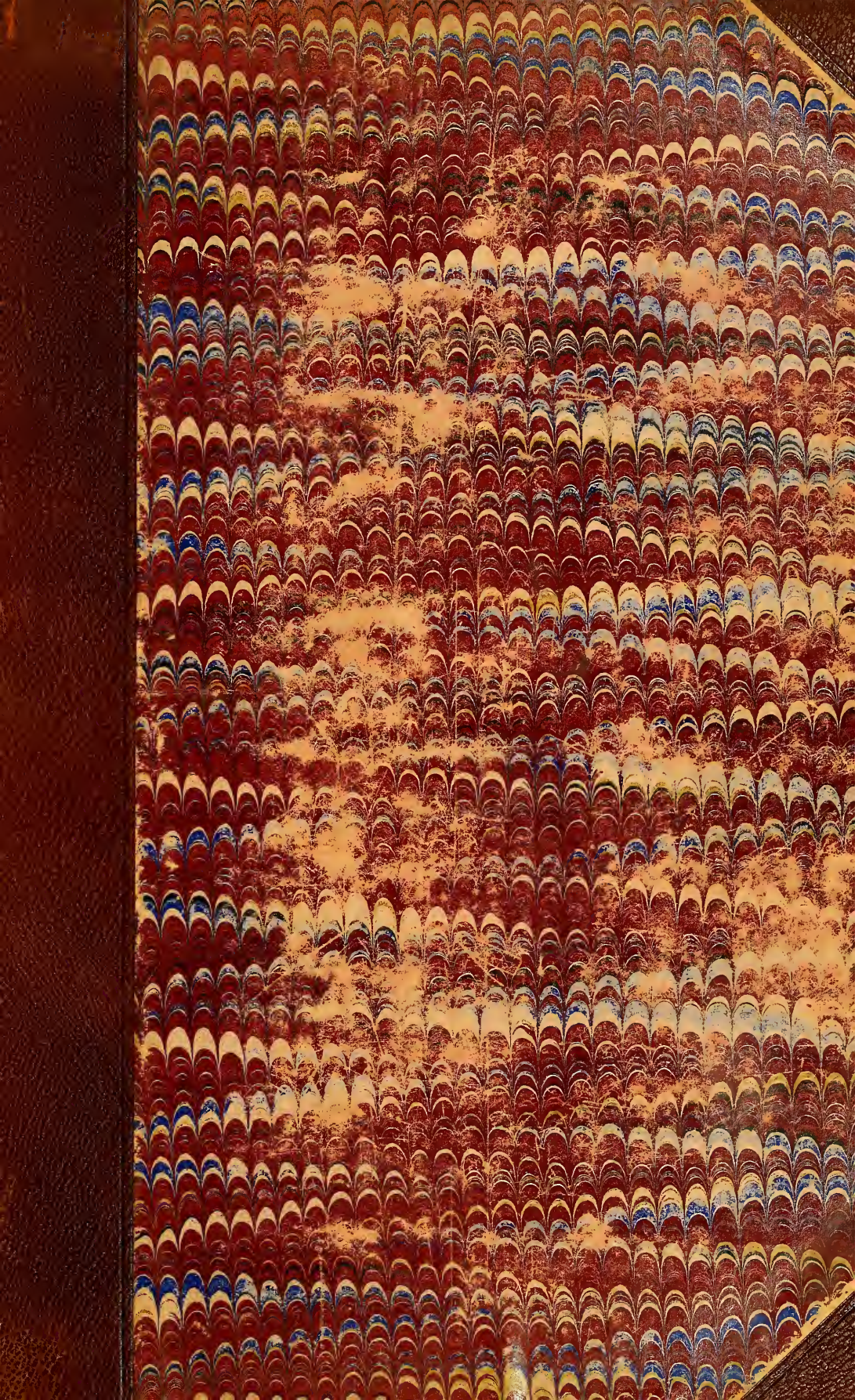


SECRETARIA DE FOMENTO, COLONIZACION É INDUSTRIA.

BOLETÍN

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO

NUM. 12.

EL REAL DEL MONTE.

MEXICO
OFICINA TIP. DE LA SECRETARIA DE FOMENTO
Calle de San Andrés número 15.

1899

BOLETIN

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

Núm. 1.—Fauna Fósil de la Sierra de Catorce, por A. del Castillo y J. G. Aguilera.—1895—56 pp., 24 lám.

Núm. 2.—Las Rocas Eruptivas del S.O. de la Cuenca de México, por E. Ordóñez.—1895—46 pp., 1 lám.

Núm. 3.—La Geografía Física y la Geología de la Península de Yucatán, por C. Sapper.—1896—58 pp., 6 lám.

Núms. 4, 5 y 6.—Bosquejo Geológico de México.—1897—272 pp. 5 lám.

Núms. 7, 8 y 9.—El Mineral de Pachuca.—1897—184 pp., 14 lám.

Núm. 10.—Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana, por R. Aguilar y Santillán.—1898.—158 pp.

Núm. 11.—Catálogos sistemático y geográfico de las especies mineralógicas de la República Mexicana, por José G. Aguilera.—1898.—158 pp.

Núm. 12.—El Real del Monte.—1899—108 pp., 26 lám.

EN PREPARACION:

Núm. 13.—Geología de los alrededores de Orizaba.

Núm. 14.—Rhyolitas de México.

Carta Geológica detallada de la República Mexicana.

ESCALA DE 1:100,000.

HOJA N. 1: ZUMPANGO.——HOJA N. 2: PUEBLA.——HOJA N. 3: MEXICO.

HOJA N. 4: APAM.

INSTITUTO GEOLÓGICO DE MÉXICO.

DIRECTOR, JOSÉ G. AGUILERA.

EL REAL DEL MONTE

POR

EZEQUIEL ORDOÑEZ Y MANUEL RANGEL.

MEXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

Calle de San Andrés número 15.

1899

Tip. y Lit. «La Europea.»—México

Vista general de REAL DEL MONTE.

CAPITULO I.

DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA Y GEOLÓGICA.

En el Boletín del Instituto Geológico, números 7, 8 y 9, publicado en 1897, se ha dado una descripción general del aspecto físico y geológico de la sierra de Pachuca, de su situación en la Mesa Central, etc. El Distrito de Real del Monte pertenece á dicha Sierra y tanto en sus relaciones topográficas como desde un punto de vista práctico, debe considerarse como la continuación del Mineral de Pachuca. Hay, sin embargo, en lo relativo á los criaderos minerales de ambos Distritos algunas diferencias que nos proponemos señalar, tratando de completar el cuadro de la descripción de esta importante región minera del Estado de Hidalgo.

El Real del Monte, población de cerca de 10,000 habitantes, se halla situada en lugar pintoresco, en el nacimiento de un angosto valle en la vertiente S. E. de la Sierra de Pachuca, á la altura de 2765^{m} sobre el nivel del mar. Dista de la ciudad de Pachuca solamente 8 kilómetros y se ligan las dos poblaciones por una ancha carretera que faldea las montañas y estribos de la vertiente N.O.; corta la cima de la sierra en una pequeña meseta formada por la unión de la cresta principal con un eslabón, y desciende con débil pendiente al Real del Monte.

Este camino fué abierto para el servicio comercial y de las minas, por los años de 1827–1828, algún tiempo después de haberse explotado en el Real, las famosas bonanzas del primer Conde de Regla, quien había abierto un camino desde este Mineral á varias haciendas metalúrgicas situadas al pie de la Sierra á 20 kilómetros de distancia. Esta carretera va por el fondo de la cañada del Real siguiendo las sinuosidades del arroyo, pasa por la aldea de Omitlán, después á un lado de Huascazaloya y remata en las Haciendas de S. Miguel, S. Antonio y Regla en el borde oriental de la mesa basáltica de Atotonilco el Grande.

El espacio que abarca el Distrito Minero de Real del Monte prácticamen-

te comprende una superficie de cerca de 12 kilómetros cuadrados, en la forma de una grande herradura abierta hacia el N.E. circundada de varias eminencias distribuídas á lo largo de la cresta principal de la sierra y de dos de sus importantes contrafuertes; el del N. lleva dos de las cimas más elevadas: el Zumate (3057 metros) en el extremo de una de las ramas de la grande herradura y el Cerro de Pueblo Nuevo, que sirve juntamente con el cerro de Magueyuelo, de nudo ó punto de unión de este contrafuerte con el espinazo principal. Este último, con rumbo medio de 45°, se prolonga en el medio de la curvatura hasta los cerros del Gallo y Ahuizote. La cresta menos elevada y poco sinuosa en esta porción, es cortada por el camino carretero cerca de la pequeña eminencia del Hiloche á la altura de 2875 metros. Por este lugar pasa el crestón de la veta llamada Vizcaina, una de las más importantes de los dos Distritos, sobre la cual se emprendieron los trabajos que dieron al Real del Monte su celebridad.

El contrafuerte meridional que completa el semicírculo, lo forman las alturas del cerro del Ahuizote y las eminencias coronadas por las peñas del Aguila, las de los Manzanos y la del Gato, separadas de la primera por el portezuelo elevado de Tezoantla.

El Zumate al N.E. y la peña del Gato al S.E., se presentan á la vista desde un lugar dominante como dos puntas avanzadas separadas por la profunda cortadura de la cañada de Real del Monte, cuyas aguas van á formar parte del río de Velasco que ha abierto su cauce en las faldas del Zumate, limitando bruscamente la mesa de Atotonilco el Grande, que se extiende por el E. hasta el hermoso cañón de Regla al que le sirve dicha planicie de borde occidental.

Esta simplicidad topográfica que en conjunto presentan las montañas del Real, fácil por otra parte de descubrir inmediatamente por la grande altura de las cimas, se complica en cierta manera cuando se estudian con detalle los elementos secundarios del relieve. En efecto; del vértice, podemos decir de la grande herradura, nacen dos pequeños estribos que fraccionan en tres partes el espacio semicircular. Uno de ellos se desprende del cerro del Hiloche llevando como cima principal el Cerro Alto, separado del primero por un portezuelo alargado, en el cual se ha labrado el magnífico tiro de Dificultad que se utiliza principalmente para hacer el desagüe de una parte de las minas del Distrito. Entre las faldas de este estribo y las montañas del Zumate existe una barranca que recoge las aguas de las vertientes y las arroja en el arroyo del Real al pie del Cerro Alto cerca de la mina de Escobar. El otro contrafuerte sale del cerro del Ahuizote, avanza hacia el N. llevando las pequeñas alturas del cerro Judío y la loma del cementerio de los Ingleses. Por último; un estribo de menor importancia nace entre los cerros del Aguila y del Gato, en el que se encuentran los cerros Negro y del Ciprés. Los arroyos que nacen en las depresiones formadas entre estos cerros, desembocan igualmente en el arroyo del Real antes de pasar junto á la mina de Escobar.

