizarra formando el valle entre dicho monte y la Mesa de los Pinos, y el que forma esta con la serie de cerros de que tantas veces hemos hablado, muy metamorfizada en el contacto con la roca plutónica. En la

to el terreno colorado, dando origen á una segunda clase de crestones, pero no menos infalible que la que hemos descrito. Aqui los óxidos de hierro se presentan en cantos sueltos, en su mayor parte rodados de los sitios en que los depositaron al hacer el desmonte, aunque algunos pueden ser resultado de la descomposicion de los trozos de mineral que no se aprovecharon. No hacen mas que cubrir á la pirita que debajo de ellos se suele presentar bruscamente.

falda del Sur de dichos cerros, desde el de Salomon hasta el de San Dionisio, ya se presenta el criadero del Sur, una parte del cual (la rayada lám. 2.^a) es la que se viene explotando desde el siglo pasado, en cuyo contacto sufre tambien la pizarra varias alteraciones. Se presenta luego el pórfido, y en la falda Sur del cerro Colorado el criadero llamado de San Pedro. En la cumbre ya aparece el criadero del medio, uniéndose con el del Norte en el cerro del Retamar por Oeste y en la cumbre de Salomon por el Este, pasando los dos confundidos por este punto á la falda del Sur. Despues del criadero del Norte sigue el pórfido algunos metros, y luego se presenta la pizarra que continua fuera del término hasta las minas Chaparrita y Peña del Hierro.

Entre el criadero del Sud y el del Norte, en las dos vertientes desde el cerro de Salomon al de San Dionisio, se encuentran todas las infinitas variedades, no solo de pórfidos, sino de pizarras, que se presentan en la provincia de Huelva, para cuya descripcion nos ha servido de modelo Rio-Tinto; pero en algunas partes el monte, y en todas las escavaciones antiguas y los fragmentos de rocas trasportadas de un punto á otro por las aguas, impiden apreciar todas estas variedades, y en muchos casos hasta es difícil distinguir á cuál de aquellas dos clases pertenecen, y marcar sus limites.

El pórfido en algunas partes, como en el collado de las Cuevas, entre el cerro Colorado y el de Salomon, se presenta sin alteracion notable; solo adquiere un color parecido al del chocolate debido al óxido de hierro íntimamente mezclado con él, al Norte y al Sud, hasta que se encuentra con los criaderos; va experimentando alteraciones que consisten en aumentar este último mineral y el tamaño de los granos de cuarzo en unos puntos, y hacerse en otros deleznable en el contacto presentando el aspecto de un asperon. En otros sitios, como en la cumbre y vertiente Sud del cerro del Retamar y del Colorado, y en la cumbre y vertientes Sud y Norte del de Salomon, su masa es cavernosa, y el óxido de hierro y los pedazos de cuarzo se presentan agrupados en ciertos puntos de ella formando á veces vetas, conservando el pórfido su color blanco.

La pizarra en unos puntos, como en el cerro de Quebranta-

Huesos, al Sud del de Salomon y fuera de los criaderos, sin endurecerse notablémente adquiere óxido de hierro y granos gruesos de cuarzo en algunas partes de su masa. En otros se endurece hasta convertirse en jaspe, de color ceniciento en la cumbre del cerro de Salomon, y rojo en el mismo y en el de San Dionisio al Oeste. En otros diferentes sitios se endurece mas ó menos, adquiriendo color blanco amarillento. En otros, como en el Hoyo de la Reina y Puerto-Rubio, al Sud del criadero, presenta el aspecto de una arcilla deleznable blanca ó amarillenta. En la parte Sud de la cumbre de Salomon, al Norte del de Quebranta-Huesos hasta la fábrica de los Planes, presenta el aspecto de una cuarcita.

En el cerro de San Dionisio al Oeste, como en otras minas de la Provincia, el criadero y las rocas adyacentes están atravesadas por innumerables filones de cuarzo con algo de óxido de hierro, algunos de 1 metro de potencia.

II.

De la parte del criadero que actualmente se explota.

Las seis secciones horizontales que presentamos del criadero que hoy se laborea, y los tres cortes verticales segun las líneas *AB*, *BC* y *CD* (en el plano del 6.º piso), dan una idea bastante exacta de la porcion de que nos vamos á ocupar, y sobre la que serán fundados nuestros cálculos. Para su formacion, particularmente en las labores superiores, que como mas antiguas están en su mayor parte intransitables, nos hemos servido de los levantados por el Sr. D. Joaquin Ezquerra en 1828 que abarcaban todas las labores abiertas hasta entonces y accesibles en aquella época, á los cuales acompañaba tambien un plano topográfico de todo el término, único que existia en el Establecimiento.

Como se desprende de la inspeccion de estos planos la masa no presenta una regularidad completa, lo que es muy comun en la clase de formaciones á que pertenece. Se observa en los mismos que esta irregularidad es menor á medida que se adelanta en profundidad. Comparando entre sí los del primero y sexto piso, se verá que las curvas pronunciadas del primero no aparecen en este, en el cual la potencia es tambien mas uniforme. Estas diferencias tan marcadas en los dos planos estremos se suceden paulatinamente, segun puede observarse comparando entre sí los intermedios; y todo hace presumir que cuando las labores lleguen á una profundidad mas considerable, la masa presentará diferencias mucho menores entre su máxima y mínima potencia.

Esta masa mineral, comprendida como se ha dicho entre los esquistos arcillosos y la roca plutónica, no llega á la superficie: se halla recubierta por el terreno especial de que hemos hablado. Su superficie en la union con este no está formada por un plano perfectamente horizontal; presenta curvaturas que no es

posible fijar, por los pocos puntos en que se la descubre. Se sabe que su parte mas baja corresponde á las labores situadas entre el pozo de San Gabriel y el de las Animas, que asciende la masa y disminuye aquel terreno á medida que nos separamos á L. y P. del citado punto, volviendo á descender mas rápidamente por la parte de P. al fin de las labores del primer piso. En la parte de L. aún no se ha observado este descenso.

La direccion general de la masa es de E. á O., ensanchando á N. y S. en profundidad. En un principio este ensanche es uniforme en ambos lados; pero á medida que se profundiza mas, se observa que el del N. disminuye y solo sigue el del S., siendo la inclinacion del astial por este lado en algunos casos de 45° y 60° : en general se aproxima mas á la vertical. La longitud reconocida en Mayo del año actual, sobre la que fundaremos nuestros cálculos, es de 450 metros (parte rayada en el plano geológico). La labor mas avanzada á P. está escavada sobre el astial del N. de la masa, siguiendo constantemente en mineral. La parte mas avanzada á L. se ha continuado todo el año anterior y sigue en mineral sin cambio alguno que pueda inducir á creer que termine. Lejos de esto, desde 1.º de Mayo se ha aumentado la longitud de la mina por este rumbo en 20 metros. Quede para en adelante consignado que las labores mas avanzadas á L. y P. se hallan en mineral, y que su longitud probable será la asignada al criadero del S., segun hemos dicho anteriormente (1).

La potencia media de toda esta parte de criadero, segun la superficie de las seis secciones horizontales citadas y en la longitud de 450 metros, es de $70^m,83$. La altura media de la masa desde el nivel del socavon de San Roque, en que están situadas las labores de disfrute mas profundas, á su encuentro

(1) Ultimamente se ha cortado la continuacion de esta masa 60 metros mas adelante del punto que habíamos considerado como su límite para nuestros cálculos. Este descubrimiento tiene gran importancia bajo el punto de vista industrial, pero aún la tiene mayor bajo el geológico. Siendo este sitio uno de aquellos en que la continuacion estaba menos indicada, y no habiendo faltado mineral en él, con mayor motivo le habrá en todos los demás donde le suponemos.

con el terreno que la recubre, es de 43^m,447, y el espesor de este terreno de 25^m,93.

El mineral que la constituye es la pirita de hierro cobriza. Considerado aisladamente no difiere del que se encuentra en minas análogas; pero no sucede así cuando se le considera en totalidad. No solo no posee otra ganga que un 5 por 100 de sílice íntimamente mezclada, sino que tampoco se encuentran esas porciones estériles que tan frecuentes son en las minas de Suecia, Noruega y Rammelsberg. Es sumamente raro hallar en esta mina una veta de cuarzo de algunos centímetros de espesor. La parte estéril que contiene está completamente aislada, y tan separada del mineral, que nunca obliga al apartado para su beneficio. Está formada esta porción por una gran veta de arcilla marcada en los planos 5.º y 8.º Como se ve, no presenta el mismo espesor en todas sus partes: en algunos puntos solo tiene muy pocas pulgadas, llegando en otros á 5 ó 6 varas, aunque en el menor número de ellos. Su potencia media puede apreciarse en 3 varas. Tampoco sigue una dirección completamente recta; mas comunmente presenta las ondulaciones como están indicadas en los planos. Hasta el año anterior se la habia considerado como límite del criadero por el lado del S., lo que no es de estrañar atendiendo á que de las estensas labores del 3.º y 6.º piso, ejecutadas en gran parte durante el arriendo de las minas por la empresa Remisa, no se habian formado planos, único modo de apreciar esta clase de accidentes. Levantado el plano de una gran parte del 6.º por los Ingenieros D. José Caminero y D. Baltasar Uruburu, vino inmediatamente el descubrimiento que aumentó en 14 metros la potencia de la gran masa que se laborea.

Supónese en general que la masa mineral de Rio-Tinto es homogénea y de igual riqueza en todos sus puntos. Tal suposición, que es de la mayor trascendencia para su ulterior aprovechamiento, es completamente infundada. Los hechos prueban palpablemente las grandes diferencias de tal ó cual porción de la masa: noventa y ocho ensayos sobre otras tantas muestras de mineral tomadas de diversos puntos de la mina, el precio de las labores y la mayor ó menor facilidad en el arranque, nos han he-

cho combatir el anterior supuesto, agrupando los minerales según sus diversas riquezas en zonas que se hallan representadas en los planos del 3.º y 6.º piso. Bien hubiéramos querido poder presentar mayor número de ensayos para que aquel agrupamiento fuese completamente exacto; pero la carencia completa en el establecimiento de Rio-Tinto de un laboratorio químico para su ejecución nos lo priva, debiendo á la buena amistad del Ingeniero francés Mr. Benoit los resultados de dichos ensayos que presentamos en esta memoria. En el curso de nuestra discusión se podrán apreciar debidamente las inmensas ventajas que puede reportar á este establecimiento la adquisición de aquellos útiles, que es la base fundamental de su verdadero y seguro progreso.

Los resultados de estos ensayos son los siguientes:

TERCER PISO.

Núm. de la muestra.	Cobre por 100.	Núm. de la muestra.	Cobre por 100.
1	4,62	22	4,62
2	9,25	23	4,16
3	4,31	24	4,62
4	2,46	25	5,55
5	0,92	26	3,25
6	2,70	27	4,62
7	4,16	28	1,40
8	11,56	29	0,46
9	1,85	30	1,40
10	9,25	31	4,16
11	7,40	32	8,32
12	10,17	33	4,62
13	3,25	34	0,92
14	4,62	35	0,70
15	4,62	36	3,70
16	3,70	37	1,40
17	2,70	38	10,17
18	2,70	39	2,31
19	7,72	40	2,70
20	2,31	41	11,10
21	1,85		

SESTO PISO.

Núm. de la muestra.	Cobre por 100.	Núm. de la muestra.	Cobre por 100.
1	14,80	29	0,46
2	1,40	30	2,31
3	0,70	31	0,46
4	1,40	32	0,92
5	2,31	33	4,62
6	0,93	34	7,62
7	1,40	35	3,35
8	2,70	36	2,70
9	0,30	37	0,92
10	2,70	38	13,87
11	6,47	39	8,01
12	14,87	41	0,46
13	3,19	42	2,70
14	11,10	43	7,40
15	8,32	44	0,30
16	1,40	45	8,98
17	9,71	46	0,30
18	8,32	47	0,70
19	4,62	48	10,17
20	6,43	49	2,31
21	4,16	50	8,32
22	1,85	51	12,02
23	2,70	52	6,98
24	2,31	53	2,70
25	2,31	54	9,25
26	3,70	55	2,46
27	1,40	56	6,01
28	2,70	57	2,70

Examinados los minerales ensayados y su posición en la mina, se observa que en general son tanto mas ricos cuanto menor es su dureza. Las escepciones que se presentan son mas bien dependientes de la posición natural de los lienzos en que está dividida la masa, que de su dureza relativa. La posición de aquellos no es siempre exactamente la misma, aunque casi

puede decirse que cortan á esta de S. O. á N. E. Estas circunstancias deben tenerse presentes, no solo para fijar el precio á cada vara de escavacion, sino tambien para marcar la direccion de las labores que se practiquen por el sistema de explotacion actual, y mas aún por el que despues indicaremos.

El peso específico medio de la masa mineral ha sido determinado sobre las mismas muestras recojidas para los ensayos. Los números de aquellas se corresponden con los que aqui indicamos.

Minerales de la parte de L. del 3.^{er} piso que pueden considerarse como de la continuacion del 6.^o en esta direccion.

Núm. de la muestra.	Peso específico á 4°,10 de temperatura.	Núm. de la muestra.	Peso específico á 4°,10 de temperatura.
18.....	4,810436	29.....	4,798791
19.....	4,528808	30.....	4,774102
20.....	4,849020	31.....	4,656350
21.....	4,737240	32.....	4,864476
22.....	4,474093	33.....	4,686972
23.....	4,804427	34.....	4,884874
24.....	4,902884	35.....	4,614947
25.....	4,843899	36.....	4,457803
26.....	4,910855	37.....	4,872556
27.....	4,637392	38.....	4,735982
28.....	4,950436	39.....	4,887031

Minerales del 6.^o piso.

1.....	4,884158	12.....	4,947393
2.....	4,880080	13.....	4,649792
3.....	4,899367	14.....	4,922202
4.....	4,843408	15.....	4,867090
5.....	4,951181	16.....	4,798817
6.....	4,861500	17.....	4,994371
7.....	4,896570	18.....	4,776439
9.....	4,802110	19.....	4,769876
10.....	4,680460	20.....	4,829819
11.....	4,885962	21.....	4,801358

22.....	4,898561	40.....	4,974160
23.....	4,814728	41.....	4,789125
24.....	4,792917	42.....	4,762807
25.....	4,898630	43.....	4,898133
26.....	4,817430	44.....	4,748233
27.....	4,681994	45.....	4,866609
28.....	4,716370	46.....	4,891047
29.....	4,898640	47.....	4,906795
30.....	4,868410	49.....	4,845038
31.....	4,550330	50.....	4,903437
32.....	4,736860	51.....	4,859941
33.....	4,651480	52.....	5,068529
34.....	4,606500	53.....	4,935829
35.....	4,550192	54.....	4,632523
36.....	4,881353	55.....	4,666594
37.....	4,871771	56.....	4,842877
38.....	4,841085	57.....	4,716779
39.....	4,891087		

Suma total de las setenta y siete pesadas.... 369,802121

Resulta segun el total anterior que el peso específico medio del mineral es 4,802625; pesa por consiguiente el metro cúbico 48^{q^m},02625. El peso de la vara cúbica es de 2805^{kilóg.},155, ó sean 60^{q^q} cast.,975. En general los ejemplares completamente limpios de sustancias estrañas tienen un peso específico tanto mayor cuanto menos ricos son en cobre.

Aunque, segun hemos indicado, el mineral de Rio-Tinto está constituido esencialmente por la pirita de hierro con cierta cantidad de la de cobre y un 5 por 100 de sílice próximamente, suelen presentarse tambien en su compañía, aunque en cantidades insignificantes, la galena, la blenda y tal vez el sulfuro cuproso (mineral *negrillo*), y el cobre gris. La gran cantidad de ácido arsenioso que aparece en el tratamiento metalúrgico de los minerales hace tambien sospechar la existencia de la pirita arsenical, ó de algun otro arseniuro.

No podemos presentar caracteres marcados para distinguir á la simple vista las diversas clases de mineral con respecto á su riqueza, especialmente cuando la diferencia en esta no es grande. Solo despues de alguna práctica y de un crecido número

de ensayos se puede lograr alguna aproximacion. En general cuando un mineral presenta en su fractura grano grueso y color amarillo verdoso, es sumamente pobre. Si el grano es fino y el color amarillo claro con ligeras pintas de pirita de cobre poco perceptibles á la simple vista, su contenido se aproximará al 2 por 100 de cobre. Si el mineral es negro azulado en su exterior, de fractura medianamente fina y de un color mas oscuro que el de los anteriores, pasa del 4 por 100. Por último, si el mineral es terroso, negro azulado interior y exteriormente, no bajará de 20 á 30 por 100. Esta última clase es escasa; solo se presenta en algunos puntos del inmediato contacto con la salvanda del N., formando una veta de 0^m,50 á 0^m,60 de espesor. En algunos puntos se encuentran tambien pequeñas vetas de pirita de cobre pura, pero sin importancia para un tratamiento especial.

Labores de la mina de Rio-Tinto.

Descritos los caracteres principales que presenta el conjunto de la masa, daremos una idea de sus labores y del estado en que se encuentran. Su irregularidad es tan grande que nos impide hacer una descripcion completa de ellas y de su posicion respectiva. Creemos que podrán ser apreciadas mas facilmente y con mayor claridad con la inspeccion de cada plano. No obstante, la imposibilidad de representar con cortes trasversales el estado exacto de muchas de ellas nos obliga á una esplicacion especial de cada piso, que ayudará á formarse una idea mas exacta de esta porcion de masa.

Consta la mina de seis pisos, aunque sin guardar distancias iguales entre sí ni ser horizontales. Sus pilares y sus huecos tampoco se corresponden, como es facil de suponer en una mina que desde la mitad del siglo pasado ha sido trabajada por arrendatarios.

Primer piso. A este piso se penetra por el socavon de Santa Bárbara, de 135 metros de largo, que va recto al pozo de San

Gabriel con muy poco desnivel. Se halla en muy buen estado, y corta el mineral á los 118 metros. Se estiende el primer piso en una superficie probable de 27600^m². Las labores de Poniente están impracticables, mas bien que por su antigüedad, por la combustión de los elementos de la pirita que forma los pilares y entrepisos. El hallarse mas elevadas que el resto del plan, y su mayor proximidad al terreno que recubre la masa, por donde bajan las aguas de los pozos superficiales disolviendo la parte sulfatada, ha contribuido mucho á que aquel efecto se acelerase.

En la parte de Levante son muy pocas las labores en que se puede penetrar. Las únicas practicables son las de la cortadura de Santa Ana, entre el primero y segundo piso. El espacio *A* (*lámina 3.^a*) es la parte comprendida por el antiguo plan de la Pastora, hundido por completo. La parte *B* corresponde á lo que se llama plan de las *Animas altas*, tambien en el peor estado. La *C* se halla sin escavar, por ser el punto en que el terreno que recubre la masa está mas próximo. La escavacion de la parte *D* sería difícil y espuesta por el malísimo estado en que se encuentran las labores inferiores de este punto. Todo el plan de Poniente tiene un nivel superior al resto de las escavaciones. Este piso solo puede suministrar por el actual sistema de explotación algun mineral en la parte que comprenden las labores de la cortadura de Santa Ana, y en algun punto al S. de la faja de arcilla.

De todos los pozos que se hallan en este piso los de San Gabriel (*Malacate*), San Carlos y Santa Ana van á la superficie. Al sexto piso solo siguen los dos primeros: el de Santa Ana pasa poco del tercero. El pozo de las Animas viene de la superficie al primer piso, en donde está el tornito que sigue al tercero. Los pozos de Santa Bárbara, Pastora y demás antiguos se hallan hundidos unos y cegados otros. El mineral presenta mejores caracteres en la parte N. que en la parte S.

Segundo piso. El segundo se halla 8 varas inferior al primero por el pozo Malacate. Comprende una superficie de 29700^m². Se divide tambien en labores de Poniente y labores de Levante. Todas son antiguas, pero de época anterior las

de la parte de Poniente. No es posible pasar de las unas á las otras por ningun pozo ni galería, sino por el callejon descendente, llamado del Calor, situado en el primer piso. Todas estas labores se hallan en el peor estado, pues muchas del tercer piso se han elevado de nivel y rompen al segundo. El pozo de Santa Bárbara, que corta este plan, se halla hundido como hemos dicho. La parte de Levante tiene esplotada toda la banda del Norte. No sucede asi en la del Sur, en donde se ha cortado la cuña de mineral de 20 varas de potencia que se hallaba recubierta por la faja de arcilla, y que aún podria suministrar algun mineral. La parte *B* no se esplota porque se halla debajo de lo que se supone hundimiento del plan de las Animas Altas. Inferiormente á la parte *A* existen labores antiguas que van á la cueva de San Andrés en el tercer piso.

En este piso aparecen varios pozos antiguos, y casi todas las labores del Norte, lo mismo que las de los pisos inferiores, terminan en trabajos de esta clase. Algunas lo hacen en la roca plutónica descompuesta. Los pozos de San Gabriel, Santa Ana y tornito de las Animas son los que conducen á la superficie. Existen además los pozos de San Croscopio y San Enrique, que van al tercer piso y constituyen las bajadas generales. El pozo de San Alejo ha sido hecho por las labores del tercer piso que rompieron á esta parte de la mina por la elevacion en el nivel de aquellas. El pozo de San Bernardo conduce tambien del segundo al tercer piso, asi como el llamado del respiradero. Las grandes porciones de mineral que quedan á Poniente del pozo de San Gabriel no serian fáciles de esplotar económicamente siguiendo el sistema actual por lo muy mal que está el nivel de los pisos superiores é inferiores, y tambien por la poca regularidad que ofrecen las contiguas que hemos dicho existen hácia aquel punto.

Tercer piso. Este y el sexto son los puntos en que la esplotacion moderna ha tenido mayor desarrollo, y solo una pequeña parte se halla en mal estado, que es la escavada en los primeros tiempos, cuando sus correspondientes del 2.º y 1.º Las demás labores son recientes, y muchas están rellenas de mineral menudo. La casualidad hará que algunos pilares de este piso se

correspondan con los del 2.º y 6.º; pero se nota claramente por la direccion de las labores que nunca se pretendió guardar tal práctica, que ahora nos hubiera sido util en extremo. La superficie total de la masa en este piso es de 31800^{m²}. Se halla 10 varas inferior al segundo; pero téngase entendido que en las inmediaciones del pozo Malacate, punto por donde se han medido, sería necesario arrancar un banco de mas de 3^m,50 para que por este sitio estuvieran las labores en su verdadero nivel. Este piso es susceptible de suministrar bastante mineral: tiene la parte de los Salomones, la de las Animas, y otra no despreciable en los Salomones auxiliares, en donde se pueden poner aún 1997 varas de galería, además de un banqueo general á Levante de la línea *a a* sobre 4269 varas de longitud con 3 de ancho y 3^m,50 de alto, y diferentes bancos en las labores que hoy solo consisten en galerías de 2^v,25, ó en estas mismas galerías que solo se ha sacado uno de 2 varas de altura. La de este banqueo general que proponemos escavar no será la misma en todos sus puntos. Comunmente los barreneros de estas minas elevan el piso de las escavaciones á medida que avanzan en longitud. Esta es la razon por que la parte de Levante se halla mas elevada que la de Poniente. El nivel de la parte Sur se halla 3 varas superior al nivel general del plan del tercer piso. En la parte de Poniente de la línea *a a* no es posible sacar el mismo banco, porque el entre-piso en este punto tiene muy poco espesor.

Cuarto y quinto piso. En los pisos cuarto y quinto no se puede marcar de un modo preciso el punto en que empiezan, asi como tampoco donde se separa el cuarto del tercero; no están cortados por un pozo, sino que se pasa de tercero á cuarto y de cuarto á quinto por rampas ascendentes y descendentes. Se admite en general que la division esté en los puntos que hemos marcado en los planos. El que no fuese asi ningun cambio ni inexactitud produciria en nuestras apreciaciones, como despues se verá. Su estado es bastante malo, pues no solo sus pilares y entre-pisos se hallan alterados, especialmente los del cuarto, sino que tambien las labores del uno se encuentran con las del

otro y aun con las de los pisos superiores. Hemos marcado en los planos toda la masa que corresponde al nivel de estos pisos por mas que cesen en los puntos donde indican sus respectivas labores. La parte rayada á Levante de ellas en ambos planos corresponde en su nivel con la parte alta de las labores del sexto piso en unos puntos, y en otros con el entre-piso que queda entre tercero y sexto. Hecho un detenido estudio de algunos puntos en que se quisiese sacar mineral, creemos que se lograría el objeto, pero que siempre sería costoso y espuesto.

Sesto piso. En este es donde las labores están mas ordenadas entre sí, aunque sin relacion con las del tercero ni sujetas á un buen plan que pudiera sernos muy útil para los pisos que se establezcan inferiormente. Ha producido gran cantidad de mineral, y se halla aún en estado de producirla mayor. Comprende en los limites reconocidos y los asignados en la parte de L. ya por lo reconocido al nivel inferior de la galería de San Luis, ya por los de las labores del segundo y tercer piso, una superficie de 36300^m². A este piso viene el socavon de San Roque, punto de desagüe general y donde se obtiene gran parte del cobre de cementacion natural.

Desde el punto en que este socavon ha cortado las labores se levantan estas á L. y P., especialmente las del primer rumbo, llegando en el punto *C* de la línea *x i* á 15^v,35. Se concibe que no se haya unido este piso con el tercero, porque en la parte de P. quedan dos pisos intermedios. A Levante desde la línea indicada solo se han escavado galerías preparatorias. En la parte de P. existen algunas, y son muy pocas las que se pueden poner; solo en la pequeña parte *A* se podria establecer alguna, atravesando un trabajo antiguo. Resta sin embargo en todas estas labores á P. de la línea *x i* la escavacion de un banqueo general que produciria mucho mineral á muy bajo precio, y que se hace indispensable para la explotacion de la parte inferior de Levante. ¿Cómo explotar á bancos por completo las labores de esta porcion de piso, cuando tendrian 20 varas de altura? Si se ha de seguir el sistema de huecos y pilares, es absolutamente necesario establecer sobre la línea *x i*, y á un nivel inferior, otro piso que sería realmente el sexto. De este trabajo, de sus

costos, y del mejor aprovechamiento del mineral por este medio, nos ocuparemos en adelante: basta saber por ahora los inconvenientes que se nos presentarán si no nos cuidamos más que de lo presente. Los efectos de un caso análogo han hecho inutilizar, como queda dicho en la descripción anterior, gran porción de la masa mineral, especialmente en toda la parte que comprenden las labores de P.

Inferior 16^m,30 mas que la galería de S. Roque existe la de San Luis, por la que se han cortado los minerales. Esta galería, que hasta el pozo Caton sigue por la de los Romanos, se separa en este sitio al E., distando los puntos de encuentro con el criadero unos 240 metros.

Gastos de la explotación actual.

Hecha esta ligera descripción de la Mina, haremos algunas consideraciones sobre el arranque del mineral, su acarreo interior, extracción, ventilación y desagüe, aunque ocupándonos de todo superficialmente, á escepcion de los precios del primero; tanto porque ya se han publicado antes de ahora descripciones de estas diferentes operaciones proponiendo algunas reformas convenientes, cuanto porque ninguna de aquellas es admisible en un buen sistema de laboreo.

Arranque. De las 123 parejas de barreneros con que se cuenta ordinariamente en estas minas, solo la mitad son antiguos y buenos; la otra mitad no son mas que aprendices que llevan un año de trabajo. Únicamente á los primeros se pueden confiar las labores de interés. El resto no solo las varían de dirección, siguiendo alguna veta menos dura, sino que levantan los pisos de un modo extraordinario, siguiéndose de aquí los males que hemos indicado. En general las dimensiones que dan á las escavaciones son escasas, y se puede estimar esta falta en un 8 por 100 de la escavación total.

Hecha liquidación del precio de las labores y de las varas

cúbicas escavadas en todo el año anterior (1) resulta que cuesta el quintal métrico en

Galerías.	Bancos.	Cielos.	Ensanches.
1r,2454	0r,7476	0r,7715	0r,5347

Con el aumento del ocho por ciento por las imperfecciones de la escavacion resulta el precio del quintal métrico:

1,345032	0,807408	0,833220	0,577476
----------	----------	----------	----------

Gastos ocasionados por la composicion de herramientas segun la contrata actual (2) por quintal métrico :

0,3673	0,22118	0,2282	0,1569
--------	---------	--------	--------

En resúmen, cuesta la escavacion del quintal métrico de mineral, comprendiendo todos los gastos de arranque y con el recargo del 8 por 100 citado

1,712332	1,028588	1,06142	0,7344
----------	----------	---------	--------

No se abona á los contratistas el aceite ni la pólvora. Esta se les espnde en el Establecimiento á ocho reales libra, que cuesta á cinco en los demas estancos. Este aumento de tres reales en la pólvora de mina (pues aunque con ella se da á los barrene-

(1) En el año de 54, que es el que se cita, el jornal medio que han obtenido los barreneros ha subido á 12 rs., mientras que en los años anteriores no pasaba de 8. Este aumento es debido á la escasez de brazos por el mayor número de minas en esplotacion que existe en la Provincia.

(2) El contrato es á 2 rs. 8 mrs. diarios por cada barrenero. Sube en las 125 parejas á 558 reales diarios. Se han hecho proposiciones á real y medio, lo que produce 183 reales de economía por dia de trabajo.

ros pajuelas, tacos y papel para los cartuchos, esto solo hace subir algunos céntimos el precio de la libra), no produce ni puede producir otro resultado que el aumento del contrabando.

En lugar de esta disposicion que rije en Rio-Tinto desde algunos años á esta parte, aconsejaríamos que se estableciera una espendeduría de pólvora de mina al precio ordinario.

No usan en estas minas las mechas de seguridad, ni atacadores ni agujas de cobre, cual se prescribe para rocas como esta. No bajarán de ochocientos los barrenos que se disparan en cada veinte y cuatro horas, y sin embargo no ha habido que lamentar hasta ahora ninguna desgracia.

El precio medio de las demas clases de labores que se practican en estas minas, y que puede servir para otros cálculos, es como sigue. La vara de pozo de dos varas de ancho y tres de largo en mineral cuesta trescientos reales. Dos barrenos hacen dos varas al mes. La vara de galería en pizarra, de tres varas de ancho y 2,50 de alto, cuesta ciento setenta reales. Sale el metro á 203½ reales, y hacen al mes dos parejas 67,70. En una galería de 2,25 de alto y 3,00 de ancho, puesta entre el mineral y la salvanda del S. á condicion de tomar solo veinte y cinco centésimas en la arcilla y el resto en mineral, saldria por término medio á 90 rs. vara lineal ó 108 el metro. Harian al mes dos barrenos seis varas ó sea cinco metros. La vara de pozo abierto en pizarra de tres de largo por dos de ancho, cuesta cuatrocientos reales por término medio hasta la profundidad de cien metros. Hacen al mes dos parejas 4^m,18 ó sea cinco varas. Cuesta el metro 478½ reales.

El costo de las galerías, bancos y ensanches en mineral le dejamos marcado mas exactamente por el precio á que sale el quintal.

Si se compara el efecto útil de estos barrenos con el de los de otros puntos, se verá que es bastante ventajoso; pero si se atiende á la perfeccion de sus escavaciones sucede lo inverso. Debe tenerse presente lo penoso que es el trabajo en algunos puntos de la mina, tanto por el calor extremo que reina en ellos, cuanto por las continuas gotas de agua vitriólica.

Transporte interior y estraccion. De estos dos trabajos nos

ocuparemos á la vez. El primero se hace por niños, que conducen en la cabeza mas de un millon de quintales anuales (1) no solo de las labores en actividad á las galerías generales, sino hasta el pozo de estraccion ó á determinadas escavaciones que sirven de depósitos para el mineral menudo. Agréguese á esto el peso de la vasija en que éste se conduce, y se tendrá el colmo de la imperfeccion para un acarreo, que por ser de gran consideracion, merecia se hubiesen puesto en práctica los medios mas perfectos y económicos que la ciencia suministra.

No es menos dispendiosa la estraccion que se hace con tornos de mano y un malacate provisional; aunque los primeros, prescindiendo de su insuficiencia para una operacion tan en grande, han llegado á producir en Rio-Tinto un efecto útil poco comun, lo que sin duda es debido á haberse hecho constantemente este servicio por contrata. No sucede otro tanto con el malacate, que á pesar de ser provisional y sencillo, tiene sus dimensiones bien relacionadas: ha habido meses en que ha sido mas costosa la estraccion con esta máquina que la verificada por tornos. Cuando se estableció se previno por la Direccion general que se hiciese algunos meses por administracion, con el objeto de formar mas acertadamente el pliego de condiciones para su servicio por contrata. Esta no ha tenido efecto todavía, y hé aquí la causa de las pocas ventajas económicas que ha producido dicha máquina.

La cifra de la estraccion y acarreo interior sube tanto que aparece mayor que la del arranque del mineral, y llega á 70 ó 75 céntimos el costo del quintal castellano, siendo asi que la longitud media del trecheo no ha escedido de 130 varas, y la altura para la estraccion de 80. Mas adelante indicaremos el modo de corregir este defecto en lo posible, evitando á la vez otro inconveniente que depende de causas locales.

