

de Zacatecas (catedral), está todavía $1^{\circ} 4'$ más occidental que el tiro general; de consiguiente, la longitud de Zacatecas deducida de estas dos observaciones, sería de $104^{\circ} 18' 45''$, esto es, $5^{\circ} 36'$ de grado mayor que dan las distancias lunares. Esta diferencia no es de mucha consideración, si se atiende á la naturaleza del método y á la variedad de tablas y fórmulas de calcular que se emplea. Finalmente, varias observaciones azimutales del sol y otras de la estrella polar han dado en el año de 1825 para la declinación magnética $7^{\circ} 55' 30''$ al Oriente y se adelantó hasta el año de 1833 á $8^{\circ} 27'$ hacia el mismo viento.

La escasez de las aguas, que es tan general en nuestra República, se acentúa más sobre la sierra de Zacatecas, y los arroyos y torrentes que la atraviesan en todas direcciones, sólo en la estación de las lluvias traen agua en abundancia; pero en el tiempo seco falta muchas veces en las haciendas de beneficio. Esta escasez se advierte mucho más por la posición topográfica de la serranía, que es el punto, al parecer más elevado de las cordilleras en esta parte de la República, porque la separación de las aguas que corren por el mar del Sur y las que van al Golfo de México, pasa inmediatamente por la parte Sur de la serranía, y la línea divisoria atraviesa casi todo el Estado de Zacatecas en la misma dirección de Noroeste á Sudoeste. Depósitos naturales de agua, dice el Sr. Bonilla (Memoria de Agricultura, 1889), como lagos, lagunas, etc., no hay en Zacatecas. Fácilmente se explica, que siendo el terreno del Estado tan montañoso y desigual, esta configuración orográfica da origen á la existencia de multitud de manantiales, la mayor parte de agua fría y otros verdaderamente termales. Los primeros los aprovechan con éxito los agricultores y ganaderos, y los segundos para baños de recreo y usos medicinales. Las aguas termales más renombradas son las de Ojocaliente, Santa Cruz y ambos Atotonilcos

APUNTES SOBRE LA MINERIA EN EL OBISPADO

DE ZACATECAS (*)

NOTICIAS GENERALES.

La explotación de las minas en el Distrito de Zacatecas se hace generalmente por las compañías con un capital ilimitado. Hecho el denuncia de la veta ó vetas que se trata de explotar ante el Jefe Político y adquirida la posesión como lo previenen las ordenanzas de minería, cuyos trámites son expeditos y económicos para el denunciante, se forma la compañía, y los socios eligen de entre ellos un síndico, que es el que tiene la representación oficial del negocio, se encarga de su dirección, acuerda los medios de subvenir á los gastos y la manera con que deben hacerse: un Tesorero que es el encargado de cobrar las exhibiciones y bajo cuya responsabilidad están los fondos, y tres vocales que forman la Junta Directiva ó consultiva, á quien tiene que ocurrir el síndico en los casos difíciles que puedan presentársele para la buena marcha de la Negociación. La Junta Directiva

(*) F. Zárate, 1884.

forma los Estatutos á que deben sujetarse los socios, tan luego como han sido aprobados en junta general.

El sistema de trabajo que se sigue generalmente, es, á destajo, por paradas ó rayadas, de busca, ó á la carga. Los destajos formados de 4 á 8 barreteros ó sean dos ó cuatro paradas se emplean en las obras que van á servir para abrir la explotación, como los tiros, sangrías, cruceros y algunas ocasiones en las obras que van sobre la veta, con objeto de abrir laborío é investigarla, por medio de cañones generales y pozos. Los precios á que se paga el metro de avance en una excavación de 2 á 2 y medio metros de ancho por igual altura, varía según la naturaleza de la roca y las condiciones de la obra, pues en los tiros se paga un poco más atendiendo á las dificultades que opone el agua para el trabajo y al riesgo á que están expuestos los trabajadores. En el pórfido diorítico ó en la pizarra negra compacta, que son las rocas más duras en que arman las vetas, los precios varían de \$ 30 á 40 y se aumentan hasta \$ 60 para los tiros. Sobre la veta en la vacía gris por lo común es la roca del llenamiento y que se encuentra más ó menos blanda, los precios son de \$ 12 á \$ 25 metro. Estos no se pueden señalar como precios fijos, pues sufren variaciones para determinados casos.