El caserío del Real del Monte se extiende casi en el nacimiento del arroyo

Montaña del Zumate.—Real del Monte.

Peñas de brecha andesitica del "Zumate."

de ese nombre que corre en el medio del semicírculo. La población ocupa, pues, casi el centro del espacio triangular formado por los dos contrafuertes cuya posición hemos indicado y la cresta principal de la sierra, que lleva aquí como cima importante el cerro del Gallo.

La mayoría de las montañas que circundan este Distrito se hallan cubiertas de abundante vegetación, ya de arbustos, ya de árboles que han podido salvarse durante la tala inmoderada que han sufrido los montes en muchos años para atender á las necesidades de la industria minera de este importante Distrito. Las alturas sobresalen desnudas y pedregosas y el fondo de los arroyos se limita las más veces por acantilados de poca altura cuando se hallan en la base de pendientes fuertes y escarpadas.

La configuración peculiar del Distrito, rodeado de altas montañas y abierto en semicírculo al N.E., facilita la entrada de los vientos húmedos del N. que mantienen un clima frío muy cargado de humedad y que da origen á frecuentes precipitaciones. Sin embargo, el clima es sano y agradable durante los meses del verano en tanto que son rigurosos los inviernos.

Ponemos á continuación una lista de las principales alturas del Distrito, obtenidas por los miembros del Instituto Geológico:

Real del Monte (Parroquia).....	2765^{m}	Com. Pachuca.
Omitlán (Iglesia).....	2357 . 2	,, ,,
Peña del Zumate.....	3057 . 20	,, ,,
Cerro del Ahuizote.....	3065 . 5	,, ,,
Cerro del Judío.....	2885	
Loma del Cementerio de los Ingleses	2810	
Peñas del Aguila.....	3035	
Hacienda de Sánchez.....	2445	
Pueblo de Tezoantla (Iglesia).....	2825	
Tiro de S. Cayetano.....	2740	
,, ,, Acosta.....	2605	
,, ,, Escobar.....	2545	
,, ,, Morán.....	2540	
,, ,, Cabrera.....	2555	
,, ,, La Providencia.....	2630	
,, ,, La Dificultad.....	2745	
,, ,, Resquicio.....	2580	
,, ,, Manzano.....	2575	
Boca del Socavón del Aviadero.....	2450	

***

Las condiciones geológicas del Distrito Minero del Real del Monte, la naturaleza de las rocas y los fenómenos de alteración, son en todo semejantes á las del Distrito de Pachuca tales como las hemos descrito en nuestro Boletín y esta semejanza casi nos dispensa de hablar extensamente de dichas ma-

terias; sin embargo, creemos oportuno recordar siquiera algo de la geología de la región y completar el estudio de las rocas eruptivas de la Sierra de Pachuca, dando la descripción de las rocas de este Distrito, la que hacemos en un capítulo aparte.

Toda la grande área que comprende el Distrito en cuestión se halla ocupada por una sola clase de rocas eruptivas, en todos los aspectos y variedades de que es suceptible el tipo que es el de las andesitas de piroxena verdes características de las primeras emisiones andesíticas del Mioceno, época á la que ya hemos referido las rocas de la Sierra de Pachuca. En estas rocas por regla general hay una tendencia bien marcada á aproximarse más á la estructura holocristalina, que á degenerar en tipos muy vítreos como es frecuente en nuestras series andesíticas más recientes. También las alteraciones producidas por acciones complexas de dinamo-metamorfismo, son intensas y de tal manera persistentes que si no se tuvieran datos para juzgar de la edad de estas rocas podría atribuirseles una mayor antigüedad, tanta es su semejanza con las rocas ante-terciarias para las cuales la mayor parte de los petrógrafos franceses han aplicado la denominación de porfiritas. Si el término propylita fuese aún bien aceptado, no vacilaríamos en aplicarles este nombre.

Fenómenos de orden diverso han dado lugar á la alteración de estas rocas y obran ya sólo en la superficie, ya á todas las profundidades, por lo que debemos suponer, como lo hemos hecho para las rocas de Pachuca, que hay modificaciones originadas ya por acciones dinamometamórficas, ya por la influencia de los criaderos minerales que en dichas rocas se alojan; y que naturalmente son mayores en la proximidad de las vetas (silicificación, formación de piritas, arcillas, etc.) y por último, descomposiciones por los agentes atmosféricos que han obrado con extraordinaria energía en la superficie del terreno. De aquí nace la denudación tan avanzada, pues que las rocas han sufrido un ataque relativamente rápido. Este trabajo de degradación se percibe aun en los menores detalles del terreno, haciendo ver que de dicho trabajo depende en gran parte la fisonomía actual de la localidad, tal como la pendiente de las montañas, acantilados de las barrancas; la coloración, la abundancia de la vegetación, etc. etc.

Cualquiera que haya sido la manera como estas rocas han debido presentarse en la superficie (cráteres volcánicos sucesivos, ó más bien por largas grietas como lo hemos ya supuesto) ha habido siempre acciones violentas que han motivado durante la erupción, la formación de material detrítico volcánico; brechas y tobas en las que se ve ya la acción puramente ígnea, ya la acción del agua y del trabajo mecánico. Así, por ejemplo, la larga cresta que lleva como cima principal el Zumate con todo el espinazo dentellado que se prolonga sobre la cresta principal, está formada de brechas de andesita con fragmentos de todas dimensiones, aglomerados entre sí y cimentados de tal manera que ello indica una presión fuerte. Estas brechas se disponen en la forma de lechos que provienen más por la ordenación de los fragmentos que las componen que por una real separación en capas, con orientación é inclinación di-

Brecha andesítica del "Zumate."

Dique de "San Estéban."

versas, lo que complica en cierto modo su interpretación. Ya hemos hablado al tratar de la descripción general de la Sierra de Pachuca, de las variadas formas que afectan estas brechas por efecto de la erosión. En la lámina A damos una idea de las peñas del Zumate.

En las rocas macizas, la transformación á arcillas es el último grado de la alteración, para lo cual ha intervenido el poco fierro que contienen ya en la forma de oxídulo negro, ya como piritas de formación original ó secundaria. En las montañas bastante cubiertas de vegetación, el suelo está compuesto de arcillas ferruginosas que resultan de dicha descomposición; y en cuyas tierras aún se descubren en estado terroso y pulverulento los cristales de piroxena pardo-rojizos y los cristales feldespáticos blanquizcos que un lavado continuado de las aguas meteóricas les ha substraído la cal y la sosa dejando como residuo un producto arcilloso. Cuando en las rocas dominan las piroxenas verdes, la alteración ha engendrado cloritas, viridita y abundantes esteatitas en aquellos lugares sometidos á presiones y deslizamientos, ya en la superficie como en el interior sobre todo en su contacto con las vetas metalíferas. En el caso en que las andesitas piroxénicas, en general mas densas, se hallan divididas en lajas, la alteración comienza á producirse por la superficie de separación de ellas sin llegar á penetrar á toda la masa á causa de su gran compacidad. Así, estas rocas han resistido más á la erosión y las vemos en el fondo de las barrancas y limitando las paredes á manera de cantiles.

La mayor parte de los crestones de las vetas metalíferas no son como en Pachuca tan cuarzosos y no afloran naturalmente como crestas. Los minerales como las piritas y el manganeso que siempre existen en los crestones, y fragmentos de roca allí empotrados han facilitado poderosamente la desagregación, lo que ha contribuído, dada la abundancia de las vetas, á uniformar las pendientes. Por ejemplo: cuando un crestón corta transversalmente á uno de los contrafuertes secundarios, se produce casi siempre una depresión, una silla ó un portezuelo, como vulgarmente se llama. El portezuelo del Hiloche, por donde pasa la carretera de Pachuca al Real, está ocupado por el crestón de la gran veta Vizcaina, que corre al E. por la depresión del valle de Tezoantla, separando de la cresta principal parte de los estribos que llevan los cerros del Judío y del Ciprés. La veta de Sta. Inés se marca sobre un portezuelo en el que está el tiro de Dificultad; por último, la veta de Sta. Brígida corre casi en el fondo del arroyo del Real. Como se ve, el curso de las vetas principales de crestones no cuarzosos, define las depresiones del Distrito, mostrando la facilidad de la erosión sobre un material susceptible de una fácil y rápida desagregación. Se comprende por lo dicho cuan difícil será toda tentativa para restaurar el relieve primitivo de la región, que es el que debe darnos una idea de la manera de interpretar los esfuerzos que han dado nacimiento á las fracturas posteriormente llenadas por concresiones minerales; puesto que no nos queda en último análisis, mas que un relieve sumamente atenuado con formas casi exclusivamente dependientes de la erosión.

En los límites del Distrito y sobre la cresta principal, al S.E. del Real, las

andesitas están cubiertas en una área pequeña por rhyolitas ricas en cuarzo libre y escasas en esferolitas con estructura en gruesos bancos ó bien en lajas delgadas. Estas rocas solo forman la parte superior del cerro del Aguila y algunas eminencias vecinas (Lám. C) en la forma de mamelones rocallosos con pendientes abruptas del lado que mira hacia el valle de Tezoantla.

Es indudable que toda la roca proviene de una sola emisión, siendo la erosión la que ha originado el fraccionamiento de la masa; ésta por otra parte no alcanzó una grande extensión. La roca no ha escurrido como corriente sino simplemente ha llenado una ancha grieta. Pero la acción volcánica que determinó la aparición de esta roca, ha debido prolongarse mucho tiempo después de la salida de la lava, á juzgar por la gran masa de tobas sedimentarias que yacen al pié de las Peñas del Aguila, cubriendo parte del valle de Tezoantla desde las faldas de dicho cerro hasta el fondo del valle.