Ventilacion. Una mala ventilacion en minas de la natura-

(1) Aun cuando la estraccion no ha pasado de 800.000 quintales, es preciso tener en cuenta que las tierras que estos producen al escavarlos, y que no se benefician, se trechean y conducen á los depósitos, lo que hace subir el transporte á la cantidad que arriba se cita.

leza de la de Rio-Tinto, y con el sistema de explotacion que en ella se sigue, produce efectos muy trascendentales. Además del calor desarrollado por el gran número de luces y de trabajadores, de barrenos, etc., que hace mas costosas las escavaciones é impide que se trabaje en algunas, hay una causa constante del aumento de aquél en la descomposicion de las piritas en presencia del aire, la que se acelera y adquiere á su vez mayor desarrollo con el aumento de temperatura. Los efectos de esta descomposicion hace algunos años que se vienen sintiendo en Rio-Tinto, no solo en las labores del siglo pasado sino que tambien en las ejecutadas por la empresa Remisa, particularmente en la parte de Poniente de casi todos los pisos. Principia por recubrirse la superficie de los pilares y entrepisos de vitriolos (sulfatos ferroso y cúprico) que van cayendo al suelo en enormes costras, con gran peligro de los trabajadores cuando hay que transitar por alguno de estos sitios, y siendo reemplazados sucesivamente por otros, hasta que por fin se pronuncia un hundimiento general en el punto en que esto tiene lugar.

La mala ventilacion proporcionó mucho lucro á la empresa Remisa en el beneficio de los vitriolos, y aun en el dia aumenta los productos de la cementacion natural; pero su continuacion imposibilitaria el ulterior aprovechamiento de una gran cantidad de mineral, posible todavia por el sistema de explotacion que mas adelante propondremos.

Con un socavon de 69^m,37 de profundidad respecto de los pozos de estraccion es sumamente facil y económico establecer una buena ventilacion, que impediria la elevacion de temperatura con todas sus perniciosas consecuencias. En algunos sitios por donde no hay necesidad de transitar, tal vez aislándolos completamente se impediria el acceso del aire, y por consiguiente la descomposicion de las piritas; logrando de este modo su conservacion, como sucede en los escavados por los Romanos que, por hallarse en estas condiciones, están como si lo hubiesen sido hace un año.

Desagüe. El desagüe se verifica naturalmente por la galería de San Roque. Las aguas llegan á ella de dos partes distintas de la Mina, siendo tambien muy diversa su naturaleza. Son vitrió-

licas con sulfato de cobre las que penetran de la superficie por las escavaciones antiguas de Poniente, y son ferruginosas solamente las que llegan de la galería de Numancia situada al Norte en el 6.º piso y abierta en esteril. Estas últimas se mezclan con las primeras á la entrada de la galería de desagüe, despues de haber disuelto la parte sulfatada de las tierras crudas, operacion para que se han hecho algunos pilones en la Mina.

No tratamos de las entibaciones y mamposterías, porque es sumamente raro el empleo de esta clase de trabajos en la mina que nos ocupa.

Cantidad de mineral que contiene la porcion de masa que hemos considerado, y cantidad explotable por el método que actualmente se sigue.

—

Consideramos para mayor claridad la altura de la masa desde el nivel de la galería de los Molinos dividida en cuatro partes, á saber:

1.^a *La reconocida desde el 3.º piso hasta el terreno que recubre al criadero.*

2.^a *Desde el mismo nivel hasta el de la galería de San Roque.*

3.^a *Del nivel de la galería de San Roque al de la de San Luis.*

4.^a *Del nivel de la galería de San Luis hasta el nivel de la galería de los Molinos, admitida en buen sentido, y sobre cuya continuacion, á pesar de ser incuestionable, hablaremos mas adelante.*

Hacemos abstraccion por ahora, para presentar nuestros cálculos con mayor claridad, del volumen de las escavaciones romanas y de la veta de arcilla, sin perjuicio de apreciarlos con exactitud al final de este capítulo.

1. ^a subdivision.	La superficie del 1.º piso es....	27600 ^m ²
La del segundo.....		29700
La del tercero.....		31800
	<i>Suma</i>	<u>89100</u>

Luego la superficie media será de 29700m^2 en la parte comprendida desde el 3.^{er} piso al terreno que recubre la masa. La longitud del criadero reconocida es de $450\text{m} = 538\text{v},33$, de donde se deduce que la verdadera potencia es de 66 metros. La altura media de la masa hasta el nivel de la galería de San Roque y su encuentro por la parte superior con el terreno colorado es de $43\text{m},447$: la altura media desde la galería de San Roque al 3.^{er} piso es de $17\text{m},72$; queda pues para la altura de esta subdivisión $25\text{m},72$.

Las cantidades anteriores multiplicadas entre sí, arrojan un volumen de 763884m^3 .

Las escavaciones practicadas en estos tres pisos son:

Para el 1.^o 22696v^3

Para el 2.^o 30881

Y para el 3.^o 68098

Suma $121675 = 71067\text{m}^3$

Existe, pues, en esta primera subdivisión en entrepisos y pilares y partes por escavar 692817m^3 , que componen $33.273397\text{qm},18$.

La ley en cobre de los minerales de esta subdivisión suponemos que es igual á la que presentan en el primer piso, porque no se nota ese aumento tan marcado de riqueza en profundidad como se ha asegurado; y si en esto pudiera haber algún error para los que admitan aquella hipótesis, que no sanciona ni la práctica ni los resultados de los ensayos hechos hasta el día, estará suficientemente compensado con las suposiciones desventajosas que siguen.

Agrupados los minerales según sus riquezas la masa presenta las zonas *A*, *B*, *C* y *D*, que nos dan el resultado siguiente:

ZONA A.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
17.....	2,70
21.....	1,85
18.....	2,70
26.....	3,25
29.....	0,46
30.....	1,40
9.....	1,85
5.....	0,92
6.....	2,70
40.....	2,70
<i>Suma...</i> 10	20,53
Término medio.....	2,053

ZONA B.

34.....	0,92
35.....	0,70
37.....	1,40
39.....	2,31
<i>Suma...</i> 4	5,33
Término medio.....	1,3325

ZONA C.

20.....	2,31
17.....	3,25
<i>Suma...</i> 2	5,56
Término medio.....	2,78

ZONA D.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
7.....	4,16
8.....	11,56
12.....	10,17
10.....	9,25
11.....	7,40
14.....	4,62
16.....	3,70
19.....	7,72
27.....	4,62
15.....	4,62
22.....	4,62
23.....	4,16
24.....	4,62
25.....	5,55
31.....	4,16
32.....	8,32
33.....	4,62
36.....	3,70
38.....	10,17
1.....	4,62
41.....	11,10
2.....	9,25
3.....	4,31
4.....	2,46
<i>Suma...</i> 24	149,48
Término medio.....	6,228333

La superficie de estas zonas al nivel del 3.^{er} piso es como sigue:

A.....	6100 ^{m²}
B.....	2550
C.....	3000
D.....	20150

Suma..... 31800

La superficie media de esta porcion de masa es segun dijimos de 29700^{m²}: luego la superficie proporcional de las zonas citadas será para

A.....	5697 ^{m²} ,17	ó	146531 ^{m²} ,32
B.....	2381 ,60	»	61254 ,75
C.....	2801 ,89	»	72064 ,60
D.....	18819 ,34	»	484033 ,33

Suma... 29700 ,00 763884 ,00

Descontando una parte proporcional por el volumen de la parte escavada queda para

A.....	132899 ^{m³}
B.....	55557
C.....	65360
D.....	439001

Suma..... 692817

El número de quintales métricos contenidos en cada una de estas partes es como sigue:

A.....	6.382642,64
B.....	2.668194,47
C.....	3.138994,96
D.....	21.083565,55

Suma..... 33.273397,62

Siguiendo el actual sistema de esplotacion y suponiendo se eecute con toda perfeccion, resulta que de esta primera subdivision no se puede estraer mas de $3.230751^{\text{qm}},18$, de los que $2.882883,58$ se pueden escavar á bancos. Esto es en el supuesto de que se corte toda comunicacion con las labores, segun indicamos al tratar de la ventilacion.

La longitud de las galerías hechas hasta 1.º de mayo en el tercer piso y á Levante de la línea *a a* es de 4269 varas, que hacen una superficie de $12807^{\text{v}^2}=8948^{\text{m}^2},74$. En toda esta corrida se puede escavar un banqueo cuya altura media es de $3^{\text{m}},50$, que arroja un volumen de $31320^{\text{m}^3},60$, que hacen $1.498772^{\text{qm}},41$.

De las 4269 varas de galería tenemos aún 538 varas lineales en que se puede escavar, además del banco dicho, otro de 1 vara de altura; 1683 en que se puede poner uno de $1\frac{1}{4}$ varas; y en 1282 de $2^{\text{v}},25$. La suma de estos volúmenes compone 17841^{v^3} , que hacen $10420^{\text{m}^3},56$ ó $500464^{\text{qm}},59$.

Faltan tambien por escavar ciertas partes, como la *E* y la *F*, en que se pueden poner 1997 varas lineales de galerías, cuya superficie es de 5991^{v^2} y su volumen de 13480^{v^3} (siendo, como en todas, 3,00 el ancho y 2,25 el alto), que hacen metros cúbicos 7873, ó sea $378116^{\text{qm}},95$. Los bancos que se pueden sacar de estas nuevas galerías aún comprenderán $6^{\text{v}},75$ de alto para igualar su piso al del banqueo general; producirian $40439^{\text{v}^3}=23619^{\text{m}^3}$, que dan $1.134332^{\text{qm}},11$.

En resumen, tenemos que se pueden sacar $3.133569^{\text{qm}},11$ á bancos, y $378116,95$ en galerías. Estos resultados son en el supuesto de que las escavaciones fuesen perfectas, lo que, como hemos dicho, está lejos de suceder. Descontando el 8 por 100 por imperfecciones de la escavacion, minimum de pérdida que existe, queda para la produccion en los bancos, segun habíamos dicho, $2,882883^{\text{qm}},58$, y para la de galerías $347867^{\text{qm}},60$, que hacen en junto $3.230751^{\text{qm}},18$.

La diferencia de la cantidad posible de estraer á la existente es de $30.042646^{\text{qm}},44$. La escavacion de los $2.882883^{\text{qm}},58$ de banco costaria $2.965348^{\text{r}},30$, y la de los $347867,60$ en galería $595630^{\text{r}},00$, que hacen juntos $3.560978^{\text{r}},30$.

2.^a *Subdivision.* Hemos dicho al tratar de la primera subdivisión, que la altura comprendida entre el nivel de la galería de San Roque y el tercer piso es de $17^m,72=21^v,414$; que la superficie del tercer piso era de 31800^m^2 , y la del sexto de 36300 . Luego la superficie media entre ambos será de 34050^m^2 . Siendo la longitud de la porción de criadero que consideramos de 450^m , la potencia media para esta subdivisión será de $75^m,666$ y su volumen de 603366^m^3 .

La parte escavada en los pisos 4.^o, 5.^o y 6.^o es como sigue:

Para el 4. ^o	13037 ^{v3} ,50
5. ^o	12300
6. ^o	51386
	Suma..... 76723 ^{v3} ,50 = 44814 ^{m3}

que deben ser deducidos del volumen total anterior. Quedan pues 558552^m^3 , que dan $26.825166^m,66$ de mineral.

Veamos ahora cuánto es posible escavar por el actual sistema de explotación. Recordemos lo que hemos dicho de la división establecida en la línea *xi*, y consideremos separadamente las porciones de L. y P.

Parte de Poniente. La parte de Poniente comprende 15000^m^2 de superficie al nivel del sexto piso. La de cada una de las zonas en que está dividida á este nivel es como sigue:

B.....	2400 ^{m2}
C.....	5000
D.....	7600
	Suma..... 15000

La superficie media de esta parte de Poniente es de 14070^m^2 subdividida como sigue:

B.....	2251 ^{m2}
C.....	4690
D.....	7129
	Suma..... 14070

Corresponden metros cúbicos:

A la parte.....	<i>B</i>	39889 ^{m³}
A la.....	<i>C</i>	83106
A la.....	<i>D</i>	126325
	<i>Suma</i>	<u>249320</u>

Hecho descuento proporcional del volumen de las escavaciones actuales (1), resulta que la parte

<i>B</i> contiene.....	32719 ^{m³} ,313
<i>C</i>	68168,453
<i>D</i>	103619,234
<i>Suma</i>	<u>204507,00</u>

Dan respectivamente quintales métricos:

Para la <i>B</i>	1.571386
<i>C</i>	3.273875
<i>D</i>	4.976443
<i>Suma</i> ...	<u>9.821704</u>

En esta porcion de la mina, por el sistema actual, solo se pueden escavar 45786^{v³} á bancos, á saber: un banqueo general sobre 3580 varas lineales de galería, con ancho de tres y altura media de 3,50, que produciria 37590^{v³} y otro sobre 1027 varas lineales de galería de las que solo se ha sacado el primer banco y de donde aún se pueden sacar, ademas de los ya dichos para el banqueo general, uno de 2,25 de altura, que da un volumen de 6932^{v³},25.

Las 44522^{v³} dan 26003^{m³},80 ó 1.248865^{qm},23. Deduciendo el 8 por 100 de imperfecciones en la escavacion, tendremos solamente 1.148956^{qm},00. Diferencia á la cantidad total valua-

(1) Estas se encuentran todas sobre la parte que estamos considerando.

da 8.672748 quintales métricos que quedarán en entre-pisos y pilares.

Sumando el número de quintales métricos de mineral que pueden ser escavados á bancos del 3.º y 6.º piso tenemos :

Para el 6.º piso.....	1.148956
Y para el 3.º.....	2.882883,58
<i>Suma</i>	<u>4.031839,58</u>

El costo de escavacion de estos quintales métricos en galería sería de rs. vn. 6.903849,20, y en bancos solo 4.147102,85; la diferencia es de 2.756746^r,35, que representa un verdadero aumento en el valor actual de la Mina, creado desde 1849 en que se encargó el Gobierno de su explotación. Sabido es el estado en que fué entregada en aquella misma época por la empresa Remisa. Cumplió sus contratos, no solo sin dejar banco alguno, sino que las escavaciones que hubo que establecer fué preciso ponerlas con escaleras, porque ninguna zafra ó mineral arrancado existia. Esta cantidad de mineral tiene aún otro valor mas fácil de apreciar: es una verdadera reserva para algun caso extraordinario: para dar tiempo á que se ejecuten otras labores preparatorias y de reconocimiento, y aun para emplear la parte que aquí se economice en la ejecucion de un camino que ponga estas minas en comunicacion con Sevilla, segun se dirá al tratar especialmente de las vias que deben unir estas minas con dicha capital y Huelva.

La ley de los minerales en esta parte de la mina la creemos un poco superior á la de la parte de L. En esta porcion de P. hemos agrupado los minerales segun se ve.

ZONA B.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
44.....	0,30
41.....	0,46
37.....	0,92
31.....	0,46
32.....	0,92
47.....	0,70
27.....	1,40
9.....	0,30
3.....	0,70
<i>Suma</i> ... 9	6,16
Término medio.....	0,6844

ZONA C.

35.....	3,35
33.....	4,62
7.....	1,40
8.....	2,70
30.....	2,31
28.....	2,70
29.....	0,46
6.....	0,93
5.....	2,31
4.....	1,40
2.....	1,40
24.....	2,31
25.....	2,31
16.....	1,40
<i>Suma</i> .. 14	29,60

Término medio..... 2,1141

ZONA D.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
1.....	14,80
17.....	9,71
15.....	8,32
12.....	14,80
14.....	11,10
11.....	6,47
52.....	6,98
53.....	2,70
54.....	9,25
55.....	2,46
56.....	6,01
57.....	2,70
10.....	2,70
39.....	8,01
42.....	2,70
43.....	7,62
45.....	8,98
38.....	12,87
34.....	7,40
48.....	10,17
49.....	2,31
50.....	8,32
51.....	12,02
<i>Suma</i> .. 23	179,40
Término medio.....	7,8000

Parte de L. La superficie de la parte de L. del 6.º piso, es de 21300m², y la superficie media 19980. Supondremos que esta porcion de criadero no sea mas rica que la del 3.º piso, como compensacion de lo que anteriormente pudimos haber aumentado. Partiendo de este supuesto hemos agrupado los

minerales en las zonas siguientes que comprenderán en el nivel del 6.º piso, atendiendo al aumento que tienen respecto de la superficie de las del 3.º, la

A	2200 ^{m²}
B	3300
C	4450
D	11350
<i>Suma</i>	<u>21300^{m²}</u>

Proporcionalmente á la superficie de esta parte de L. les corresponde, á la

A	2063 ^{m²} ,67
B	3095 ,49
C	4174 ,22
D	10646 ,62
<i>Suma</i>	<u>19980</u>

Siendo la altura para todas de 17^m,72, tenemos los volúmenes y quintales métricos siguientes:

A	36568 ^{m³}	1.756223 ^{qm} ,98
B	54851	2.634287 ,87
C	73966	3.552310 ,00
D	188660	9.060631 ,25
<i>Suma</i>	354045 ^{m³}	<u>17.003453 ,10</u>

Siendo la superficie media de 19980^{m²} y la longitud de 195^m ó 233^v,28, su potencia media será de 102^m,46, ó 122^v,585. Dejando los macizos de 4^v de ancho y 4 de grueso para hacer mas ventajoso el sistema de explotacion actual, y dando á las galerías 3^v de ancho y 2,25 de alto, que son las dimensiones que hoy tienen, tenemos que se pueden escavar 6412^v,60 en cada uno de los dos pisos que se deben poner en este punto para llegar al nivel de la galería de San Roque. El volumen que arrojan estas varas lineales de galerías es

de $43285^v,20$. Suponiendo los entrepisos con solo 4 varas de espesor en cada uno, quedan aún para bancos $4^v,349$ de altura, que dan un volumen de $83665^v,20$. La longitud de las galerías en los dos primeros pisos sería de $12825^v,20$, el volumen de las mismas en ambos $86570^v,3 = 50563^m,73$ que dan

El de los bancos en ambos pisos $177330^v,40$
ó $103575^m,2$, que dan.....

Suma.....

Deduciendo el 8 por 100 de imperfecciones restan $6.810493^m,20$: á $17.003453^m,10$ de mineral, que hemos dicho existían, restan $10.192959,90$, que quedan en entre-pisos y pilares.

Reasumiendo tenemos, que en la parte de P. existe un volumen de $204507^m,3$ ó 9.821704^m y en la de L.....

Suma.....

Se puede escavar en la parte de P.....
Y en la de L.....

Suma.....

La parte que queda en entrepisos y pilares, ó que se pierde por el actual sistema de explotación, es de $18.865707^m,90$.

3.ª *Subdivision*. La altura desde el nivel de la galería de San Luis al de San Roque es de $16^m,30$. La superficie en aquel se ha marcado teniendo presente el ensanche que la masa presenta en el 6.º piso, la distancia á que se ha encontrado por el socavon de San Luis, y lo que indican los tres cortes trasversales citados. Atendiendo á estos límites presenta la masa una superficie de $42000^m,2$ en la seccion horizontal al nivel de la galería de San Luis. La del nivel de la galería de San Roque en el 6.º piso es de $36300^m,2$; luego la superficie media de esta tercera subdivision será de $39150^m,2$.

Suponiendo la misma longitud que en los pisos superiores para mayor uniformidad en los cálculos, tenemos que la potencia media de esta parte del criadero es de $87^m = 104^v, 37$, su volumen de 638145^m^3 , y su peso de 30.647118^qm .

Las superficies de las diferentes zonas en que hemos agrupado los minerales al nivel del 6.º piso con arreglo á su riqueza son (1):

A.....	2200 ^{m²}
B ₃ (2).....	3300
B ₆	2400
C.....	9450
D.....	18950
<i>Suma</i>	<u>36300</u>

Las correspondientes á la superficie media de esta 3.ª subdivisión son respectivamente:

A.....	2372 ^{m²} ,60
B ₃	3559 ,10
B ₆	2588 ,40
C.....	10192 ,60
D.....	20437 ,30
<i>Suma</i>	<u>39150</u>

(1) Se supone que el aumento sea proporcionalmente al de toda la masa.

(2) Como suponemos, según más adelante se verá, que el mineral no aumente de riqueza en profundidad, y como en el 6.º piso la porción de L. que corresponde verticalmente á la B del 3.º no está escavada, la supondremos igual á esta, señalándola con la letra B₃ para distinguirla de la zona B de la parte de P. del 6.º piso, que representaremos por B₆.

Hacen metros cúbicos respectivamente:

A.....	38674 ^{m³}
B ₃	58013
B ₆	42191
C.....	166139
D.....	333128
<i>Suma</i>	<u>638145</u>

Dan quintales métricos:

A.....	1.857367 ^{qm}
B ₃	2.786147
B ₆	2.026276
C.....	7.979035
D.....	15.998893
<i>Suma</i>	<u>30.647718</u>

ZONA A.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
17.....	2,70
21.....	1,85
18.....	2,70
26.....	3,25
29.....	0,46
30.....	1,40
9.....	1,85
5.....	0,92
6.....	2,70
40.....	2,70
<i>Suma</i> ... 10	<u>20,53</u>

Término medio..... 2,053

ZONA B₃.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
34.....	0,92
35.....	0,70
37.....	1,40
39.....	2,31
Suma... 4	5,33
Término medio.....	1,3325

ZONA B₆.

44.....	0,30
41.....	0,46
37.....	0,92
31.....	0,46
32.....	0,92
47.....	0,70
27.....	1,40
9.....	0,30
3.....	0,70
Suma... 9	6,16
Término medio.....	0,6844

ZONA C.

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
35.....	3,35
33.....	4,62
7.....	1,40
8.....	2,70
30.....	2,31
28.....	2,70
29.....	0,46
6.....	0,93
5.....	2,31
4.....	1,40
2.....	1,40
24.....	2,31
25.....	2,31
22.....	1,85
16.....	1,40
23.....	2,70
Suma... 16	34,15

Término medio..... 2,13688

ZONA D.

20.....	6,43
19.....	4,62
21.....	4,16
17.....	9,71
18.....	8,32
15.....	8,32
14.....	11,10
12.....	14,80
11.....	6,47
1.....	14,80

Número del ejemplar.	Contenido por 100 en cobre.
39.....	8,01
42.....	2,70
43.....	7,62
45.....	8,98
38.....	13,87
34.....	7,40
48.....	13,17
49.....	2,31
50.....	8,32
Suma... 51.....	12,02
52.....	6,98
53.....	2,70
54.....	9,25
55.....	2,46
56.....	6,01
57.....	2,70
10.....	2,70
<i>Suma.</i> ... 27	205,93
Término medio.....	7,627

Para esplotar el macizo de mineral de esta 3.^a subdivision en su altura de 16^m,30 por el método actual de esplotacion lo mas ventajosamente posible, son indispensables cuando menos dos pisos, dejando solo 3 varas de entrepiso, dando á las galerías 2^v,25 de alto y 3^v,00 de ancho, y á los bancos 4^v,50 de alto subdivididos en dos partes.

Atendida la longitud y potencia del macizo, tenemos que para su completa esplotacion es preciso labrar 12688^v,50 de galería. Su volumen sería de 85875^v3,52, y el de los bancos establecidos sobre las mismas de 171751^v3,05.

Escavaciones necesarias para cada piso.

De galería.....	12688 ^{v1} , 50	que hacen	85647 ^{v3} , 37	=	50024 ^{m3} , 85	que dan	2.402506 ^{qm} , 64
De banco (4 ^v , 50 de alio por 3 de ancho)...	12688, 50		171294, 75		100049, 70		4.805013, 29
<hr/>							
<i>Suma la parte explotable en un piso.....</i>	256942, 12		150074, 55				7.207519, 93

Explotacion en los dos pisos.

De galería.....	25377 ^{v1}	}	=513884 ^{v3} , 24=300149 ^{m3} , 10=14.415039 ^{qm} , 86
De banco.....	25377		
<hr/>			
Descuento del 8 por 100 por imperfeccion en las escavaciones....	1.153203, 19		
<hr/>			
Cantidad líquida explotable.....	13.261836, 67		
Pérdida en entropisos y pilares.....	17.385881, 33		
<hr/>			
<i>Suma.....</i>	30.647718, 00		

4.^a *Subdivision.* La existencia de otro socavon de desagüe antiguo á este nivel, aunque no descubierto en toda su corrida, y la marcha del criadero con respecto á su potencia hasta el nivel de la galería de San Roque, nos hacen creer que este continuará en muchas varas aún de profundidad, y aumentando de potencia todavía, sin que se pueda saber en qué punto volverá á estrechar. No creemos que pueda ponerse en duda la prosecucion de la masa hasta un nivel inferior al que ahora vamos á considerar, y para ello basta saber cómo terminan los criaderos análogos al de Rio-Tinto, y á qué profundidad llegan las escavaciones de las minas de pirita de hierro cobriza de Rammelsberg en el Ducado de Brunswick, la de Agordo en Venecia, y la de Fahlun en Suecia. Nosotros no concebimos fácilmente la continuacion del criadero de una manera mas desventajosa que segun la presentamos en los tres cortes trasversales, y mucho menos su terminacion. Sin embargo, decididos desde un principio á admitir las suposiciones mas desventajosas, para lo que nos proponemos demostrar y deducir de ellas consecuencias, lo hacemos ahora tambien de que la masa no ensanche desde el nivel de la galería de S. Luis hasta el de la de los Molinos, ni que tampoco aumente su riqueza á pesar de ser una profundidad digna de tomarse en consideracion.

Siendo la longitud considerada la misma que para las tres subdivisiones anteriores y 42000m^2 su superficie, la potencia de esta 4.^a subdivision será de $93^{\text{m}},33$ ó sean $111^{\text{v}},65$. Su altura es de $50^{\text{m}},77=60^{\text{v}},7365$ (1).

La riqueza de las diversas clases de mineral en cada zona suponemos que sea igual que en la anterior subdivision, ó, lo que es lo mismo, la de la parte de L. igual que en las de la primera, y la de P. igual que en la de P. en la segunda. Véase ahora si el aumento de ley que pudimos suponer en la primera subdivision está suficientemente compensado.

(1) La altura es de $53^{\text{m}},08$; pero se supone el establecimiento de un socavon de 2300 m. de longitud y con 1 por 1000 de desnivel, para lo que es preciso perder los $2^{\text{m}},31$ restantes.

Las superficies parciales ó de las zonas son respectivamente para

A.	2545 ^{m²} ,30
B ₃	3818 ,20
B ₆	2776 ,80
C.....	10934 ,60
D.....	21925 ,10
<i>Suma</i>	<u>42000</u>

Y sus volúmenes

A.	129224 ^{m³} ,8
B ₃	193850 ,0
B ₆	140978 ,1
C.....	555149 ,7
D.....	1.113137 ,4
<i>Suma</i>	<u>2.132340 ,0</u>

Su peso es para

A.	6.206182 ^{qm} ,95
B ₃	9.309887 ,63
B ₆	6.770650 ,00
C.....	26.661754 ,80
D.....	53.459817 ,07
<i>Suma</i>	<u>102.408292 ,45</u>

La longitud de las galerías necesarias para la explotación de un piso al nivel que consideramos, por el método actual de explotación, es de 13492^{v1},85, su superficie de 40478^{v2},55, y su volumen de 91076^{v3},73. En su altura se pueden establecer seis pisos, distando entre sí 10^v,12875, subdividido cada uno como sigue: 3^v,37875 para cada entepiso, 2,25 para la altura de las galerías, y 4,50 para la de los bancos. El volumen de estos en

un piso es de $182153^v^3,46$. La longitud total de las galerías en los seis pisos sería de $80959^v,10$, y

Su volumen de.....	$546460^v^3,38 =$	$319174^m^3,61$
El volumen total de los bancos.....	$1.092920 ,76 =$	$638349 ,22$
<i>Suma</i>	$1.639381 ,14 =$	$957523 ,83$

El volumen de los entrepisos y pilares es de.....	$1.174816 ,17(1)$
<i>Suma</i>	2.132340

El número de quintales métricos que dan los metros cúbicos de galería son:

Galerías.....	$15.328757^qm,04$
El de los bancos.....	$30.657514 ,08$
<i>Suma</i>	$45.986271 ,12$
El de los pilares y entrepisos es de.....	$56.422021 ,33$
<i>Contenido total</i>	$102.408292 ,45$

Deduciendo de la escavacion en galerías y bancos el 8 por 100 por imperfecciones, tenemos $1.226300^qm,56$ para las primeras y $2.452601,12$ para los segundos; luego la cantidad extraíble será $14.102456^qm,44$ para las galerías, y para los bancos de $28.204912,96$. Suma $42.307369,40$. Quedan en esta cuarta subdivision de la mina en último resultado por el actual método de explotación 60.100923^qm .

Limitamos á esta profundidad nuestros cálculos de apreciacion, porque hasta ella puede hacerse la explotación con com-

(1) Tres varas de entrepiso es la cantidad mínima, y tan excesivamente pequeña que se puede criticar su admision. Admitiéndola como lo hacemos, se favorece mucho en los cálculos el actual sistema de explotación. Despues se verá que, á pesar de todos estos supuestos favorables, la pérdida de mineral es enorme.

pleta seguridad y sin gastos extraordinarios para el desagüe, puesto que este obstáculo se vence naturalmente. Además, como luego veremos, existe mineral para muchas generaciones en tan grande cantidad como se desee; y si bien es cierto que fuera de la concesion del Estado y á una gran distancia (tres leguas) puede ponerse el gran socavon del Buitron, como indica muy bien D. Casiano de Prado, obra á la par que notable y costosa de muchísima utilidad, lo es tambien que sería un capital improductivo y gravoso por su entretenimiento mientras subsista explotacion en la parte alta de los criaderos. Mas adelante se verá tambien la imposibilidad de obtener un interés módico y proporcionado á la enorme riqueza que aquí se encierra, sin que vayamos á disminuirle con el cargo de nuevos gastos que traerian consigo labores de aquella importancia, que si bien serán sumamente beneficiosas en otras circunstancias, no lo son para las dos primeras generaciones (1).

Resumen. En resumen tenemos, que la cantidad de mineral que se puede extraer en las cuatro subdivisiones consideradas por el método actual de explotacion, y su total cantidad existente, es como sigue.

	Mineral excavado en m ³ .	Mineral que queda por excavar en m ³ .	Mineral que queda por excavar en qqm.	Mineral aprove- chable por el ac- tual sistema de excavacion, en qqm.	Mineral que se pierde por el método actual de excavacion en qqm.
1. ^a Subdivision..	445884	692347	55.275597,62	5.250754,18	50.042646,44
2. ^a id.		538552	26.825437,40	7.959449,20	48.865707,90
3. ^a id.		658145	50.647718	45.261856,67	47.585884,55
4. ^a id.		2.452540	102.408292,45	42.507569,40	60.100925,03
<i>Suma.</i> ...	445884	4.021854	195.454565,47	66.759406,45	426.593458,72

(1) Hay un punto dentro de la concesion del Estado al Poniente, cerca del sitio por donde el arroyo Rejondillo sale fuera de ella, en que se podria poner otro socavon de menos de media legua de longitud, ga-

Inconvenientes del actual sistema de explotación, y ventajas del que se propone.

Hemos dejado á propósito la apreciación de los gastos de arranque del mineral en las diversas porciones en que subdividimos la masa, porque conviene antes establecer amplia discusión sobre el método de explotación actual y el que vamos á proponer, así como también sobre el punto en que esta deba dar principio.

Las cifras anteriores bastarían por sí solas para que inmediatamente se cambiase el actual sistema de explotación por otro en que siendo iguales los costos de arranque, nos suministre todo el mineral. Suponiendo una explotación sin más imperfecciones que la disminución del 8 por 100 citado, tenemos que solo se aprovecha el 43,28 por 100 de su volumen total. Un gobierno previsor no debe, ni en nuestro concepto puede destruir el 56,72 por 100 de su riqueza (1), máxime cuando terminantemente lo prohíbe la ley vigente del ramo para las explotaciones de particulares de donde solo percibe aquel el 5 por 100 de los productos totales. ¿Quién, además, nos asegura esa perfección que hemos supuesto en las labores? ¿Por ventura las explotaciones anteriores y actuales de esta mina no están indicando lo distantes que nos hallamos de esa perfección? Unase lo escavado en la primera subdivisión, agréguese á esto la parte que es posible escavar, y compárese con el volumen total de la misma. Seguramente se verá que la parte aprovechada no ha llega-

nando 43 metros, por lo menos, por bajo del de los Molinos. Este socavon presentaría la ventaja de enlazar facilmente la mina con el ferrocarril que ha de subir por el rio Odiel, lo que de otro modo será muy difícil.

(1) En el nivel de la 2.^a subdivisión, la parte aprovechada solo sería el 34,56 por 100 en vez del 43,28.

do á un 18 por 100 (1). Es muy cierto que con grande asiduidad por los funcionarios á cuyo cargo esté el establecimiento, se aminorarían algun tanto las pérdidas que pudiese haber, como ha sucedido desde 1849 (véanse los planos); pero por completo nunca. La práctica nos ha enseñado que sería imposible obtener completa regularidad en las labores, no solo por la conveniencia en variar á veces su rumbo para los barrenos, sino porque en algunas ocasiones estos no son culpables, y depende solamente de la particular posición de las tablas en que se presenta el mineral.