Las paradas de obra se emplean en el disfrute de las vetas de una potencia regular y en lo posible uniforme en la clase de sus frutos. El jornal por barretero es de \$ 0.75 centavos por día ó sea \$ 1.50 centavos por parada en 8 horas de trabajo, que viene á representarlo el abrir un barrero de 1 metro á 1 25 centímetros de hondo, cargarlo, pegarlo, ó dispararlo y apalancar todo lo blando que ha dejado después de la explosión.

A las paradas á la carga se les paga á un tanto el tumbé de una carga de mineral de 12 á 14 arrobas sobre quebrado y según su ley. Los precios varían desde 6 reales has-

ta \$ 1.50 centavos por carga de 12 arrobas, de ley de 3 marcos en adelante por montón.

Las paradas de busca trabajan como las anteriores, libremente, es decir, no está sujeto el barretero á determinadas condiciones de trabajo ni á un jornal fijo. En una mina trabajada con paradas á la busca se distribuyen estas en todas las labores, quedando siempre el barretero en libertad de trabajar ó no, según considere que puede sacar provecho de la labor en que se ha colocado. Una vez hecho el tumbé y extraída la carga, se hace en el patio de la mina por los capitanes de patio, que son los dependientes encargados de quebrar el metal y limpiarlo quitándole la parte estéril ó incosteable, tres, cuatro ó más porciones de los tequios ó montones de metal que se han extraído, distinguiéndolos por machotes ó señales convencionales que cada uno tiene. Esta operación, que se llama partido, la practican los capitanes á vista, procurando que cada una de las porciones de un mismo tequio sea igual en valor á los demás; y hecho esto, el barretero elige una que es la que representa el valor de su trabajo y que puede sacar de la mina para venderla. La compra de la parte que le ha tocado al barretero se llama rescate y se hace por los rescatadores, de la misma manera que el partido, estimando á la simple vista, la cantidad de mineral útil y su ley, y sobre esto basan sus cálculos para fijarle precio.

Este sistema de trabajo es el que más se emplea en el Distrito, por presentar la ventaja de obtenerse con él un jornal más bajo.

El rendimiento de cargo, computado por el tumbé que hace una parada en los once pueblos de la semana, se puede estimar de la manera siguiente: Las paradas de busca, que por lo común se dedican á las labores en que la veta se presenta angosta ó ramaleada en hilos delgados, pero de buena ley, varía de 2 y medio á 5 cargas por parada. Las de obra y de carga, que por el contrario se colocan en los pun-

tos donde los frutos de la veta son más abundantes, se obtiene un rendimiento de 12 á 20 cargas por parada.

En los trabajos de las minas, además de los operarios (barreteros), se ocupan los paleros para la fortificación de los cañones, tiros y caminos, habilitar estos, poner los tarangos ó andamios para las paradas y otras operaciones, tales como asistir á las pegadas en algunas labores, inspeccionarlas para tumbar ó apalancar las costras y cuartones que puedan desprenderse, y en general todo lo relativo á la seguridad de la mina. Están organizados de la manera siguiente: el maestro gana \$ 1.50 centavos á \$ 2.00 por pueble y dos ayudantes que se pagan á \$ 0.75 centavos ó \$ 1.00. Emplean como herramientas principales una hacha, que sirve por un extremo de azuela y por el otro de hacha, un serrucho y sus hilos con que toman las medidas para los tamaños de los palos.

Para sacar y conducir el metal y los escombros de las diferentes labores á las ventanillas de los tiros, se emplean los peones que ganan 75 y 50 centavos por pueble, según su edad y fuerza. Llenan de metal ó escombros unas sacas de ixtle y las cargan en la espalda apoyándolas en la cabeza por medio de una sogá que llaman mecapal y que hacen pasar por la frente encima del sombrero. El peso que levanta cada peón se puede estimar de 4 á 6 arrobas á cualquier profundidad y distancia.