En otra ocasión hemos supuesto que la depresión de Tezoantla que desagua en el arroyo del Real, era una cuenca cerrada cubierta por las aguas de un lago que recibía el contingente de abundantes fuentes termales; cuyas aguas traían en disolución una fuerte cantidad de sílice, que vino á servir de cemento á abundantes tobas quizá simultáneamente arrojadas y que se iban depositando en el fondo de la cuenca en lechos sucesivos. Durante este depósito, cuyo espesor total alcanzó más de 150 metros, á juzgar por la máxima altura á que se encuentran las capas y el fondo del valle, tuvieron lugar recrudescencias periódicas en la actividad de las fuentes, que daban en ciertas épocas mayor cantidad de sílice, como se demuestra por las capas de piedra córnea y jaspe que se intercalan entre los gruesos bancos de toba rhyolítica que allí se encuentran. Es digno de llamar la atención la homogeneidad de las capas de tobas en todo el espesor y la regularidad de su distribución en la vertical.

La sucesión de las capas en orden descendente, es como sigue:

1.—Serie de capas delgadas de toba muy silicificada con grandes granos de cuarzo y capas delgadas de cuarzo córneo ó de jaspe.

2.—Bancos desde $0^{m}30$ hasta $1^{m}00$ de espesor de toba rhyolítica de color blanco ligeramente verdoso de consistencia suficiente para poder usarse como material de construcción.

3.—Capas delgadas de arenisca verdosa y en la base arenisca gruesa y conglomerado rojo y verde.

4.—Bancos de $0^{m}50$ hasta $1^{m}20$ de espesor de toba rhyolítica muy semejante á las capas núm. 2.

5.—Capitas de cuarzo córneo (jaspe) blanco, verde y pardo alternando con lechos delgados de toba menos silicificada.

6.—Gruesos bancos de toba rhyolítica como los de los números 2 y 4, etc.

El conjunto de capas de jaspe y de toba silicificada tienen de 3 á 4 metros y cada grupo de capas de toba rhyolítica tiene hasta 6 y 8 metros lo que permite fácilmente su explotación como materiales de construcción (Lám. C).

También en las faldas meridionales de las peñas del Aguila se encuentran las tobas rhyolíticas con caracteres semejantes á las de Tezoantla. Creemos

Peñas de rhyolita.—Cerro del Aguila.

Canteras de Tezoantla.—Toba rhyolítica.

que su depósito se ha verificado en las mismas condiciones; es decir, en el fondo de un gran circo.

Sea por la forma original de la antigua cuenca que recibía las aguas de Tezoantla, sea por efecto de la erosión, las montañas de andesita inmediatas á las peñas del Aguila, muestran sus flancos con pendiente fuerte hacia la depresión de Tezoantla y menos inclinadas en la vertiente opuesta.

Las rhyolitas no solo se presentan en la forma que hemos indicado, sino también bajo la forma de diques; uno de ellos atraviesa el Distrito en la dirección del NE. al SW., interrumpido más ó menos, según veremos por las vetas metalíferas que caminan con rumbo N.–S., haciéndolo sufrir á veces muy pequeñas dislocaciones. Este dique ha servido también de plano directriz á una importante veta que viene adherida, por decirlo así, á su respaldo bajo.

Más de una vez se ha confundido la roca del dique, que no es absolutamente estéril, con las vetas de la localidad, quizá por la semejanza que tiene con los crestones cuarzosos. El dique de San Esteban, que así se llama, en partes sobresale de la superficie del suelo pudiendo fácilmente identificarse desde cerca de las peñas del Zumate hasta la barranca que pasa por el pie oriental de la peña del Gato en una longitud próximamente de 8 kms. El espesor del dique es muy variable, siendo muy ancho en los límites del Distrito, en donde por ausencia de vetas metalíferas que pudieran tener alguna influencia sobre la roca, ésta conserva con más claridad sus caracteres. En cambio, en la parte media cerca del tiro de Morán y en el fondo del arroyo del Real, es angosto y aparece como una aguda cresta algunos metros arriba del suelo (Lam. B.); la roca es sumamente dura por la gran cantidad de cuarzo que contiene. Aquí el dique se halla fraccionado en varios cuerpos cuyo espesor no excede de 5 ms. Las ramas se desprenden un poco al Norte del tiro de San Esteban para juntarse después del otro lado de la barranca al S. á 600 metros de distancia próximamente. En este lugar el dique afecta la forma de la figura (fig. 1).

(Fig. núm. 1.)

Al paso que en la superficie del terreno el dique se distingue fácilmente de las rocas que lo encajonan, en el interior de las minas se hace en algunos lugares difícil su limitación por la profunda silicificación de las rocas andesíticas del contacto, que es en lo que reside esencialmente el metamorfismo originado por la roca del dique.

En los trabajos hechos en las vetas de Cabrera y de Morán, esta última en contacto con el dique, se pueden estudiar estos cambios.

Debemos hacer mención por último, ya que se trata de dar una idea del conjunto de las rocas eruptivas del Distrito, de las rocas basálticas que se encuentran en la vecindad del pueblo de Omitlán, ya en los últimos contrafuertes de la Sierra. Dichos basaltos vienen, ya en la forma de reventazones ó ya como corrientes de grande extensión y con un aspecto macroscópico enteramente análogo al de los basaltos de las grandes corrientes que yacen abajo de la hacienda de Velasco, en la mesa de Atotonilco el Grande, etc., y que representan, como ya lo hemos dicho al hablar del Distrito de Pachuca, el último término de la serie de erupciones á que ha estado sometida la región, cuya serie por su orden cronológico se resume en tres términos: andesitas, rhyolitas y basaltos.

CAPITULO II.

LAS VETAS.

Las vetas del Distrito del Real del Monte, sin ser tan numerosas como en Pachuca, no son menos importantes desde el punto de vista industrial, pues la producción de metales y su riqueza ha influído poderosamente en las cifras de producción total de plata de la República, durante los años que precedieron á la Independencia y en varias épocas de este siglo. La enormidad de los trabajos subterráneos emprendidos allí, tanto para la explotación como en obras auxiliares, son prueba evidente del apogeo que han alcanzado las minas á medida que se han ido descubriendo las ricas bonanzas.

Desgraciadamente nuestro estudio se ha hecho en los días en que se sentía en aquel Distrito una cierta decadencia, originada por la incompetencia de los medios que se tenían para verificar el desagüe, ahora que la explotación ha abarcado un radio más extenso y que se había llegado á las profundidades donde el agua se mantenía en su nivel á despecho del activo trabajo de una de las bombas más grandes que se conocen. La situación topográfica del Real, la falta de una vía férrea, etc., hacen la explotación de las minas poco económica, difícil y que reclama una administración complicada. Igualmente la necesidad de poner al servicio y conservación las obras antiguas más ó menos destruídas y por regla general mal trazadas, ha introducido nuevas complicaciones en ciertas partes de la explotación.

El Real del Monte ha adquirido su importancia por la riqueza y abundancia de metales en tres de sus grandes vetas, conocidas con los nombres de "veta Vizcaina," "Santa Inés" y "Santa Brígida;" estas dos últimas casi paralelas en un largo tramo y la primera formando con ellas ángulos respectivamente de 75° y 80°. Estas vetas nos presentan numerosos accidentes, tales como cambios notables de potencia, bifurcaciones en arco, ramificaciones, etc.

Si se toman en conjunto todas las vetas del Distrito, se ve que hay dos di-

recciones predominantes según las cuales se orientan definiendo una red casi ortogonal.

La veta Vizcaina, la principal de las que llevan el rumbo E.-W., viene desde Pachuca, corta oblicuamente la cresta de la Sierra en el portezuelo del Hiloche y se prolonga hasta más allá del de Tezoantla, abajo del cual se pierde oculta por las rocas basálticas de la base de la Sierra en sus flancos orientales. El trayecto de la veta Vizcaina se nota en la superficie del terreno en este Distrito (4 kms. próximamente) por numerosos tiros y por las construcciones levantadas en cada uno de ellos; y en los intervalos, por la coloración peculiar amarillenta del suelo por donde pasa el crestón, que está formado de cuarzo, óxidos ferruginosos y arcillas que provienen de la descomposición de la roca de los respaldos. El aspecto del crestón es semejante al que tiene esta misma veta en el Distrito de Pachuca, solamente que en el Real la descomposición de la roca vecina á la veta es más avanzada y se extiende en una superficie mayor, lo que proviene de una bifurcación importante que tiene lugar muy cerca del paso de la veta por el portezuelo del Hiloche, dividiéndose en dos ramas muy próximas; una de ellas conserva el nombre de Vizcaina, la más importante, y la otra el de Tapona, uniéndose varias veces las dos como sucede cerca de los tiros de Terreros y de San Patricio.

La veta de Santa Brígida ha sido trabajada en una extensión de más de 1,500 ms. al partir de su cruzamiento con la veta Vizcaina al SW. del Distrito. En un gran trayecto consiste de un solo cuerpo, pero cerca del tiro de Acosta se divide en varios ramales que divergen notablemente y cuya diferente dirección ha dado lugar á suponer que alguno de estos ramales son vetas distintas que vendrían á cortar á la de Santa Brígida.

El caso puede efectivamente ser cierto para la veta llamada de la Gran Compaña, que cruza á la veta de Santa Brígida cerca del sitio donde se hacen las ramificaciones. La prolongación de la veta de Gran Compaña, después de su cruzamiento con la de Santa Brígida, se llama veta de San Pedro y San Pablo.

En la proximidad del tiro de Acosta la veta de Santa Brígida es notablemente robusta y se halla de tal manera agrietado el cuarzo, con relices en todas direcciones, que no es posible cerciorarse del modo según el cual se hace el cruzamiento de las dos vetas citadas. Casi en el mismo punto donde cruza la veta de Gran Compaña, la veta de Santa Brígida se divide en dos gruesas ramas que prontamente se apartan una de otra. El ramal occidental pasa por el tiro de Resquicio con buenos metales en sus planes y se llama veta de Resquicio, la que á su vez se ha dividido en dos, un poco después que se separa del cuerpo de Santa Brígida, y en el cual se han hecho los labrados de la mina del Manzano.

El ramal oriental es llamado veta de Escobar, que se interrumpe bruscamente hacia el E., sufriendo una dislocación cuya amplitud no se conoce todavía.

Desgraciadamente en las cercanías del tiro de Acosta, donde hemos dicho

que se verifican el cruzamiento y ramificaciones, la antigüedad de las obras subterráneas, la excesiva humedad y las mamposterías no permiten la observación clara de esos accidentes.

Al N. del dique de San Esteban se ha explotado un robusto cuerpo de veta notablemente rico, que ha subvenido, por decirlo así, en estos últimos años, á las necesidades industriales del Real del Monte. Los trabajos interiores han pasado ya el dique, continuándose dichos trabajos con fruto después del cruzamiento. La veta ha pasado casi sin producir dislocación. La veta de Cabrera, así llamada, no es más que la veta de Escobar dividida en dos partes por una gran dislocación.