Sistema de explotación que se propone.

El sistema de explotación por el que se puede obtener todo el mineral á menor precio, con completa regularidad y estabilidad en las labores, al par que prepara otras en que el arranque será mas económico, es el de la labor á *través* combinada con la de *ensanche*, con algunas modificaciones que reclama el estado y naturaleza de este mineral.

(1) El volumen de la 1. ^a subdivisión es.....	763884 ^m 3
El de la parte de P. de la 2. ^a	249320
<i>Suma</i>	1.013204

Se han escavado en la 1. ^a subdivisión....	71067 ^m 2
En la parte de P. de la 2. ^a	44814
<i>Suma</i>	115881

Se pueden escavar en la 1. ^a subdivisión....	3.230751 ^{qm}
Id. en la 2. ^a	1.148956
<i>Suma</i>	4.379707

que componen 91194^m3, que restados de la cantidad del 1.^{er} volumen quedan 1.022010^m3, sobre que se han escavado los 115881^m3, ó sea 5.565331^{qm}; ú 11,338 por 100. La parte perdida ha sido 88,662 por 100.

Incluyendo los 91194 ^m 3, que podemos escavar en el cálculo, da como parte máxima aprovechada.....	18,60
y de pérdida.....	81,40
	100,00

Para discutir sobre sus ventajas y presentar nuestros cálculos numéricamente, tomemos por tipo para la explotación por ambos sistemas la tercera subdivisión, comparando sus gastos de arranque con el mineral extraído por cada uno de ellos, y deduciendo en último resultado los gastos de cada quintal métrico. Un examen detenido sobre los datos de que nos vamos á valer hará conocer cuán desfavorables son para el sistema de explotación que proponemos, y mas si se atiende á lo que podrá facilitarse y economizarse en la labor con grandes tajos ó ensanches, que hoy no se conoce en el país.

Gastos que origina la explotación por los dos sistemas.

Segun hemos dicho, esta tercera subdivisión contiene un macizo de mineral cuyo volumen es de 638145m^3 , que dan 30.647718qm . También sabemos que se deben poner para su explotación por el método de huecos y pilares dos pisos, y que será preciso hacer 25377v^1 de galería, que producen $100049\text{m}^3,70$ ó $4.805013\text{qm},29$ de mineral, y 25377v^1 de banco de $4\text{m},50$ de alto, que producen $200099\text{m}^3,40$, ó sea $9.610026\text{qm},58$ de mineral.

Haciendo el correspondiente descuento de 8 por 100 por imperfecciones de escavacion, tenemos para las primeras.

	Descuento del 8 por 100.	Cantidad estraible.
4.805013 ^{qm} ,29	384401 ^{qm} ,06	4.420612 ^{qm} ,23
9.610026 ,58	768802 ,12	8.841224 ,46
<u>Suma. 14.415039 ,87</u>	<u>1.153203 ,18</u>	<u>13.261836 ,69</u>

Siendo el precio del quintal métrico en la escavacion de galerías de $1\text{r},712332$, y de $1\text{r},028588$ en los bancos, costarian los

4.420612 ^{qm} ,23 en galería..	7.569834 ^r ,50
y los 8.841224 ,46 en bancos..	9.093975 ,00
<u>Suma... 13.261836 ,69</u>	<u>16.663809 ,50</u>

Sale el quintal métrico á $1\text{r},25652$.

Es sabido que el sistema de labor á través y grandes ensanches no origina solamente los gastos de arranque, sino que tambien los tiene muy fuertes para el relleno. Calculemos primero los gastos de aquel, haciéndolo en seguida de los de este.

La galería de direccion se puede poner de modo que vaya continuamente en la union del mineral con la salvanda del S., pudiendo hacer sobre esta un descalce de $0^r,25$ para mayor facilidad en el resto de su escavacion. Damos la preferencia á esta salvanda, ya por ser en ella mas fácil y menos espuesta la escavacion, ya tambien porque se adelantan sobre 30 meses respecto de la del Norte. Su longitud es de 450^m . Se dará principio á ella desde la galería de San Luis, partiendo á L. y P. Quedan solo 105^m para la parte de L., mientras que para la de P. no son menos de 345. Puestas dos parejas de barrenos en cada trabajador, y atendiendo á los datos que dejamos apuntados, resulta que tardarian $34\frac{1}{2}$ meses en la porcion mayor, mientras que no pasarían de $10\frac{1}{2}$ en la menor; pero si por esta parte quisiéramos continuar descubriendo criadero le aumentaríamos en los 24 meses restantes en una longitud de 240^m .

El costo de la escavacion de esta galería sería por el arranque de 48600^r , y 6750 por los gastos de herramientas (1). Suman 55350 reales.

De 30 en 30^m se establecerian desde la galería longitudinal otras trasversales (2), que tendrian las longitudes siguientes.

1. ^a	150 ^m	} Situadas á L. de la galería de S. Luis.
2. ^a	135	
3. ^a	75	
4. ^a	65	

(1) A $1\frac{1}{2}$ reales por jornalero y dia de trabajo.

(2) Estas galerías sería mucho mas ventajoso ponerlas segun la direccion de los lienzos de mineral, aunque fuesen tortuosas, porque despues los ensanches serían infinitamente mas económicos.

5. ^a	142	} Situadas á P. de la misma.
6. ^a	125	
7. ^a	110	
8. ^a	100	
9. ^a	93	
10.....	87	
11.....	79	
12.....	86	
13.....	80	
14.....	50	
15.....	30	
	<hr/>	
	1407	

De esta suma se deben descontar $41^v,25$ ó $34^m,48$ escavadas en la galería longitudinal, puesto que de cada una de aquellas se han escavado $2^v,75$ (ancho de esta en el mineral). Quedan, pues, $1372^m,52$, ó sea $1621^v,95$, que hacen $4865^v,85$, ó sea $10948^v,16$. La galería longitudinal ó de direccion tiene 3331^v , deducción hecha del volúmen que se escava en la arcilla, ó sea $1945^m,57$ que hacen $93438^m,40$. Deduciendo el 8 por 100 quedan $85963^m,33$.

Los cielos ó testers de esta galería de direccion en toda su altura componen un volumen de $27858^v,58$, de las que se descuentan $4364^v,51$ por la escavacion de $0^v,25$ en arcilla y 8 por 100 de imperfecciones, quedando en $23494^v,07$ ó sea $13722^m,35$, que dan 659043^m . Tomando cielos de $2^v,15$ de altura, se necesitan 8, que costarian á 70 rs. cada uno, ó sea 560 cada vara en toda la altura. Hacen reales vellon 301464,80 por escavacion, y 68250 por gastos de herramientas. Suma todo 369714^r,80.

Las galerías trasversales tienen, segun digimos, $1372^m,52$ de longitud, ó sea $1621^v,95$, que hacen $10948^v,16$, ó sea $6394^m,59$, que dan $307108^m,22$. Deduciendo el 8 por 100 quedan $282539^m,56$, que á $1^r,712332$ importan $483801^r,55$. Los cielos que es preciso escavar en estas galerías componen $83935^v,91$ que hacen $49025^m,27$, que dan 2.354500^m . Deduciendo el 8 por 100 quedan 2.166140, que á $1^r,06142$ el quintal métrico, importan $2.299184^r,12$.

En resumen tenemos que se escava:

En la galería de dirección.	85963 ^m	que cuestan	55350 ^r ,00
Cielos en la misma. . . .	659043		369714 ,80
Galerías trasversales. . . .	282539,56		483801 ,51
Cielos en estas.	2.166140,00		2.299184 ,12
<i>Suma</i> . . .	3.193685,56		3.208050 ,43
Queda para escavacion en ensanche.	} 27.454032,44		20.162241 ,42 (1)
<i>Sumas</i> . . .		30.647718,00	

Gastos del relleno. Los 30.647718^m de mineral ocupan en la mina un volumen de 638145^m³. Cualquier relleno que empleemos aumentará de volumen despues de escavado y disminuirá en el asiento. El terreno de donde vamos á sacar la parte de relleno necesaria para las escavaciones interiores es el que se encuentra recubriendo la masa mineral. No tenemos un dato exacto de su aumento en volumen despues de escavado; se puede admitir, sin temor de separarse mucho de la realidad, que será 25 por 100, y que la disminucion en el asiento será un 12 por 100. Haciendo esta adiccion y sustraccion resulta ser necesarios 580172^m³,93 de escavacion para el completo relleno de los 638145^m³ de escavacion en mineral.

Un peon ganando 7 rs. puede escavar diariamente 3^m³; luego la escavacion de aquel número de metros costará 1.353643^r,48. El acarreo en la superficie se hará por planos automotores lo mismo que su descenso á la mina. Su acarreo interior podrá hacerse en las galerías generales sobre carriles de

(1) Se carga sobre esta cantidad el 8 por 100 como en las anteriores por imperfecciones en la escavacion, siendo así que probablemente en la práctica no llegaría al 1 por 100.

hierro como despues se explicará. Los gastos de conduccion pueden estimarse en 3 rs. el metro cúbico, ó sea 1.740398^r,79 el número total de metros.

Suman los gastos del relleno.....	3.094042 ^r ,27
Los de la explotación del mineral eran...	23.370291,85
	<hr/>
Suma.....	26.464334,12

Sale el quintal métrico de mineral á 0^r,8635.

Comparando este precio con el del quintal métrico de mineral por el sistema de huecos y pilares, la economía que resulta es de 31,28 por 100.

Para comprender las grandes ventajas de la labor que se propone sobre la de huecos y pilares en un criadero de esta especie y valor, bastarán sin duda alguna las dos razones espuestas, como son la de no privar á la Sociedad de una cantidad inmensa de minerales de cobre, y la de obtener en el arranque una economía de 31,28 por 100. Son fuertes estas razones, pero hay otras que nos inducen á insistir sobre el cambio del sistema de explotación, poniendo mas patentes las grandes ventajas que en este caso especial tendremos.

Labor preparatoria para el arranque de la 1.^a subdivision.

Hemos dicho que sobre la parte de masa ó criadero que actualmente se explota, existia una capa de terreno ferruginoso especial de 25,^m23 de espesor medio. Su volumen, con arreglo á la superficie que presenta la masa en el 1.^{er} piso, es de 715668^{m³}. Dijimos tambien que la parte de L. de la 2.^a subdivision se hallaba sin explotar, y que tenia 17,^m72 de altura. Calculamos los gastos de explotación en la altura de San Roque á San Luis, ó sea en la 3.^a subdivision, y la cantidad de relleno que necesitaba. Hemos anunciado tambien que el criadero tiene su astial del N. formado por una roca dura é inalterable, y que toda la

salvanda del S. la forma la arcilla y la pizarra arcillosa. Con estos datos vamos á calcular los costos de la explotacion por el método propuesto en la parte de L. de la 2.^a subdivision (1), tomando para su relleno la pizarra de la salvanda del S., despues de tomar lo que aún pueda quedar de la parte que recubre al criadero.

La longitud de la parte de L. de la 2.^a subdivision, es de 195^m ó $233^v,28$. Su altura $17^m,72=21^v,414$. De las traviezas del macizo inferior de San Luis, las seis siguientes corresponden á esta parte.

1. ^a	150 ^m
2. ^a	135
3. ^a	75
4. ^a	65
5. ^a	142
6. ^a	125
<i>Suma</i>	<u>692</u>

ó sea $827^{v1},84$ que se escavarían todas á cielo ó testero, pues se las puede considerar como la continuacion de los cielos escavados en la 3.^a subdivision. Su altura es de $21^v,414$. Se escavan también 195^m de cielo en la galería longitudinal, ó sean $233^{v1},28$ con la misma altura, que dan $14986^{v3},37$, ó sean $8753,^m323$, que hacen 423850^q^m . De las $820^{v1},77$ se encuentran escavadas porque lo han sido en el cielo de la galería longitudinal $13^{v1},50$. Quedan para escavar $814^{v1},34$, cuya superficie es $2443^{v2},02$ y su volumen $5231^{v3},483$ ó sea $3055^m3,60$, que dan $1.467490^q^m,20$.

Corresponde por descuento del 8 por 100 de las imperfecciones de escavacion para las galerías trasversales, la longitudinal y la parte de arcilla en las mismas:

(1) Tal vez se pueda establecer sobre esta parte una gran escavacion á cielo abierto, y como continuacion de la que luego se dirá, que proporcionaria el mineral aun á menor precio.

		Descuento.	Resto.
Para las trasversales. . .	1.467490 ^{qm} ,20	117399,22	1.350090,98
La longitudinal.	423851,00	38815,80	385034,20
<i>Sumas</i> . . .	1.891340,20	156215,02	1.735125,18

El volumen total de esta parte que estamos considerando es de 354045^{m³}, que dan 17.003453^{qm}10; luego resta para escavar á ensanche 15.268327, ^{qm}92 de mineral.

Sería imposible la escavacion de las 234^v1,47 de cielo en toda su altura de 21^v1,414 sin subdividir las. La subdivision que se hace ordinariamente para facilitar el trabajo á los barreneros, es de dos en dos varas, en cuyo caso aquel número equivale á 2497^v1,72, de un cielo que no tuviese mas que dos varas de altura. El precio de cada una de estas varas lineales es de 90 reales.

233 ^v 1,28 de cielo con 21 ^v 1,198 de altura, ó 2497 ^v 1,72 con 2 ^v 1 de altura á 90 rs. vara, inclusa la composicion de herramientas.	385034 ^{qm} ,20	que cuestan	312659 ^r ,60
814 ^v 1,34 de cielo en mineral con 21 ^v ,414 de altura y 3 de ancho á 1 ^r ,06142 el quintal métrico dan.	1.350090	,98.	1.433145,85
<i>Suma</i>	1.735125	,18.	1.745805,45
Resta para escavar á ensanches á 0 ^r ,7344.	15.268327	,92.	11.213061,94
<i>Suma</i>	17.003453	,10.	12.958867,35

Tenemos dicho que el volumen total de esta porcion que estamos considerando es de 354045^{m³}. Necesitan para ser completamente rellenos, admitiendo un aumento por la escava-

cion y asiento iguales á los supuestos para la parte anteriormente considerada, 321859^{m^3} ,18 de escavacion, que á los mismos precios de 7 reales los tres metros cúbicos importan 751004^{r} ,73. Su conduccion á las escavaciones es por lo que dejamos dicho de 965577^{r} ,54. Suman los gastos totales de la explotacion y relleno de $17.003458^{\text{q}^{\text{m}}}$ 10, 14.675449^{r} ,66, ó sea por quintal métrico 0^{r} ,86308.

Por el sistema de explotacion de huecos y pilares, ó sea el que hoy se sigue aunque imperfectamente, tenemos que es preciso escavar:

En galerías. . .	2.234115 ^{q^m} ,12	que á	1 ^r .712332	suman	3.825546 ^r ,49
En bancos. . .	4.576378 ,08		1 ,028588		4.707207 ,61
<i>Sumas..</i>	<u>6.810493 ,20</u>				<u>8.532754 ,10</u>

Sale el quintal métrico de mineral á 1^{r} ,25288.

Comparando entre sí los precios á que se obtiene el quintal métrico, se ve que por el método de labor propuesto es el $31,112$ por 100 mas económico que por el de huecos y pilares.

Disfrute de la 1.ª subdivision. Al hablar de la masa mineral en general lo hicimos tambien del terreno ferruginoso que la recubre. Dijimos al tratar de la parte superior de aquella, que por el gran desorden que habia existido en la posicion y ejecucion de sus labores, se encontraba en gran parte inutilizada, y que si en algunos puntos era posible el arranque de algun mineral, en estas labores superiores sería escesivamente costoso y ofrecería poca seguridad. Al tratar sobre la apreciacion de la cantidad de mineral existente en cada una de las cuatro subdivisiones de la masa, demostramos tambien que en la primera quedaban en entrepisos y pilares $30.042646^{\text{q}^{\text{m}}}$, y en la de P. de la 2.ª $8.672748^{\text{q}^{\text{m}}}$. Suman ambas $38.715394^{\text{q}^{\text{m}}}$. Hemos dicho algunas veces que habia un medio seguro, fácil y económico para aprovechar esta enorme cantidad de mineral. A poco que se reflexione, se verá por lo que dejamos apuntado, que este fin se halla casi conseguido. ¿Qué es lo que existia sobre los $38.715394^{\text{q}^{\text{m}}}$ de mineral? 715668^{m^3} de terreno de acar-

reo, escavados y empleados en el relleno de la 3.^a subdivision y parte de L. de la 2.^a

Si fuese solamente esta la cantidad precisa de escavar, fácil nos era ahora calcular el costo total de arranque de las partes que estamos considerando, por el precio de cada quintal; pero restan aún por hacer varias consideraciones, que sin ser tomadas en cuenta, nuestros cálculos no podrian realizarse.

La masa mineral se halla comprendida, como hemos tenido ocasion de manifestar, entre dos rocas de diversa naturaleza, consistencia y posicion. La que ocupa la parte N. es sumamente dura, casi inalterable por los agentes atmosféricos, y cortada verticalmente en toda su altura reconocida hasta las labores inferiores. Sucede lo inverso con la que sigue al astial del S.: es sumamente blanda, muy alterable por los agentes atmosféricos y con una inclinacion grande sobre la masa.

Sería absolutamente imposible, y peligroso para los trabajadores, la escavacion del mineral en la parte inferior de ese talud que puede llamarse inverso. Veamos el medio de evitar este inconveniente, calculemos sus costos, y carguémoslos, si es necesario, sobre el número de quintales de mineral que vamos á extraer, obteniendo como resultado final el precio de cada uno.

Esta porcion de la masa, que consideramos subdividida en dos partes, presentaria en corte vertical segun la direccion general de ella la *figura 2, lám. 10*, siendo:

- D* Terreno de acarreo que recubre la masa mineral.
- C* Primera subdivision de las que hemos considerado.
- B* Parte de P. de la 2.^a subdivision.
- B'* Parte de L. de la misma.
- ef* Nivel de la galería de San Roque.
- gh* Línea de separacion de la 1.^a y 2.^a subdivision.
- a* Altura de la superficie al nivel inferior de la 2.^a subdivision.
- b* Altura de la superficie al nivel inferior de la primera.

La parte de pizarra que se trata de escavar es de diferentes alturas. En la de P. sería la *a* y en la de L. la *b*; aquella de

69^m,37 y esta de 51^m,65. La longitud de la primera es 255^m y la de la segunda 195.

No hay inconveniente ni riesgo alguno cuando se trabaja en la parte inferior de una roca cortada verticalmente, teniendo su altura 4^m. Asi, suponemos que los 4 primeros en la parte inferior no se escaven, y que el talud dé principio en los puntos *o* y *r* (lám. 10, figs. 3.^a y 4.^a) Entonces la altura de la parte de *L. o b'* sería igual á 47^m,65, y la de la parte de *P. r a'* de 65^m,37.

Digimos ya cómo se presentaba la pizarra en su union con la masa: indicaremos ahora otras particularidades muy dignas de tomarse en consideracion para la resolucion de la cuestion que nos ocupa. A distancia del criadero, y en direccion del S., se presentan las pizarras buzando al N. bajo diferentes ángulos; pero á medida que nos aproximamos á él se observa que su posicion se aproxima mas y mas á la vertical. En el socavon de Santa Bárbara y en el de San Luis se distingue fácilmente que en bastantes metros antes de su contacto con la masa están verticales, y que las mas próximas á ella buzan ligeramente al S. Este efecto no es apreciable en todos sus puntos, porque las primeras varas en la inmediacion de la masa están compuestas de una arcilla blanca, proveniente al parecer de la descomposicion de las pizarras, que mas al S. se hallan tambien descompuestas y cruzadas por pequeñas vetas de cuarzo.

La arcilla, tierra negra ó pizarra descompuesta, y la pizarra que sigue á esta en algunas varas al S., son tan fáciles de escavar, que se puede adelantar mas en su escavacion con útiles cortantes que con ningun otro. Esta falta de consistencia en las pizarras abraza una zona de 20 metros.

Por lo que antecede creemos que $\frac{1}{2}$ de base por 1 de altura en el talud de cada una de estas partes que es necesario preparar para la escavacion, será suficiente. A la altura 47^m,65 de la parte de *P.*, corresponde de base en la parte superior 23^m,825, y da un volumen en sus 195^m de corrida de 110679^m³, y á la altura 65^m,37 de la parte de *P.* 32^m,685 de base, que en 255^m de corrida da un volumen de 272419^m³.

A estas cantidades es preciso agregar las partes *m* y *n*, no calculadas, y que se separan de la vertical hácia la masa. El

volumen que corresponde á <i>m</i> es de $40502\text{m}^3,50$, y el de <i>n</i> de 138740m^3 . La suma total de escavacion en metros cúbicos en la parte de L. es de.....	151181,50
Y el de la parte de P.....	411159
<i>Suma el total de escavacion</i>	<u>562340,50</u>

El aumento de volumen de la pizarra escavada, con relacion á la escavacion de que proviene, le apreciamos en 50 por 100. Este aumento hace que $562340\text{m}^3,50$ de escavacion que tenemos, den un relleno de $843510\text{m}^3,75$.

Un jornalero puede escavar 4m^3 en un dia ganando 8 reales; luego el costo de $562340\text{m}^3,50$ será de 1.124681 rs. Su conduccion, á 3 rs. metro cúbico, sería de $1.687021\text{r},5$, y el total de $2.811702\text{r},5$.

Adoptando el sistema de explotacion propuesto, tenemos que en la 3.^a subdivision se emplean. 580139m^3

Y en la parte de L. de la 2.^a... 321859 ,18

Suma..... 901998 ,18 de relleno.

El número de metros cúbicos de terreno que recubre la masa, y de donde digimos que deberá tomarse para el relleno de estas partes, es de 715668m^3 . Hemos gastado mas que alli habia, pero podemos tomar de los $562340\text{m}^3,50$ de la escavacion del talud, $186330\text{m}^3,18$; quedan, pues, $376010\text{m}^3,32$ de relleno, cuyo empleo vamos á indicar.

El volumen de la 4.^a subdivision es de 2.132340m^3 , que dan $102.408292\text{qm},45$ de mineral. De estos solo puede obtenerse por el método de explotacion de huecos y pilares $42.307369\text{qm},40$, perdiéndose los 60.100923qm restantes. El precio medio del quintal métrico de mineral por ambos métodos de explotacion, en las dos porciones que hemos considerado, es de $0\text{r},86329$ para los que provienen de la labor á través, y $1\text{r},2547$ para los que provienen de la labor de huecos y pilares; luego los $42.307369\text{qm},40$ de mineral cuestan $36.523529\text{r},41$ por el nuevo sistema de explotacion, y $53.083048,78$ por el actual. Diferencia en favor del

primero 16.559519,37, mas la posibilidad de obtener 60.100923 quintales métricos de mineral, que de otro modo quedarían en la mina.

Quitado el terreno que recubre la masa que hoy se explota con un talud conveniente en el astial del S., nos queda descubierta la parte de P. de la 2.^a subdivision, y toda la que comprende la 1.^a; que, como digimos, compone 38.715394^{qm}. Examinando los planos de estas labores, y reflexionando un momento, se puede formar idea del estado que presentaria la mina, y lo fácil que sería la escavacion del mineral en esta parte. En muchas ocasiones sucederia que se caeria por sí solo, mientras que en otras con grandes barrenos en los pilares y entrepisos se lograria un efecto maravilloso. Dos casos, aunque muy en pequeño, ha habido en el distrito, de la labor á cielo abierto, pero que no pueden servirnos de punto de comparacion, porque no han combinado, como lo hacemos, esta clase de labor con la que proponemos para los puntos en que la primera fuese muy costosa y peligrosa. Aun en estos dos casos, con condiciones mucho mas desventajosas que el que nos ocupa, la economía en el arranque del mineral ha sido tan marcada, que á ello deben su sostenimiento las sociedades que emprendieron dichas labores. Todos los gastos de desmonte y formacion de talud, asi como su acarreo al interior de la mina, van cargados sobre el mineral que de ella se estrae en las partes inferiores: creemos que 0^r,50 por quintal métrico admitido por nosotros para solo los gastos de arranque, es una cantidad escesiva.

Aún hay otro medio de escavacion, que aunque muy pocas veces se aplica con ventaja por causas locales, las tiene muy grandes en el caso presente. ¿No sería posible introducir en esas escavaciones que hemos puesto á descubierto, monte bajo que, calcinando la masa en parte, alterase su constitucion, facilitando extraordinariamente de este modo el arranque del mineral? No tenemos datos suficientes para la apreciacion exacta de estos efectos, ni por consiguiente para poder fijar los céntimos que costaria la explotacion de cada quintal de mineral por este método de torrefaccion; pero creemos que no puede existir otro caso en minería en que su aplicacion esté tan marcada. Hé aquí

lo que Mr. Combes dice al tratar de la explotacion de la mina de Rammelsberg, análoga á esta.

«En Rammelsberg una cuadrilla compuesta de 4 mineros y 2 ó 3 ayudantes, estrae por semana 40 toneladas de mineral de diferente naturaleza, teniendo cada tonelada $7\frac{1}{2}$ pies cúbicos (de Brunswick). Estas 40 toneladas cuestan, comprendiendo todos los gastos, $12\frac{1}{2}$ reichs-thalers por torrefaccion, y 38 á 40 por medio de la escavacion con la pólvora (un reichs-thaler equivale á 3^{fr}, 70). No es posible estimar aquí los gastos á que esta explotacion daría lugar en otra localidad.

«He visto un folleto de Carl. Kock publicado en Goslar en 1837, en que dice que los efectos del fuego en Rammelsberg son mas considerables cuando los minerales son mas abundantes y compactos en la roca atacada. Ha sucedido algunas veces que una hoguera de cien pies cúbicos de leña ha producido 1000 quintales, y aun mas, de mineral: pero en general el efecto de la combustion de una hoguera igual es tenido por bueno cuando da un producto de 100 quintales próximamente.»

Cuando nos hemos ocupado de los cálculos de la nueva labor propuesta; no nos detuvimos en su descripcion minuciosa por creerlo ageno de un escrito de esta naturaleza, en cuyo objeto no entran los detalles. Bueno será esplicar ahora los motivos que hemos tenido para separarnos de las reglas generales, marcando á las galerías trasversales una distancia entre sí de 30^m, cuando comunmente se ponen mas inmediatas.

El examen de las explotaciones de la época de los Romanos que se hallan en esta mina, es lo que nos ha inducido á esta variacion. Siempre que se medita sobre cualquiera de sus trabajos, no puede menos de convenirse en el acierto que presidió para su ejecucion. Por otra parte, el poner las labores preparatorias mas inmediatas estaria bien en una mina cuya estension fuese corta, y en que se desease obtener gran cantidad de mineral con actividad en la explotacion; pero no en la de Rio-Tinto, porque si bien es cierto que nosotros supondremos una explotacion de 10 millones de quintales anualmente, lo es tambien que la magnitud de esta mina, ó el espacio sobre que deben estenderse

las labores, es colosal; y que mientras se preparan económicamente grandes campos de explotación en los niveles inferiores, podemos explotar el número de quintales que nos quedan en la parte superior, y aprovechar también más de 1.600000^{qm} de mineral menudo ó tierras minerales que existen en las excavaciones actuales.

Los antiguos han abierto esas cuevas de grandes dimensiones, y, á pesar de los muchos siglos transcurridos desde aquella época, sus bóvedas de mineral se sostienen sin la menor alteración. ¿Por qué no aprovecharnos de esta excelente cualidad que presenta la masa que compone el criadero? ¿Por qué sujetar la explotación á reglas generales, practicando pequeños ensanches, cuando por los grandes, no solo se necesitan menos gastos para sus labores preparatorias, sino que también en las de disfrute es más económico el arranque y relleno? Hé aquí las razones principales que nos han impulsado á aquella variación; y aunque pudiéramos presentar otras, nos abstendremos de hacerlo por creer suficientes las espuestas. Nuestro objeto es llamar la atención sobre los hechos, para que luego se discutan con todo el detenimiento que requieren los de gran trascendencia, como el que acaba de ocuparnos.

Resumen de lo expuesto anteriormente.

Escavacion por el sistema de huecos y pilares.

PUNTOS DE ESTRACCION.	Quintales métricos de mineral que se pueden extraer por el sistema de huecos y pilares.	Costo en rs. vn. por el sistema de huecos y pilares.	Costo en rs. vn. por la labor á través y grandes ensanches.
De galerías en la 1. ^a subdivision, ó sea en el 3. ^{er} piso.	347867,60	595630,00	595630,00
De bancos de la 1. ^a y parte de P. de la 2. ^a	4.031839,58	4.147102,85	4.147102,85
De la parte de L. en la 3. ^a id.....	6.810493,20	8.532754,10	5.001626,43
De la 3. ^a subdivision.	13.261836,67	16.663809,50	9.739515,55
De la 4. ^a	42.307369,40	53.083048,78	31.070528,57
<i>Sumas</i>	66.759406,45	83.022345,23	50.554403,39

Sale el quintal métrico por el sistema de huecos y pilares á 1^r,2436.

Diferencia á favor del sistema nuevo, 32.467941^r,84.

Escavacion por el sistema de labor á través y grandes ensanches.

PUNTOS DE ESTRACCION.	Quintales métricos de mineral que existen y se pueden extraer.	Gastos por escavacion de este número de quintales en rs. vu.
De galerías en el 3. ^{er} piso (1)..	347867,60	595630,00
Bancos de la 1. ^a y 2. ^a subdivi- sion (2).....	4.031839,58	4.147102,85
De la 1. ^a subdivision y parte de P. de la 2. ^a	38.715394,44	19.357697,32
De la 2. ^a subdivision en la par- te de L.	17.003453,10	14.675449,66
De la 3. ^a subdivision.....	30.647718,00	26.464334,12
De la 4. ^a id.	102.408292,43	75.208655,17
<i>Suma</i>	193.154565,17	140.448869,12

Sale el quintal métrico á 0^r,72713. Se obtiene una economía en el arranque de 41,54 por 100.

Se pierde por el 1.^{er} método de escavacion 126.395158^{qm},28 ó sea la explotacion de 27½ años en el supuesto de que la estraccion sea de 10 millones de quintales castellanos, con el rendimiento que se indica mas adelante.

De la estraccion y acarreo del mineral.

Cuando dió principio la explotacion de la mina de Rio-Tinto la cantidad de mineral estraida era corta, y la profundidad de que se verificaba no pasaba de 30 á 40 varas. Ningun inconveniente habia entonces en que se hiciese segun la hemos descrito; pero en el dia que su profundidad aumenta á la vez que la cantidad de mineral que hay que extraer, y que tene-

(1) Se ha puesto el precio de escavacion de estos quintales como escavados en galería, porque así habrá que hacerlo hasta que se preparen campos de explotacion á nivel inferior.

(2) Por la misma razon que se indica en la nota anterior, se ha puesto el precio de los bancos.

mos galerías practicables al nivel de las escavaciones inferiores, claro está que aquel sistema no satisface. Como indicaremos al esponder el procedimiento de beneficio que proponemos para estos minerales, y especialmente cuando se trate de los pobres y medianamente ricos, la calcinacion debe verificarse lo mas inmediatamente posible á los pilones de disolucion. Por esta razon el punto mas á propósito para establecer un acarreo económico, y capaz de satisfacer las necesidades del Establecimiento, es la galería de desagüe de San Luis. Para este fin será conveniente indicar el estado en que se encuentra, las obras que es preciso ejecutar, y su apreciacion.

Esta galería, abierta por los Romanos en parte, tiene 1260^v de longitud, y se la puede considerar dividida en los trozos siguientes. 1.º Desde la rueda de la fábrica de San José á su entrada, que consiste en una zanja de 220^v,50 de longitud y 1,30 de alto por término medio, con 1 vara de ancho. 2.º 619 varas de galería antigua sumamente estrecha y donde el nivel del piso no se halla arreglado. 3.º 420^v,50 escavadas modernamente, y á un nivel inferior al del trozo anterior.

La galería general de trasporte creemos que debe hacerse de 3^v,25 de ancho por lo menos, y 2^v50 de alto, para poder establecer dos vias. Al primer trozo se le debe ensanchar por toda su corrida en 2^v,25; al segundo, además de un ensanche de 2^v,25, es preciso sacarle en algunos puntos 0^v,50 de banco ó cielo; y al tercero una vara de ensanche. Los costos de todas estas obras están apreciados en 60075 rs. como precio máximo.

Para el establecimiento del camino de hierro se suponen las traviesas á 0^m,60 de distancia, necesitándose para ambas vias 3507. La madera necesaria para ellas se encuentra en los montes del Estado. El labrado, cuñas y demás costaria en Rio-Tinto 1^r,87 por traviesa. Suponiendo que con la conduccion al punto de instalacion suba á 2 rs., tenemos que el total de las traviesas importará 7014 rs.