Para la extracción del metal y escombros, y como correspondientes al servicio del malacate, están en las ventanillas de los tiros cuatro manteros que se encargan continuamente de llenar con unos canastos y azadones las mantas ó grandes sacas formadas de cuero de res, coserlas, amarrarlas y engazarlas á la punta del trecho ó cable. Esta operación la ejecutan con violencia, pues mientras sale una manta cargada ya tienen llena otra para engazarla en la otra punta, y sostener sin interrupción el manto al trote largo

ó galope de los caballos. Las mantas llenas, pesan por lo común de 60 á 70 arrobas.

Todos estos trabajadores están á las órdenes y vigilancia de los mineros de cuarto, que tienen por ayudantes á los trazadores y coleros, encargados directamente de las paradas rayadas ó de obra y de los peones. Además de los mineros y ayudantes, están los fierros, que distribuyen y reciben la herramienta, el polvorero y los camineros.

Para las obras de ademación y fortificación se emplean la madera de pino de diferentes dimensiones cortada á esquadra, limpia de la corteza y clasificada de la manera siguiente: el tirante, pieza de 8 metros de largo por 0.28 centímetros y vale de 8 á 9 pesos; la viga que tiene 6 metros por 20 por 10 centímetros con un valor de \$ 1.37 á \$ 1.50 centavos, y la vigueta de 6 metros por 10 por 7 centímetros y cuesta de 75 á 87 centavos. Hay, además, gualdrillas de 14 á 16 metros de largo por 30 por 30 centímetros que se venden por las dimensiones que tienen y á \$ 1.75 centavos vara de longitud. Las gualdras sólo se emplean para los puentes de los malacates y de madres para los ademes de los tiros, son las piezas de mayores dimensiones y más grueso, pues tienen 40 por 40 centímetros.

La extracción de la carga y escombros por los tiros, así como el desagüe, se verifica empleando como única máquina los malacates con dos ó cuatro palancas ó espeques movidos por cuatro, seis ú ocho caballos, según la profundidad de la mina. Hasta 200 metros se aplican cuatro ó seis caballos; pero para 300 metros ó más, ya se necesitan los ocho caballos. Se les hace andar á trote largo y al galope cuando la extracción aumenta; trabajan dos ó dos horas y media cada 24 horas; pero soportan también por un periodo corto este mismo trabajo cada 12 horas. La dotación para un malacate de dos palancas, bien servido, trabajando en el día se calcula en 20 caballos. Para uno de cuatro, día y noche, á un buen paso sostenido, se requieren 80 caballos.

La gente que ocupa un malacate consiste en un cajonero encargado general del malacate que gana 87 cts. ó un peso al día; dos arreadores á 62 cts. y seis peones que tienen el nombre de contras á 50 cts. que se ocupan de recibir la manta en la boca del tiro, conducir el metal á los patios y los escombros ó tepetates al terrero.

Una negociación de minas para atender la extracción de metal, así como los escombros y el desagüe, no siendo las aguas muy abundantes, cubre muy bien el servicio de todos sus malacates con una dotación de 180 á 200 caballos, cuyo valor es de 2,700 á 3,000 pesos y con un costo anual para su mantención de 15,000 á 16,000 pesos, valiendo la paja de cebada 20 cts. arropa y el maíz á 2 pesos 50 centavos fanega, incluyendo en este gasto total la raya de los corraleros y herraje.

En condiciones favorables de los valores de la paja á 16 cts. arropa y maíz á 1 peso 50 cts. fanega, la mantención de un caballo á la semana es de 1 peso 40 centavos, dividida de la manera siguiente:

Caballerizas	\$ 0.20
Herraje	0.07
Maíz	0.43
Paja	0.70

Suma \$ 1.40 por semana.

Cuando los valores de las pasturas aumentan como en el caso de valer la paja de 34 á 38 cts. arropa y el maíz á 3 pesos 50 cts. fanega, la mantención de un caballo cuesta á la semana 2 pesos 07 cts. En las minas donde abundan las aguas y que por tal motivo hay que distraer constantemente un número regular de caballos para el movimiento de los malacates que se dedican al desagüe, la dotación se calcula en 400 á 500.