La veta de Santa Inés, al W. de la veta de Santa Brígida, se halla labrada en una longitud aproximada de 2 kms., desde su cruzamiento con la veta Vizcaina, en cuya intersección se encuentra el tiro antiguo de Terreros, lugar que fué bastante rico, hasta el N. del tiro de Tejocote. Dicha veta de Santa Inés, una de las más robustas del Distrito, no se ramifica como la veta de Santa Brígida en elementos divergentes, pero sí en grandes cuerpos separados por angostos caballos en forma de lentes que se suceden los unos á los otros, sobre todo en las regiones más bonancibles de la veta; tal es el caso para el espacio comprendido entre los tiros de Terreros y Carretera, San Ignacio y Dificultad.

A más de estas vetas que consideramos como las principales del Distrito, debemos mencionar la veta de Morán, paralela y en contacto con el dique de San Esteban y conocida en una longitud de 800 metros, pero que se prolonga en una extensión mayor, como se puede ver por el crestón. Sufre varias ramificaciones hacia el W. sobre las cuales se labran los tiros de San Esteban, Carolina, etc. En el espacio comprendido entre la veta Vizcaina y la de Morán se encuentran angostas vetillas, poco exploradas y de ninguna importancia industrial, que están orientadas oblicuamente con respecto á las vetas principales N.–S.; tales son las vetillas de Vargas, La Cuchara, San Luis, etc., tan delgadas á veces que su presencia sólo se nota por unos cuantos centímetros de cuarzo y poca roca de los respaldos alterada, reducida á arcillas esteatitosas, que se conocen en el Distrito con el nombre de *lamas*, de color generalmente blanco–verdoso y con pyritas las más veces. Esta desagregación de la roca indica que ha habido fenómenos de deslizamiento y fuertes presiones según estos planos de fractura.

A este mismo grupo de vetas de orientación vecina E.–W., pertenece un gran número de otras al N.–E. del dique de Morán, entre las cuales se encuentran las vetas de San Felipe, de Maravillas, etc.

Muchas vetas se descubren afuera del cuadrilátero formado por las de Santa Inés, Morán, Santa Brígida y Vizcaina que no tienen hasta hoy trabajos en grande escala, que no han sido tampoco muy productivas.

El plano de las proyecciones horizontales de los labrados de las minas, que adjuntamos, da una idea de la red metalífera del Real del Monte. La dificultad que existe para descubrir los crestones de las vetas nos ha impedido se-

guir exactamente su trazo en la superficie del suelo. El trazo que de dichos crestones hacemos, es solamente aproximado.

El gran socavón del Aviadero por donde se hace actualmente el desagüe de las minas, pone en comunicación las principales vetas, pudiéndose estudiar sobre él muchas de las bifurcaciones y otros accidentes, hasta donde lo permiten los grandes tramos cubiertos de gruesas mamposterías.

Respecto á la potencia de las vetas, debemos hacer constar que varía considerablemente de un punto á otro en cada veta, y que como en las vetas de Pachuca, en los ensanchamientos y bifurcaciones se encuentran generalmente las bonanzas que tienen por lo tanto en su extensión longitudinal la forma de lentes.

La veta Vizcaina tiene un espesor que oscila entre 15 y 2 ms., la de Santa Inés ha alcanzado en sus bonanzas hasta 40 ms. de potencia, comprendiendo los caballos de roca estéril que se interponen entre los diferentes cuerpos en que se divide; la de Santa Brígida tiene 10 ms. en las bonanzas entre el tiro de Dolores y el de Acosta. En el ramal de esta veta, conocido con el nombre de Cabrera, llega á tener hasta 15 ms. en la bonanza disfrutada sobre el tiro de Cabrera, reduciéndose á menos de 1 m. en sus partes estériles. Por último; la veta de Morán, no menos rica que las anteriores, sólo tiene 7 ms. de espesor, quedando abajo de esta cifra la potencia de las otras vetas que se hallan fuera del gran cuadrilátero que hemos citado.

De las vetas con rumbo medio, próximo á la línea N.-S., tales como Santa Inés y Santa Brígida, la una tiene su echado hacia el E. y la otra hacia el W., son muy paradas, pues oscilan entre 75° hasta la vertical, siendo 85° el echado más frecuente. El echado más común de la veta Vizcaina es hacia el S., lo mismo que el de sus ramales Tapona y Resurrección; la veta de Morán tiene su echado al N. con valor medio de 80°, habiendo igualmente tramos próximos á la vertical. Para la mayor parte de las vetas, las regiones bonancibles coinciden ordinariamente con un aumento del echado, es decir, que en estos lugares son casi verticales.

Una vez expuestas estas ideas generales, ocupémonos de la naturaleza de los minerales que contienen las vetas y de las particularidades que ofrece el relleno metalífero.

Composición de las vetas.—A despecho de la enorme extensión de los trabajos subterráneos en las minas del Real del Monte, los datos que poseemos sobre la estructura y composición de las vetas metalíferas, son insuficientes é incompletos á causa de la pequeñez de los trabajos de explotación actual; pues ya hemos dicho que en estos últimos años este Distrito ha sufrido una baja considerable en el monto de su producción, quedando sólo como prueba de su apogeo grandes comidos y galerías amplias en los sitios donde fueron extraídas colosales bonanzas desde los primeros años del siglo XVIII. Sin embargo, lo poco que hemos podído observar y la homología de las vetas de este Distrito con algunas de las de Pachuca, nos permitirán á grandes rasgos el estudio de la composición de cada una de las vetas del Real del Monte.

Veta Vizcaina.—La veta Vizcaina ha sido trabajada hasta una profundidad de 400 ms. No hay actualmente otros trabajos que los de limpia y disfrute en los labrados antiguos, y solamente en la proximidad del tiro de Terreros, donde han sido encontrados metales de buena ley, resto de una bonanza hace tiempo disfrutada.

Por dos puntos es ahora fácilmente accesible esta veta: por el cañón 400 metros sobre la veta de Santa Inés que llega al tiro de Terreros, labrado en el lugar donde se cruzan las dos vetas, y por el tiro de Dolores en donde se cruza la Vizcaina con la veta de Santa Brígida. En ambos lugares se puede observar la semejanza que tiene el relleno cuarzoso de estas vetas. Ningún hecho notable se verifica en el cruzamiento, á no ser la trituración del cuarzo, reducido á pequeños fragmentos y la división del cuerpo de la Vizcaina en tablas paralelas á los respaldos, con planos de saparación indicados por los óxidos ferruginosos que rellenan las grietas, dando la apariencia de una interrupción de las vetas de Santa Brígida y de Santa Inés. Esta última veta al cruzarse con la Vizcaina, dió una importante bonanza.

El cuarzo de la veta Vizcaina es de un color blanco lechoso, dividido casi siempre en pequeños fragmentos ó totalmente remolido y mezclado á óxidos ferruginosos. En las partes compactas y donde el cuarzo no está triturado, la masa tiene un aspecto brechiforme, pues se distinguen fragmentos de cuarzo empastados y cimentados por otro algo más hialino. Así hemos visto también en la mina de San Rafael, en Pachuca, sobre la misma veta Vizcaina, el relleno principal de la veta. En las labores recientemente abiertas cerca del tiro de Terreros, el cuarzo viene acompañado de blenda negra de grano grueso, galena de grano fino argentífera, pyrita, chalcopyrita y una materia terrosa blanco-amarillenta que parece ser un silicato de manganeso. Estos metales extraídos de la profundidad de 400 ms. abajo de la boca del tiro de Dificultad, contienen pocos óxidos de fierro y casi nada de óxidos de manganeso.[1] Respecto á la roca de los respaldos, partes se muestran duras por el cuarzo que las impregna y partes terrosas de color verde llamadas lamas, las que algunas veces están impregnadas de mineral. Estas tierras resultan de la trituración de las rocas por acciones de presión y quizá también por movimientos de deslizamiento, como lo hemos hecho ya notar para los respaldos de algunas de las vetas de Pachuca.

Veta de Morán.—Esta veta, como la de Vizcaina, del grupo E.-W., está adherida al dique de San Esteban. No se hacen en ella hoy trabajos importantes de explotación, excepto en los cañones que se labran en el cruzamiento con la veta de Cabrera. En este lugar la veta sólo tiene 1,50 m. de potencia, penetrando la mineralización á veces en las grietas y aun en la masa de la

1 Burkart refiere en su libro (Aufenthalt und Reisen in Mexico, Stuttgart, 1836), al hablar de la Vizcaina, que esta veta tiene en partes cuarzo ametista, plata nativa, argentita, plata agria y rosicler (pyrargyrita). Hasta ahora no hemos podido ver en ninguno de los dos Distritos la plata roja ó rosicler.

roca del dique. El cuarzo que la compone es más hialino y compacto que el de la Vizcaina y los minerales que contiene generalmente están en cintas que alternan con cuarzo puro, distinguiéndose desde luego la pyrita en gruesos granos, blenda y galena argentífera. Debe notarse que esta veta no contiene ni silicatos ni óxidos de manganeso en proporciones respetables, los que son tan abundantes en la veta de Cabrera, la que al cruzarse con una de las ramas del dique y con la veta de Morán pierde su individualidad; resultando una mezcla confusa de fragmentos de roca del dique, y de cuarzo y mineral de las dos vetas.

A esta misma composición mineral responden las otras vetas de menor importancia paralelas á la de Morán, tales como San Felipe, la de Maravillas, Rica, etc., así como sus varios ramales. La pequeña extensión de los trabajos de explotación que en ellas se han hecho demuestran su pobreza, y es bien sabido cuánta es la desconfianza que tienen los mineros del Real para emprender obras formales en las vetas paralelas y al N. de la de Morán.

Las vetillas transversales comprendidas dentro del cuadrilátero, como la de Vargas, San Luis, etc., se encuentran en el mismo caso; en éstas la roca que les sirve de caja está completamente reducida á lamas; el cuarzo en angostas cintas es hialino como el de Morán y la mineralización, que consiste de galena y blenda, es poco argentífera. Algunas veces el cuarzo y el escaso mineral parecen ser productos de formación muy reciente.