Adoptando rails de 0^m,075 de ancho y 0^m,015 de grueso, se necesitarian 368^{qm},449 de hierro, ó sea 800^{qc},81, que, á 100 rs. quintal castellano puesto en Rio-Tinto, importan 80081 rs. En Bélgica dos obreros ganando 1^f,56 sientan diariamente 50

metros de via, lo que recarga á cada metro lineal en 0¹,0625. Supongamos que nuestros obreros, por falta de costumbre en esta clase de obras, pongan solo 30^m con un jornal medio de 10 rs., y tendremos que el metro lineal costará 0^r,75, y sentar toda la via 1578 rs. Finalmente, pongamos para gastos imprevistos, 6000 rs. El gasto total para la habilitacion de la via general de transporte será como sigue:

Preparacion de la galería actual para el establecimiento de dos vias.....	60075
Reparacion de herramientas con aplicacion al trabajo anterior.....	4000
Preparacion de 3507 traviesas.....	7014
800 ^q c,81 de hierro pletina á 100 rs. uno.....	80081
Por sentar la via.....	1587
Imprevistos.....	6000
<i>Suma.....</i>	158757

El tiempo que se empleará en la preparacion de la galería y ejecucion del camino será de diez meses.

Esta galería general de transporte empalmará con la galería de direccion, segun hemos indicado al tratar de la explotacion.

Los rellenos de los pisos superiores (1) se harán estableciendo tolvas ó coladeros análogos en un todo á los que se hallan establecidos en las minas de hulla.

Tal vez, estableciendo una estraccion activa por la galería, no haya espacio para que las aguas puedan cementar cual debiera hacerse cuando las de San Roque vengan á ella. No solo no vemos en esto un inconveniente, sino que opinamos por que no se cementen las aguas en las galerías cuando las condiciones locales permiten hacerlo completamente en el exterior: los jornales son mayores, hay gasto de aceite, menos vigilancia á los operarios, y completo entorpecimiento de la galería para otros servicios.

(1) No calculamos los gastos que originaría la elevacion de minerales de las labores inferiores á este nivel, porque cuando llegue esta necesidad deben haber variado las condiciones locales que tanto modifican aquellos.

El precio medio del transporte desde los puntos de arranque a las plazas de calcinacion puede estimarse en 7^r,0 por tonelada de 1000 kilogramos.

Clasificacion de los minerales de Rio-Tinto segun sus riquezas y cantidades respectivas.

Atendiendo á la diferente riqueza de los minerales y al número de quintales métricos de cada clase, se pueden agrupar como sigue:

		Reuniendo los de igual riqueza.	
1.ª subdivision..	$\left\{ \begin{array}{l} A \dots 2,0550 \dots \\ B \dots 4,5525 \dots \\ C \dots 2,7800 \dots \\ D \dots 6,2285 \dots \end{array} \right.$	6.582642,64	$B_6=0,6844 \dots \left\{ \begin{array}{l} 4.571586,00 \\ 2.026276,00 \\ 6.770650,00 \\ \hline 10.568512,00 \end{array} \right.$
		2.668494,47	
		5.458994,96	
		21.085565,53	
		55.275597,62	
2.ª id....	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Parte de P.} \\ B_6 \dots 0,6844 \dots \\ C \dots 2,4441 \dots \\ D \dots 7,8000 \dots \end{array} \right.$	4.571586,00	$B_3=1,5525 \dots \left\{ \begin{array}{l} 2.668494,47 \\ 2.654287,87 \\ 2.786147,00 \\ 9.509887,65 \\ \hline 17.598516,97 \end{array} \right.$
		5.275875,00	
		4.976445,00	
		9.824704,00	
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Parte de L.} \\ A \dots 2,0550 \dots \\ B_3 \dots 4,5525 \dots \\ C \dots 2,7800 \dots \\ D \dots 6,2285 \dots \end{array} \right.$	4.756225,98	$A=2,0550 \dots \left\{ \begin{array}{l} 6.582642,64 \\ 4.756225,98 \\ 4.857567,00 \\ 6.206182,95 \\ \hline 16.202416,57 \end{array} \right.$
		2.654287,87	
		5.552510,00	
		9.060651,25	
		47.005455,10	
3.ª id.	$\left\{ \begin{array}{l} A \dots 2,0550 \dots \\ B_3 \dots 4,5525 \dots \\ B_6 \dots 0,6844 \dots \\ C \dots 2,4569 \dots \\ D \dots 7,6270 \dots \end{array} \right.$	4.857567,00	$C=2,4569 \dots \left\{ \begin{array}{l} 7.979055,00 \\ 26.661754,80 \\ \hline 54.640789,80 \end{array} \right.$
		2.786147,00	
		2.026276,00	
		7.979055,00	
	$\left\{ \begin{array}{l} C=2,78 \dots \dots \dots \\ D=6,2285 \dots \dots \dots \end{array} \right.$	43.998895,00	$C=2,78 \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} 5.458994,96 \\ 5.552510,00 \\ \hline 6.694504,96 \end{array} \right.$
		50.647748,00	
4.ª id.	$\left\{ \begin{array}{l} A \dots 2,0550 \dots \\ B_3 \dots 4,5525 \dots \\ B_6 \dots 0,6844 \dots \\ C \dots 2,4569 \dots \\ D \dots 7,6270 \dots \end{array} \right.$	6.206182,95	$D=6,2285 \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} 21.085565,55 \\ 9.060651,25 \\ \hline 50.144496,80 \end{array} \right.$
		9.509887,65	
		6.770650,00	
		26.661754,80	
	$\left\{ \begin{array}{l} D=7,6270 \dots \dots \dots \\ D=7,80 \dots \dots \dots \end{array} \right.$	55.459817,07	$D=7,6270 \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} 43.998895,00 \\ 55.459817,07 \\ \hline 69.458740,07 \end{array} \right.$
		402.408292,45	
		69.458740,07	
		49.76445,00	

Reasumiendo:

Contenido de cobre por 100.	Quintales métricos de mineral.	Cobre fino.
$B_6 = 0,6844$	10.368312,00.....	70960,726
$B_3 = 1,3325$	17.398516,97.....	231835,240
$A = 2,0530$	16.202416,57.....	332635,572
$C = 2,1141$	3.273875,00.....	69212,984
$C = 2,1369$	34.640789,80.....	740238,983
$C = 2,7800$	6.691304,96.....	186018,265
$D = 6,2283$	30.144196,80.....	1.877470,995
$D = 7,6270$	69.458710,07.....	5.297615,853
$D = 7,8000$	4.976443,00.....	388162,554
	193.154565,17	9.194151,172

Aun cuando se pueden admitir estas subdivisiones no es posible obtenerlas en la práctica sin gran constancia y muchos ensayos. Es, pues, preciso considerar estos minerales divididos en tres clases:

Clases.	Contenido de cobre por 100.	Quintales métricos de mineral.	Cobre fino.
1.°..	1,09049....	27.766828,97...	302795,966
2.°..	2,18408....	60.808386,33...	1.328105,804
3.°..	7,23207....	104.579349,87...	7.563249,402
	<i>Suma</i>	193.154565,17	9.194151,172

Al presentar los números anteriores no se ha hecho mas deducción que la de la cantidad de mineral escavado desde fines del siglo pasado; pero existen, como ya hemos indicado, escavaciones de una época anterior, algunas de las que conocemos en el dia, y tambien una faja ó veta de arcilla que hemos considerado en nuestros cálculos como de mineral, y que es preciso deducir.

Esta veta corre por la porcion del criadero que consideramos en una longitud de 418^v,75 con un espesor medio de 3 y

la altura de $132^v,31$; luego su volumen será de 165685^v^3 , ó sea de 96773^m^3 , que dan para deducir del peso total $4.647644^m,67$. Si se observa la posición de esta veta respecto del mineral y su riqueza, se tiene que el 25 por 100 de su volumen total pertenece á la parte donde esta es mayor, ó de $7,23207$, y el resto á la de $2,18408$; por lo que la cantidad anterior se subdivide del modo siguiente:

1.161911^m,17 de..... 7,23207 por 100 de cobre y
3.485733 ,50 de..... 2,18408

Las escavaciones antiguas que hoy conocemos son: la cueva de la Reina, Santa Ana, San Lino, San Andrés y San Luis, cuyos volúmenes son como sigue:

Ley del mineral.

La de la Reina. . .	347 ^m 3	que equivalen á	16665 ^m ,115	} 7,23207
Santa Ana.	790		37940 ,745	
San Andrés.	1140		54749 ,925	
<i>Suma</i>	2277		109355 ,785	

Las de San Lino y San Luis están situadas en puntos en que la ley del mineral es de $2,18408$. Las dos tienen 1042^m^3 de escavacion, que equivalen á $50043^m,35$.

Comparando el volumen de estas escavaciones romanas con el total de la masa en que están abiertas, se ve que no llega á $\frac{1}{4}$ por 100; admitamos el 1 por 100. Este número se subdivide en 0,31 sobre minerales de $2,18408$ y 0,69 sobre los de $7,23207$. Supongamos que los Romanos hayan explotado en la 3.^a y 4.^a subdivision una cantidad proporcional á la calculada para las dos primeras, y veamos el resultado á que nos conduce este supuesto. Hechos estos cálculos y agregadas las porciones calculadas anteriormente, tenemos para deducir

	2.189353 ^m ,42	mineral de	7,23207
	3.948250 ,48	»	2,18408
<i>Suma</i> ...	6.137603 ,90,		

luego la cantidad con que en realidad podemos contar, es de

Quintales métricos de mineral.	Quintales métricos de cobre fino.
27.766828,97	302795,965
56.860135,85	1.241872,749
102.389996,45	7.404914,378
<hr/>	<hr/>
187.016961,27	8.949583,092

Ley media de los minerales, 4,7854408.

En 1000 quintales métricos de mineral existen próximamente;

148,48	1,09049 de cobre por 100.
304,06	2,18408
547,46	7,23207

1000,00

III.

Medios de reconocer la estension de los criaderos de Rio-Tinto.

Si se examina el plano número 2, se verá desde luego que la parte rayada, que es la que hoy se halla en esplotacion y sobre la que hemos fundado nuestros cálculos, es una fraccion muy pequeña del total de los criaderos. Comparando sus superficies se halla que aquella es $\frac{2}{3}$ de este. Aunque, como hemos indicado al hacer la descripcion geológica, no dudamos de esta portentosa existencia de mineral, consideramos muy del caso, y mas en las actuales circunstancias, presentar los medios de asegurarla de un modo material para alejar toda incertidumbre sobre ella.

Varios son los que se pueden poner en práctica, pero, aunque conduciendo todos al mismo fin, difieren en el tiempo que necesitan, en sus costos, y en su utilidad ulterior.

Si la exploracion se hace como ordinariamente por pozos y galerías, no solo serán precisos grandes desembolsos por parte del Estado, sino que tambien será indispensable la adquisicion de máquinas de desagüe, que, aumentando aquellos, retrasarian en mucho el resultado que se busca. La exploracion total sería cuestion de bastantes años, aun cuando en su ejecucion se empleasen todos los elementos necesarios para conducir las obras con actividad. Este medio presenta sin embargo la gran ventaja de que las labores que se practicasen serian aprovechables en el ulterior laboreo de los criaderos.

Estudiada la exploracion con aplicacion á la localidad de Rio-Tinto, y tomando en consideracion las circunstancias actuales en que se encuentra, damos la preferencia al método de sondeos que tan buenos resultados ha producido en otros paises (1).

(1) Despues de escrito lo anterior se han hecho algunos en las minas del Alosno con gran rapidez y economía, obteniendo aún mejores resultados que los que se esperaban.

aun cuando estos trabajos sean inútiles para el porvenir, ya por los inmediatos resultados que nos presenta, ya también porque sus gastos de ejecución son casi insignificantes.

Para apreciar sus ventajas insertamos lo que dice Mr. Combes sobre el costo de algunos en su Tratado de Esplotación.

«Hé aquí cuáles han sido según Mr. Fantet los gastos originados en dos sondeos ejecutados en el terreno de la hulla de las cercanías de Antin (Saone-et-Loire) con 0^m,08 de diámetro. En el terreno carbonífero más común, compuesto de capas alternantes de arenisca medianamente dura y de esquistos de la misma formación, los resultados han sido como sigue:

Profundidades.	Núm. de obreros empleados en la sonda.	Núm. de días.	Gastos en jornales suponiendo cada uno en 1 ^{fr} ,50.
0 á 25 metros. . . .	3.	14.	63 ^{frs}
25 30.	4.	3.	18
30 35.	5.	3.	22,50
35 40.	6.	4.	36
40 50.	7.	6.	63
50 70.	7.	18.	189
70 80.	8.	12.	144

En un terreno carbonífero muy duro compuesto principalmente de bancos de arenisca.

0 á 25.	3.	18.	81
25 30.	4.	5.	30
30 35.	5.	4.	30
35 40.	6.	3.	27
40 50.	7.	9.	94,50
50 70.	7.	24.	252
70 80.	8.	17.	204

A esto es necesario añadir los gastos de un jefe de sondeos ó capataz, y la reparación de los útiles.»

Los sondeos, para asegurar la existencia de todos los criaderos que indicamos, deben establecerse en los puntos siguientes:

- 1.º En San Pedro.
- 2.º En el Hoyo de la Reina.
- 3.º En San Dionisio.
- 4.º En el cerro del Retamar.
- 5.º En la Dehesa.
- 6.º En el cerro Colorado.
- 7.º En la continuacion á L. de la Dehesa del criadero del N. y su union con el del medio.

Con la existencia de las dos galerías de desagüe en San Dionisio, los sondeos en este mismo punto y en el Hoyo de la Reina, la porcion de masa que actualmente se explota, las galerías de Nerva y el gran número de pozos antiguos que existen en su intermedio, quedaría completamente asegurado el filon del S.

El sondeo en el cerro del Retamar, sus dos galerías de la fuente de Mal-Año, el de la Dehesa, el de la union á L. del criadero del N. con el del medio, y lo que se nos manifiesta por las aguas que salen de la cueva del Lago, serían datos mas que suficientes para asegurar el criadero del Norte, aun cuando no se atendiese á los pozos antiguos que unen estos intermedios, que son en número estraordinario.

El del medio queda asegurado, no solo por sus uniones con el del N. y lo que indique el sondeo del cerro Colorado, sino que tambien por su semejanza con los descubiertos, y un número infinito de pozos antiguos, que escede al que se halla sobre los dos criaderos anteriormente mencionados.

Para el criadero de San Pedro es muy suficiente un sondeo, y la galería que se dirige á él desde la porcion de masa que hoy explotamos.

Segun los datos que tenemos en el mismo plano número 2 de las alturas relativas de estos diferentes puntos, lo que nos indica la porcion de masa sobre que hoy trabajamos y todas las descubiertas en la Provincia, hemos asignado para profundidad máxima de estos sondeos la que sigue.

San Pedro.....	60 ^m
Hoyo de la Reina.....	45
San Dionisio.....	35
Retamar.....	60
Dehesa.....	50
Cerro Colorado.....	40
En la continuacion del criadero del N. en el cerro de Salomon.....	50
<i>Suma</i>	<u>340</u>

El terreno que deben atravesar es variable, segun indicamos cuando hicimos su descripcion. Claro está que cuando la sonda tenga que atravesar arcillas ferruginosas lo hará con la mayor facilidad, y que encontrará bastante mas resistencia cuando deba trabajar sobre los trozos de óxido de hierro. La dureza de esta especie mineral es de 5 á 5,5; pero en Rio-Tinto, ya sea por su naturaleza especial, ya por estar muy cargado de agua, aquella no es tan grande y la roca se rompe facilmente.

Tomando el término medio de los resultados que nos indican los dos sondeos-tipos, y teniendo en cuenta sus respectivas alturas, resulta que en el

1.º se emplearán.....	45 dias.
2.º.....	34
3.º.....	27
4.º.....	45
5.º.....	34
6.º.....	27
7.º.....	34

El precio del jornal en aquellos sondeos es de 1^{rs},50; en Rio-Tinto no solo no se obtienen jornales á este precio, sino que es indispensable elegir operarios de los mas dispuestos para que aprendan esta faena nueva en el pais. Por esta razon les hemos asignado el jornal de 10 reales, lo que nos da un gasto para el

1.º de.....	3150
2.º.....	2380
3.º.....	1620
4.º.....	3150
5.º.....	2380
6.º.....	1620
7.º.....	2380
<i>Suma</i>	<u>16680</u>

La naturaleza del terreno que se atraviesa en estos sondeos hace indispensable algun revestimiento, para evitar los accidentes que podria originar un revenimiento de sus paredes. Entre los diferentes medios que se emplean con este objeto, creemos el mas conveniente y económico para sondeos provisionales, como son los de que nos ocupamos, el empleo de tubos de palastro. Suponiendo el caso mas desfavorable, esto es, que hubiese necesidad de un revestimiento completo, se necesitarian 42 quintales de chapa, que á 170 rs. (precio máximo en Rio-Tinto) importarian 7140 rs. El precio de una sonda de esta clase, con todos sus accesorios, es de 1800 francos. El de los castillejos, reparos de aquella é imprevistos les hacemos subir á 16.000 rs., teniendo en consideracion que, como hemos dicho, es un trabajo nuevo en el pais. Suma total de todo gasto, incluso el precio de la sonda, 46680 rs. Tiempo total que se emplearia en estos trabajos 246 dias, ó sean 8 meses y 6 dias (1).

Con 46680 rs., en 8 meses y 6 dias de trabajo, va á asegurar el Estado una cantidad de mineral que solo hasta un nivelado (2) contiene por lo menos 25.365000 toneladas de cobre de 1000 kilóg.

(1) Si se emplean 2 ó 3 sondas, y se facilitan los fondos con puntualidad, se pueden explorar estos criaderos en 3 ó 4 meses.

(2) No debe olvidarse que hemos limitado todas nuestras apreciaciones hasta el nivel de la galería de los Molinos, ó sea en 110^m,⁵¹ de altura.

Teniendo en consideracion el resultado de los cálculos que presentamos sobre la porcion de masa apreciada, el que darán las exploraciones luego que se ejecuten del modo que lo hemos propuesto, y el estado actual del comercio del cobre, hemos fijado para en adelante el arranque de mineral en las minas del Estado en 10 millones de quintales castellanos anuales.

Para plantear la explotacion cual se debiera, sería preciso la limpia y apertura de la galería inferior de desagüe de los Molinos, nivel hasta donde hemos calculado el volumen de la masa mineral, ó bien ejecutar otra nueva en el arroyo Rejondillo, que ganaria unos 43 metros de nivel por bajo de aquella. Cualquiera de estas obras, especialmente la última, es ventajosísima; pero exigiendo para su ejecucion bastantes años, creemos deber indicar medios provisionales para el arranque del número de quintales citados, sin perjuicio de activar cuanto sea posible la apertura de una de las predichas galerías (obra mas tardía que costosa), ó de las dos.

La limpia de las galerías de San Dionisio y Nerva es obra de un año y de pocos gastos. Con ellas y la galería de San Luis tenemos el criadero del S. desaguado naturalmente hasta un nivel sobre el que podemos sacar sin el menor inconveniente los 10 millones de quintales castellanos de mineral á poco costo, mientras se preparan otros campos de labor á mayor profundidad.

La limpia de estas tres últimas galerías no costará mas de 90.000 reales. Para el presupuesto y estudio de las primeras, es preciso un trabajo directo y especial.

IV.

Del beneficio de los minerales.

Hecha la descripción de los criaderos de Rio-Tinto y la apreciación de la cantidad de mineral que pueden suministrar, vamos ahora á ocuparnos del procedimiento de beneficio mas conveniente, atendiendo á la naturaleza de aquel y á las circunstancias locales.

La causa de lo poco que se ha adelantado en esta cuestion ha sido indudablemente la carencia de datos sobre la ley de los minerales, debida á la falta de un laboratorio en el Establecimiento. Comunmente se ha partido del principio de que su contenido en cobre es de 4 á 5 por 100; pero no se ha tenido en cuenta que, aunque esta es próximamente la ley media, pueden dividirse aquellos en varias clases de muy diversos tenores, y que á cada una podria convenir un tratamiento particular. Las condiciones locales de Rio-Tinto y la naturaleza especial del mineral, hacen por otra parte que los sistemas de beneficio mas comunmente empleados en Europa no presenten ventajas en este punto, aplicados con todos sus detalles.

Las ventajas de la division del mineral en clases segun su ley, se presentan bien patentes en Agordo (Italia), mina análoga á la de Rio-Tinto, aunque de minerales mucho mas pobres. Allí no solo se separan los de diversas riquezas para ser sometidos á distintos tratamientos, sino que se llevan siempre labores avanzadas *de exploracion* sobre la masa de piritita, con el esclusivo objeto de conocer los puntos de mayor ó menor ley, para facilitar el apartado y estraer en cada época la clase de mineral que mas convenga.

Antes de decidirnos por el procedimiento de beneficio que presentamos para las diferentes clases de mineral, hemos procurado estudiar los que se conocen en Europa, teniendo en cuenta la naturaleza de los minerales, la ganga que los acompaña, los fundentes empleados, los gastos de fabricacion, la cantidad de

combustible consumido, el tiempo invertido en cada operación, etc.; discutiendo sobre las ventajas ó inconvenientes de la aplicacion de cada uno de ellos en Rio-Tinto, sin perder de vista las circunstancias locales.

La discusion á que nos referimos versa sobre los procedimientos empleados en *Rio-Tinto*.—*Mansfeld en Sajonia*.—*Fahlun en Suecia*.—*Roraas, D' Eidet, Tolgen y Lovise, en Noruega*.—*Galles en Inglaterra*.—*Linz en la Prusia del Rhin*.—*Rammelsberg en Brunswick*.—*Agordo en Italia*, y sobre los ensayos del de *Rivot y Phillips*.

Siendo estos procedimientos bastante conocidos, nos creemos dispensados de trascribirlos aqui. Unicamente nos estenderemos en algunas particularidades que no lo sean tanto, y que puedan tener aplicacion á Rio-Tinto.

Procedimiento de Rio-Tinto.

Como ya hemos dicho, el mineral de Rio-Tinto despues de escavado sufre un apartado de que resulta la separacion de las *tierras*, que se depositan en las escavaciones de la mina. La ley de estas es generalmente mayor que la del mineral grueso, como no puede menos de suceder siendo la pirita de cobre menos dura y tenaz que la de hierro. Su cantidad en la mina del Estado puede apreciarse en un 29 por 100 del mineral escavado. Hasta ahora, sin embargo, no han sido sometidas á ningun tratamiento directo, porque en tal estado es imposible calcinarlas al aire libre. Mas adelante indicaremos un medio facil de poner en práctica para su aprovechamiento, sancionado por una larga esperiencia.

El mineral grueso de Rio-Tinto se beneficia en tres fábricas ó departamentos diferentes: el de los Planes, el de la Cerda, y el del Estado.

A la empresa de los Planes cede el Gobierno para que los beneficie por su cuenta 25.000 quintales mensuales, obligándose aquella á entregar todo el cobre que obtenga, admitiendo como minimum el 1½ por 100 del mineral, al precio de 56 reales arroba.

La mitad del mineral restante se entrega á la empresa de La Cerda, que se obligó á beneficiarle por un procedimiento de su invencion llamado *electro-químico*, con las condiciones arriba indicadas para la de los Planes, pero percibiendo solo 50 reales por cada arroba de cobre.

Este procedimiento, el de los Planes, y el que emplea el Gobierno para el beneficio de los minerales que restan, es decir, una parte igual á los que beneficia la empresa de La Cerda, son idénticos, y la descripcion que vamos á hacer es aplicable á todos y cada uno de ellos.

En el departamento de la Hacienda, además del beneficio por cementacion *artificial* que se hace de dichos minerales, se aprovechan tambien las aguas que salen de la Mina y de la cueva del Lago, y los *vitriolos* y tierras *vitriolizadas* en las escavaciones, obteniendo el cobre que contienen por cementacion *natural*.

Desearíamos presentar datos sobre el beneficio en el departamento del Estado; pero muy pocos hemos podido obtener de aquella administracion, y aun esos no nos merecen entera confianza. Por esta causa, al hablar del procedimiento de cementacion artificial, nos servimos de los que nos han suministrado los encargados de la fábrica de los Planes, en donde las operaciones se hacen con mas perfeccion y economía.

El mineral es sometido primeramente á una calcinacion, con el objeto de convertir los sulfuros en sulfatos. Despues de calcinado pasa á los pilones disolvedores, y las aguas que salen de estos cargadas de sales de hierro y cobre pasan á otros, en donde se verifica la precipitacion del último metal por medio de lingotes de fundicion. Se recoje luego *la cáscara* de cobre, y se hacen con ella bolas ó ladrillos que se secan ó calcinan para ser fundidos, y escorificar parte del hierro que contienen. El cobre negro que de aqui resulta pasa al afino en reverberos, y las escorias de estos y de la operacion anterior son fundidas de nuevo, dando otra vez cobres negros que se afinan igualmente. Este es en resumen el beneficio que sufren los minerales en Rio-Tinto. Describiremos ahora cada una de estas operaciones, aunque sin detenernos mucho en su teoría, y solo señalando sus resultados prácticos.

Calcinacion. La calcinacion se hace al aire libre en montones de diferentes formas y magnitudes. No hace mucho tiempo estos eran cónicos, recibiendo el nombre de *hornos*; pero en el día han desaparecido por completo, siendo sustituidos por otros de forma de pirámides truncadas de base rectangular, que llaman *teleras*. Sus dimensiones varian al infinito, lo que, mas que á ninguna otra causa reconocida, es debido al capricho de los encargados, y al hueco disponible para su formacion; sin que se haya aún fijado la mas conveniente de aquellas. Para armar las teleras se empieza por tender, en la base de la pirámide que se va á formar, monte bajo que ha de servir para calentar y dar fuego al mineral. Su altura suele ser de 1 vara. Encima se echa este, sin otra precaucion que la de hacer que vaya adquiriendo la forma predicha, que no siempre es muy perfecta, y la de que no se interrumpa la continuidad de unos haces de dicho combustible que la atraviesan en toda su altura, y comunican con el que dijimos se ponía en la parte inferior. Algunas veces se recubre la superficie de las teleras con tierras crudas, minerales mal calcinados, y un residuo de otras calcinaciones que denominan *capas blancas*.

En general esta operacion se hace por contrata, asi como tambien el surtido de monte bajo. Ignoramos cuánto costará en el departamento de la Hacienda, porque á ella se cargaban otros gastos ajenos á los que en realidad origina. En la fábrica de los Planes cuesta por quintal de mineral, incluso todos los gastos y el apartado del mineral mal calcinado, 0^r,36.

Hecha la telera se da fuego á los dos ó tres haces citados, estableciéndose una corriente inversa á través del combustible colocado en la parte inferior. La combustion se propaga de dentro hácia afuera, aminorando de este modo el trastorno que causaria en su forma si aquella fuese de fuera á dentro.

Puesto el mineral á una temperatura conveniente, y con el acceso del aire, empieza la combustion del azufre que contienen las piritas. A favor de este combustible, y no del vegetal, es como la calcinacion se verifica durante 6 y 8 meses. Muchas y muy diversas son las causas que influyen en que una telera salga mejor ó peor calcinada, y la mayor parte indepen-

dientes de nuestra voluntad: una corriente de aire mas rápida, una lluvia fuerte, la falta total de esta, que el fuego se desarrolle con desigualdad, son causas mas que suficientes para darse cuenta de esas diferencias que se ven de una á otra calcinacion. De cualquier modo nunca se consigue hacer pasar al estado de sulfato, que es el objeto de esta operacion, una gran parte del cobre existente en los minerales. Una porcion del azufre al entrar en combustion pasa á ácido sulfuroso, que en su mayor cantidad se desprende á la atmósfera, formando algun ácido sulfúrico que al depositarse perjudica estraordinariamente á la vejeticion de aquella comarca. Otra porcion forma desde luego ácido sulfúrico, que se combina con los óxidos de hierro y cobre. Parte de estos sulfatos se descomponen, y dan origen á ácido sulfúrico libre, que se desprende á la atmósfera. Del resto del azufre, una porcion se sublima depositándose sobre las teleras y sus inmediaciones, y la otra queda en los trozos de mineral mal calcinados ó que no han acabado de calcinarse, formando un *núcleo* de sulfuro de hierro y cobre muy variable en color y riqueza (1).

Al azufre depositado en la parte superior de las teleras se unen tambien algunos sulfuros de arsénico y ácido arsenioso, constituyendo lo que llaman las *capas blancas*, que no hemos tenido medios de analizar. A medida que va progresando la calcinacion, las dimensiones de la telera disminuyen algun tanto. El mineral, despues de calcinado, tiene el mismo aspecto que un trozo de óxido de hierro hidratado. Pocas horas que esté espuesto al aire atmosférico son suficientes para que en su superficie se presenten eflorescencias de los sulfatos formados; y si se les introduce en el agua se observa que esta no adquiere en el mayor número de casos el color debido á las sales ferrosas y cúpricas, sino que predomina el de las férricas, que, como mas

(1) Algunos núcleos presentan casi el mismo color del mineral puesto en calcinacion, otros el de la pirita de cobre, y otros por fin, el azul de algunas matas. Su contenido en cobre varía segun se haya disminuido mas ó menos el volumen primitivo y segun la riqueza del trozo de mineral de que se han formado. Suele ser de 6 hasta 40 por 100.

adelante indicaremos, tanto aumentan el consumo de hierro en la precipitacion del cobre. No solo son causas de pérdida del cobre que contienen estos minerales la imperfeccion de su calcinacion y la sulfatacion incompleta, sino que lo es tambien la descomposicion de los mismos sulfatos formados, reduciéndose á óxidos por la demasiada temperatura que suele adquirir una telera cuando la choca una gran corriente de aire, ó el fuego se propaga demasiado en ciertos puntos.

La pérdida de peso del mineral en la calcinacion es de 20, 22 y 25 por 100, segun su mayor ó menor perfeccion.

Disolucion. El mineral calcinado es conducido á los pilones *disolvedores*. Esta conduccion se hace á lomo en el departamento del Estado. Los pilones de disolucion son unas balsas de dimensiones muy diversas, y en cada punto están contruidos de diferentes materiales. Los del departamento del Estado son de mampostería, revestidos en su interior de tablas cuyas juntas están calafateadas y embreadas para privar el paso del agua. En el dia todos los que se construyen son de mampostería con revestimiento interior de asfalto, de mas ó menos espesor. Estos satisfacen en la práctica perfectamente. Lo mismo en unos que en otros la operacion consiste en llenarlos de mineral calcinado, sobre el cual se deja correr agua que se renueva diferentes veces por espacio de 6 ó 7 dias hasta que ya no saque sulfatos en disolucion. Estas aguas pasan á los pilones *reposadores*, con el objeto de que depositen en ellos el mineral calcinado que llevan en suspension, y pasen completamente limpias á otros pilones para precipitar el cobre que contienen. En el reposador solo están una hora ú hora y media. Ignoramos á qué ley sale de los pilones disolvedores el mineral calcinado; pero fácilmente se comprende que aquella debe ser alta, atendiendo á la que este saca de la mina, á la pequeña parte de cobre que se obtiene con relacion á su peso, y á la gran cantidad de él que no se calcina completamente ó pasa al estado de óxido. Se nos ha asegurado por personas que han tenido ocasion de hacer algunos ensayos, que contiene del 5 al 6 por 100 de cobre. Si así es, se verifica que por el actual procedimiento de beneficio en Rio-Tinto son mas ricos en cobre los resíduos de la fabricacion que

el mineral de que provienen. Este hecho tiene fácil esplicacion, pues como hemos indicado, el mineral pierde en la calcinacion el 25 por 100 de su peso, concentrándose en el 75 por 100 restante todo el cobre y hierro que contenia. Mas adelante indicamos el método seguido modernamente para el beneficio de estos residuos.

Cementacion. Las aguas claras pasan á los pilones de *cementacion*, en que están colocados lingotes de hierro colado formando castillejos. El número de arrobas en cada uno no solo es dependiente de sus dimensiones, sino que se modifica, especialmente en el departamento de la Hacienda, por las existencias en el almacen, que casi nunca está bien surtido, lo que en el presente año ha originado grandes pérdidas.

El tiempo gastado en la precipitacion del cobre que contienen las aguas está en relacion con la superficie del hierro que se introduce. Por esta razon sería mas conveniente emplear este metal en forma de placas en lugar de lingotes. De este modo se conseguirá, sin aumentar el costo ni el consumo de hierro, disminuir el capital amortizado en esta materia.

Si en los pilones entrasen aguas cargadas totalmente de sulfato ferroso y cúprico, la precipitacion sería muy sencilla y económica. En este caso solo se consumiria en la operacion 0,80 de hierro por cada 1 de cobre precipitado; pero en la práctica varia desde 1,50 á 3,00 de aquel por 1 de este. Por otra parte, la *cáscara* obtenida está muy lejos de ser cobre casi puro, cual debiera; contiene porcion de sustancias que la impurifican hasta el punto de que ordinariamente solo contiene de 52 á 54 por 100 de cobre fino. Las aguas que salen de los reposadores contienen en disolucion gran cantidad de sulfato férrico, que varia de unas á otras, dando origen á las grandes diferencias que se observan en el consumo de hierro, aun siendo este de la misma calidad.