La mortalidad en un año en que se cosechan buenas

pasturas, se puede estimar en el 10 p^o del número total de caballos en servicio.

Se puede calcular que un malacate, funcionando á una profundidad de 300 metros, saca en 24 horas 190 toneladas. A menor profundidad este efecto útil es naturalmente mayor y se puede todavía aumentar más, mejorando la dotación de los caballos.

Para tener el costo total de extracción por el sistema de malacates movidos por caballos, hay que agregar al costo de la mantención de estos el consumo de los trechos ó cables de ixtle y los cueros para las mantas ó botas, cuyo gasto disminuye en parte, usando cables de alambre y grandes botas de fierro para el desagüe y cajones de madera para el mineral.

Una vez extraído el metal, se quiebra á mano con unos martillos chicos en fragmentos de una y media á dos pulgadas, separando la carga gruesa y zarandeando lo menudo en cribas para separar la tierra y la granza. Esta operación se arregla á destajo, pagando á determinado precio la carga de 12 á 16 arrobas. Quebrada la carga, se limpia por otros operarios que están rayados para quitar lo incosteable y clasificarla según su riqueza, en primera, segunda y tercera clase. Por último, pesada, se amontora en los patios según sus clases, y dispuesta de esta manera, se remite á las haciendas para su beneficio.

La ley efectiva que debe obtenerse para sacar los gastos de explotación y beneficio es variable, según la naturaleza de las vetas y los mayores gastos generales que origina la explotación, por el desagüe, fortificación ó mayor dureza de los paninos. Sin embargo, se puede decir, que el minimum es de 28 pesos por tonelada y el maximum de 48 pesos.

Beneficio de metales.

Todos los metales que se extraen se benefician por este sistema de amalgamación llamado de patio, aun aquellos que por la naturaleza de sus compuestos no son propios para este beneficio, porque el precio alto del combustible y la escasez de agua, hacen que no sea posible ni ofrezca cuenta sujetarlos á otro procedimiento.

Los compuestos de plata más abundantes en los metales de este Distrito son: las piritas ó sulfuros de cobre y fierro con plata, la plata azul ó sulfuro de plata, los rosicles rojo y obscuro y la plata nativa. En menos abundancia se encuentran las galenas platosas, plata verde ó cloruro de plata, sulfuros de zinc (blendas) y las galenas antimoniales. Tienen como matrices cuarzo, espato calizo y óxido de fierro, aunque algunas veces también se puede considerar como acompañante de los compuestos de plata por estar íntimamente mezclada con ellos; la vacia gris descompuesta y la pizarra negra compacta, pues en esta se encuentra muy generalmente, en pegaduras, la plata nativa, la plata azul y el rocieler claro.

La preparación mecánica de los minerales para su beneficio se hace de la manera siguiente: Tal como se remiten de la mina se quiebra en seco en molinos llamados chilenos, que dejan una parte de ellos reducidos á polvo y grueso y la otra en estado de granza. De los molinos pasan á las tahonas y arrastres, donde mezclándolos con agua, se hace la molienda hasta reducirlos á una lama ó lodo muy fino. Ya en este estado se descargan las tahonas en los patios de las haciendas donde se forman grandes piezas llamadas tortas de 60 á 90 toneladas, en la que se hace la operación metalúrgica ó el beneficio de la plata, sacando previamente uno ó varios ensayos para determinar su ley.

Los ingredientes que se emplean para el beneficio, son

la sal marina, sulfato de cobre ó magistral, y el mercurio.

Cuando se considera terminado el beneficio, se transporta la lama al lavadero, donde se lava en grandes tinajas dividiendo la torta en cargas de dos y medio montones por cada tina y que tardan una hora en lavarse. Concluida de lavar la torta, se saca el mercurio que tiene la plata amalgamada y que ha quedado en el fondo de la tina con una pequeña cantidad de jales, se lava á mano en grandes bateas para separarlo de estos y de las impurezas que contiene, y pasa á la azoquería donde se filtra en mangas de lona para separar el mercurio excedente. La amalgama ó pella que se recoge en la manga, se amolda en forma de sectores para colocarla en la capellina donde se destila, cuya operación se llama quemar la plata.