Nosotros creemos, como lo decimos en otra parte, que estas vetillas fueron primeramente simples fracturas del terreno producidas después de verificado el relleno de las vetas, y según las cuales ha habido pequeños movimientos de deslizamiento que han triturado la roca. Quizá transportes mecánicos de las vetas y aguas circulantes han depositado en estas angostas grietas el cuarzo y los pocos minerales que contienen.

Veta de Santa Inés.—Las vetas del grupo N.-S. tienen en casi todo su curso una grande semejanza entre sí. Nos ocuparemos desde luego de la veta de Santa Inés, que tiene cañones á 400 metros de profundidad en una longitud de cerca de 1,500 metros. Activos trabajos de explotación han agotado casi sus bonanzas hasta el nivel en que pueden mantenerse actualmente las aguas. La región bonancible se encuentra en un espacio relativamente corto de la veta, comprendido desde su cruzamiento con la veta de Vizcaina hasta un poco más allá del tiro de Dificultad. El servicio de extracción, desagüe y movimiento de operarios en esta región se hace por tres tiros principalmente: Carretera, San Ignacio y Dificultad. Dos bonanzas han sido disfrutadas aquí: la bonanza de Carretera en el espacio comprendido entre el cruzamiento de la Vizcaina y el tiro de Carretera, y la de San Ignacio entre el tiro de este nombre y el de Dificultad al S. de este tiro. Las dos se prolongan á una profundidad mayor de 400 metros y fueron descubiertas poco más ó menos á 100 metros abajo de la superficie.

Santa Inés, notablemente ensanchada en las partes bonancibles y separada en varios cuerpos con lentes gruesos de roca intercalados, no siempre mues-

tra sus respaldos claros, sino que las matrices de la veta, que son el cuarzo y el silicato de manganeso, impregnan más ó menos á la roca, ó ésta se ve cruzada por venillas de estos minerales en todas direcciones, aislando la roca en grandes fragmentos angulosos dando un aspecto brechiforme. En los grandes pilares que sostienen los extensos salones y galerías de disfrute, se ven las masas de cuarzo de la veta divididos en tablas paralelas á la dirección general, y en las superficies de separación descubiertas, tienen la apariencia de colosales dendritas, indicando que su depósito es reciente engendrado por las aguas de infiltración.

Respecto á la mineralización, en los lugares donde nos ha sido accesible, se puede notar que no siempre se hace en la forma regular de una concreción. El cuarzo puro, blanco lechoso, es atravesado en todas direcciones por angostas venillas de sulfuros negros argentíferos, ó bien en puntos y moscas irregularmente diseminadas como si la matriz y el mineral hubiesen sido depositados simultaneamente. Tanto en las venillas de mineral como en el cuarzo, se encuentra el silicato de manganeso (la rodonita), de color rosado, también en masas irregulares á veces llenando los espacios restantes á manera de un relleno intersticial, caso que se presenta también en las vetas de Pachuca.

La calcita no forma parte integrante de la veta de Santa Inés y su presencia es enteramente accidental, lo mismo que para todas las vetas del Distrito. Cuando se encuentran geodas, lo que es frecuente, están tapizadas de hermosos cristales de cuarzo hialino y sobre ellos cristales de calcita, así como manganocalcita en riñones y rodocrosita en bien formados cristales encarnados.

Respecto á la profundidad hasta la cual avanza la zona de oxidación en esta veta, es muy variable para cada lugar y se caracteriza por la presencia de abundantes óxidos de fierro y de manganeso más ó menos terrosos, que dan á los metales un aspecto peculiar, aplicándoseles el nombre de quemazones.

Los óxidos de manganeso (mezcla de manganita, pyrolusita, wad) provienen de la descomposición de la rodonita. La quemazón es casi siempre acompañada de una materia terrosa blanca, de naturaleza arcillosa, que parece ser el residuo que resulta de la transformación del silicato en óxidos. La rodonita en vías de alteración da una masa dura de color amarillo pajizo, que se observa en todos los lugares en donde por la acción del agua dicha descomposición se verifica. En la zona de oxidación, la rodonita sólo existe accidentalmente y va siendo más abundante á medida que se acerca á la región substraída á las acciones exteriores bajo el nivel hidrostático.

De los minerales útiles que entran en la composición de esta veta, citaremos: la pyrita de fierro no muy abundante tanto en el cuerpo de la veta como en la masa de las rocas con las que se halla en contacto y bajo la forma de pequeños cristales; la chalcopyrita, menos abundante que la pyrita, que da por descomposición carbonato de cobre verde. Estos minerales son más frecuentes en las partes profundas de la veta. Vienen también la galena gruesa y pobre, ó de grano fino y muy argentífera, á la que se mezcla la blenda.

Cuando este mineral se presenta juntamente con la galena en grandes masas de crucero, tiene una ley más baja que no costea los gastos de explotación. Por último; como minerales de plata se encuentran la argentita y la polybasita mezcladas á los otros minerales. En los lugares en donde abundan las quemazones se puede ver con frecuencia la plata nativa en delgadas hojillas.

Veta de Santa Brígida.—En el trayecto que media entre el cruzamiento de esta veta con la Vizcaina y el tiro de Acosta, donde hemos dicho que se ramifica, tiene numerosos ensanchamientos y estrangulamientos: se reduce á sólo unos cuantos centímetros y aumenta hasta 10 metros en sus partes bonancibles. Se divide como la de Santa Inés en cuerpos separados por angostos lentes de roca. Estos accidentes, al paso que cambios de dirección y variaciones en el echado, hacen su curso sinuoso. En su mineralización es también semejante á la de Santa Inés, y no habremos de repetir todo lo que hemos dicho á propósito de esta veta, pues que aun fuera de la sucesión y naturaleza de los minerales y matrices, los accidentes, tales como la estructura brechiforme, la pyritización y silicificación de las rocas de los respaldos, son enteramente iguales, sí las dimensiones y número de las bonanzas ha sido menor. Desgraciadamente en la longitud mencionada, del tiro de Dolores al de Acosta, no existen actualmente trabajos de explotación, y sólo es posible asegurarse de la composición de la veta en algunos pilares ó en las paredes de las extensas galerías en el sitio de las bonanzas, parte de las cuales quedan aún sin explotar yaciendo bajo el nivel de las aguas.

En una gran parte de esta veta y en sus ramales de Escobar, de Resquicio y de Cabrera, ha tenido lugar la apertura de una grieta en época posterior al relleno de la fractura primitiva. La abra, como se le llama en el Distrito, corre paralela á las vetas; ya va en su medio, ya próxima á uno ú otro respaldo aislando así las vetas de la roca empotrante ó dividiéndolas en dos.

Dicha abra irregular y sinuosa, varía desde una simple rendija hasta una cavidad de la amplitud de un cañón; unas veces hueca y otras rellenada con arcillas muy remolidas (lamas) teñidas en pardo por óxidos de fierro ó negras á causa de la gran cantidad de óxidos de manganeso que contienen. Las lamas llevan casi siempre minerales triturados y por lo tanto son más ó menos argentíferas. Envueltas por estas grandes masas arcillosas, hechas pastosas por la gran cantidad de agua que las impregna, se encuentran fragmentos de todas dimensiones, angulosos, con aristas vivas ó arredondados como bolas y que son desprendidos de la roca de los respaldos, así como de las vetas, pues no es raro ver trozos de cuarzo más ó menos mineralizado.

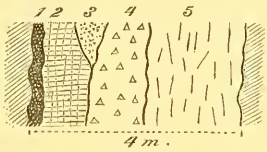
Se comprende fácilmente las dificultades que trae consigo la existencia de estas grietas durante la explotación, pues que demanda en muchos casos una seria fortificación. Las lamas escurren como una masa pastosa dejando libres los fragmentos de roca retenidos contra las paredes de la abra, dispuestos á caer aun por la simple vibración de la roca cuando se disparan los barrenos, constituyendo una amenaza constante para las obras de fortificación y para las vidas de los operarios.

La apertura de estas grietas, muy posterior á la época del relleno y formación de las vetas, ha facilitado en alto grado los fenómenos de oxidación; acciones mecánicas intensas han modificado la primitiva distribución del mineral.

Naturalmente la zona de oxidación de los criaderos, á más de ser más profunda que en las otras vetas de Real del Monte, es mucho más irregular, al mismo tiempo que la repartición del mineral cambia. En vez de concentrarse, como es frecuente en esta región, en masas aisladas ricas, es decir, en bonanzas, el transporte del mineral, una especie de concentración mecánica y aun una redeposición química determinada por las aguas, han hecho hasta cierto punto difusa la distribución. Este fenómeno se observa con facilidad en algunos tramos de la veta de Escobar; es menos claro en la de Cabrera y en la veta de Resquicio.

Veta de Escobar.—Varía en espesor desde $0^{m}.50$ hasta $6^{m}.00$.

En el cañón 200 metros se tiene la veta como sigue, en un espesor de 4 metros: Fig. 2.



(Fig. 2.)

1.—Cuarzo remolido y óxidos de manganeso (lamas).

2.—Arcillas ferruginosas, cuarzo remolido y óxidos de manganeso.

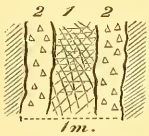
3.—Cuña de cuarzo macizo con sulfuros argentíferos y pyrita.

4.—Cuarzo macizo, cuarzo remolido, quemazones, óxidos de fierro y sulfuros negros.

5.—Rodonita maciza, quemazones y sulfuros negros.

Como se ve, en esta veta, la existencia de una grieta rellenada posteriormente con material de trituración en que domina el cuarzo remolido, las arcillas y la quemazón, han modificado notablemente la estructura de la veta.

Una estructura más regular se encuentra en otras partes como en el cañón 155 m. en que la abra queda en el medio de la veta. Fig. 3.



(Fig. 3.)

1.—Lamas formadas de cuarzo remolido, óxidos de fierro y manganeso con ley de plata.

2-2.—Cuarzo compacto, galena, blenda de grandes cruceros (metal poco argentífero llamado espejuelo).

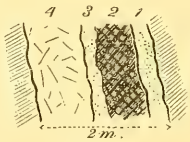
Un poco más adelante, en el mismo cañón, la veta de Escobar tiene una estructura brechiforme, pues en la masa de cuarzo y de rodonita quedaron empotrados fragmentos angulosos de la roca de los respaldos notablemente impregnados de sílice.

Con alguna frecuencia se encuentran en la vecindad de los respaldos, penetraciones irregulares del relleno de la veta en la masa de las rocas; un ejemplo claro se muestra en la fig. 4.

(Fig. 4.)