La conversion de las sales férricas en ferrosas es la primera operacion que se verifica en las aguas despues que caen sobre los lingotes de hierro; siendo sensible el cambio del color rojo, que comunmente tienen, al verde azulado propio de la mezcla de las ferrosas y cúpricas. Verificada esta conversion, principia la precipitacion del cobre.

Para conocer si ha terminado la cementacion se sirven del color de las aguas, que es siempre en esta época verde de manzana claro, introduciendo á veces un pedazo de hierro limpio para adquirir mayor certidumbre.

Antes de limpiar la cáscara de cobre se hacen pasar á los pilones y *rendir* en ellos tres, cuatro ó cinco aguas diferentes, segun su riqueza. El tiempo empleado en cada uno de estos rendimientos varía segun la cantidad de sales férricas que deban convertirse en ferrosas, la cantidad de sales de cobre, la mayor ó menor cantidad de hierro, y tambien segun la temperatura, pues se observa que en igualdad de las condiciones anteriores rinden mas pronto en verano que en invierno.

Mientras se verifica la cementacion está un operario moviendo continuamente las aguas, porque de este modo se acelera la operacion. Esto es sin duda consecuencia del mayor contacto del agua con el hierro, ó de su mas facil renuevo en la superficie de este. La introduccion del hierro se hace siempre que se limpia la cáscara, y como sustitucion de la parte consumida. Además de la precipitacion del cobre, se verifica en cierto período de la operacion la de una gran cantidad de sub-sales férricas, que son las sustancias que principalmente constituyen las impurezas de la cáscara. Despues que han rendido las aguas se las deja correr á otro reposador en donde permanecen dos horas para que se precipite la sub-sal que aún tienen en suspension, y que por su estado particular envuelve una cantidad de cobre bastante considerable. Esta sub-sal constituye el producto que se llama *pa-pucha*, y suele contener de 8 á 10 por 100 de cobre.

La limpia de los pilones é introduccion del hierro se hacen por contrata. Para efectuar estas operaciones se deja el pilon sin agua, entrando dos operarios que empiezan á limpiar los lingotes á mano y no con mucho cuidado. De este modo se separa con la cáscara una capa de grafito y de hierro sumamente dividido, que al par que impurifica á aquella, aumenta el consumo de este metal.

La cáscara despues que sale de los pilones se amontona para que se preñe algun tanto y deje una parte del agua que contiene. Antes de ahora se lavaba para separar una porcion de esa

sub-sal férrica que la impurifica ; hoy se prescinde de esta operacion en los departamentos de la Hacienda y de los Planes, verificándose aún en el de La Cerda.

El cobre en este estado de division es mas difícil de fundir que cuando se halla en trozos algo mayores, y mas espuesto tambien á ser arrastrado por el viento de los fuelles. El Director de los Planes concibió la idea de aglomerarle en bolas, para lo que se le mezcla una cierta cantidad de papucha como liga. Estas bolas se secan, ya al aire libre, ya en un horno particular que es un mal reverbero. En este estado podian ser fácilmente fundidas; pero se observa que calcinándolas antes se facilita su fusion, y que el cobre es de mejor calidad porque los productos son sometidos á una operacion mas, en la que pierden cierta cantidad de arsénico que contienen, se oxida parte del hierro, y se descomponen las sales férricas de la cáscara desprendiéndose parte del azufre. En el departamento de La Cerda han preferido hacer ladrillos de la cáscara lavada, que no son sometidos á ninguna calcinacion.

Creemos útil la confeccion de bolas y su calcinacion, porque da buenos resultados en la práctica; pero los medios que se emplean para estas operaciones no son los mas perfectos y económicos.

Las bolas calcinadas y alguna cáscara de la cementacion natural pasan á los hornos de fusion, que no son otra cosa que unas copelas alemanas, hechas en un principio con el objeto de afinar el cobre negro. La carga de las copelas es muy variable. Suele ser de 28 arrobas de bolas y cáscara, dando de 63 á 66 por 100 de cobre negro, con un gasto de 32 á 36 por 100 de carbon vegetal (en peso). El número de fusiones hechas en 24 horas es de cinco á siete, segun la mayor ó menor pureza de las cargas.

En esta operacion no se verifica una simple fusion. Hay ademas oxidacion de una gran cantidad de hierro, que se escorifica, y de la mayor parte del arsénico, especialmente cuando el cobre negro se echa en las piletas que están inmediatas á la copela. Las escorias que provienen de esta fusion se funden en hornos castellanos, solas en unas ocasiones y unidas en otras con las que provienen del afino de que hablaremos.

Los datos que presentamos sobre esta operacion y las siguientes no tienen otro objeto que fijar con alguna aproximacion los gastos y productos de cada una de ellas; debiendo advertir que en el estado en que se encuentra Rio-Tinto, es completamente imposible presentarlos exactos, por el diverso origen de las cargas y su riqueza en cobre, y porque no guardan una proporcion constante en sus mezclas. Los resultados difieren de un modo extraordinario: en 28 operaciones en hornos castellanos se fundieron en el departamento del Estado 1238 arrobas de escorias de los reverberos con 1350 arrobas de fundente (escorias antiguas). Se gastaron 718 marquillas de carbon (una marquilla pesa 29 libras) y 80 de cisco, dando un producto de 198 arrobas de cobre negro. De estos datos se deduce que la carga total de cada operacion es de 92,22 subdivididas en 44,21 de escorias y 42,22 de fundente, dando 7,07 de cobre negro, ó sea el 16 por 100. El gasto de combustible es de 36,83 por 100 de las materias fundidas, y el de fundente 109,04 por 100 de las mismas.

Segun otro dato que nos ha sido suministrado en la fábrica de los Planes, resulta: que 1023 arrobas de escoria produjeron 530 arrobas de cobre negro, con una ley media de 66 por 100 y un gasto de 1451 marquillas de carbon; de donde se deduce que el cobre producido es el 51,80 por 100 de la escoria fundida. Como se ve, estos datos difieren extraordinariamente de los anteriores.

En el horno de afino, no solo se introduce el cobre negro producido por la fusion de las bolas y el que se obtiene de las escorias, sino que se mezcla con él la cáscara gruesa proveniente de la cementacion natural de que luego hablaremos. Las proporciones de esta mezcla no son constantes, ni lo es la ley de los productos que componen el lecho de fusion. Esta operacion es indudablemente la que se ejecuta con mas perfeccion en Rio-Tinto.

Cuando los productos que han de componer el lecho de fusion no son tan puros como se desea, sufren uno ó mas derretidos en el mismo horno de reverbero.

No se puede fijar el producto de cobre fino con relacion á

la carga introducida, por las razones que dejamos espuestas. Varía desde 76 á 94 por 100. Se suelen obtener 160 y hasta 200 arrobas de cobre fino en cada operacion, que dura veinticuatro horas. El combustible que se emplea es la leña de pino, y de otra cualquiera clase siempre que dé llama activa.

En el departamento del Estado se une al cobre obtenido de los minerales el producido por las aguas de cementacion natural de la mina y de la cueva del Lago. El beneficio de estas aguas es muy sencillo: está reducido á 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 de los lingotes, con un poco de esceso para poder manejarlos facilmente. La inclinacion mas 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. La cáscara es tanto mas pura y consistente cuanto mayor es la velocidad del agua. En general estas aguas solo contienen sales ferrosas y cúpricas; y segun el análisis hecho por el Sr. Escosura, una pequeña cantidad de ácido sulfúrico libre. A ello es debido que el gasto de hierro sea mucho menor que en la cementacion artificial, pues aun cuando por la presencia del ácido sulfúrico libre se gaste alguna cantidad de hierro, no alcanza nunca al que se emplea en reducir las sales férricas á ferrosas. No nos es posible presentar los productos de la cementacion natural ni el gasto de hierro, pero desde luego se puede asegurar que este no pasará de 1,50 por 1 de cobre fino.

El mineral que sale de los pilones disolvedores contiene todavía una notable cantidad de azufre. No hace mucho tiempo que se sometia á nueva calcinacion, de que resultaban minerales de 2.º para la disolucion, que despues se volvian á calcinar por 3.º vez. En estas operaciones sucesivas, no solo se recargaba el producto con muchos gastos, sino que se aumentaba notablemente la cantidad de sales férricas en el mineral, resultando en la precipitacion un consumo de hierro excesivo con relacion al cobre que se obtenia. En vista de los resultados poco económicos, la repeticion de calcinaciones fué abandonada, y de

aquí la acumulacion de los residuos de 1.^o, de que no se pensaba obtener ninguna utilidad. Sin estar estos grandes terreros de mineral lavado en las mejores condiciones para el objeto, sufrieron una calcinacion espontánea, aunque lenta, facilitada por los cambios atmosféricos. Un dia de lluvia fuerte de los que suele haber en el país fué suficiente para hacer ver que de ellos salian aguas con sales férricas, ferrosas y cúpricas en disolucion, las cuales, dirigidas á los pilones ó canales, precipitaban cobre. La abundancia que de dichas tierras tienen en la fábrica de los Planes hizo aumentar sus productos, habiendo sustituido á las aguas de lluvia, que no son muy frecuentes, las de la cueva del Lago, por medio de canales convenientemente distribuidos. Un terrero de esta clase puede ser considerado como una telera de dimensiones extraordinarias en que la combustion y sulfatacion se hace con estrema lentitud. El acceso del agua y del aire en ciertas proporciones la facilitan; pero una gran cantidad de la primera, lejos de favorecer, perjudicaria, porque enfria los terreros.

Claro está que, tal como se halla planteado el sistema de beneficio en Rio-Tinto, el aprovechamiento del cobre que producen los terreros es útil, lo mismo que lo es el de las tierras crudas depositadas en las escavaciones de la mina de que hemos hablado, disolviendo en agua la parte de ellas que se ha convertido en vitriolos, aunque se las inutiliza para un ulterior beneficio, puesto que no conociéndose ó no habiéndose éste puesto en práctica, como inútiles se las ha considerado desde luego. Es tambien ventajoso el primero para las empresas de los Planes y La Cerda, porque consiguen aumentar sus ganancias, siempre que en este complemento del beneficio puedan obtener la arroba de cobre á un precio menor que la cantidad que el Estado les abona (1). No tenemos datos para calcular la cantidad de cobre que pueden producir los terreros, ni el precio á

(1) Bajo este punto de vista las empresas son las que no ofrecen ventaja al Gobierno, pues que dejarán de aprovechar una gran cantidad de cobre, tanto en la cementacion cuando las aguas por estar muy cargadas de sales férricas consuman mucho hierro, como en el benefi-

que saldrá este metal. Los de los Planes, que son los mas antiguos, y, aunque distando mucho de la perfeccion, los que están en mejores condiciones para el aprovechamiento de las aguas que salen de ellos, principiaron á producir en junio de 1854; y aunque sus rendimientos se han reducido mucho, todavía no han concluido. No sabemos tampoco con exactitud su peso, ni su contenido en cobre. Creemos, sin embargo, que nunca será posible sacar de este modo toda la ley al mineral, porque cierta cantidad de aquel metal pasa á óxido en la calcinacion, y solo una parte del que aún queda en estado de sulfuro, principalmente en los *núcleos*, puede ser aprovechada en las aguas que se recojen despues de haber atravesado dichos terreros, lo que además solo puede tener lugar en el trascurso de muchos años, atendiendo á lo lentamente que se verifica esta calcinacion espontánea, y con gran consumo de hierro, porque estas aguas contienen mayor cantidad de sales férricas que las de los pilones.

De cualquier modo es evidente que, aun suponiendo que se sacara mas de la mitad del cobre contenido en los terreros, para lo cual, como hemos dicho, serian necesarios muchos años, comparado este sistema de beneficio con otro que suministre todo el cobre contenido en el mineral á los ocho ó diez meses despues de haber sido este escavado, aunque sea mas caro, es muy desventajoso, porque el interés de las ganancias por este último sería acaso tanto como las que proporcionarian cada año los terreros.

En la fábrica de los Planes se han beneficiado desde la creacion de la empresa hasta junio del 54 inclusive 1.653447 quintales castellanos de mineral y entregado al Gobierno 28217 de cobre, que representan 1,706 por 100 de aquel. En el dia los gastos del beneficio en esta fábrica pueden apreciarse en 40 ó 42 reales por arroba de cobre.

cio de las escorias de la fundicion de bolas y del afino. Cuando la arroba de cobre cueste mas de 56 reales á los Planes y de 50 á La Cerda, ya no les tiene cuenta su obtencion; al paso que en las fábricas del Gobierno se ganaria aún la diferencia entre estas cantidades y el precio de la arroba de cobre, es decir, mas del 100 por 100.

De los cálculos que llevamos hechos sobre la explotación y beneficio resulta que, además del mineral que se deja en la mina en pilares y entrepisos, se escluye aun del escavado el 29 por 100, que queda en tierras, mas rico en general que el mineral grueso que se beneficia. De este solo se obtiene en los pilones de 1,70 á 1,50 de cobre por 100. De modo que considerando el criadero dividido en 100 partes, solo se saca el cobre contenido en 8, perdiéndose completamente el de las 92 restantes.

Antes que discutamos sobre los diversos procedimientos que se hallan establecidos en Europa para el beneficio de los minerales de cobre, bueno será que hagamos algunas advertencias sobre las condiciones locales de Rio-Tinto. Aun cuando el Estado tiene montes propios dentro de su concesion, no pueden suministrar combustible mas que para un horno de afino por muy pocos años. En sus inmediaciones tampoco podemos adquirir carbones en cantidad crecida y á precio módico, porque con el descubrimiento de varias minas particulares en donde se ha planteado el beneficio, ha aumentado su consumo hasta tal punto, que hemos conocido fábrica con una gran existencia de cáscara acumulada por falta de combustible para fundirla y reducirla á cobre fino. Se adquiere algun carbon á 3 reales marquilla (29 libras), que representa 10^r,345 el quintal castellano; pero en cantidad tan mínima respecto de la que se necesita en Rio-Tinto, que se puede considerar como si hubiera de él carencia absoluta.

El motor de las máquinas de viento en Rio-Tinto es el agua: pero la fuerza que puede proporcionar es muy pequeña atendiendo al número de hornos que habrá que establecer. Por esta razon será necesario emplear otro exclusivamente, pues aquella, lejos de ser una ayuda, entorpeceria la aplicacion de este, complicando la disposicion de la oficina general de beneficio. De este modo se haria mejor su aprovechamiento para la cementacion.

Además de estar Rio-Tinto completamente aislado de todo centro productor de combustible y hierro, no existen caminos que le pongan en comunicacion con ningun punto de la costa

para obtener estas materias económicamente, sin cuyos elementos el desarrollo que exige el Establecimiento sería imposible.

Siendo esta cuestion de la mayor trascendencia, la aplazamos para un artículo especial en que trataremos de la necesidad de las vias de comunicacion, y de los medios mas espeditos y económicos de satisfacerla.

Procedimiento de Mansfeld.

Uno de los métodos de beneficio puestos en práctica en el dia, en que se consume menos combustible, es el de Mansfeld, hasta tal punto que no pasa del 36 al 40 por 100 del peso de los minerales fundidos.

El combustible es vegetal en algunas fábricas; pero en estos últimos años ha principiado á emplearse el cok del pais, y el inglés, aunque mezclado siempre con una porcion de aquel. Las ventajas de esta reforma son dependientes de la localidad, pues todavía en alguna de aquellas fábricas se funde solo con el combustible vegetal que le suministran los montes de su pertenencia. Los hornos son de corriente forzada, y el motor que se emplea para producirla el agua ó el vapor. En este último caso el gasto del combustible necesario se aprecia en $\frac{1}{6}$ del anterior.

Hemos oido indicar este procedimiento como el mas conveniente para el beneficio de los minerales piritosos que nos ocupan; pero en nuestro concepto no se han apreciado bien las grandes diferencias que existen entre estos y los de Mansfeld, y lo diversa que será la composicion de los lechos de fusion. Es muy cierto que en este último punto la ley del mineral es próximamente la de el de Rio-Tinto. ¿Pero están en las mismas proporciones los demás elementos necesarios para la formacion de una escoria fusible? Hé aquí la gran diferencia. Los minerales de Rio-Tinto contienen una gran cantidad de azufre y hierro, y tan solo un 5 por 100 de sílice. Para su fácil fusion es preciso desalojar parte del primero, y añadir una gran cantidad del último que forme escoria con el segundo. Esto haria que la ley media de las cargas fuese menor, por el aumento de una sustan-

cir estéril que se tiene que calentar y fundir á expensas de mayor gasto de combustible.

Los minerales de Mansfeld son pizarras impregnadas de piritas de cobre. Están dispuestos los elementos que han de formar la escoria de un modo tal, que la cantidad de fundente que se añade al mineral es casi insignificante. Ahora bien, cuando hay ocasiones en que dos hornos en marcha, de iguales dimensiones, con los mismos minerales, los mismos fundentes é igual naturaleza de combustible, dan distintos productos, gastando cantidades diversas de este último, ¿cómo establecer comparaciones siendo estos elementos principales tan diferentes? En España se han planteado algunas fundiciones con esta clase de hornos, siendo los lechos de fusion mucho mas ricos que los de Mansfeld. El gasto de combustible ha llegado al 94 por 100.

Creemos que se pueden fundir los minerales de Rio-Tinto convenientemente calcinados y mezclados con la cantidad necesaria de fundentes en estos hornos; pero no que el combustible que se gaste sea el mismo que en aquella localidad, sino bastante mayor.

Procedimiento de Galles.

El procedimiento inglés en reverberos para el beneficio de toda clase de minerales de cobre nos parece inaplicable con ventaja para el conjunto de los de Rio-Tinto. Entre las infinitas clases de minerales y aun de productos metalúrgicos que en la primera localidad se benefician, se encuentran las piritas análogas á las de este punto. ¿Pero se las trata separadamente? Según Mr. Leplay y otros Ingenieros que han escrito sobre ese procedimiento, siempre se les agrega otra clase de productos mas ó menos ricos y en proporciones variables. Los lechos de fusion contienen comunmente de 10 á 12 por 100 de cobre, y las gangas y fundentes que las acompañan ó se les incorporan, hacen que sean muy distintos de los que resultarían con estos minerales (1).

(1) Teniendo que introducir la cantidad de fundente necesaria para la escorificacion del hierro, disminuirá, según hemos dicho, la ley de las cargas.

Por otra parte el gasto de combustible es de 150 á 160 por 100 de las materias fundidas, y este enorme consumo aumentaria indudablemente si solo se tratasen minerales pobres, de una sola clase y con la necesidad de agregarles mas del 30 por 100 de fundentes. Al ínfimo precio á que obtienen los carbones en las diferentes fábricas de Galles, y á la aplicacion en este procedimiento de todos los combustibles de inferior calidad, es debido principalmente el desarrollo tan considerable que ha adquirido aquella fabricacion, ayudada tambien por el gran pensamiento de centralizar el beneficio de la mayor cantidad de minerales de cobre que se produce en el mundo.

Este procedimiento es completamente inaplicable, como hemos dicho, á los minerales de Rio-Tinto cuando se les considera en totalidad. Pudieran beneficiarse por él los minerales ricos; pero cálculos fundados sobre sus gastos comparando estos con los que produce el que indicaremos en adelante, con apreciacion de las diferentes circunstancias locales, nos han hecho separarnos de su adopcion. Como luego se verá, algunas operaciones en que se subdivide el último son tomadas del método inglés, despues de poner los productos en iguales condiciones de riqueza y localidad.

Procedimiento de Suecia y Noruega.

La naturaleza de los minerales de la mina de Fahlun y la de los de otras análogas, aunque de menor importancia, en Noruega, difiere poco de la de los de Rio-Tinto. Su contenido por 100 en cobre es bastante menor, pero las proporciones de la sílice y hierro son mas próximas á las que han de componer el lecho de fusion, especialmente en los minerales que provienen de las de Noruega. ¿Es aplicable y conveniente este procedimiento por completo en Rio-Tinto? ¿Es susceptible de alguna mejora? Hecho un estudio de cada uno de ellos se conciben desde luego las ventajas que reportaria la introduccion del primero, sustituyendo al que hoy se halla planteado. Es muy cierto que en aquel solo se emplea el carbon vegetal, pero no lo es menos que, aun-

que con algunas dificultades, se lograrían resultados iguales con cok. Las operaciones de afino de estos métodos de beneficio no son las mas económicas y convenientes cuando forzosamente han de ser ejecutadas con combustible mineral por falta del vegetal. Hé aquí por qué no podemos adoptar en totalidad ninguno de los procedimientos que hoy se emplean en Europa, y si tal ó cual operacion de cada uno de ellos. Si consideramos el que venimos describiendo con aplicacion al beneficio de las diferentes clases del mineral de Rio-Tinto, tendremos que no satisface para la de minerales pobres, ni tampoco de un modo completo para la de los de riqueza mediana. Los minerales ricos únicamente pueden sujetarse á él; pero algunas de las operaciones que tienen que sufrir parte de sus productos, son mas económicas practicándolas por alguno de los indicados anteriormente.

Procedimiento de Rammelsberg.

El procedimiento que se sigue en Rammelsberg para el beneficio general de los minerales es en extremo complicado, por la gran diversidad de estos y los muchos productos obtenidos. Prescindimos de las consideraciones que pudiéramos hacer sobre su totalidad, y nos circunscribiremos solo á los minerales de cobre. Son estos de piritas de hierro cobrizas semejante á las de Rio-Tinto, aun cuando su ley media en cobre sea mayor. Se calcinan estos minerales en teleras análogas á las que hemos descrito, con la notable diferencia de que allí el objeto es obtener óxidos de hierro y cobre, y no sulfatos. Para lograr estos resultados se conduce el fuego con mas intensidad. Como no toda la cantidad de azufre se desprende fácilmente en una calcinacion de esta clase, se repite dos y tres veces á fin de dejarle en la proporcion que conviene para que en la primera fusion se combine con el cobre, separándole en el estado de matas de los óxidos de hierro que se escorifican con los fundentes añadidos.

Desde luego se ve que este procedimiento está muy lejos de ser conveniente en su totalidad para el beneficio de los minera-

les de Rio-Tinto, pues aun cuando, como sucede en el anterior, por él pudiésemos beneficiar los ricos, sería de peores resultados que el que hoy se emplea para los pobres y de mediana riqueza. El tiempo empleado en la calcinacion es excesivo, y para los primeros, que tienen mucho mas azufre que los de Rammelsberg, sería aún mayor. Como consecuencia de su adopcion vendria la amortizacion del valor de estos por mas de seis meses, que es la diferencia entre el tiempo empleado en esta calcinacion y el que tarda en efectuarse la que mas adelante propon-dremos.

Procedimiento de Linz.

En esta localidad se ha planteado un procedimiento de beneficio fundado en la disolucion de los óxidos y carbonatos de cobre por los ácidos. En un principio solo se aplicaba á los primeros, precipitando luego este metal con el hierro. En el dia ese Establecimiento parece haber tomado mayor desarrollo, pues pasan de 20.000 los quintales de cobre que en él se obtienen. Es debido, segun se nos ha informado, al beneficio de otros minerales de cobre, que sufren antes una calcinacion y preparacion conveniente. No conocemos bien sus circunstancias económicas, pero desde luego puede asegurarse que no es conveniente para los minerales de Rio-Tinto, y muy especialmente para los ricos. Sin embargo, la precipitacion del cobre por el hierro parece estar bastante adelantada en aquella localidad, y merece ser estudiada.

Procedimiento de Agordo y Mühlbach.

El procedimiento de beneficio que se sigue en estas dos localidades, aunque mas desarrollado en la primera, satisface del modo mas completo para el aprovechamiento del cobre que contienen las piritas pobres, que son las que se benefician. El mineral que se trata en Agordo es la pirita de hierro cobriza, aná-

loga á la pobre y de riqueza media de Rio-Tinto. Contiene, segun datos que tenemos á la vista:

Cobre.....	1,60
Hierro.....	43,15
Azufre.....	50,25
Cuarzo.....	3,00
	<hr/>
	100

Segun los estados formados por la Administracion de aquel Establecimiento, en 1854 se beneficiaron 16.238518 kilogramos de mineral de 1,60 de cobre por 100, que dieron 261646,9 kilogramos de cobre fino. Este mineral se subdividió del modo siguiente:

7.846118 kilogramos pobre de 0,61 conteniendo	47629,4 de
cobre fino.	
8.061569	bueno.. 2,40
330833	superior. 3,70
	195054,4 id.
	18963,1 id.

La parte notable de este procedimiento se halla en la calcinacion. El resto de él, la fundicion, es análoga á la de los demás descritos. El afino es susceptible de algunas mejoras conocidas en otros puntos. Insertamos á continuacion lo que dice el Ingeniero N. Haton respecto del beneficio en general, y sobre el detalle de la calcinacion. (*Annales des mines*, 5.^a série, tomo 8, pág. 426.)

«De las tres clases ó suertes de mineral que produce la mina, solo la mas rica pasa directamente á la fusion y va á la fundicion cruda. El resto sufre una calcinacion preliminar, que constituye la parte original del método. No solamente tiene por objeto, como es lo general, desalojar una parte de azufre, sino tambien el de concentrar el cobre en una cantidad de materia mucho menor. Con este fin se conduce la operacion con estrema lentitud. La combustion y destilacion de parte del azufre se hace progresivamente, y, á medida que su empobrecimiento se propaga en la masa, el cobre, á causa de su afinidad con

este metaloide, se concentra hácia el interior, por una accion molecular análoga á los transportes electro-químicos ó á la cementacion del acero; en último resultado se obtienen fragmentos cuyo centro está formado por un *núcleo* (*tazzon*) de una ley mucho mayor, y rodeado de una envoltura terrosa notablemente empobrecida. Estos productos son separados por un partido (*cassage*) y un apartado (*trriage*) á mano. Los núcleos van á la fundicion cruda, y la tierra es tratada por la via húmeda. La lentitud de la calcinacion hace tambien que una parte del azufre se desprenda sin oxidarse, lo que permite recojerle. Una afinacion le pone despues en estado de pasar al comercio.

El tratamiento de las tierras empieza por un lavado metódico, que tiene por objeto estraer sus partes salinas. Las aguas cargadas de los sulfatos de hierro y de cobre son decantadas despues de su clarificacion. En seguida se calientan en calderas, donde poco á poco se las lleva á saturacion. Durante este enriquecimiento se precipita completamente el cobre por el hierro, de tal manera que la operacion concluye dando cobre de cementacion en polvo fino, y agua cargada de sulfato de hierro. El primero va á la fundicion cruda, y las aguas vitriólicas, despues de su clarificacion, se las abandona y deja cristalizar. Se obtiene de aquí un segundo producto del comercio, el vitriolo verde.

Solo falta indicar el tratamiento por la via seca. Comprende una fundicion cruda, una fundicion para cobre negro con calcinacion de matas, y la afinacion. La fundicion cruda se efectua con la piritita rica, los núcleos que da la calcinacion, el cobre de cementacion, la papucha, y los humos de las operaciones ulteriores. Se añaden tambien escorias ricas y un fundente terroso. El metal se concentra en una mata que se calcina á diversos fuegos, y que va á la fundicion para cobre negro. Se añade á las matas ricas de esta segunda operacion, despues de calcinadas, el fundente y algunos productos accesorios. Por último, el cobre negro se afina en copela alemana, y se espendede en el comercio.

Tal es la série complicada de operaciones en cuyo detalle vamos á entrar.

Calcinacion del mineral.

Teoría de la operacion. Esta parte de la manipulacion es la mas característica del método de Agordo. Es muy sencilla en principios y en práctica, y sin embargo produce grandes modificaciones en la constitucion del mineral. El azufre pasa á cuatro estados diferentes. Una parte se combina directamente con los metales, especialmente en su interior, otra en forma de ácido sulfúrico permanece en la capa terrosa que envuelve el núcleo, combinada con los óxidos de cobre y de hierro. La mayor parte es oxidado parcialmente y desprendido á la atmósfera en estado de ácido sulfuroso. Por fin, cierta cantidad se reduce simplemente al estado de vapor, que se recoge. Los otros elementos sufren tambien modificaciones importantes. El arsénico, bajo la influencia de esta oxidacion lenta, pasa al estado de ácido arsenioso. Su mayor parte se desprende en estado gaseoso, y el resto se condensa cerca de la superficie, encontrándose algunas veces hermosas cristalizaciones que se presentan en octaedros blancos y limpios, muy bien terminados. El hierro queda en parte combinado con el azufre en el núcleo, y el resto es oxidado. Solo una cierta cantidad queda en el estado de protóxido, que se une al ácido sulfúrico; la mayor parte pasa á peróxido, del que cierta cantidad se combina probablemente con otra de dicho ácido, formando una sub-sal.

Respecto al cobre, los cambios de estado de que he hecho mencion son mas importantes y notables: la envoltura terrosa retiene una parte en estado de sulfato ó de sulfuro, el resto se concentra en el interior, donde forma un sulfuro rico. Este núcleo puede presentar señales muy marcadas, que corresponden á grados diferentes de riqueza. El color en el mejor tipo, es el azul oscuro ligeramente violado, análogo al del acero despues del temple. Se obtiene tambien el violeta azul característico. Estas dos especies, y todos los tránsitos intermedios, presentan los caracteres mineralógicos del cobre abigarrado. La coloracion inmediata es de amarillo de laton, ó sea el color del cobre piritoso

muy pronunciado. Su intensidad decrece paulatinamente hasta que presenta el color del mineral crudo. A escepcion de este último caso, la separacion del núcleo y de la tierra que le rodea es siempre muy marcada. Se observa con frecuencia sobre un mismo trozo esta diversidad en la intensidad de los colores, dispuestos ordinariamente en capas concéntricas: el tránsito de uno á otro es siempre brusco y marcado. En todas estas variedades la fractura es de grano fino como la del mineral, lo que corresponde á un reemplazo molecular y no á un cambio fisico.

Bajo el punto de vista de su composicion química, los núcleos se colocan inferiormente á los mono-sulfuros. La análisis de un trozo perteneciente á la mejor clase, y completamente separado de la tierra ha dado:

Cobre.....	41,64
Hierro.....	28,76
Azufre.....	29,38
Resíduo y pérdida.....	0,32
	<hr/>
	100,00

Esta composicion es intermedia entre las fórmulas $M^4 S^3$ y $M^5 S^4$.

La de una tierra de primera calidad ha dado:

Sulfuro de cobre.....	4,23	ó sea	cobre.....	4,77
Sulfato de cobre.....	3,00		hierro.	60,34
Sulfato de hierro.....	0,18		azufre.	2,92
Peróxido de hierro....	85,70		oxígeno....	26,98
Cuarzo.....	2,85		cuarzo. . . .	2,85
Agua.....	3,04		agua.	3,04
	<hr/>			<hr/>
	100,00			100,00

La pérdida que experimenta el mineral, resultado de la diferencia entre el azufre espulsado y el oxígeno adquirido, es de 30 por 100.

Calcinacion en montones. (Teleras de Rio-Tinto). Para efectuar esta operacion se siguen en Agordo dos métodos. En el mas antiguo se emplean montones prolongados colocados bajo fuertes tinglados de tablas, para evitar que la lluvia entorpezca la combustion ó dé lugar á una lexivacion prematura. Los montones tienen la forma de troncos de pirámide de base rectangular; su longitud es variable; la seccion transversal es un trapecio de 6 metros de base inferior y 2,50 de altura. Estos montones contienen por término medio 209 toneladas de mineral crudo, y su número es ordinariamente de 60 á 65. La construccion exige algunos cuidados particulares que voy á indicar.

Se da principio por practicar una escavacion de 1^m,30 de profundidad sobre el emplazamiento que debe ocupar la pila, ó mas bien se arranca completamente la base de la antigua. Despues se llena el hueco con tierras lavadas hasta el nivel del suelo: se dispone en seguida la pirámide, colocando mineral nuevo en pedazos regulares, y se arreglan capas inclinadas de mineral menudo, en número de cuatro ó cinco en la direccion de la longitud, destinadas á impedir una comunicacion demasiado fácil entre las diversas partes del monton, y á interceptar las corrientes de aire transversales. Se dispone sobre el todo una capa de tierra lavada de 0^m,12 ó 0^m,15, y se tiene cuidado de dejar, con el auxilio de algunos leños, en los ángulos inferiores hornillos ó cámaras en los que se coloca leña menuda y virutas.

Hallándose construida la telera ó monton se da fuego al combustible, que al cabo de un dia está completamente quemado; se tapan los huecos que ha dejado, y la combustion, alimentada solo por el azufre de las piritas, se propaga hácia el interior. Antiguamente se disponian en la telera algunas chimeneas preparadas en el interior, pero el viento contrariaba la marcha del fuego, que rechazaba sobre el mineral ya calcinado, mientras que ahora viene en auxilio de la propagacion de la combustion. La operacion marcha por sí misma, y no hay mas que ejercer una vigilancia activa para evitar que el calor ó las corrientes de aire den lugar á esplosiones parciales, que hacen saltar la capa que recubre la telera. Al cabo de cinco ó seis semanas empieza á aparecer el azufre, que se recoge. Cuando han cesado por

completo los desprendimientos gaseosos (lo que sucede al cabo de ocho ó nueve meses) se deja enfriar un mes, se quita la cubierta ó envoltura, y se recojen los productos, que son conducidos al departamento del partido.