El pago á los trabajadores que se emplean en las haciendas está arreglado á destajo, á un tanto el montón de 20 quintales, con excepción de los que se ocupan en los patios, en las operaciones del beneficio y en las caballerizas, cuidando las mulas y los caballos, que se pagan á 4 reales por día.

Para la preparación mecánica de los minerales se emplean, como he dicho, los molinos chilenos, que están formados por una gran rueda de piedra de pórfido, que por lo común tiene 2 varas de diámetro por media vara de altura en la superficie exterior y tres cuartos en el centro. Está enyantada con tres yantas de fierro dulce y que pesa cada una 300 libras: rueda sobre una corona ó faja circular de fierro vaciado hecha en varios pedazos ó camones. El metal quebrado se zarandea y la parte más gruesa que no pasa por la criba se vuelve á echar al molino.

Está movido por tres caballos, y para las 24 horas de trabajo hay tres remudas, de manera que la dotación viene á ser de nueve caballos. Se paga al operario el montón de metal quebrado y zarandeado á 34 centavos, conteniendo

la granza que se obtiene un 60 p^o de polvo fino. Estos molinos, bien dotados de caballos, muelen de mineral duro 10 ó 12 toneladas en 24 horas.

El otro aparato usado en la preparación mecánica y que reduce el mineral á lama muy fina, es la tahona ó arrastre que por ser muy conocida omito su descripción. La mueven dos mulas colocadas juntas en un espeque ó palanca que se remudan cada seis horas y por consiguiente cada tahona necesita 4 mulas. La cantidad de mineral con que se carga cada tahona se considera sobre 10 quintales en 24 horas; pero generalmente se aumenta según la mayor ó menor dureza del mineral y estado fino de la granza. En minerales duros con granza fina una hacienda con 54 tahonas muele 240 toneladas semanarias; siendo blandos los minerales, una hacienda con 35 tahonas muele la misma cantidad. A los operarios que se ocupan en cargar, descargar la tahona, ponerle el agua necesaria y en general entenderse con todo lo que requiere la molienda, se les paga á 4 reales montón y dos sirven seis tahonas.

En el beneficio de las tortas se emplean para remover la lama, poniendo íntimamente en contacto toda la masa del mineral, seis ó nueve caballos conducidos por un hombre que se coloca en el centro del círculo que estos van recorriendo en la torta, y se andan al paso ó al trote, según se quieren violentar las reacciones químicas. Cuando han terminado su trabajo se limpian muy bien, y por último se bañan en estanques construídos á propósito dentro de los mismos patios.

De los ingredientes usados en el patio, cuesta la sal \$ 3.25 centavos carga de 12 arrobas y se emplean de 4 á 5 arrobas por montón, tanto para verificar la cloruración de la plata como para tener en la torta una solución de cloruro de sodio que facilite la disolución del cloruro de plata. El precio y la cantidad de magistral que se emplea es variable según su clase y la naturaleza de los minerales.

En el verano dura el beneficio de una torta 11 ó 12 días, y en el invierno á causa de la baja temperatura tarda un poco más. Los resultados son igualmente mejores en el verano que en el invierno, porque la buena temperatura favorece las reacciones químicas. Computada en un año la cantidad de montones que se muelen, con los que se lavan, resulta que semanariamente se obtiene el producto de los que entran en una hacienda para su beneficio.

La pérdida de plata por este beneficio, se puede estimar en metales dóciles cuyos compuestos son propios para el beneficio en un 5 á 10 por ciento, y de azogue por pérdida mecánica y química menos de una libra por marco. En metales rebeldes la pérdida aumenta á un 20 y aún más de 30 por ciento y de azogue á más de una libra por marco.