1.—Cuarzo compacto y rodonita algo terrosa.
2.—Oxidos de manganeso producidos por la alteración del silicato.
3.—Roca de los respaldos muy impregnada de sílice.

Vetas de Resquicio y del Manzano.—Estos ramales de la veta de Santa Brígida presentan en las regiones mineralizadas conocidas, una composición diferente de la de la veta de Escobar, diferencia caracterizada por la pequeña cantidad de silicato de manganeso que contiene y por la ausencia de quemazones. Al S. del tiro de Resquicio, donde existe actualmente buen metal, la veta, con espesor muy variable, tiene una estructura como sigue: Fig. 5.



(Fig. 5.)

1.—Cintas de metal muy rico compuestas de cuarzo macizo, pyrita, blenda, galena, plata nativa en hilos y pintas de minerales de cobre.
2.—Abra rellenada con fragmentos de roca de los respaldos y de gran cantidad de cuarzo y de arcillas ferruginosas.
3.—Cinta de metal rico como el del número 1.
4.—Cuarzo macizo con un poco de silicato de manganeso y pyrita.

Esta composición da una idea de la variación en profundidad de la zona de oxidación, pues el corte adjunto tomado al mismo nivel que los anteriormente citados de la veta de Escobar, pertenece más bien por su composición á la zona profunda.

Es de notar que aquellos metales en cuya composición viene gran cantidad de blenda con grandes cruceros, son por regla general muy pobres en plata ó de una ley muy variable, difícil de estimar aproximadamente como base para las otras clases de metales durante la pepena. Estos metales blendosos que también llevan frecuentemente galena en grandes cruceros (espejuelo), los hay en casi todas las vetas del Distrito, pero los hemos visto particularmente abundantes en la veta del Manzano; cuerpo robusto y formal que se explota actualmente en pequeña escala. Como en la mina de Resquicio, esta veta á la profundidad de 130 metros ya no contiene quemazón. La veta tiene un echado muy constante de 75° al O.; es cruzada por una delgada vetilla con el mismo aspecto que tienen en todas partes del Distrito las vetillas transversales, constituídas solamente por una cinta de cuarzo estéril empotrado en roca sumamente alterada y arcillosa.

La composición y estructura de la veta es igual en todo el espacio visible en sus cañones y á todos sus niveles, de los cuales el más profundo está á 200 metros.

Un corte transversal del alto hacia el bajo de la veta nos muestra la siguiente ordenación:

1.—Fragmentos angulosos de la roca de los respaldos más ó menos silicificados, empastados en una masa de cuarzo y de un poco de silicato de manganeso con poca pyrita.

2.—Cuerpo de cuarzo algo remolido con venillas de silicato de manganeso, moscas y puntos de sulfuros argentíferos.

3.—Cinta formada de pyrita, blenda parda y negra, galena y plata nativa á veces mezclada con cuarzo. Esta cinta ocupa el medio de la veta; es como el último producto del relleno metalífero durante la concreción.

4.—Cuerpo brechiforme formado de fragmentos angulosos de cuarzo blanco empastado por cuarzo ligeramente gris ó ahumado, en el que viene á veces galena y blenda.

5.—Cuerpo formado de cuarzo muy duro, gris, con algo de pyrita.

Esta ordenación irregular de los cuerpos de la veta del Manzano se hace á veces simétrica con relación á los respaldos, como puede verse en el extre-

(Fig. 6.)

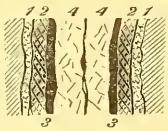
mo N. del cañón 165 m. En efecto, pegados á la roca (fig. 6) y en transición vienen los cuerpos 1–1 de cuarzo gris con fragmentos de la roca de los respaldos; hacia el interior los cuerpos 2–2 de cuarzo puro, macizo, con pintas de pyrita y en el centro la cinta 3 de cuarzo, galena y blenda.

Es muy importante notar que en esta veta hay dos venidas de cuarzo bien claras y que la galena y la blenda (generalmente poco argentíferas) han venido como un depósito final del relleno de la veta.

Es posible que la formación de la cinta 3 sea muy posterior á las de las 1 y 2, para lo cual debió producirse primero una reabertura.

Veta de Cabrera.—Esta veta es la prolongación de la veta de Escobar como se observa en el plano. En ella se tienen en la actualidad los trabajos más importantes de Real del Monte, y las necesidades crecientes de su explotación y desagüe como centro para nuevas investigaciones en esta región de porvenir, han decidido á la Compañía á la apertura de un nuevo tiro. La bonanza fué descubierta á profundidad relativamente corta y proseguida con pocas variaciones de riqueza hasta 200 m. de profundidad, en donde aún no se llega á su límite. Esta poderosa veta tiene un rumbo muy variable pero cercano á la línea N.S., con fuerte echado hacia el W. ó casi vertical, con un espesor que varía entre 9 m. y $0^{m}.50$. La división de la veta en dos ó tres cuerpos paralelos separados por lentes de andesita es muy frecuente. Presenta de ordinario los caracteres comunes á todos los ramales de la veta de Santa Brígida, tales como el paso insensible de la veta á la roca de los respaldos, la silicificación de la roca más bien que la alteración en productos arcillosos, la presencia constante del silicato de manganeso y una abra importante á lo largo de la veta, tal como se observa en la veta de Escobar.

La distribución del mineral se hace con frecuencia de una manera regular, en cintas de concreción paralelas á los respaldos cuando éstos se presentan claros. En algunos lugares, la composición es más completa; obtenemos el corte siguiente en el cañón 180 m. (Fig. 7):



(Fig. 7.)

1–1. Cuarzo, sulfuros negros argentíferos y pyritas.
2–2. Cuarzo algo cariado, sulfuros negros, pyrita y chalcopyrita.
3–3. Galena.
4–4. Cuarzo, sulfuros negros argentíferos en puntos y moscas, algo de silicato de manganeso, pyrita y chalcopyrita.

Pero esta mineralización está lejos de ser constante en toda la longitud de la veta y en sus diversos niveles, tanto á causa de la alteración, como por la ausencia de algunos de los minerales que hemos citado.

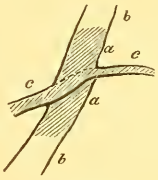
La principal bonanza de Cabrera explotada desde cerca de la superficie, casi sobre el tiro de Cabrera, en la forma de una chimenea vertical, se ha caracterizado por la abundancia de la rodonita de hermoso color rosado, por

los óxidos de manganeso (quemazones) en la zona de oxidación y por el sulfuro de plata íntimamente mezclado á estos minerales y al cuarzo que forma la matriz principal. Las quemazones se han presentado con bastante irregularidad según los lugares por donde tienen más acceso las aguas de infiltración. El carbonato de cal entra en pequeñas cantidades, ya en cintas siguiendo angostas grietas, ya tapizando las geodas en grandes cristales juntamente con la rodocrosita y la manganocalcita. La alteración de la chalcopyrita ha dado nacimiento al cobre abigarrado y á carbonatos de cobre azules y verdes. Por último, accesoriamente se encuentran al lado de la rodocrosita, la xonaltita y la bustamita, es decir, silicatos de manganeso calcíferos; plata nativa en hilos y chapitas y pequeñas cantidades de blenda.

La veta de Cabrera nos muestra los mismos accidentes que los otros ramales de la gran veta de Santa Brígida, teniendo aquí mayor interés. Estos accidentes son: la abra, el paso de vetillas angostas transversales, el cruzamiento de esta veta con la de Morán y su paso á través del dique de San Esteban.

Las vetillas transversales que cortan á la veta de Cabrera, bien que formadas de cuarzo hialino, no son más que planos de fractura ó superficies de fricción. La roca muy alterada se halla reducida á lamas.

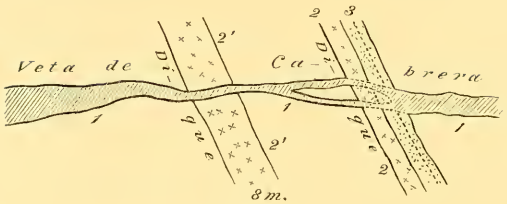
Una de estas vetillas al cortar la veta de Cabrera ha originado en ésta, no sólo una interrupción, sino que la ha fraccionado en pedazos, como se ve en el cañón 180 m. al S. del tiro de Cabrera. Otra vetilla en ángulo agudo con la de Cabrera, al cortarla hace una ondulación. Las partes vecinas de la veta de Cabrera llevan una mineralización excepcional, consistente en una masa formada de cuarzo, pyrita en cristales grandes y blenda parda también bien cristalizada. En esta porción la rodonita no existe y los minerales citados casi no contienen plata. (Fig. 8.)



(Fig. 8.)

a–a. Veta de Cabrera mineralizada en pyritas y blendas estériles.
b–b. Veta de Cabrera con su composición normal.
c–c. Vetilla transversal con cuarzo, pyrita y blenda.

En este lugar las vetas de Cabrera y de Morán se confunden; el cuarzo está muy agrietado, al que se mezclan pedazos de la roca del dique mostrando que ha habido remociones. Más adelante, por otro ramal del dique pasa sin interrupción la veta de Cabrera. La figura adjunta da una idea de estos cruzamientos.



(Fig. 9.)

1–1. Veta de Cabrera.
2–2'. Diques de San Esteban.
3. Veta de Morán, dos cintas de cuarzo con poco mineral.

De lo expuesto en la figura resulta que el dique de San Esteban existía ya antes de la formación de las vetas, pues el paso de la veta de Cabrera por la rama 2' del dique, es bastante clara y bien marcada. En la rama 2 la influencia del relleno cuarzoso de la veta de Morán que ha silicificado al dique, ha cambiado también y hecho confuso el paso de la veta de Cabrera. Esta no tiene aquí silicato de manganeso y sólo es perceptible la ruptura del dique por los fragmentos de la roca del mismo dique empastados por venillas de cuarzo puro. Desgraciadamente no pudimos observar estos cruzamientos en otros niveles ó cañones.

Por alteración de la roca andesítica en contacto con el dique así como por acciones de silicificación, es difícil precisar exactamente la superficie de contacto de las dos rocas; este paso insensible se ve también en la región de la veta de Escobar, en donde la presencia del dique sólo se nota por la interrupción franca de la veta.