Este método satisface bastante bien á las condiciones de lentitud y de oxidacion progresiva, que son necesarias; pero no puede menos de decirse que es defectuoso bajo muchos conceptos. Las pilas están espuestas á la accion variable de los vientos; la cantidad de azufre recojida es relativamente muy pequeña; y finalmente, las tierras anteriormente beneficiadas, que forman la base de los montones, se hallan colocadas en muy malas condiciones para su calcinacion. Se ha tratado de remediar estos inconvenientes con el empleo de aparatos que han sido construidos por primera vez en Mühlbach, y que tienen el nombre de hornos stirianos.

Horno stiriano (1) (*figs. 7.ª y 8.ª, lam. 10*). Este nuevo método se refiere tambien al de calcinacion en montones al aire libre; sin embargo, el lugar que estos ocupan está rodeado de obras de fábrica y presenta detalles complicados de construccion. Se dejan en los muros cavidades ó cámaras destinadas á recojer el azufre, que están en comunicacion con el interior por nueve canales inclinados y convergentes, á fin de que un pequeño número de cámaras baste para repartir uniformemente las aberturas en la parte interior del muro. La longitud del horno es arbitraria, y está dividido en compartimentos. El suelo de cada uno de ellos está formado por cuatro planos inclinados, cuya pendiente se dirige hácia los ángulos: se encuentran pequeños canales en todas las intersecciones, y aun algunos se trazan sobre los mismos planos que forman el piso. Enfrente de las aristas del talweg y al nivel de aquel, se practican en el muro conductos que pasan al exterior á crisoles de forma semi-esférica: el objeto de esta disposicion, es á la vez el de arreglar el acceso del aire en la masa y de hacer salir al exterior el azufre depositado. Por último, se dejan cuatro canales en los ángulos, á fin

(1) En 16 de enero del presente año ha sido concedido privilegio de introduccion de esta clase de hornos á Mr. Eugenio Duclerc.

de suministrar el aire necesario cuando se da fuego. Todo el aparato está colocado bajo un cobertizo de madera.

La carga del horno necesita tambien cuidados particulares. Se da principio disponiendo en los cuatro ángulos la leña necesaria para iniciar el fuego, y se recubren los surcos ó canales con piedras planas. Por encima de los cruzamientos principales de estos conductos se elevan chimeneas formadas de coronas sobrepuestas, separadas por algunos pedazos intermedios. Estos materiales son confeccionados con el mineral menudo amasado con schlich tamizado. Esta disposicion tiene la ventaja de repartir el aire á la vez en toda la masa, y la de proporcionar núcleos de schlich que no se obtenian por el antiguo procedimiento. Por fin, se echa el mineral en todo el espacio vacío, alternando por capas de grueso y menudo, y dejando de distancia en distancia algunos lechos de virutas para acelerar la combustion. Puestas las cosas en este estado, no falta mas que restablecer la parte del muro que se haya tenido que derribar para el descargue y para dar fuego. La calcinacion termina al cabo de cinco á seis meses, y se tratan de una vez 288 toneladas de mineral.

Las ventajas que reporta el empleo de estos hornos segun los primeros ensayos, son una economía en la duracion de la operacion y en el combustible empleado, y tambien mayor aprovechamiento de azufre. Parecia natural aprovechar tambien el abundante desprendimiento de ácido sulfuroso, para establecer una fabricacion de ácido sulfúrico por medio de cámaras de plomo; pero las condiciones locales y económicas de la fábrica de Agordo no se prestan muy bien, además que la abundancia de los vapores arsenicales dañaria considerablemente á la pureza del producto.

Partido y apartado. Despues del descargue se separa el mineral grueso del menudo, y se lleva al sitio donde se verifica el partido. Esto lo ejecutan niños, que con martillos separan los núcleos de la tierra que les rodea. Lo importante de esta operacion está en que no vayan á los pilones los núcleos que se perderian en el tratamiento por la via húmeda; es menester tambien disminuir en lo posible la cantidad de tierra que es forzo-

so dejar alrededor de ellos para evitar mayores gastos. Los minerales no calcinados se ponen aparte y vuelven á los montones de calcinacion. Esta operacion del apartado es una de las mas importantes; por consiguiente no estará de mas ocuparse de su perfeccionamiento; tal vez haya lugar á intentar una separacion mas perfecta por medios mecánicos, fundados sobre la diferencia de tenacidad de los núcleos, que son duros, y de la tierra, que es relativamente deleznable.

Las proporciones de los diversos productos son comprendiendo necesariamente con los núcleos la tierra que les queda adherente:

Tierras.....			86,74
Núcleos buenos.....	89,00	11,78	
Id. pobres.....	11,00	1,48	
	<u>100,00</u>	<u>13,26</u>	<u>13,26</u>
			100,00

Los tenores ó ley media son :

Tierras.....	0,7041	por 100
Núcleos buenos.....	5,02	
Id. pobres.....	3,45	

El de las tierras ha sido deducido por el cálculo.

Los consumos á que estas operaciones dan lugar por tonelada de mineral crudo son:

Leña.....	0,025	stere.
Virutas.....	0,001	

La calcinacion ocupa siete obreros á destajo, y el partido 121, que deben dar por dia una medida de 54 kilogramos de núcleos. La mano de otra sube por consiguiente por tonelada de mineral crudo á.

Calcinacion.....	0j,147
Partido y separado.....	<u>2,491</u>
	2,638

La cantidad de mineral tratada anualmente es de 15302 toneladas en 78 operaciones.»

Solo podemos añadir á lo que insertamos de la citada memoria, que el principio en que se funda el procedimiento de Agordo se halla comprobado en Rio-Tinto y demás minas de la Provincia, aunque para ello no se hayan predispuesto las teleras ú hornos de calcinacion en las condiciones ventajosas que necesitan. En todas ellas se encuentran los núcleos ó tazoni, pero muy especialmente en aquellas en que la calcinacion ha sido estremadamente lenta. Como hemos dicho, en 1854 pasaron á las fundiciones de Agordo 330836 kilogramos de pirita superior sin calcinar, conteniendo 5,7 por 100 de cobre ó 18963^{kg},1 de cobre fino, 8.001569 de 2,40 por 100 de cobre, que conteniendo 195034^{kg},1 de este metal, produjeron 2.457648 kilogramos de núcleos buenos de 5,5, que contenian 135097^{kg},3 de cobre fino; y 7.846113 kilogramos de mineral de 0,61 por 100, conteniendo 47629,4 de cobre fino, produjeron 162864 kilogramos de núcleos pobres de 4 por 100 con 6534^{kg},5 de cobre. Al lavado pasaron 13.287170 kilogramos de tierras (1) de 0,75, conteniendo 1052^{kg},5 de cobre fino. En el beneficio se ha obtenido un aumento de cobre de 5654^{kg},8, debido sin duda alguna al descuento excesivo por humedad que se hace cuando los minerales son recibidos en las fábricas. Este descuento es el 2 por 100 de la cantidad recibida.

Desde luego se ve que por este procedimiento de beneficio se aprovechan perfectamente todas las tierras crudas que hoy se pierden en Rio-Tinto, y que dijimos era de 29 á 30 por 100 del total; que el mineral excesivamente pobre puede ser concentrado á muy bajo precio, y por consecuencia ser utilizable; y finalmente, que con la aplicacion del horno stiriano á la calcinacion, no solo ésta se verifica en la mitad de tiempo, sino

(1) Estas tierras no tienen realmente el peso que se les asigna: para obtener el verdadero sería necesario deducir la pérdida total por la calcinacion, y no calcularla por diferencia: pero de todos modos, el contenido total de cobre siempre será el mismo.

que se recoje una cantidad de azufre que en aquella localidad costea los gastos de la operacion.

El resto del método de beneficio de Agordo no difiere mucho del de Suecia. Solo los hornos de fusion son de mayores dimensiones. Se obtiene, además del azufre, el vitriolo de hierro que, aunque á buen precio en el mercado, no se espense en gran cantidad, por los pocos pedidos que de él hace el comercio.

Procedimiento de Rivot y Phillips.

Existe, además de los procedimientos indicados, otro ensayado y propuesto por MM. Rivot y Phillips. Consiste en calcinar muy bien los minerales, fundirlos, y formar silicatos de cobre y hierro. Puesto el cobre al estado de silicato, se le precipita por el hierro, para lo que se introducen barras de este metal. Este procedimiento no es conveniente para el beneficio de los minerales de Rio-Tinto: 1.º porque la calcinacion llevada á ese grado de perfeccion es sumamente costosa; 2.º porque la fusion de minerales pobres en reverberos, gasta una gran cantidad de combustible; y 3.º porque teniendo estos minerales una enorme cantidad de hierro, es mucho mas fácil su sobre-oxidacion, y por consiguiente mayor gasto de este metal para la precipitacion del cobre que el asignado por aquellos autores.

Los procedimientos de beneficio que existen en otras localidades, se pueden referir á los que llevamos examinados. Sus variaciones son cortas, y todas dependientes de causas locales.

Espuestas estas ideas fijaremos bien la cuestion que nos proponemos resolver. Se trata de beneficiar una cantidad de mineral que contiene 4,7854 de cobre por 100, y que en 1000 partes se la puede subdividir próximamente del modo siguiente:

148,48	1,09049 cobre fino por 100
304,06	2,18408
547,46	7,23207
1000,00	

No se dispone de combustible vegetal en cantidad suficiente para poder plantear una explotacion que esté en armonía con la importancia de las minas y de las demandas de cobre. No se tienen comunicaciones fáciles por donde importarle mineral; pero se parte bajo el supuesto de que estas se efectúen. La cantidad de agua de que se puede disponer es suficiente para la cementacion; pero no puede ser aprovechada como fuerza motriz de las máquinas necesarias en el beneficio.

Consideraciones generales sobre los sistemas de beneficio que se proponen para las diferentes clases en que se pueden dividir los minerales de Rio-Tinto.

El procedimiento que proponemos para el beneficio de los minerales de Rio-Tinto es diferente para cada una de las tres clases en que los hemos dividido. Antes de pasar adelante creemos conveniente ocuparnos de un medio fácil y económico para obtener esta clasificacion con la aproximacion posible, en lo que cabe cuando se trata de aplicaciones industriales.

Cuando hicimos la descripcion de la mina, manifestamos que habia minerales de diferente tenor en cobre, marcando su respectiva situacion en aquella (*láms. 5.^a y 8.^a*), y apreciamos separadamente los de cada clase. Fundamos esta clasificacion en los ensayos anotados anteriormente, é indicamos que un número mucho mas considerable de estos simplificaria y aclararia una cuestion tan capital, completando el trabajo que nosotros no hacemos mas que iniciar. Hemos dicho tambien que el mineral, aunque siempre compacto y de piritas de hierro cobrizas, presenta diferencias con respecto á su riqueza que se pueden apreciar por el costo de las escavaciones, ó mas bien por la mayor ó menor dificultad en la apertura de los barrenos. Por este medio se puede prejulgar de la riqueza del mineral que despues debe fijar de un modo exacto el resultado del ensayo. En la mina de Agordo se llevan labores avanzadas con solo el objeto de saber de antemano, y antes que el disfrute se verifique, la ley que tienen los minerales que van quedando en los macizos que han de

constituir el arranque principal. En Rio-Tinto, en la parte del criadero que se explota en la actualidad, dichas labores pueden considerarse como ejecutadas. Con un laboratorio y dos ensayadores bien retribuidos (1), se podria adquirir en pocos meses el perfecto conocimiento de la masa mineral respecto de la riqueza de este en los diferentes sitios, para poder hacer la separacion de las tres clases. Una vez planteado este trabajo, su prosecucion es en extremo sencilla: basta tomar muestras todos los meses en las galerías preparatorias, y anotar el resultado de los ensayos en los planos, en los puntos de que se hayan tomado. Finalmente, los minerales que se vayan ensayando deben ser colocados convenientemente, para que examinándolos y comparándolos con los resultados de los ensayos, faciliten la adquisicion de una práctica muy provechosa á la buena marcha de aquel establecimiento.

Obtenida la clasificacion citada en la mina, ya estamos en el caso de proceder al beneficio. Debemos advertir que solo indicaremos la marcha general, sin detenernos en detalles que luego se modificarian con la práctica. Los minerales pobres se calcinarán en teleras iguales en un todo á las del sistema de Agordo. Se sabe por esperiencia que esta clase de minerales produce muy pocos núcleos ricos, que pudiéramos apartar de su envoltura si se perfeccionan los medios de separacion entre esta y aquellos. Mientras esto no suceda, se aprovechará el cobre que contienen las tierras lavadas que provienen de los minerales de primera calcinacion, poniéndolas en el piso y cubierta exterior de las teleras. De este modo la parte de sulfuro se calcina, y algun óxido que hubiese se sulfatará. Estas tierras vuelven de nuevo á los pilones de cementacion, hasta tanto que no contengan cobre. En Agordo, como en el distrito de Rio-Tinto, se observa que es mas completa y fácil la sulfatacion en los minerales pobres que en los minerales ricos. Desde luego se concibe que

(1) Los fabricantes ingleses pagan á sus ensayadores de Cornwall á razon de 8000 schelines anuales, y al que toma las muestras para los ensayos á razon de 6000.

es muy principal la cuestion de gastos de trasportes, que se amiorarán con la buena disposicion relativa de las plazas de calcinacion y pilones de disolucion.

Debiéramos haber dado la preferencia á los hornos stirianos para calcinar estos minerales, puesto que la esperiencia ha demostrado que con el exceso de azufre que se aprovecha respecto del que se recoje en teleras, se pagan todos los gastos de calcinacion. Proponemos que se practiquen en teleras como medio provisional, y sin perjuicio de ir haciendo aquellos aparatos, pues, aunque son económicos, sería necesario un gran número para el beneficio en tan grande escala. La disolucion y precipitacion del cobre se hará como se practica en el dia.

Los minerales de la 2.^a clase se calcinarán tambien provisionalmente en teleras como las de Agordo, con todas las precauciones que se indican en la descripcion hecha anteriormente. Ya en estas teleras, ya en las de los minerales pobres, se irán aprovechando los minerales menudos que den las escavaciones, disponiéndolos por capas alternantes, como se indica en la *figura 5.^a, lám. 10*. Siendo mayor la cantidad de núcleos que dan estos minerales en los hornos stirianos, mayor tambien la cantidad de azufre, y mucho menor el tiempo empleado en la calcinacion, convendrá aplicar los primeros que se hagan para los de esta clase, y mas teniendo presente que en ellos es posible obtener núcleos de los minerales que se hallan en estado de tierras, que en tan grande cantidad tenemos depositadas en las escavaciones de la mina.

El mineral calcinado sufrirá un rastreo para apartar los pedazos que lo esten mal y separar los núcleos de la envoltura que les rodea. Como se ha indicado, esta operacion tal vez pueda hacerse por otros medios, que sería preciso ensayar antes de ponerlos en práctica.

Apartados los núcleos del mineral calcinado que les rodea, se unirán á los minerales de 1.^a clase calcinados, pasando aquel á los pilones de disolucion. Esta se hará como en los casos anteriores, procurando en todos hacer el lavado un poco mas perfecto que hoy se verifica. Las tierras ó minerales lavados vuelven á las teleras, en donde se colocarán sirviendo de piso y

envoltura á otras nuevas. Esta operacion se hará hasta tanto que los ensayos que se hagan de dichas tierras nos indiquen que la cantidad de cobre que contienen es despreciable. Entonces se las pondrá en grandes montones sobre un suelo convenientemente preparado, y dispuestas de tal modo que el aire tenga fácil acceso á su interior y por gran número de puntos. Esta disposicion no aumenta los gastos del beneficio, y puede contribuir á obtener el poco cobre que pudiese quedar en los minerales que, como indicamos, en Agordo es insignificante.

La precipitacion del cobre por el hierro de las disoluciones que le contienen se hará en pilones. En Agordo se calientan las aguas para la cementacion: en Rio-Tinto esto no es tan necesario, porque la temperatura media es mayor; pero tal vez conviniera hacerlo, particularmente en invierno, porque de este modo se acelera la operacion y se economiza algo de hierro. En nuestro concepto debe variarse la forma de las barras de este metal, sustituyendo á los lingotes planchas de fundicion, para que presenten mayor superficie en igualdad de peso. Las limpieas de la cáscara no deben ser tan frecuentes como en el dia.

La cáscara de cobre y la sub-sal que se precipita (papucha) se tratarán de diverso modo que hoy se practica. Aquella puede ser calcinada en un buen reverbero y fundida en otro, con mas economía que haciéndolo en las copelas alemanas. Basta para esto reunir una cantidad suficiente para alimentar un horno que deberá marchar sin interrupcion.

La papucha y las escorias que resulten de la fusion de la cáscara se unirán á los minerales ricos de 1.^a clase en las proporciones convenientes para formar un lecho de fácil fusion. El afino del cobre negro que provenga de la cáscara de cementacion se hará en un reverbero inglés.

Los minerales de 1.^a clase serán calcinados en hornos sorianos, y solo provisionalmente en teleras. En estas el fuego se conduciria de muy diverso modo que en las calcinaciones de las dos clases anteriores, porque el producto final ha de ser tambien de distinta composicion. Teniendo que fundir estos minerales calcinados, claro está que ya no necesitamos conducir la operacion lentamente para que se forme la mayor cantidad posible de

sulfatos, sino que, por el contrario, debemos procurar que estos desaparezcan ó se conviertan en óxidos de hierro y cobre. Para lograr este objeto convendrá conducir la operacion en un principio con alguna lentitud, acelerándola al final, para lo que no habrá mas que quitar la envoltura terrosa que rodea á las teleras.

Estos minerales, los núcleos que provengan de los de la clase anterior, la papucha de la cementacion y las escorias de las fusiones de la cáscara y afino, se mezclarán en proporciones convenientes con la pizarra ó pórfido descompuesto, que servirán de fundentes combinándose con el óxido de hierro y formando silicatos de este metal. El cobre se combinará con el azufre que haya quedado en la calcinacion de los minerales de la 1.^a clase, el que tuvieren los núcleos provenientes de los de la 2.^a, y alguno que preste la papucha al descomponerse los subsulfatos de que está formada. Como en este lecho de fusion existe un exceso de azufre, parte del hierro se le unirá tambien dando sulfuros de cobre y hierro que constituirán matas de mayor ó menor riqueza en cobre, segun la perfeccion de la calcinacion y la cantidad de ácido que se combine con el hierro. No es conveniente calcinar los minerales al extremo ni escorificar la totalidad del hierro: 1.^o porque es muy difícil y costoso privarlos de las últimas porciones de su azufre; 2.^o porque las pérdidas de cobre son mucho mayores que cuando á esta operacion se la subdivide en calcinaciones y fusiones alternantes; y 3.^o porque los cobres que resultan son de peor calidad.

La fusion de estos minerales deberá hacerse en hornos semi-altos de corriente forzada y con cok, como se verifica en Agordo y en Noruega sobre minerales análogos en composicion, aunque un poco inferiores en ley de cobre. No conviene hacerla en reverberos ingleses, por el mayor gasto de combustible que originan. Obtenidas las matas de cobre serán esportadas á Huelva ó Asturias para su calcinacion, fusion por cobre negro y afino. No conviene calcinarlas en Rio-Tinto, porque si bien algunas pierden el 2 ó 3 por 100 de su peso, otras aumentan en vez de disminuir, equilibrándose casi por completo la cantidad de oxígeno de que se apoderan con la de azufre que pierden:

conviene pues su esportacion, y calcinacion en reverberos ingleses con carbones de inferior calidad, ya porque la operacion se abrevia en extremo, ya por el menor precio á que se verifica con el aprovechamiento de aquellos combustibles. Si la 2.^a fusion se hace en Asturias, conviene que sea en reverberos ingleses, aplicando los carbones menudos; si en Huelva, son preferibles los hornos de corriente forzada, análogos, aunque de menores dimensiones, á los empleados para la 1.^a fusion. En ambas se añadirá al fundente una parte de las escorias obtenidas. Finalmente, el afino de los cobres negros se hará en reverberos ingleses una vez que hemos puesto los minerales en idénticas condiciones de riqueza que los que se afinan en el pais de Galles.

Indicado el procedimiento general para el beneficio de los minerales, apreciaremos ahora los gastos que origina. Debemos advertir antes que en la práctica se acostumbra á hacer un descuento de 2 por 100 sobre cada una de las cantidades de mineral que entren en las oficinas de beneficio. Este descuento se hace en todas por la humedad que tienen los minerales, por pérdidas que se originan y por bonificacion de peso. Señalamos como arranque anual de la misma 10 millones de quintales castellanos, que se subdividirán en

1.484800 de 3.^o clase.

3.040600 de 2.^a

5.474600 de 1.^a

Hecho descuento de 2 por 100 sobre cada una de las clases anteriores resulta:

1.455104 ^{q^c}	de 3. ^a clase =	669483 ^{q^m}	que contienen cobre	7300 ^{q^m} ,68
2.979788..	de 2. ^a	1.370979.	29943 ,32
5.365108..	de 1. ^a	2.468448.	178527 ,20
<u>9.800000</u>		<u>4.508910</u>		<u>215771 ,20</u>

El arranque de 10.000000 de quintales (1) cuesta á 0^r,7213 el quintal métrico, ó sea en total 3.318650,07. Su conduccion interior y exterior á las teleras, suponiendo una distancia de 1500^m, á 0^r,70 por quintal métrico, sobre 4.508910^{qm} hacen 3.156237 reales.

Los gastos que ocasiona el partido de los minerales para ser calcinados en teleras varian segun sus clases: en los de la 2.^a y 3.^a, como de mas resistencia, salen pedazos de mayor tamaño que en los de la 1.^a en que casi todo sale partido. En el dia esta operacion aumenta en muy poco los gastos de calcinacion sobre que se aplica; no obstante, admitimos que cuesta el partido de los minerales:

De la 3. ^a clase 0 ^r ,22 por quintal métrico sobre 669483 ^{qm} ...	147286 ^r ,26
De la 2. ^a clase 0,22.....	1.370979..... 301615,38
De la 1. ^a clase 0,11.....	2.468448..... 271529,28
	<u>4.508910</u> <u>720430,92</u>

La calcinacion de 4.508910^{qm} en teleras origina 162320^r,76 por gasto de combustible, que puede ser monte bajo, ó sea 0,036 por quintal métrico, y 338168^r,25 por mano de obra, ó sea 0,075. Total 500489^r,01. Sorprende el poco gasto de combustible para calcinar una cantidad tan grande de mineral, pero á poco que se reflexione se hallará su explicacion. El mineral contiene en sí mas del 50 por 100 de combustible, ó sea mas de 2.254455^{qm} de azufre. De esta cantidad los dos tercios por lo menos se combinan con el oxigeno del aire, y hacen sensibles sus efectos de combustion. Otra parte queda en el mineral, y de ella se obtiene tambien una corta cantidad que no pasa, cuando se hace en teleras y se opera sobre las dos últimas clases, de

(1) Aun cuando se datan en las cuentas de la mina 10 millones de quintales castellanos de mineral, y se cargan los gastos de escavacion sobre tal cantidad, no deben figurar en las cuentas de la oficina de beneficio como recibidos mas que 980000.

0,002 del peso total, ó sean 9017^{gm},82 (1). Los gastos que ocasiona en Agordo la recoleccion y afiño de este azufre son de 6 reales por quintal métrico, que dan para el total anterior 54106,92.

En los minerales de la 2.^a clase se hace un apartado de los núcleos y su envoltura. Esta operacion en Agordo se hace á mano, y cuesta 3^r,86 por quintal métrico. La proporcion que guardan entre sí estas materias es en 100 partes de

30,48 núcleos.

44,52 tierras.

25,00 pérdida de peso.

Luego 1.370979^{gm} de mineral de la 2.^a clase darán 417874^{gm},40 de núcleos y 610359,85 de tierras ó mineral calcinado para los pilones. Segun el número de quintales y el costo de cada uno, resulta que el apartado de núcleos recarga los gastos de todo el beneficio en 1.612995^r,18. Suponiendo que la calcinacion del mineral de la 3.^a y 2.^a clase se conduzca lentamente y la de la 1.^a con rapidez, puesto que lejos de originarse perjuicios se aminora el interés del capital invertido; que se empleen para las dos primeras diez meses en cada calcinacion y cinco en la última, y que se calcinen 209 toneladas en cada telera, es preciso que estén en accion constantemente 813 teleras de la 2.^a y 3.^a clase, y 492 de la 1.^a

La calcinacion del mineral de 1.^a es muy probable que pueda establecerse continua. Esto produciria la doble ventaja de disminuir el número de teleras ú hornos, si estos se estableciesen, y mayor rapidez en la marcha de la operacion. El apartado de núcleos tambien es fácil que se pueda verificar por otros medios mecánicos.

En resumen, la calcinacion produce 610359^{gm},85 de tierras

(1) Siendo la calcinacion distinta para los minerales de la 1.^a clase hay seguridad de triplicar esta cantidad, y tambien los productos que deja, y que luego se indicarán. No obstante prescindimos de estas y otras muchas consideraciones, para poder presentar nuestros cálculos con mayor sencillez y claridad.

de 1,14 por 100 de cobre, procedentes de los minerales de 2.^a clase, y 502112,25 idem de 1,45 de la 3.^a Estas tierras pasan á la cementacion, en donde originan los gastos siguientes.

Por mano de obra sobre 1.112472^{qm},10 á 1^r por quintal métrico 1.112472^r,10. El contenido total de cobre de estas tierras es de 14260^{qm},90; de ellos 792,187 han dado origen á 8900^{qm},97 del producto que se llama papucha, con un contenido medio por 100 de 8,9. Los 13468^{qm},713 que restan formarán 23302^{qm},27 de cáscara de 57,8 por 100 término medio.

En Agordo se obtiene casi todo el cobre contenido en los minerales, y como hemos indicado, en 1854 aparece un producto mayor por la causa tambien espuesta. Se admite en general que se pierda 0,07 por 100 del cobre que contienen los minerales. Admitámoslo nosotros tambien, y entonces nos quedarán solo 12525^{qm},90 de cobre, que obtendremos de la cementacion.

El gasto de hierro colado para precipitar el cobre varia mucho, aun cuando pocas veces llega á 2 de hierro por 1 de cobre fino producido. Admitimos que sean 2½, ó lo que es lo mismo, que los 12525^{qm},90 de cobre necesiten para ser precipitados 31315^{qm} de hierro.

El precio de este artículo varia notablemente y con bastante frecuencia. En el dia el que se consume es en su mayor parte extranjero. Suponiendo sea del producido por la fábrica nacional de Trubia, y que se cargue al Establecimiento á los precios á que ordinariamente se vende al público, tendremos que se pueden obtener los 100 kilogramos en Rio-Tinto por 67^r,27, siendo conducido por camino ordinario, y por 57,50 si por ferrocarril. En el primer caso el número total de quintales métricos importa 2.106560 reales, y en el 2.^o 1.800612.

En esta cantidad se podrá hacer gran rebaja. En Trubia la fabricacion del hierro colado de buena calidad es mas costosa por la mayor distancia de que traen los minerales que no tienen ácido fosfórico; pero la de un producto cuya aplicacion fuese dada como en el caso actual, y en que se exigiesen solo ciertas cualidades, sería mucho mas económica, y mas si se atiende á que el consumo de este hierro en la provincia de Huelva será

mayor que el producto de un alto horno en marcha continua. La conduccion á Gijon , luego que el ferro-carril se halle terminado hasta Truvia, debe ser mucho mas económica que la que nos ha servido para el cálculo anterior; y finalmente, los fletes á Huelva sufrirán una disminucion notable sobre los que nos han servido de tipo, por las causas que indicaremos mas adelante.

Los gastos del afino de la última cantidad de cobre se aprecian en 43^r,40 por quintal métrico, que dan 543624^r,06 para el total. Estos gastos son los que hoy se originan con los malos medios de que se dispone en Rio-Tinto para las fusiones de la cáscara, escorias y papucha. Los admitimos sin embargo, aunque en la conviccion de que son susceptibles de gran disminucion.

Añadimos, dejando para mas adelante los de administracion, un real de gastos imprevistos por cada quintal de tierras, comprendiendo la composicion de herramientas, pilones, etc., que suben á 1.112472^r,10 anualmente.

En el supuesto de que las operaciones de disolucion y precipitacion se practiquen cual se hace hoy dia, serian necesarios 80 pilones disolvedores de las dimensiones que tienen en el departamento del Estado, 150 precipitadores, y 8 reposadores.

A pesar de lo dicho tenemos confianza en que el mineral calcinado se podrá lavar con mucha mas rapidez que se hace en el dia, empleando medios análogos á los que hoy se practican con la hulla.

Pasan á la 1.^a fusion:

	En 100 partes.
1.851336 ^{qm} ,00 de mineral calcinado de 1. ^a	85,2594
417874 ,40 de nucleos.	14,4332
8900 ,97 de papucha.	0,3074
2.278111 ,37	100,0000

La ley media de la carga de los hornos es de 8 por 100.

La fusion de estos productos origina los gastos siguientes:

Su conduccion á los hornos, á 0^r,20 por quintal métrico,

455622^r,20. Mano de obra 1^r,2187 por quintal métrico de productos, ó sea 2.776344,33. Fundente 20 por 100 de los productos, ó sean 455622^{qm},20 á 0^r,30 importan 136688^r,66. Cok 25 por 100 del peso de los productos, ó sean 569527^{qm},84. El precio de esta materia varia segun se suponga conducida por camino ordinario ó por camino de hierro: en el primer caso saldria el de Asturias puesto en Rio-Tinto á 28^r,978 el quintal métrico, y en el 2.º á 21^r,3528, lo que hace subir el importe total á 16.503780^r,86 en el primer caso, y 12.161015^r,03 en el segundo.

Apreciamos el gasto de la hulla de las máquinas soplantes necesarias en $\frac{1}{16}$ del gasto de combustible para fundir, en la persuasion de que admitimos un gran esceso. El precio de este combustible en Rio-Tinto es variable por las causas indicadas al tratar de el del cok: conducido por camino ordinario sería de 23^r,995, y de 16^r,40 por camino de hierro. El gasto anual por este concepto sería de 56952^{qm},78, que importan en el primer caso 1.366582^r,50 y en el segundo 934025^r,72.

De esta fusion se obtendrán 683433^{qm},41 de mata, ó sea el 30 por 100 de los productos puestos á fundir. La conduccion de estos á los hornos se hará siempre por ferro-carriles. De su buena disposicion pende la parte económica de la mano de obra. El fundente será la pizarra. Su escavacion sale muy barata en Rio-Tinto. Muchas obras, como desmontes, apertura de socavones, ensanches, etc., nos la podrán facilitar escavada y con solo los gastos de conduccion. Aun cuando incluimos el 20 por 100 de los productos, en la práctica se pondrá una cantidad menor, pues será sustituida en parte con escorias de las fundiciones anteriores. El gasto que hemos puesto de cok escede con mucho al que ocasiona la fusion de materias análogas en Agordo, Noruega y Suecia. A poco que le disminuyamos obtendremos resultados mucho mas ventajosos, y creemos que despues de alguna práctica se podrá lograr este objeto. La cantidad de mata que se obtiene está subordinada á la mayor ó menor perfeccion de la calcinacion, y á la cantidad de fundente echado en el horno para que se combine con mas ó menos cantidad del óxido de hierro formado en la calcinacion. El 30 por

100 de matas se podrá obtener facilmente. No conduciria á buenos resultados obtener menor cantidad con mayor riqueza , porque las pérdidas de cobré aumentarian.

El número de hornos para esta fusion en el supuesto de que no sufriesen interrupcion en su marcha, es de 70. En la práctica sería necesario aumentar un tercio para reponer los que estuviesen fuera de servicio ó apagados.

La calcinacion de las matas, su fusion y afino es mas conveniente haciéndola en Huelva ó Asturias que en Rio-Tinto. Antes de ocuparnos de estas operaciones presentaremos el resumen de lo espuesto anteriormente, ó sea de los gastos originados en este punto por la escavacion del mineral, su calcinacion, cementacion y fusion , y los productos obtenidos.

Arranque del mineral á 0 ^r ,7213 el quintal métrico en 10 millones de quintales castellanos..	3.318650 ^r ,07	
Conduccion interior y exterior á las teleras (suponiendo una distancia de 1500 metros) á 0 ^r ,70 quintal métrico.	3.156237 ,00	
Partido de 669483 ^{qm} á 0 ^r ,22... 147286 ^r ,26		
Id. de 1.370979 á 0 ,22... 301615 ,38		
Id. de 2.468448 á 0 ,11... 271529 ,28		
<u>4.508910</u>	<u>720430 ,92</u>	720430 ,92

Calcinacion de 4.508910 quintales métricos de mineral	{ 0 ^r ,036 de combustible por quintal métrico. ... 0 ,075 de mano de obra por id ..	162320 ^r ,76	
		338168 ,25	
		<u>500489 ,01</u>	500489 ,01

Recoleccion y afino de 9017 ^{qm} ,82 de azufre á 6 reales.....	54106 ,92
Apartado de 417874 ^{qm} ,48 de núcleos á 3 ^r ,86... 1.612995 ,18	
<i>Suma</i>	<u>9.362909 ,10</u>

Suma anterior. 9.362909^r,10

Los gastos de la cementacion son:

Mano de obra á 1 ^r por 4 ^m de tier- ras sobre 1.112472 ^{4m} ,10. . . .	1.112472 ^r ,10	
Hierro colado 2½ por 1 de cobre fino, ó sean 31315 quintales métricos á 67 ^r ,27.	2.106560	,00
Afino de 12525 ^{4m} ,90 de cobre á 43 ^r ,40.	543624	,06
Gastos diversos, 1 real por quin- tal de mineral calcinado.	1.112472	,06
	<hr/>	
	4.875128	,22
	4.875128	,22

Nota. Con camino de hierro, el hierro cola-
do no costaria mas de 1.800612 reales, y el to-
tal de los gastos de la cementacion sería de
4.569180^r,82.