Se pone en todos casos, ya sea en el beneficio de metales dóciles ó rebeldes mucha atención en recoger convenientemente las aguas que provienen del lavado de las tortas. Para esto se construye el conducto por donde estas salen de las tinas y que se llama cárcamo, formando un gran caño cubierto con bóveda y de la mayor longitud que sea posible; en su fondo se construyen pequeños resaltos ó represas para ir deteniendo la corriente, que va depositando en ellos la pequeña cantidad de mercurio y pella arrastrada por la corriente, á la salida de las tinas y también parte de los residuos ricos que no han entrado al beneficio. Todavía la corriente que sale de este caño se va recogiendo en estanques donde va asentándose, hasta que por último, se deja salir lo que se cree ya no lleva nada aprovechable. Todos estos residuos sufren su tratamiento especial, concentrándolos primero á manos en planillas, que son unos planos inclinados, en cuya parte superior se colocan los residuos y el operario arroja sobre ellos con una cuchara especial de cuerno, cucharadas de agua para hacer descender é ir deteniendo en el plano inclinado las partes más pesadas del mineral. Por esta misma operación se obtiene también el mer-

curio y la pella que no se han recogido en las tinas y aun en las tortas, pues á causa de las mismas reacciones verificadas en el patio, suele subdividirse tanto que no puede juntarse ó amalgamarse. Para esto se apuran ó se lavan á mano en bateas los residuos que contienen el mercurio y pella, añadiéndoles más mercurio y registrándolos sobre la batea hasta conseguir que se reúnan la pella y el mercurio.

Esta pella y mercurio se paga á los operarios á determinado precio la libra; lo mismo que los residuos ya concentrados llamados margajas á un tanto la carga y á estas operaciones se les lleva una cuenta por separado.

Las margajas se someten á un segundo beneficio reverberándolas previamente y mezclándolas en cantidad pequeña con las tortas, ó beneficiándolas con carga de baja ley (desechos), de la extracción de la mina. En muchas haciendas, sobre todo en las que benefician frutos rebeldes, el producto de las margajas viene á constituir anualmente un valor de gran interés del que no se saca el provecho que debiera por lo rebeldes que son para el beneficio.

Igualmente del cárcamo ó del caño cubierto, por donde pasa la corriente del lavadero, se obtiene cuando se limpia un valor en mercurio y plata de importancia; así es que, si se toma en cuenta el aprovechamiento de todos estos residuos, la pérdida de plata por el beneficio de plato viene á reducirse á una cantidad mucho menor de la que aparece en la primera operación.

El único motor que se emplea, lo mismo en las haciendas de beneficio que en las minas, es el de sangre, y por lo común en una hacienda en que se benefician semanariamente 250 montones, se requiere una dotación de 350 bestias entre mulas y caballos, cuya mantención cuesta próximamente \$ 30,000 anuales, valiendo la paja \$ 0.20 centavos la arroba y \$ 2.50 centavos la fanega de maíz.

El costo de la molienda dividiéndola en el granceo por los molinos chilenos, y en lama fina por la tahona, se pue-

de estimar, en el supuesto de ser constantes los anteriores precios del maíz y la pastura, como sigue:

Granceo.

Parte correspondiente al motor	0 20
Costo de la molienda y gastos	0 52

Cuesta el montón . . . \$ 0 72

Este factor correspondiente á la molienda, puede considerarse como el más alto, por si se quiere hacer producir á los molinos mayor cantidad de polvo; pero generalmente no pasa \$ 0.38 centavos, costando en este caso el montón \$ 0.58 centavos.

Molienda en la tahona.

Parte correspondiente al motor	\$ 1 40
Costo de la molienda y gastos	0 86

Cuesta el montón . . . \$ 2 26

También hemos tomado para la molienda el factor más alto, porque en minerales poco duros y cargando las tahnas con buena proporción de polvo, baja esta cantidad á \$ 0.86 centavos y cuesta entonces el montón \$ 2.08 centavos.

Para comparar estos resultados con los que se pueden obtener usando el motor de vapor, no tenemos más datos que consultar, que los que se obtenían en la negociación de Proaño en el mineral del Fresnillo, donde el granceo se hacía por medio de cilindros movidos por una máquina de vapor sistema de Cornwac, empleando una fuerza útil de 158 caballos, para grancear en polvo fino cerca de seis mil cargas