Tanto al N. como al S. del dique de San Esteban la veta de Cabrera en sus partes ensanchadas y en uno ú otro de sus ramales existe la abra de que ya hemos hablado, la que tiene en partes una amplitud hasta de 2 metros, obstruída por tierras arcillosas (lamas) teñidas en negro por óxidos de manganeso y minerales de plata. Las tierras sirven de cemento á fragmentos de la roca de los respaldos y á trozos más ó menos grandes de cuarzo mineralizado, indicando que ha habido una acción prolongada de las aguas y también un transporte más ó menos largo.

Se han encontrado en algunas partes de la abra, sobre todo en la proximidad del dique, grandes bolas y trozos de todos tamaños de la roca del dique envueltos por lamas manganosas ricas y cuarzo mineralizado. Estos fragmentos del dique, muchos de ellos con superficies pulidas, tienen minerales argentíferos y blenda, depositados en la superficie, en venillas, en angostas grietas y también en geodas en el interior de los fragmentos. La roca del dique muy silicificada, ha acentuado la estructura en bandas que en otros lugares tiene, algunas veces hasta desprenderse en delgadas capitas. La manera como se presentan estas curiosas masas y las modificaciones mecánicas

y químicas, visibles en la naturaleza y estructura de la roca, nos hacen prever que la acción de las aguas de infiltración, en presencia de los minerales durante la formación de las vetas de Morán y de Cabrera, han operado estos cambios; y que á la apertura de la abra seguía naturalmente el despedazamiento de las paredes y el desplome de fragmentos que arredondaban sus aristas y quedando suspendidos á diferentes alturas. La forma de algunos fragmentos hace ver que han sufrido un transporte prolongado y acción continua de las aguas. Por otra parte, la tendencia de la abra á cerrarse por un fenómeno de reajuste, ha sometido todo su relleno á una fuerte compresión. Es indudable, á juzgar por los cambios que el microscopio revela en los fragmentos de la roca del dique que rellenan la cavidad y aun por la mineralización que los reviste, que son particularmente de las acciones químicas que depende la transformación de la roca de estas curiosas masas.

Distribución de la riqueza.—Mejor que una descripción de la situación de las bonanzas y de sus dimensiones, el plano de la proyección vertical de los labrados de las minas dará una idea de ellas. Desgraciadamente no hemos podido obtener datos suficientes para marcar en dicha proyección los laboríos de disfrute más antiguos y por lo tanto más inmediatos á la superficie; que aunque no muy extensos y por tanto poco importantes, nos darían sí, un conocimiento más completo de la distribución de la riqueza en el sentido vertical. Algunas vetas han sido ricas desde la superficie del suelo, como lo demuestran las obras á tajo abierto sobre los crestones.

La forma de las bonanzas es sumamente irregular, tendiendo á alargarse menos en el sentido horizontal que en el sentido vertical, aunque para muchas de ellas no se tenga idea todavía de su extensión hacia la profundidad. Regiones hay que continuarán siendo productivas á medida que se emprendan trabajos más profundos. Las grandes bonanzas de las vetas de Santa Inés, Santa Brígida y Vizcaina están en este caso, lo que augura al Distrito del Real del Monte, cuando sean suficientemente combatidas las aguas, un aumento considerable de su producción mineral.

Comparando las dos bonanzas de la veta Vizcaina: la que se ha explotado por la mina de San Rafael y sus anexas en Pachuca y la comprendida entre los tiros de Guadalupe y de Dolores en el Real, se puede juzgar de la extraordinaria riqueza de esta veta. Esta última bonanza, que bien puede asemejarse por su posición y forma á la de San Rafael, no tiene menos de 1000 metros en su mayor longitud y avanzan, tanto una como la otra, probablemente á profundidades mayores de 400 metros.

Lo mismo sucede con las bonanzas de la veta de Santa Inés que de hecho se prolongan abajo de este nivel. La bonanza de Carretera fué descubierta desde muy cerca de la superficie, en tanto que la masa enorme de metal explotada entre los tiros de San Ignacio y Dificultad comenzó más abajo de 200 metros.

La veta de Santa Brígida ha sido bonancible en una gran longitud y á un nivel medio de 200 metros abajo de la superficie. Sobre la misma horizontal

son ricos también los ramales de esta veta, como Resquicio, Escobar y la veta de Cabrera, esta última con su bonanza principal alargada en el sentido vertical y quizá una de las más importantes como dependencia de la veta de Santa Brígida.

Si fuese posible un mejor conocimiento de los laboríos antiguos de las minas y se trazasen con exactitud los laboríos de las explotaciones modernas, se podría formar un cuadro que nos revelara nuevas soluciones al problema de la distribución general de la riqueza de esta región, tan favorecida desde el punto de vista mineral.

Resumen.—Una vez que hemos expuesto de una manera general la descripción de las rocas del Distrito de Real del Monte, las condiciones geológicas de estas formaciones, así como los caracteres de las vetas metalíferas, objeto principal de este capítulo, podemos dar un resumen de la serie de acontecimientos geológicos que se han verificado en aquella región; fenómenos, unos generales á toda la Sierra de Pachuca, exclusivos los otros á la porción de que se trata, á saber:

1º Aparición de las andesitas de piroxena, durante el Mioceno Medio, bajo la forma de erupciones sucesivas por largas grietas producidas durante los plegamientos de las rocas mezosoicas que se encuentran en las inmediaciones de la Sierra de Pachuca.

2º Erupciones de rhyolitas por diferenciación del primitivo magma andesítico pasando en gradación insensible por un intermedio dacítico. Las rhyolitas se extienden á manera de corrientes y en diques (San Esteban).

3º Como fenómeno anexo á la aparición de las rhyolitas, un sistema reticulado de grietas se forma. Circulación de aguas termales minerales y silizosas determinan la concreción que rellenan estas grietas.

4º Erupciones de basalto, reapertura de grietas, y fenómenos de deslizamiento para el restablecimiento del equilibrio de la región.

CAPITULO III.

DESCRIPCION DE LAS ROCAS.

Al hablar de las rocas de la Sierra de Pachuca en los Boletines números 7–8–9, nos hemos ocupado ya de una manera general de las rocas del Real del Monte, y desde entonces hicimos notar su semejanza con las rocas del Distrito de Pachuca, sobre todo aquellas que forman la caja de las vetas minerales.

Las andesitas de piroxena de Pachuca nos muestran una más grande variedad de composición y aspecto que las del Real, resultando de las acciones secundarias que han sufrido y de alguna mayor variación en la composición original del magma. En efecto, la presencia de la piroxena en el magma de última consolidación para todo un grupo de estas rocas, nos condujo á hacer una distinción con aquellas rocas que sólo contienen este mineral entre los elementos de primera consolidación. Subdividimos así las andesitas, en andesitas de piroxena y andesitas augíticas de piroxena. Estas últimas traen con mayor frecuencia que las primeras la piroxena rómbica y su composición más básica las aproxima al tipo basáltico. No podríamos hacer la misma subdivisión en las rocas del Real del Monte, en donde las andesitas de piroxena sólo accidentalmente contienen la piroxena de segunda consolidación.

Con pocas excepciones, las andesitas de este Distrito son de color verde en tonos que varían del negro verdoso al verde manzana; son generalmente muy porfiroides porque llevan en la pasta numerosos cristales feldespáticos de color blanco amarillento, así como en cantidad variable, cristales de color negro verdoso de minerales ferromagnésicos y no raras veces cristales hialinos de cuarzo.

Pero si el aspecto macroscópico es relativamente uniforme, no pasa lo mismo en la observación microscópica cuando se estudian las rocas en láminas delgadas. La estructura varía desde un estado casi holocristalino hasta una escasa desvitrificación microlítica, que no siempre se puede percibir por la

avanzada alteración de la roca; lo que da margen á una polarización confusa del magma ó por la penetración en la masa, de cuarzo secundario, lo que es muy frecuente. En la página 106 de "El Mineral de Pachuca," hemos citado una roca procedente del camino entre Omitlán y Real del Monte, en la que el aspecto holocristalino recuerda la estructura de una diabasa. Este caso, lo mismo que los otros que dejamos citados en la obra mencionada, son verdaderamente accidentales y no tienen otra importancia que la de justificar los cambios de estructura que son frecuentes en magmas uniformes, y en nuestro caso también por acciones secundarias.

La estructura más común es la microlítica bien desarrollada; es decir, que en la mayor parte de los casos la materia amorfa es relativamente escasa. Sin embargo, rocas de poco desarrollo microlítico se encuentran formando las brechas andesíticas de las Peñas Cargadas y las de las Peñas del Zumate, y en general en las rocas de las partes altas de las montañas que se diferencian por un color violado, resultado de su más avanzada alteración.

La estructura fluidea de las rocas que indica movimientos del magma antes de su final consolidación, es rara por regla general y sólo la hemos observado bien manifiesta en andesitas procedentes del cerro del Hiloche y en una roca de cerca del tiro de Acosta sobre el camino real.

Las microlitas son unas veces simples y otras macleadas según la ley de Carlsbad y su extinción se hace de ordinario bajo ángulos muy pequeños ó según su longitud, por lo que las hemos considerado como de oligoclasa. En el magma de estas rocas es raro encontrar cristalitos de apatita. El fierro negro también es escaso, y cuando existe, es en gruesos granos como un residuo de la descomposición de los minerales ferromagnésicos, tales como la augita y la hornblenda cuyos cristales han sufrido en algunos casos una verdadera desintegración.

Este aspecto tan simple del magma de las andesitas del Real se complica casi constantemente por las acciones secundarias, que se traducen: ya por una penetración de sílice, casi por una verdadera sustitución del magma amorfo por cuarzo, ya por una avanzada alteración que tiende á transformar la roca en una materia arcillosa ó esteatitosa. En el primer caso las rocas son duras, las microlitas feldespáticas se diferencian muy bien de las playitas de cuarzo de forma irregular y de la materia cloritosa que los envuelve. En el segundo caso, los contornos de las microlitas se vuelven confusos y la pasta de la roca se transforma en una masa heterogénea de clorita, calcita, á más de la materia con polarización de agregado, en los nicols cruzados. Sobre el origen de este cuarzo secundario, es indudable que al menos una parte procede de la descomposición del magma amorfo y de los fenocristales, y otra parte es el resultado de una verdadera impregnación por aguas silizosas circulantes, tales como las que han formado la matriz de los criaderos minerales; pues no se puede explicar de otra manera la abundancia de este cuarzo, el que afecta por otra parte, el mismo aspecto que el que se observa en venillas que cruzan en todas direcciones á las rocas que se hallan en contacto con las vetas.