Los gastos de la 1.^a fusion en Rio-Tinto sobre:

1.851336 ^{4m} ,00 de mineral calcinado.	
417874	,40 de núcleos.
8900	,97 de papucha.
<hr/>	
2.278111	,37 son :

Conduccion de cada uno de estos productos metalúrgicos á los hornos de fusion á 0 ^r ,20 quin- tal métrico.	455622 ^r ,20
Mano de obra 1 ^r ,2187 por quintal métrico de los mismos.	2.776344
Fundente 20 por 100 de los pro- ductos, ó sean 455622 ^{4m} ,20 á 0 ^r ,30.	136686
	<hr/>
<i>Suma</i>	3.368653
	,19

Sumas de la vuelta. . 3.368653r,19 14.238037r,32

Cok, 25 por 100 de idem ó sean
 569527^{qm},84 á 28^r,978.... 16.503780 ,86
 Hulla para las máquinas soplan-
 tes $\frac{1}{16}$ de la cantidad de cok, ó
 sea 56952^{qm},78 á 23^r,995.. 1.366582 ,50

Suma..... 21.239016 ,55 21.239016 ,55

Nota. Si la conduccion se hace por camino de hierro, el cok solo costaria en Rio-Tinto á 21^r,3528 quintal métrico y la hulla á 16^r,40, ó en total el cok 12.161015^r,03 y la hulla 934025^r,72; y el total de los gastos de fusion seria 16.463693,94.

Suman los gastos en Rio-Tinto:

En el supuesto de que las conducciones se hagan

por carretera.....	35.477053r,87
Id. id. id. por camino de hierro..	30.395783 ,26
Diferencia en favor de este.....	5.081270 ,61

De los productos mencionados se obtienen en la fundicion 683433^{qm},41 de mata que es necesario esportar para fundir en Huelva ó Asturias. Se obtiene tambien cobre fino de los productos de la cementacion, y una cantidad, aunque corta, de azufre.

El balance de importacion y esportacion entre Rio-Tinto y Huelva, y vice-versa, espresado en quintales métricos, es como sigue :

<u>Importacion á Rio-Tinto.</u>		<u>Esportacion á Huelva.</u>	
Hierro fundido	31315,00	Matas.....	683433,41
Cok.....	569527,84	Cobre fino..	12525,90
Hulla.....	56952,78	Azufre.....	9017,82
	<u>657795,62</u>		<u>704977,13</u>

La cantidad total que hay que trasportar es de 1.362772^{qm}, 75. Esceden las esportaciones á las importaciones anualmente en 47181^{qm}, 51.

Suponiendo que la calcinacion, 2.^a fusion y afino quisiera hacerse en Huelva, veamos qué gastos nos ocasionaria. La conduccion desde Rio-Tinto de los 683433^{qm}, 41 de mata originaria gastos diversos segun se hiciese por camino ordinario ó por ferro-carril: en el primer caso los gastos de arrastre por quintal métrico serian de 9^r, 76, y en el segundo de 2^r, 17 (1). El total de la conduccion en aquel seria de 6.670310^r, 08, y en este de 1.483050^r, 50. La mano de obra de la calcinacion sube á 0,9835 por quintal métrico de mata, ó sea 672156^r, 74. El gasto de la hulla es de 0,41 del peso de la mata puesta á calcinar ó sean 280207^{qm}, 70, que á 14^r, 2306 importan 3.987523^r, 25. Por ladrillos, arena, herramienta, etc., etc., para la composicion de los hornos 0^r, 02 por quintal métrico de mata, ó por el total 13668^r, 66.

La calcinacion de estas matas pudiera hacerse en plazas muradas si en Huelva hubiese abundancia de monte bajo; pero además de carecerse en dicho punto de este combustible, la calcinacion completa exige diversos fuegos, retarda las operaciones subsiguientes, y amortiza el valor de las matas por un tiempo mucho mas considerable que haciéndolo en reverberos ingleses. El número necesario de estos es de 97, incluyendo los de reserva para cuando alguno se ponga fuera de servicio.

2.^a Fusion. En hornos de manga, sobre una cantidad de mata de 683433^{qm}, 41, cuesta la mano de obra 1^r, 085 por quintal métrico, ó en total 741525^r, 21. El combustible, 0,50 de cok por quintal métrico de mata, á 19^r, 1828, puesto en Huelva, ó sea 341716^{qm}, 70, que importan 6,555083^r, 71. La hulla para las máquinas soplantes, $\frac{1}{10}$ del total de cok gastado en las fusiones, 34171^{qm}, 67 á 14^r, 2306 puesto en Huelva, importa 486283^r, 34. El fundente 30 por 100 de la mata ó sean 205030

(1) Suponemos las tarifas uniformes para el trasporte del combustible y para el de las matas. Si para estas escudiesen sería menester disminuirlas para aquel.

quintales métricos, á 0^r,30 quintal métrico 61509 reales. En los gastos asignados para el fundente y hulla en las máquinas soplantes es de esperar alguna economía.

Afino. Los 2.278111^{qm},37 de materias fundidas contienen cobre fino:

El mineral calcinado	178527 ^{qm} ,20
Los núcleos	22983 ,10
La papucha	792 ,18
<i>Total de cobre fino</i>	<u>202302 ,48</u>

En las fábricas de Agordo, Mansfeld, Suecia y Noruega, donde las fusiones se hacen en hornos de manga, la pérdida de cobre es casi insignificante: suele estar entre 0,001 y 0,008 del peso de las escorias de 1.^a fusion, que es donde se pierde en su mayor cantidad. En las fábricas del país de Galles esta pérdida aumenta. En las primeras el objeto de los fabricantes es perfeccionar los métodos de tal modo que obtengan la mayor cantidad posible de dicha materia, mientras que el de los de Inglaterra es obtenerla á poco precio, aun cuando se pierda una pequeña cantidad. Aunque hemos adoptado en su mayor parte los aparatos de las primeras, admitimos la pérdida máxima de cobre por el sistema inglés, y por consiguiente que no obtengamos del afino mas que 189067^{qm},73.

Suponiendo que de la 2.^a fusion obtengamos cobres negros de 91,6 por 100, por los hornos de afino tendrán que pasar 206405^{qm},84 de cobre negro de la ley citada, que originarán los gastos siguientes. La mano de obra 1^r,2420 por quintal métrico de cobre negro, ó sea 256356^r,10.

El combustible para el afino es en su mayor parte hulla; pero tambien se necesita alguna leña y carbon en el último período de la operacion, que en Rio-Tinto llaman berlingueo. El gasto total es de 0,50 del cobre negro, ó sea 103202^{qm},92, que á 14^r,2306 hacen 1.468639^r,50. Por arena, ladrillos, arcilla y herramientas 0^r,50 por quintal métrico de cobre negro, ó sea 103202^r,92.

Reasumidos los gastos que nos origina la conduccion, calcinacion, fusion y afino en Huelva, son como sigue:

Conduccion á Huelva de 683433^{qm},41 de matas por caminos ordinarios á 9^r,76 quintal métrico. 6.670310^r,08

Nota. Si la conduccion de las matas á Huelva se hace por ferro-carril solo costaria á 2^r,17 quintal métrico, ó sea 1.483050^r,50.

Calcinacion de 683433^{qm},41 de matas:

Mano de obra 0^r,9835 por quintal métrico de mata. 672156 ,74

Hulla en Huelva 0,41 de la mata, ó sean 280207^{qm},70 á 14^r,2306. 3.987523 ,25

Ladrillos, arena, herramientas, etc., etc., 0^r,02 por quintal métrico de matas. 13668 ,66

Suma. 4.673348 ,65 4.673348 ,65

2.^a fusion de 683433^{qm},41 de mata calcinada:

Mano de obra 1^r,085 por quintal métrico de mata. 741525^r,21

Combustible cok 0,50 del peso de la mata, ó sean 341716^{qm},70 á 19^r,1828 el quintal métrico. 6.555083 ,71

Hulla para las máquinas soplan-tes $\frac{1}{10}$ del gasto total, ó sean 34171^{qm},67 á 14^r,2306 quintal métrico. 486283 ,34

Fundente 30 por 100, ó sean 205030 quintales métricos á 0^r,30 quintal métrico. 61509 ,00

Suma. 7.844401 ,26 7.844401 ,26

Suma de la vuelta 19.188059 ,99

Afino de 206405^{qm},84 de cobre negro de
91,6 por 100 de cobre fino:

Mano de obra 1^r,242 por quintal
métrico de cobre negro, ó sea. 256356 ,10
Hulla y leña 0,50 del cobre
negro, ó sea 103202^{qm},92 á
14^r,2306 quintal métrico. . . 1.468639 ,50
Arena, ladrillo, arcilla y herra-
ramientas, 0^r,50 por quintal
métrico de cobre negro, ó sea. 103202 ,92

Suma 1.828198, 52 1.828198 ,52

Los gastos originados en Huelva, si se hacen las
conducciones por caminos ordinarios. 21.016258 ,51
Si por camino de hierro. 15.828998 ,93

Diferencia 5.187259 ,58

Gastos de beneficio y arranque haciendo las conducciones:

Por camino ordinario. 56.493312^r,38
Id. id. por camino de hierro. 46.224782 ,19

Diferencia 10.268530 ,19

Movimiento de productos de Asturias á Huelva y viceversa,
espresado en quintales métricos.

Asturias á Huelva.

Hierro colado. 31315,00
Cok para la primera fusion. 569527,84

Suma 600842,84

<i>Suma anterior</i>	600842,84
Hulla para la misma	56952,78
Id. para la calcinacion de las primeras matas	280207,70
Cok para la 2. ^a fusion	341716,70
Hulla para la misma	34171,67
Id. para el afino	103202,92
<i>Suma</i>	<u>1.417094,61</u>

De Huelva á Asturias, ninguna.

Diferencia 1.417094,61

Suponiendo que las operaciones que hemos dicho se hacen en Huelva se hiciesen en Asturias, tendremos los gastos siguientes:

Conduccion á Huelva de 683433 ^{qm} ,41 de matas por camino ordinario á 9 ^r ,76 quintal métrico	6.670310 ^r ,08
Flete de Huelva á Asturias de la misma cantidad á 8 ^r ,68 quintal métrico	5.932201 ,99
<i>Suma</i>	<u>12.602512 ,07</u> 12.602512 ^r ,07

Calcinacion:

Mano de obra 0 ^r ,9835 por quin- tal métrico de mata	672156 ,74
Combustible, hulla menuda 0,40 del peso de la mata, ó sean 280207 ^{qm} ,70 á 2 ^r ,233 quintal métrico	625703 ,79
<i>Suma</i>	<u>1.297860 ,53</u>

Sumas de la vuelta.... 1.297860^r,53 13.900372^r,60

Ladrillos, arena, herramien- tas, etc., 0 ^r ,02 por quintal métrico de mata.....	13668 ,66	
<i>Suma</i>	1.311529 ,19	1.311529 ,19

2.^a fusion de 683433^{qm},41 de mata:

Mano de obra 1 ^r ,085 por quin- tal métrico de mata.....	741525 ,21	
Fundente 30 por 100, ó sean 205030 quintales métricos, á 0 ^r ,30 por quintal métrico..	61509 ,00	
Combustible, cok 0,50 por quintal métrico de mata, ó sean 341716 ^{qm} ,70, á 9 ^r ,765 quintal métrico.	3.336863 ,14	
Hulla para las máquinas so- plantes $\frac{1}{16}$ del peso de cok, ó sean 34171 ^{qm} ,67 á 2 ^r ,233 quintal métrico.	76305 ,34	
<i>Suma</i>	4.216202 ,69	4.216202 ,69

Afino de 206405^{qm},84 de cobre negro de
91,6 por 100 de cobre fino:

Mano de obra, 1 ^r ,242 por quin- tal métrico de cobre negro..	256356 ,10	
Hulla y leña, 0,50 del cobre ne- gro, ó 103202 ^{qm} ,92 á 2 ^r ,233 el quintal métrico.	230452 ,12	
Arena, ladrillo, arcilla y her- ramientas, 0 ^r ,50 por quintal métrico de cobre negro....	103202 ,92	
<i>Suma</i>	590011 ,14	590011 ,14

Gastos originados en Asturias.

Si las conducciones desde Rio-Tinto á Huelva se hacen por camino ordinario.....	18.720255,09
Si las mismas se hacen por camino de hierro..	13.532995,51
<i>Diferencia</i>	<u>5.187259,58</u>

Gastos de beneficio y arranque, haciendo la 2. ^a calcinacion y fusion en Asturias y las conducciones de Rio-Tinto á Huelva por camino ordinario.....	54.197308,96
Id. id. si estas se hacen por camino de hierro..	43.928778,77

Comparando estos resultados con los obtenidos cuando se hace la fusion en Huelva, resulta una economía de 2.296003^r,42.

El movimiento marítimo entre Huelva y Asturias sería, expresado en quintales métricos, como sigue:

Asturias á Huelva.	Huelva á Asturias.
Hierro fundido.. 31315	Mata de cobre. . . 683433,41
Cok para la 1. ^a fusion..... 569527,84	Suma anterior. . . <u>657795,62</u>
Hulla para la misma..... <u>56952,78</u>	Diferencia..... 25637,79
	<u>657795,62</u>

Esta diferencia que representa el cargamento de 12 buques de 200 toneladas, desaparece casi totalmente cuando se considera que habrá que importar maderas, ladrillos, cal, hierro para herramientas, pólvora, combustibles, máquinas, etc.

De lo espuesto hasta ahora se deduce que es altamente conveniente el establecimiento de fábricas en Asturias, que fundan y afinen los productos de Rio-Tinto: 1.^o porque se obtiene una

economía anual de mas de dos millones de reales; y 2.º porque nivela las importaciones y esportaciones entre ambas provincias del modo mas completo, que es la principal ventaja, como luego veremos.

Hemos calculado los gastos producidos por la calcinacion, fusion y beneficio de las matas en Asturias, empleando el mismo procedimiento que si se las fundiese en Huelva. Veamos ahora si una vez puestas en dicho punto, es conveniente fundirlas en hornos de corriente forzada ó en reverberos.

La calcinacion se hará en reverberos, y con los mismos gastos que tenemos anotados.

La 2.ª fusion hecha en reverberos ingleses sobre 683433^{gm},41 de matas origina los gastos siguientes:

Mano de obra 0 ^r ,943 por quintal métrico de mata.	644477 ^r ,70	
Combustible, hulla para la fusion y trabajos accidentales 0,954 del peso de la mata, ó sean 651995 ^{gm} ,47 que á 2 ^r ,233 importan.	1.455894	,88
Arena, ladrillos, arcilla y herramientas 0,3125 por quintal métrico de mata.	213572	,94
	<hr/>	
<i>Suma.</i>	2.313945	,52
		2.313945 ^r ,52

De la 2.ª fusion se obtendrán 206405^{gm},84 de cobre negro, que contienen 916 por 1000 de cobre fino, ó sea el 30 por 100 de las matas puestas en 2.ª fusion.

Calcinando nuevamente este cobre negro se obtienen despues en el afino cobres de mejor calidad. Preferimos recargar el quintal métrico de cobre en algunos céntimos á suministrar un producto malo, y mas cuando es muy posible

Suma anterior..... 2.313945^r,52

que se establezca concurrencia entre los cobres españoles y los ingleses. Hecha esta calcinacion y el afino con algun cuidado, es absolutamente imposible obtener cobres que no iguallen cuando menos á los mejores que se produzcan en el pais de Galles.

Esta última calcinacion produce los gastos siguientes:

Mano de obra 0 ^r ,4085 por quintal métrico de cobre negro, ó sean.....	84316 ,78	
Combustible, hulla 0,60 por quintal métrico de cobre negro, ó sean 123843 ^{gm} ,50 de hulla menuda á 2 ^r ,233 quintal métrico.....	276542 ,53	
Arena, ladrillos, arcilla y herramientas 0,1535 por quintal métrico de cobre negro.	31683 ,29	
<i>Suma</i>	<u>392542 ,60</u>	392542 ,60

Afino de 191946^{gm},96 de cobre negro de 98,51 de cobre fino por 100:

Mano de obra 1 ^r ,2420 por quintal métrico de cobre negro, ó sean.....	238398 ,24	
Hulla y leña 0,50 del cobre negro puesto al afino, ó sean 95973 ^{gm} ,48 á 2 ^r ,233.....	214308 ,78	
<i>Suma</i>	<u>452707 ,02</u>	

<i>Sumas de la vuelta.....</i>	452707 ^r ,02	2.706388 ^r ,12
Arena, ladrillos, arcilla, herramientas etc., etc., á 0 ^r ,50 por quintal métrico de cobre negro.....	95973 ,48	
<i>Suma.....</i>	548680 ,50	548680 ,50

Suma de los gastos que origina el beneficio en Asturias, incluso los de trasportes.	17.169209 ,88
Diferencia en favor de este procedimiento.....	1.551045 ,21
Diferencia de beneficiar en Huelva ó Asturias en favor de esta última localidad y con el empleo de este procedimiento.	3.847048 ,63
Gastos que produce el beneficio y arranque haciendo la conduccion de Rio-Tinto á Huelva por camino ordinario y beneficiando en Asturias en reverberos.	52.646263 ,75
Id. haciendo las conducciones por ferro-carril. .	42.377733 ,56

En lo que llevamos espuesto quedan apreciados los gastos de arranque, conducciones interiores y beneficio de minerales propiamente dicho: falta ahora añadir á esta suma la de otros gastos que se originan hasta realizar el importe de los cobres finos producidos.

Digimos que se producirían 20159^t,363 de cobre fino, hecho ya descuento de la parte que se pierde en las diferentes manipulaciones y tratamientos que han sufrido los minerales. Esperamos que se produzcan cobres de excelentes condiciones, atendiendo á la pureza de estos y al número de operaciones de beneficio que han sufrido; pero aún habrá cierto número de toneladas de primera calidad, ó sea del que proviene de las escorias, cuyo cobre tiene un exceso de precio en el mercado sobre los ordinarios de 3 libras por tonelada inglesa. Sin embargo despreciamos estas diferencias para nuestros cálculos, y los suponemos todos cobres de regular afino, que obtienen en

el día 126 libras por tonelada de 1015 kilogramos, que da por tonelada de 1000 kilogramos (admitiendo el cambio de 96 reales) 11906^r,31. El valor de las 20159^t,633 es por consiguiente 240.023667^r,21. De esta cantidad hay que deducir, además de los gastos ya apreciados, los siguientes:

El importe de los gastos generales de la mina.—El de los seguros que originen el cok, hullas y matas que se conduzcan de Asturias á Huelva y vice-versa.—El interés del capital que representan las fábricas, ó sea del capital amortizado en sus construcciones.—Los gastos que origina la reparacion de hornos en todo el procedimiento de beneficio.—El conjunto de gastos diversos en las diferentes operaciones del mismo.—El alquiler de los terrenos que se tomen para el establecimiento de las fábricas.—Los gastos generales de administracion y direccion de la marcha del establecimiento.—El interés de todo el capital invertido en las operaciones anteriores, ó sea del capital flotante.

Hechos estos descuentos, falta aún cargar á su suma ó deducir de los beneficios las partes de capital invertido en comisiones, seguros, fletes y demás gastos que origina la venta de los cobres en los puntos de consumo.

Los gastos generales de la mina, en el supuesto de que sus directores y todos los dependientes estén retribuidos en proporcion del gran servicio que deben prestar, incluso tambien los originados por un buen laboratorio químico á cargo de un ensayador y ayudantes igualmente bien retribuidos, con todos los demás diversos, no pasará de 1.800000.

El seguro de los carbones, cok y matas sobre un valor de 166.701273 reales á 1½ por 100 (tipo bastante alto) es de 2.500519,0. La construccion de 296 hornos reverberos en Asturias y 97 hornos de fusion con las máquinas soplantes necesarias en Rio-Tinto, nunca podrá llegar á 5 millones de reales. Su interés de 5 por 100 anual es de 250000 reales.

Los gastos de reparacion de hornos, gastos diversos en todo el beneficio, alquiler de terrenos para las fábricas y gastos de administracion será un total de 22 reales por tonelada de mineral, ó sea 9.919602. El interés del capital flotante, á 8 por 100

sobre la suma de todos los gastos anteriores, 5.369311. Fletes, seguros, comision y almacenaje en los diferentes puntos en que el cobre debe ser vendido, 4 por 100 de su valor, ó sea 9.600946 reales.

Suman los gastos comerciales.	29.440378	
Los gastos que produce el beneficio haciendo las conducciones por camino ordinario.	52.646264	
<i>Suma</i>	82.086642	
Utilidad á mas de la del capital empleado.....		157.937025
Haciendo las conducciones por camino de hierro los gastos totales son de.....		71.818106
Y la utilidad líquida de.....		168.205561
El valor de 9017 ^{gr} ,82 de azufre es de.....		541069 ^r ,20

Los gastos que origina la obtencion de este último producto van cargados en los generales del beneficio del cobre. Además de esta utilidad producida por el cobre y azufre, se obtendrá la de la caparrosa, que se puede producir en tan gran cantidad como se quiera. Es muy cierto que no tiene gran despacho en el comercio, y menos aún en nuestro pais en que las artes manufactureras se hallan tan poco desarrolladas; pero mientras se generaliza su uso se puede aplicar á la fabricacion de ácido sulfúrico de Nordhausen, que tiene muy buen precio en el comercio. Del mismo modo podrá obtenerse el ácido sulfúrico inglés, y otros productos, con el azufre de los minerales.

V.

Observaciones sobre los resultados de los cálculos anteriores.

En vista de los resultados tan extraordinarios de nuestros cálculos, creemos conveniente presentar una série de consideraciones para alejar todo motivo de duda sobre ellos.

Los factores que entran á constituir principalmente dichos resultados, son la cantidad de mineral de que se puede disponer, los gastos en las diferentes operaciones á que hay que sujetarle hasta obtener el producto final, y la cantidad y valor de este producto.

En cuanto á la existencia de mineral hemos fijado, para fundamento de los cálculos, en 10 millones de quintales la estraccion anual, en la seguridad de que, aunque se duplicara ésta, tardaria aquel muchos siglos en agotarse. Una estraccion de 10 millones de quintales es ciertamente extraordinaria; pero es corta si se atiende á la magnitud de los criaderos y á la facilidad de la explotacion. Nosotros queremos suponer, que, al marcar los límites de estos en la superficie, hayamos exajorado su lonjitud y potencia: esta exajeracion estaria compensada bien completamente, si se tiene en cuenta que la profundidad á que deben alcanzar es por lo menos doble de la asignada, y que, á juzgar por la parte que se explota en la actualidad, la última principia á aumentar considerablemente á cierta distancia de la superficie. Creemos, en fin, que nuestros cálculos sobre la existencia de mineral para once siglos y medio con la estraccion fijada, lejos de ser exajerados, la limitan demasiado. Ya hemos propuesto (*pág.* 84) los medios de ponerlo fácilmente en evidencia.

En cuanto á los gastos de las diferentes operaciones, desde el arranque del mineral hasta la obtencion del cobre fino, hemos procurado siempre exajerarlos respecto de los ocasionados en los diferentes establecimientos en que dichas operaciones se hallan en práctica.

Hemos apreciado los gastos que origina el arranque del mineral valiéndonos de las libretas en que constan las escavaciones hechas en la mina de Rio-Tinto en el espacio de los dos últimos años, y su costo. Debe tambien tenerse en cuenta que precisamente en esa época se ha elevado el precio de los jornales, y por consiguiente el de aquel. Por otra parte, haciendo grandes ensanches, segun el método de escavacion propuesto, se obtendrán aún economías notables.

Los gastos de calcinacion son los que hoy se originan. Sobre ellos tambien será fácil obtener alguna economía, asi como sobre el consumo del hierro en la cementacion, que no escede en algunos puntos de 46 libras por 25 de cobre fino obtenido.

El gasto de cok y las conducciones desde Asturias se han puesto á precios elevados, principalmente el último.

Es sabido por los que conozcan el estado actual de los fletes de Gijon á Málaga y demas puntos de esta costa, que no pasan de 3 reales quintal en vez de 4 que hemos admitido para Huelva. La causa de hacerse los trasportes del Océano al Mediterráneo á tan bajo precio es que se consideran como lastre, por la gran cantidad de productos que de este último mar se conducen al primero.

La cuestion que hace tiempo se viene tratando sobre la conveniencia de los trasportes marítimos en buques de vapor está completamente resuelta en favor de los mistos de hélice y vela, siempre que las materias que deben ser trasportadas entre dos puntos se equilibren y ofrezcan estabilidad. Su aplicacion entre Huelva y Asturias, que presenta la ventaja de regularizar el servicio y disminuir el precio de los seguros, reduciendo á 2½ reales el costo total del transporte por quintal métrico, modificaria los resultados de nuestros cálculos aumentando las ganancias del Estado, y abaratando estraordinariamente el precio de fabricacion de los cobres.

La cantidad que hay que trasportar entre Asturias y Huelva y vice-versa, distribuida como queda dicho anteriormente, es de 134122^{ton},90 al año. Son necesarios 10 vapores de 300 toneladas que hagan dos viajes redondos ó de ida y vuelta en el mes, incluyendo en este tiempo el empleado en recomposicio-

nes, carga, descarga, etc. La cantidad que deben percibir sería 3.353072^r,50, y la economía que producirían al Establecimiento 8.288795^r,22.

La conclusion del beneficio en Asturias ofrece aún ventajas mayores que la economía en la fabricacion que aparece en nuestros cálculos.

Hemos fijado en estos en 12 reales el precio de los jornales, mientras que en dicha provincia no llegará á 8, lo que disminuirá notablemente el importe de la mano de obra luego que los obreros asturianos se habitúen á estos trabajos en que al principio no estarian muy diestros.

Establecidas las fábricas en las inmediaciones de Gijon, se tendria la arena y arcilla para fundentes y composiciones de hornos á precios insignificantes. En Asturias se encuentra el espató fluor, con cuyo auxilio se logran considerables economías en el gasto de combustible. De él se han esportado á Inglaterra algunas cantidades para fundente de los minerales de cobre. El hierro, maderas, y demás materiales para las construcciones se tienen tambien á precios muy inferiores, lo mismo que las tierras y ladrillos refractarios para los hornos, de que tanto consumo se hace en el beneficio por este método.

La preparacion del cobre en diferentes formas para espendarle en el comercio, como es la fabricacion de planchas, clavazon, etc., se haria en Asturias á precios mucho menores que en la provincia de Huelva, por la abundancia de combustible y la baratura en la mano de obra. Además, existiendo en dicho país fábricas de zinc, la fabricacion del laton se puede plantear en las mejores condiciones, y hará aumentar el consumo del cobre.

La aplicacion del carbon menudo y de los de calidad inferior á este procedimiento es del mayor interés. En Inglaterra, Bélgica y Francia la ganancia que reportan de las minas de hulla es precisamente la que produce el carbon menudo. En una cuenca carbonífera se obtiene de este el 30 por 100 en general, y, si no tiene aplicacion, claro está que los gastos de explotacion de 100 quintales serán recargados sobre 70, que son los que se espenden á la industria; lo que es causa de que nue-

tros carbones no puedan competir con los extranjeros, y de que hoy no se trabajen muchas capas de hulla que solo dan muy poco grueso, ni aquellas en que todo es menudo.

Las antracitas que hoy no tienen aplicacion, la tendrian tan pronto como se verificara el consumo en el pais productor. Así sucede en Inglaterra, donde se la añade solo $\frac{1}{3}$ de hulla.

En el beneficio de los minerales de Rio-Tinto se gastarian 2.291075tm, 83 de carbon menudo, incluso el necesario para la fabricacion del cok que se debe llevar á la provincia de Huelva. Estos quintales provendrán próximamente, suponiendo que la relacion entre el grueso y el menudo sea la misma que hoy, de 7.636919 quintales métricos, que representan una produccion 16 veces mayor que la que hasta ahora ha habido en Asturias.

Dando aplicacion á los carbones menudos que se produzcan en este pais y á los combustibles de mala calidad, puede estar seguro el Gobierno de que en nada se perjudicaria á esta industria suprimiendo el derecho que pagan los carbones extranjeros. Con esto conseguiria tres grandes objetos: obtener de los minerales de Rio-Tinto un producto mayor que el resultado de nuestros cálculos; proteger la minería carbonera de Asturias de un modo estable y liberal, haciendo 16 veces mayor que la actual la extraccion del carbon; y dar el golpe de gracia á la produccion de plomos extranjeros, asi como tambien verdadera proteccion á las fábricas de la costa de Levante.

En los gastos generales y comerciales del Establecimiento hemos puesto una cantidad sumamente exajerada para salvar los escollos que comunmente se presentan á toda industria nueva. Luego que nos sea mas conocida, y que la fabricacion haya tomado todo su desarrollo, sufrirán gran disminucion, porque muchas operaciones haciéndose de crédito evitarán las pérdidas en los cambios y demás gastos que ahora hemos incluido.

La cantidad del producto obtenido ha sido calculada descontadas las pérdidas en las diferentes operaciones, suponiendo de 4,7854 el contenido en cobre del mineral que hemos fijado valiéndonos de un corto número de ensayos por

falta de medios y tiempo para hacer el que necesita un criadero de dimensiones tan colosales si se ha de aspirar á alguna aproximacion. Creemos, sin embargo, que la ley admitida se aproximará bastante á la efectiva.

Hemos apreciado el valor del cobre producido segun los precios corrientes en el mercado de este metal: vamos ahora á hacer algunas consideraciones sobre si habrá consumo para dicho producto; si, en el caso de que asi suceda, nuestros cobres podrán competir con los extranjeros; y si el precio de este artículo podrá sufrir alguna baja, arrojando á los mercados de Europa casi $\frac{1}{3}$ mas del que hoy se produce.

La produccion de cobre anual ha sido por término medio desde 1837 á 1847 (segun Mr. Leplay):

En Inglaterra (1).....	28600 ^t
Rusia.....	3900
Austria.....	4500
Suecia y Noruega.....	2100
Zollverein.....	1500
Turquía.....	2000
Francia.....	700
España y Toscana.....	800
América.....	5900
<i>Suma</i>	<u>52400</u>

El consumo de este cobre en la época citada se repartió próximamente como sigue:

Gran-Bretaña.....	10600 ^t
Francia.....	9200
Zollverein.....	5400
Austria.....	2600

(1) La Inglaterra ha producido de sus minas 15800 toneladas; el resto son importadas del extranjero. De los minerales de la isla de Cuba se produjeron en el mismo pais 5100 toneladas de cobre.

Rusia.....	2000
Suecia y Noruega.....	400
España, Italia y otros Estados.....	6600
Continente americano, y sobre todo los Estados-Unidos.....	6100
Continente asiático, archipiélago de las Indias y Oceanía.....	8300
Japon.....	1200
<i>Total</i>	<u>52400^t</u>

El consumo de cobre ha variado hoy notablemente. En Inglaterra la producción de 1854 ha sido menor en 1000 toneladas que la del año anterior, á pesar del aumento de precio que en aquella época tuvo este metal. El consumo interior ha aumentado á 18000^t por lo menos, cantidad mayor que el cobre obtenido de los minerales de sus criaderos; ó lo que es lo mismo, que la Inglaterra necesita, para satisfacer las necesidades de su consumo interior, importar cobre ó minerales que le produzcan.

El consumo en Francia también ha aumentado notablemente, pudiendo apreciarse en el día en 15000^t. Otro tanto ha debido suceder al resto de las naciones, y muy especialmente á la Alemania, por lo que á continuación indicamos.

En general el consumo del cobre se puede considerar subdividido en tres grandes porciones:

Cobre empleado en la Marina.

Cobre empleado en las locomotoras.

Cobre empleado en la industria general de un país.

Habíamos empezado á reunir datos para apreciar el consumo de cobre en la marina de las diferentes naciones, y deducir el que anualmente se pierde por corrosión, pero no nos ha sido posible completarlos. Sin embargo, algunos razonamientos podrán sustituir á los números que hubiéramos deseado presentar.

Es un hecho fuera de toda duda, y consecuencia de las ob-

servaciones hechas al efecto, que es económico forrar los buques en cobre, ya porque se aumenta su duracion, ya porque son preferidos en las grandes plazas de comercio (donde comunmente se les clasifica) para los trasportes de materias de gran valor, que siempre aumentan el precio de los fletes, ya tambien porque se obtiene una economía en los gastos que originan las carenas mientras dura el forro de cobre. A esto es debido el que de dia en dia se aumente el número de los buques forrados, pudiéndose asegurar que es raro hallar uno nuevo de 200 toneladas que no lo esté.

El forro de zinc que se ha intentado como sustitucion del de cobre no pasa de la esfera de los ensayos. La clavazon de cobre es una cosa tan generalizada que su empleo se halla estendido, no solo á los buques de grande y pequeño porte, sino tambien á todas las obras que han de estar espuestas á la intemperie.

El empleo del cobre en la marina está, pues, en via de aumento, ya por los motivos espuestos, ya tambien porque el número de buques aumenta de dia en dia.

Con los ferro-carriles ha aumentado el consumo del cobre de un modo extraordinario, y es de esperar que llegará á duplicarse ó triplicarse. Se ha reconocido que para un ferro-carril en buen servicio y en que los trasportes sean activos, se necesita una locomotora por milla inglesa, ó por 1,60 kilómetros próximamente. En el dia se hallan en explotacion sobre 70000 kilómetros de ferro-carril, y las locomotoras necesarias para su buena explotacion consumen mas de 30000^t de cobre, empleadas en su mayor parte en Inglaterra, Francia y Alemania. A poco que se reflexione se deducirá que solo el consumo de cobre de la Francia y la España es muy suficiente para que haya despacho del producto de las minas de Rio-Tinto sin que sus precios desciendan.

La cantidad de cobre que produce Rusia y Alemania era importada en su mayor parte á Francia; creemos dejará de serlo de la primera, como ha sucedido con la segunda, tan pronto como aquella nacion lleve á cabo la construccion de sus vias férreas proyectadas.

El empleo del cobre en los usos generales de la industria varia de un dia á otro; pero por lo que queda dicho se concebirá que no hay el menor temor de que falte aplicacion á los productos de Rio-Tinto.

El mercado inglés es alimentado por los minerales indígenas, los de Cuba, Chile, Australia y de varios puntos del continente.

El estado de las minas de Cornwall no debe ser el mas satisfactorio cuando en 1854 la produccion de cobre ha disminuido en 1000 toneladas, como hemos dicho, á pesar de los grandes precios á que se vendian en aquella época. En el dia, y con arreglo á los precios de venta indicados, cuesta en Swansea al pie de fábrica el mineral necesario para obtener una tonelada de cobre fino 9700 reales próximamente. En ello va incluida la ganancia del minero y todos los gastos hasta el pie de fábrica.

Las minas del Continente tampoco pueden entablar competencia con las de Rio-Tinto, puesto que en este punto cuesta el mineral necesario para obtener una tonelada de cobre fino al pie de fábrica 389^r,06; en las que lo suministran á las fábricas de Mansfeld 5497; y en la de Agordo 4171. No sabemos á punto fijo el de Suecia y Noruega.

Las demás minas de cobre que se encuentran en Europa son de tan poca importancia, que no merecen mencionarse para el objeto que nos proponemos. Se debe tener muy presente que su estado actual no es ciertamente el mas lisonjero. Buena direccion por parte del Gobierno Español y muchas de ellas se paralizarán, cual ha sucedido cuando se empezaron á beneficiar nuestros plomos de la costa del Mediterráneo. La única competencia que puede temer el Gobierno es la de las minas particulares de la provincia de Huelva.

VI.

De las vias de comunicacion.

Cuando apreciamos los gastos del beneficio de los minerales, convenimos en suponer construidas las vias de comunicacion, prometiendo indicar medios fáciles de ejecutarlas sin gravar al Tesoro; medios que ahora estamos en posicion de hacer comprender con mayor facilidad que si lo hubiéramos hecho anteriormente.

Antes de emprender la construccion de una via de comunicacion, es necesario probar su necesidad y la constancia de los trasportes. De esto nos creemos dispensados despues de lo manifestado, porque aun cuando quisiéramos prescindir de los resultados económicos que nos presentasen las cuentas de conducciones, no podríamos realizarlas por los actuales medios de transporte.

Reconocida la necesidad de las comunicaciones, es preciso determinar su naturaleza. ¿Bastará un camino ordinario y en buen estado de conservación? ¿Sería posible alimentar un camino de hierro, de tal modo que los trasportes á tarifas arregladas cubran no solo los gastos de su explotacion, sino el interés del capital invertido? ¿Son necesarias ambas comunicaciones? ¿A qué puntos se deben dirigir sus trazados? ¿Cuáles son los medios de llevarlas á cabo? Estas son las cuestiones que desde luego se presentan.

Si solo se tratase de la construccion de un camino ordinario, hubiésemos suprimido (en obsequio de la brevedad) el artículo que nos ocupa, por lo marcada que está su necesidad; pero tratándose de la construccion de un camino de hierro, son precisos algunos datos para esclarecer la cuestion.

Cuando nos hemos ocupado del beneficio de los minerales, presentamos un resumen de los productos y materias trasportables entre Rio-Tinto y Huelva, y vice-versa, que segun dijimos eran en total de 1.362772^{qm},75; indicamos tambien

que habia un desequilibrio de las importaciones á las esportaciones de 47185^{qm},51 en que estas escedian; se manifestó finalmente, que habia motivos fundados para suponer que ese desequilibrio, aunque pequeño, se aminoraria ó desapareceria por completo en la práctica, con nuevos productos que podríamos importar.

La conduccion de 1.362772^{qm},75 es muy suficiente para el sostenimiento de una via férrea, y la obtencion de un módico interés; pero no para esperarse grandes productos, máxime cuando en esta línea el transporte de viajeros sería muy limitado. Es de presumir que, cual ha sucedido en todas las establecidas hasta el dia, la cantidad trasportable esceda á los límites asignados, dando además impulso á la riqueza agrícola de aquel pais, y con especialidad á la parte de la campiña. El Gobierno, al fijar la direccion de esta via, no debe circunscribirse á establecer una buena comunicacion entre Rio-Tinto y un puerto de mar, sino á que con ella se favorezcan, cuanto lo permitan las condiciones topográficas de su suelo, las muchas minas de particulares que se hallan en la provincia, aun á costa de un aumento en los gastos primitivos; porque solo de este modo se podrá desarrollar una nueva fuente de riqueza y bienestar para el pais. Sin temor de equivocarnos se puede asegurar que las conducciones para la mina Nacional, las de particulares, y el servicio ordinario y agrícola de la provincia, originarán un transporte anual de 300000 toneladas. Suponiendo que sobre todos los productos se recargasen iguales gastos de transporte (aunque esto no es de esperar), y que sobre todo el trayecto se satisfagan 21^r,70 por tonelada, se obtendrian anualmente 6.510000 reales de ingresos (1); admitiendo que los gastos de explotacion fuesen el 30 por 100 de los ingresos

(1) Los gobiernos de todas las naciones fijan el tipo máximo de estas conducciones por tonelada y kilómetro; nosotros hemos admitido 0,08 de franco, siendo asi que el fijado por algunos, y especialmente en estos últimos años, no pasa de 0,05 á 0,06. Debemos advertir que las compañías hacen bajas notables, y muy especialmente cuando los envíos son de la naturaleza de los que habrá que trasportar en Rio-

importarian 1.953000 reales, quedando 4.557000 reales para interés del capital invertido en la construcción de la vía.

Un golpe de vista sobre el plano de la provincia de Huelva (*lám. 1.^o*) (1) es suficiente para abandonar la idea que pudiera concebirse de llevar esta línea férrea á Sevilla. El curso de los ríos indica que para ejecutarla á este punto sería preciso, si se la llevara directamente, hacer gran número de túneles, ó bajar con el trazado á la campiña, en cuyo caso ya estaríamos en mejores condiciones para dirigirla á Huelva. Aun cuando fuese mas fácil y económica su ejecución á Sevilla, siempre tendríamos en último resultado que solo habíamos puesto en buenas condiciones la mina del Estado, abandonando las ricas minas de particulares de que aquel percibe el 5 por 100 de los productos. Sería finalmente obrar contra lo que dicta la naturaleza, por favorecer el interés de un pueblo determinado. Para el trazado de este ferro-carril, en nuestro concepto debe servir de base la cuenca del río Odiel: de este modo se satisfacen los intereses de los mineros particulares, porque se puede aproximar á sus minas. No afirmamos que sea indispensable y aun ventajoso seguirla en toda su longitud, pues quizás al S. O. de Valverde sea conveniente pasar por la izquierda del río. De todos modos, creemos que habrá algunas leguas en extremo difíciles, especialmente en toda la parte de la zona metalífera.

Después de cerciorarse que la mina del Estado puede suministrar una cantidad determinada de mineral, de donde se puede deducir la de materias trasportables, y de hacer un cálculo análogo en todas las minas particulares, se trazará el ca-

Tinto y recorren toda la línea pasando el envío de 10 toneladas. Si á esto se agrega que las importaciones se equilibran con las exportaciones, tendremos reunidas cuantas circunstancias son necesarias al buen servicio económico ó al establecimiento de tarifas especiales, como hoy dicen, y que no son mas que un convenio privado con las compañías. Estas tarifas suelen ser de 0,03 á 0,04 por tonelada y kilómetro.

(1) En el que presentamos aparece menor la distancia á Sevilla que á Huelva: ya indicamos que no nos ha sido posible la adquisición de uno exacto, porque no existe. Se sabe que la distancia á Sevilla es mayor que á Huelva.

mino de tal modo que las comunicaciones parciales de cada una de las minas á la via general de transporte, se puedan hacer fácilmente, y si es posible sin planos inclinados. Cumplidas estas condiciones, el Gobierno debe convocar una reunion de las diferentes sociedades en el punto que crea conveniente, para que cada una de ellas se comprometa á suministrar á los constructores de la via cierta cantidad de productos trasportables por un número determinado de años. Reasumidos el número de quintales que deben ser conducidos por el tiempo prefijado, el Gobierno podrá sacar á licitacion la construccion de la via bajo las condiciones especiales siguientes, despues de satisfacer á las generales de la ley.

Se concede la construccion de la via férrea de Rio-Tinto segun tal proyecto, siendo cuenta de los concesionarios el suministrar tantos quintales métricos de mineral por tantos años, abonando tanto por kilómetro y tonelada.

La lucha sería entonces sobre los precios de conduccion, adjudicando la construccion de la via á quien se obligue á hacer aquellas por menos precio, y presente mejores garantías de un buen cumplimiento. Segun tenemos entendido, los desembolsos que originará la construccion de esta línea quizás no lleguen á 50 millones de reales, en cuyo caso el interés del capital invertido sería bastante elevado para lo que comunmente sucede en esta clase de especulaciones. De este modo constructor y concesionarios quedan obligados, el primero al buen servicio y rebaja de las tarifas para fomentar la explotacion de las minas, y estos á explotar una cantidad dada por lo menos, y salir del marasmo en que hoy se hallan.

A primera vista parece inútil la construccion de un camino ordinario, cuando se prueba la necesidad y posibilidad de ejecutar una via mas perfecta; pero á poco que reflexionemos se verá que no es asi. En el establecimiento del Estado y en los de particulares, es indispensable introducir reformas radicales en el ramo de explotacion, preparando las minas para un fácil y económico arranque. Estas mejoras exigen algun tiempo, en el que con actividad se puede construir el ferro-carril; pero mientras esto sucede, y para que las reformas se verifiquen, es preciso

importar algunas máquinas y otros aparatos necesarios, que en el dia sería absolutamente imposible conducir á Rio-Tinto, y por consiguiente imposible tambien de que aquellas se efectuasen. La cuestion la tenemos circunscrita á lo siguiente. ¿Es preferible tener el Establecimiento de Rio-Tinto paralizado mientras se construyen las obras de un camino de hierro, y despues éste mientras se preparan las reformas de aquel, ó construir un camino ordinario que nos facilite los útiles necesarios para emprender á la vez las mejoras del Establecimiento? Ignoramos el valor que el Gobierno asignará á las minas que nos ocupan, y el plazo que concederá á los constructores del camino de hierro para ponerle en explotacion; pero atendiendo únicamente á los datos que hemos deducido, desde luego se puede afirmar que serán algunos los millones de reales que representará ese gran capital amortizado. Aun cuando se quisiese estimar en muy poco tan preciosa finca, estamos persuadidos que la pérdida originada por este concepto al Estado, sería de 8 ó 10 veces el costo total de las obras del camino ordinario.

Al tratar de la explotacion, manifestamos que en la mina nacional de Rio-Tinto existian 4,031839 quintales métricos de mineral que podrian ser escavados todos á bancos, en cuyo caso costaria su arranque 4.177103 reales, mientras que si fuese forzoso hacer esta escavacion en galerías costaria 6.903849 reales; ó lo que es lo mismo, que de aqui podríamos obtener una economía en el presupuesto de explotacion para los quintales métricos dichos de 2.736746 reales. Autorice el Gobierno el empleo de una parte de esta cantidad para la construccion del camino ordinario, y de este modo se ejecutará sin recursos extraordinarios. Nada mas sencillo que llevar á cabo las obras en pocos meses con la autorizacion indicada.

Esta comunicacion debe indudablemente empalmar con la carretera general de Estremadura á Sevilla, de donde por ahora se recibirian todos los productos indispensables, para elevar el Establecimiento al rango que de justicia le corresponde.

VII.

Sobre la enagenacion de las minas.

Debiendo ser enagenadas las minas de Rio-Tinto segun la ley de 1.º de mayo del año anterior, creemos muy interesantes para el Gobierno de S. M. las siguientes observaciones, que añadimos á nuestro trabajo por si pueden ser útiles para el esclarecimiento de algunas dudas.

Las minas de Rio-Tinto, ¿deben ser enagenadas segun las instrucciones generales de la ley de desamortizacion?

Si la mina ha de ser capitalizada por los productos ó utilidades del último quinquenio, seguramente que no faltarán licitadores; nadie como el Gobierno sabe lo ínfimos que han sido aquellos, y las causas que lo motivaron se deducen de la memoria que precede; menos de un año bastaria para reembolsar á los compradores de la suma en que se capitalizára, aun en el supuesto que fuese satisfecho su importe al contado.

Siendo pues, inaplicables á esta finca las bases principales de la predicha ley por lo que acabamos de manifestar, creemos innecesario comentar tal enagenacion con entera sujecion á la misma.

Es forzoso convenir que para la venta de la mina de Rio-Tinto se necesita una ley especial, y cuyas principales condiciones nos van á ocupar.

La venta no es mas que un cambio: para que sea legal es preciso que se haga con entera libertad por ambas partes, y que los objetos cambiados tengan igual valor. Esto admitido decimos: ¿Es posible igualdad en el cambio que el Estado se propone hacer con las minas de Rio-Tinto?

Estas minas en poder del Estado tienen dos valores: 1.º como Establecimiento industrial; y 2.º como recurso de crédito.

Hemos demostrado la renta que puede proporcionarle cuando se le considera bajo el primer punto de vista, absteniéndonos

de fijar su valor total para no prejuzgar una cuestion que otros deben resolver. Desde luego se concibe, y sin que sea contrariar la idea anterior, que ha de ser muy grande, sin que por esto creamos un imposible el satisfacer su importe. En buen principio económico esto solo se puede admitir en el concepto de la dificultad de reunir el capital de muchos con este objeto: si estos se reuniesen, la mina de Rio-Tinto en la parte de su valor industrial, debe ser enagenada: es un principio universalmente admitido que el Estado no puede ser fabricante sin gastar mucho, y esponerse á monopolizar la industria particular.

Si se consideran las minas de Rio-Tinto bajo el punto de vista de su segundo valor, ó sea como recurso permanente de crédito, desde luego se concibe que para el Estado es aún mayor que el primero. Al Gobierno toca especialmente fijarle, limitándonos á llamar su atencion sobre un hecho de esta clase que hemos tenido en España. Nadie ignora los diferentes empréstitos que se han realizado sobre los productos de la mina de Almadén, siendo estos muy inferiores á los que demostramos producirá la de Rio-Tinto, y mas susceptibles de variar de precio en los mercados.

Para que este segundo valor adquiera las grandes proporciones de que es susceptible, es indispensable el desarrollo del primero. Esto admitido se nos presenta la siguiente cuestion. ¿Quién debe desarrollar el valor industrial, y quién obtener las ventajas del recurso de crédito? Hé aquí cómo insensiblemente venimos á parar en la conveniencia de la venta del primer valor, que siempre se desarrollará de un modo mas rápido por el interés particular que por la administracion pública; asi como la necesidad de la conservacion del segundo, del que nunca debe desprenderse el Estado. Un gobierno en buena administracion no necesita tener dinero en sus arcas, y sí crédito seguro para las sumas que necesite realizar, por crecidas que estas sean: esto es lo que tratamos adquiera conservando el segundo valor de las minas de Rio-Tinto.

Reasumiendo decimos, venda el Gobierno el valor industrial ó usufructo de las minas de Rio-Tinto por lo justo si le es posible, y aun sacrifique una parte en obsequio del recurso de

crédito que se crea; pero no hasta tal punto que se destruya lo que precisamente se desea crear.

La capitalizacion de una mina por sus productos ofrece grandes dificultades é incertidumbres, que harán subir mucho del tipo fijado por el Gobierno en su ley general de desamortizacion. En toda mina se presentan desde luego tres grandes cuestiones que resolver.

1.^a Sobre la continuacion de los minerales, su aumento ó disminucion.

2.^a Que aumenten ó disminuyan en su riqueza intrínseca.

3.^a Que las mercancías ó productos obtenidos aumenten ó disminuyan de precio en los mercados.

Dejamos tambien sin prejuizar el tipo de la capitalizacion, siendo nuestro único objeto presentar en este lugar las deducciones que sobre los tres puntos indicados se desprenden del trabajo anterior, para que el Gobierno pueda obrar con mayor copia de datos en su adopcion si le fuese necesario.

En las minas de Rio-Tinto hay una seguridad completa de que no faltarán minerales para obtener el número de quintales que hemos propuesto extraer anualmente y durante once siglos tomando solo hasta un nivel dado.

No se puede afirmar con igual seguridad sobre la riqueza intrínseca; sin embargo, todo parece indicar que hasta el nivel á que hemos limitado nuestras apreciaciones, aquella no variará.

En cuanto al precio del cobre, estamos en el caso de sostener ventajosamente la competencia con las minas hasta ahora conocidas, habiendo tambien grandes probabilidades de que aumente su consumo. Únicamente puede infundir algun recelo la posibilidad del descubrimiento de otras minas con riqueza aún mayor y en circunstancias mas favorables.

Lo mas frecuente es, que las tres cuestiones de que nos venimos ocupando sean dudosas. En Rio-Tinto decimos que de la una hay completa seguridad, y de las otras dos grandes y fundadas probabilidades de que vengan á aumentar su valor.

Están espuestas las ideas generales que pueden servir de base á la enagenacion de las minas de Rio-Tinto, indicamos á

continuacion diferentes medios que se pueden adoptar para que aquellas ó sus productos pasen á la industria particular, llamando la atencion sobre sus ventajas relativas.

Las minas de Rio-Tinto (es decir su usufructo) pueden ser vendidas á perpetuidad, y cobrando su precio de una vez; arrendadas por mas ó menos tiempo; vendidas á condicion de percibir un tanto por quintal de cobre producido; venta de una cantidad anual de mineral á la boca-mina por un tiempo dado; y finalmente, vendidas á perpetuidad con un canon anual.

Primer caso. Las consideraciones generales espuestas anteriormente, nos dispensan otras que pudiéramos presentar sobre la venta á perpetuidad: desapareciendo para el Estado cuanto posee, imposibilita la adquisicion del recurso de crédito; y en el supuesto que este Establecimiento quede sujeto á las reglas generales de administracion, solo subsistirán los productos del tanto por ciento que marquen las leyes, y la pequeña cantidad que produciria el derecho de superficie.

Hay además casi completa seguridad de que no se presentarian licitadores para finca de tan gran valor, y que sería preciso anunciarla de nuevo bajo otras bases mas al alcance de la reunion de fortunas.

Segundo caso. El arriendo se puede hacer por un plazo corto ó largo. En el primer caso, y aunque se establecieran todas las condiciones que se pueden preveer, el resultado sería funesto para los intereses generales del pais. Es un hecho fuera de toda duda lo inconvenientes que son los arriendos de minas para sus poseedores: no sabemos de un solo caso en que les haya producido buenos resultados, ni que en ninguno se haya omitido adoptar las mayores precauciones antes de realizarlo. El Estado ha sufrido análogas consecuencias, y precisamente con la mina que nos ocupa.

El arriendo por ochenta años ó un tipo análogo no ofrece tantos inconvenientes al Estado; sin embargo, tenemos completa conviccion de que desmereceria el Establecimiento aun cuando se tomasen las mayores precauciones para estender el contrato. Siendo necesario mayor capital para este segundo arriendo que para el primero, presenta desde luego la garantía de que la empresa

arrendataria podria dejar vias perfectas de comunicacion y otras mejoras exteriores, que atenuasen en parte los desperfectos causados en el interior.

La venta á perpetuidad del usufructo directo de las minas que nos ocupan, ó sea como la hemos considerado en el primer caso, y la venta ó arriendo por ochenta años, no se diferencian en igual cantidad para el comprador y el Estado.

Cuando el interés particular trata de adquirir un objeto le satisface en proporcion de su renta, sin atender á que esta sea perpétua, con tal que pase de dos generaciones. Ciertamente que el carácter de perpetuidad le estimula á desembolsar una cantidad mayor, aunque siempre muy inferior de la que debiera. El interés del Estado es muy diverso atendido á su permanencia. Hé aquí por qué creemos que la cantidad que se daría al Estado arrendando la mina por ochenta años, se diferenciaría poco de la que obtuviese por venta á perpetuidad; y tambien por qué decimos, que este modo de arrendar sería preferible al de plazo corto. El valor que tuviese la finca al terminar el plazo adoptado por el Gobierno, siempre excedería de los desperfectos causados en su interior.

Con su renta anual se obtendria tambien un recurso de crédito.

Tercer caso. Este medio de venta ó arriendo ofrece toda garantía al comprador, por lo que sus proposiciones podrian ser mas ventajosas al Estado. Se asegura desde luego una renta casi á perpetuidad, y se crea un recurso de crédito sobre los productos de aquella.

Presenta desde luego entre otros muchos inconvenientes los que se citan: 1.º Que haya falta de moralidad en los funcionarios que representen al Gobierno, y que no perciba la cantidad que legitimamente le corresponde. 2.º Que se presenten proposiciones para beneficiar cantidades de mineral muy inferiores á la que es susceptible de producir la mina de Rio-Tinto. 3.º Que los compradores adoptasen procedimientos de beneficio baratos en que pierdan mucho cobre, siguiéndose de aquí grandes perjuicios al Erario. Y 4.º que no beneficiasen las escorias ú otros productos en que se encuentra el cobre, porque los gastos que

origine sumados con la cantidad que debiera percibir el Estado sean mayores que los ingresos que les proporcione la venta.

La estraccion ilícita de cobres ó sin pagar el tanto acordado puede ser corregida hasta cierto punto, si en un principio se establece una buena administracion. Fijando el Estado en las condiciones del contrato que el cobre que se pierda en las escorias ha de ser el que ordinariamente se admite en las demas fábricas de Europa, y contando con la debida intervencion en las diversas operaciones del arranque y beneficio, se puede deducir con aproximacion el total que obtienen los arrendatarios. El fraude, si es en pequeña escala, es incompatible con el crédito y riqueza que debe tener la Empresa á que el Gobierno conceda las minas de Rio-Tinto. Si fuese mayor, es mas fácil evitarlo planteando una triple intervencion sin molestia alguna para el arrendatario. No se prestan bien estos productos para ser ocultados á los encargados del Gobierno; pero aun en el supuesto que hubiese connivencia se podria evitar el fraude en parte por otra intervencion establecida cuando los trasportes, y aun con una tercera cuando los embarques á espediciones para el interior.

El segundo caso se comenta por sí mismo: siendo el objeto del Estado enagenar las minas de Rio-Tinto para procurarse grandes productos, claro está que no debe admitir proposiciones aunque mas ventajosas por quintal, siempre que el número de estos no esté en armonía con la magnitud del Establecimiento. El número se puede fijar como minimum, si el Gobierno lo estima conveniente, en el que sirvió de base á nuestros cálculos, ó sea de 10 millones de quintales castellanos anualmente.

Si no se fijase el cobre que se permite perder como cantidad máxima, incurriríamos de nuevo en el grandísimo error que se cometió con la admision de los contratos actuales que pesan sobre el Establecimiento Nacional, y seríamos á la vez, como tuvimos ocasion de demostrar, el obstáculo invencible (mientras subsistiese el contrato) del perfeccionamiento del método de beneficio. En el tratamiento de los minerales de cobre se obtienen multitud de productos intermedios, todos con

alguna cantidad de metal; en unos es inprovechable con utilidad, mientras que en otros lo es con mayores ó menores gastos; pero indudablemente dejaria de serlo para el beneficiador contratista, teniendo que abonar una crecida cantidad por quintal de cobre obtenido.

Lo que indicamos anteriormente de las escorias está comprendido en lo que acabamos de decir. Bueno que el Estado no fije el procedimiento de beneficio que se ha de seguir, porque esto sería forzar el contrato; pero sí que fije el máximo del cobre que se permite perder, teniendo en cuenta, como dijimos, lo que actualmente sucede en todos los Establecimientos análogos que existen en Europa.

Acabamos de manifestar las dificultades que desde luego se presentarian en un contrato con las bases enunciadas; debemos advertir que aún serian mayores de lo que se concibe cuando llegase el momento de darles cumplimiento.

Un contrato como el que nos ocupa, presenta cuantas seguridades pueda apetecer el comprador; y claro es que desvanecida la duda, las ofertas deben ser mayores al Estado: este, y no aquella, quedaria á la ventura del buen cumplimiento de lo pactado.

Cuarto caso. Para realizar la enagenacion parcial de la mina de Rio-Tinto fundada en la venta de minerales, es forzoso que el Estado las trabaje por su cuenta. Podemos asegurar al Gobierno que esto sería altamente beneficioso, porque conocemos la extrema sencillez con que puede ser planteada la administracion, direccion del arranque y acarreo interior. El contrato no debe verificarse por menos de 30 á 40 años, porque solo de este modo es posible hacer buenas ofertas al Estado. Con un corto plazo no es fácil se presente proposicion alguna que tienda á engrandecer y desarrollar aquella riqueza, por la falta completa de los grandes medios auxiliares que es forzoso crear.

Si fijando el Estado un tanto por quintal, con apreciacion de cuantas consideraciones sean debidas, se presentase una empresa que lo aceptase, sería indudablemente el mejor medio de enagenacion, y el mas á propósito para desarrollar esta fuente de riqueza pública. Dudamos que así suceda, y mas bien

creemos que las empresas solicitadoras de la compra de minerales de Rio-Tinto se apoyarian en las malas condiciones locales en que hoy se encuentran las minas del Estado, y la necesidad de adelantar grandes sumas para corregir este defecto. Se podria subsanar esta condicion comprometiéndose el Estado á la construccion de una via perfecta de comunicacion, mientras se preparan grandes labores en las minas.

Mas seguridad ofreceria aún el negocio á los especuladores fijando el precio del quintal con arreglo á la cantidad de cobre que contengan los minerales, y segun una tarifa aprobada por ambas partes contratantes. La realizacion de esto no es imposible; pero ofreceria grandes dificultades en los primeros años, y hasta tanto que no se adquiriese alguna práctica, tan necesaria en esta clase de ventas.

Quinto caso. Realizada la venta de este modo se reserva el Estado un recurso de crédito. En una finca del valor de las minas de Rio-Tinto, es casi seguro que la diferencia (en subasta) de una enagenacion sobre estas bases á la venta real sería corta. El Estado percibiria el tanto anual que se fijase, y en caso de necesidad podria levantar un empréstito sobre esos mismos productos, con condiciones tanto mas ventajosas cuanto mas garantía ofreciese la sociedad á quien se adjudicase el Establecimiento, que siempre queda al seguro del buen cumplimiento de lo pactado.

Hemos indicado algunos medios para poner el usufructo directo de las minas de Rio-Tinto en manos de particulares; pudieran indicarse otros, tal como su subdivision por lotes, pero este traeria tantos inconvenientes que sería destruir esa industria que el Gobierno trata de crear.

De lo espuesto se deduce, que la venta de las minas nacionales de Rio-Tinto, ó su arriendo por cualquiera de los métodos indicados, tiene grandes inconvenientes; pero en nuestro concepto serán siempre muy inferiores á los que resultan de su explotacion y beneficio por cuenta del Estado.

Entre los indicados creemos como mas ventajoso, por la posibilidad de su realizacion, el arriendo por un plazo largo, con ciertas restricciones que aseguren los intereses del Estado, ó

la contratacion de cierta cantidad de minerales por un número de años bastante considerable.

Véndase ó arriéndose por cualquiera de los medios indicados el usufructo directo de las minas nacionales de Rio-Tinto, en nuestro concepto deben unírsele las casas, montes y cuanto allí posee el Estado. La administracion de las primeras por el gefe del Establecimiento es el gran elemento de orden, difícil de hacer comprender á quien no haya tenido ocasion de observarlo en la localidad. Es muy cierto que vendiéndolas separadamente puede obtener el Tesoro público 30000 ó 40000 reales mas que haciéndolo en union de todo el Establecimiento; ¿pero qué significa esta raquílica ventaja, cuando se la compara con lo mucho que haria desmerecer á la finca principal el dia de su enajenacion?

Habiendo sido creados los montes por el Establecimiento y para sus necesidades interiores, ¿no sería el mayor de los absurdos pretender subdividirlos ahora, en que tan precisas van á ser las pocas maderas que le restan? Hemos manifestado que deseamos la enajenacion de las minas de Rio-Tinto, y desearíamos que las ofertas estuviesen en proporcion de su gran valor para que aquella se verificase pronto.

Como ingenieros destinados al servicio del Estado, y aun como particulares interesados en que la desamortizacion de estas minas se lleve á cabo con el mayor acierto, es un deber de conciencia presentar al Gobierno de S. M. cuanto dejamos dicho, para evitar se incurra en algun error por falta de datos, cual ha sucedido en 1849, en que aquel, en vista de los productos que obtenia del contrato con la casa de Remisa, las ofrecia por la insignificante suma de 4.500000 reales.

INDICE.

	Pág.
Introduccion.....	1
I. Consideraciones generales sobre la constitucion geológica de una gran parte de la provincia de Huelva, y en particular sobre la de Rio-Tinto.....	10
II. De la parte del criadero que actualmente se explota.....	20
<i>Labores de la mina de Rio-Tinto</i>	27
<i>Primer piso</i>	<i>id.</i>
<i>Segundo id.</i>	28
<i>Tercero id.</i>	29
<i>Cuarto y quinto id.</i>	30
<i>Sesto id.</i>	31
<i>Gastos de la explotacion actual</i>	32
<i>Arranque</i>	<i>id.</i>
<i>Trasporte interior y extraccion</i>	34
<i>Ventilacion</i>	35
<i>Desague</i>	36
<i>Cantidad de mineral que contiene la porcion de masa que hemos considerado, y cantidad explotable por el método que actualmente se sigue.</i>	37
1. ^a <i>subdivision</i>	<i>id.</i>
2. ^a	43
3. ^a	49
4. ^a	56
<i>Inconvenientes del actual sistema de explotacion y ventajas del que se propone</i>	60
<i>Sistema de explotacion que se propone</i>	61
<i>Gastos que origina la explotacion por los dos sistemas</i>	62
<i>Gastos del relleno</i>	65
<i>Labor preparatoria para el arranque de la 1.^a subdivision</i>	66
<i>Disfrute de la 1.^a subdivision</i>	69
<i>De la extraccion y acarreo del mineral</i>	77
<i>Clasificacion de los minerales de Rio-Tinto segun sus riquezas y cantidades respectivas</i>	80
III. Medios de reconocer la estension de los criaderos de Rio-Tinto.....	84
IV. Del beneficio de los minerales.....	90
<i>Procedimiento de Rio-Tinto</i>	91
<i>Calcination</i>	93
<i>Disolucion</i>	95
<i>Cementacion</i>	96
<i>Procedimiento de Mansfeld</i>	104
<i>de Galles</i>	105
<i>de Suecia y Noruega</i>	106
<i>de Rammelsberg</i>	107
<i>de Linz</i>	108
<i>de Agordo y Mühlbach</i>	<i>id.</i>
<i>de Ribot y Phillips</i>	118
<i>Consideraciones generales sobre los sistemas de beneficio que se proponen para las diferentes clases en que se pueden dividir los minerales de Rio-Tinto</i>	119
V. Observaciones sobre los resultados de los cálculos anteriores.....	145
VI. De las vias de comunicacion.....	153
VII. Sobre la enagenacion de las minas.....	158

CORRECCIONES.

PAGINA.	LINEA.	DICE.	DEBE DECIR.
10	penúlt.	fig. 5	fig. 1. ^a
15	18	Rio-Tinto	rio Tinto
30	16	galerías que	galerías de que
50	3	104 ^v ,37	104 ^v ,07
66	23	25,23	25,93
68	3	423851	423850
id.	15	21 ^{v1} ,198	21 ^{v1} ,414
96	22	0,80	0,86
117	20	1052 ^{kg} ,5	101052 ^{kg} ,5