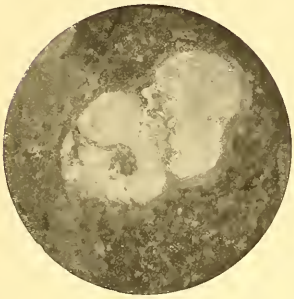


Fig. 1.

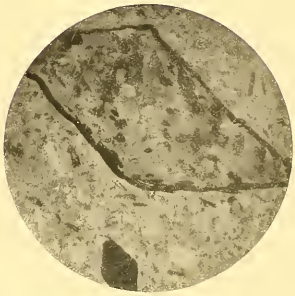


Fig. 2.

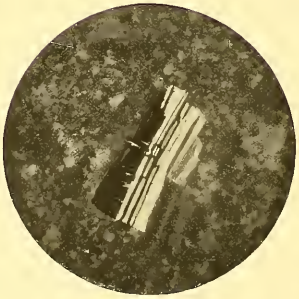


Fig. 3.

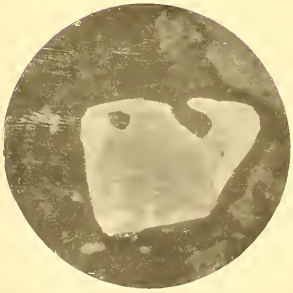


Fig. 4.

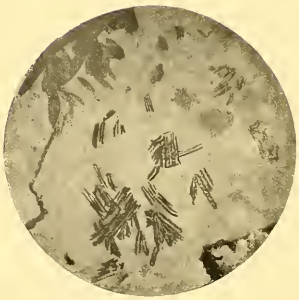


Fig. 5.

EXPLICACIÓN DE LA LÁMINA D.

Fig. 1.—Andesita de piroxena del cerro del Hiloche.—Secciones de cuarzo de primera consolidación con una auréola opaca indicando una reacción del magma sobre los cristales. Luz pol. nic. cruz.

Fig. 2.—Nivel del Aviadero, Mina de Dificultad.—Cristales de hornblenda reabsorbidos. Luz nat.

Fig. 3.—Andesita de piroxena del cañón 400 m. entre los tiros de San Ignacio y Dificultad.—Cristal encorvado de labrador. Luz pol. nic. cruz.

Fig. 4.—Litoidita. Dique de San Esteban.—Cristal corroido de cuarzo de primera consolidación. Luz. pol. nic. cruz.

Fig. 5.—Andesita de piroxena del camino del Real del Monte á Omitlán. —Cristalitos de epidota en un cristal de andesina. Luz. nat.

Las apariencias que resultan de estas transformaciones y las que ofrecen los cristales de primera consolidación, dan á las rocas de que nos ocupamos toda una facies propylítica, término que no vacilaríamos en aplicarles, como hemos dicho ya, si no tendiese á desaparecer de la literatura petrográfica.

En cuanto á los elementos de primera generación, ocupa un lugar preferente el feldespato en cristales hasta de $0^{m}015$ de longitud, en los que el microscopio revela, en la mayor parte de ellos, la sucesión polisintética de macles de la albita, raras veces combinados con el macle de Carlsbad.

Desgraciadamente el número de los cristales en los cuales es posible una buena determinación, es muy pequeño, tanto por el avanzado estado de alteración como por las acciones mecánicas que han sufrido. En un caso la alteración da lugar á la formación de opacita, de calcita y de epidota, esta última en pequeños granos y en agujas agrupadas (Lám. D, fig. 2) con sus vivos colores de polarización, y la calcita en playas ó lagunas de forma irregular en el interior de los cristales. Las acciones puramente físicas producen numerosas grietas en todos sentidos, predominando aquellas que se alargan según las caras prismáticas de los cristales, las que definen una especie de pseudocrucero. Según estas grietas, las secciones de cristales tienden á separarse en pedazos con extinción diferente, indicando que las superficies se hallan en planos diversamente inclinados como si los cristales hubiesen recibido una especie de torsión, pues se puede demostrar que dicho estado no proviene de una dislocación de las secciones durante la preparación de las láminas como podría sospecharse á primera vista.

Sin embargo de estas modificaciones, algunas secciones relativamente bien conservadas con láminas hemitrópicas, dan generalmente para la zona de simetría valores intermediarios que pueden convenir á un labrador ácido. No es raro encontrar en las preparaciones secciones de este feldespato y de andesina paralelas á la cara g^{1}. También se encuentran cristales de labrador básico.

Los feldespatos de estas rocas son por regla general muy pobres en inclusiones vítreas.

Respecto á los elementos ferromagnésicos, la piroxena se halla constantemente, aunque en diversos estados de alteración. A la luz natural este mineral se presenta con un color amarillo verdoso y verde claro, en secciones sin forma aparente de cristales, es decir, en playas de contorno irregular, en las que muy raras veces se dibujan las líneas de crucero. La materia verdosa que irregularmente se observa en el magma es provenida de la desintegración de los cristales. La luz polarizada revela la transformación de la piroxena en clorita de color azul profundo en los nicols cruzados, y finalmente fibrosa, ó bien de un color verde obscuro y con estructura aún más fibrosa. Completando las secciones de los cristales se ve la calcita, y no pocas veces granos de epidota y cuarzo.

En las rocas de color violado la piroxena parda domina, alterada en productos ferruginosos, que á no ser por la forma de las secciones paralelas á la

base del prisma, se podría confundir fácilmente con la hornblenda que viene en abundancia en estas rocas en estado más ó menos reabsorbido. El resultado de este fenómeno es la existencia de numerosas agujas pardas diseminadas en el magma con aspecto de microlitas.

Como minerales secundarios debemos mencionar la hiperstena en cristales angostos y alargados, más ó menos alterados en un producto fibroso análogo á la bastita. Estos cristales muestran las grietas transversales y las inclusiones de fierro características.

El cuarzo viene en grandes secciones irregulares, límpidas, con penetraciones del magma y desprovistas de inclusiones. Algunas secciones presentan una auréola opaca que envuelve el contorno del cuarzo límpido, lo que indica un ataque del magma (Lám. D, fig. 1). Este caso lo presentan igualmente algunos cristales de feldespato.

Las rocas del interior de las minas se caracterizan por la mejor conservación de los feldespatos de primera generación, permitiendo así un estudio más exacto de su naturaleza. La coloración verde de estas rocas, su estructura porfiroide y demás caracteres, son los de las rocas de la superficie.

No sólo los ejemplares recogidos á distintas profundidades, sino también los colectados á diferentes distancias de las vetas presentan una absoluta identidad; es decir, que las acciones determinadas por el relleno metalífero se han propagado mucho más allá de la superficie de contacto de la roca y de las vetas casi con igual intensidad ó con un decrecimiento sumamente lento. Así sucede por ejemplo con la silicificación, la principal modificación de las rocas por la influencia de las vetas. No pasa lo mismo con la formación de pyritas y la presencia de otros sulfuros metálicos en las rendijas de las rocas, juntamente con el aspecto de brechas cimentadas por venillas de cuarzo, que es propio casi exclusivamente de la región de contacto. La coloración violada de las rocas que con cierta frecuencia se ve en la superficie del terreno, es rara en las rocas del interior, y sabemos que dicho color proviene generalmente de la alteración de los minerales ferromagnésicos en óxidos ferruginosos. Sin embargo, cerca de la vetilla de la Cuchara, en la mina de Dificultad, encontramos una roca violada con notable abundancia de cristales alargados de piroxena y hornblenda de primera consolidación (Lam. D, fig. 5). Estos cristales transformados en clorita, de color verde á la luz natural, tienen un reborde opaco de óxidos de fierro y en el magma hay agujas de piroxena transformadas en los mismos óxidos. Por regla general en las rocas profundas, la formación de productos verdes es más constante y por consiguiente también la calcita. En los feldespatos es muy abundante la epidota en agujas agrupadas en abanico, ó en granos en el seno de los cristales.

La estructura brechiforme de que antes hicimos mención, no sólo es perceptible por la división de la roca en grandes fragmentos cimentados por cuarzo, sino que también al microscopio se revela. Partes del magma muy cargadas de cuarzo y por lo tanto casi invisible la estructura microlítica, limitan y aislan en lagunas, á porciones de la roca no afectadas por la sílice don-

de se distinguen claramente las microlitas; al mismo tiempo los feldespatos de primera consolidación se hallan poco alterados y casi completos los cristales. Como ejemplo de estas brechas citaremos la roca que forma los respaldos de la veta de Santa Brígida cerca del tiro de Acosta, y los respaldos de la veta de Santa Inés al nivel 400 m. cerca del tiro de San Ignacio.

Más de una vez puede observarse que al lado de los cambios químicos que con tanta intensidad nos ofrecen estas rocas, hay efectos mecánicos de gran importancia perceptibles aún en los cristales de primera consolidación. A este respecto debemos mencionar una roca procedente de un crucero en el cañón 400 m. entre los tiros de San Ignacio y Dificultad, de color gris verdoso con numerosos granos de cuarzo visibles á la simple vista. El microscopio la resuelve en un magma feldsítico y microlítico en el que nadan cristales y fragmentos de cristales de plagioclasa (labrador). Algunas secciones de este feldespato han sufrido una torsión poniendo los fragmentos en que se dividen los cristales, en distintos planos, en tanto que en otros como el que damos en la figura 3 de la Lám. D, cediendo al esfuerzo mecánico y como si el cristal estuviese dotado de alguna elasticidad, se ha encorvado ligeramente. La figura, tomada con cuidado, da idea de esta curvatura en las láminas hemitrópicas alumbradas del cristal.

El magma de esta interesante roca ha sido en parte redisuelto y ha vuelto á consolidarse, no sólo bajo la forma microlítica, sino que la intervención de la sílice ha dado origen á una desvitrificación feldsítica y esferolítica con reacción sobre los cristales de feldespato de primera generación. En efecto, muchas secciones de labrador algo torcidas y agrietadas, se ven rodeadas de una auréola radiante de naturaleza esferolítica. Verdaderas esferolitas que comienzan á dibujar la cruz negra, llevan como núcleo un fragmento de cristal de feldespato.

Dacitas.—En las partes altas de algunas de las montañas que rodean al Real, principalmente en las cercanías de la Peña del Zumate, es frecuente encontrar rocas de color rojizo ó violado muy porpyroides, tanto por numerosos cristales de feldespato, como minerales ferromagnésicos y de cuarzo. Este mineral lo contienen estas rocas en más abundancia que las rocas verdes.

En estas rocas, también fuertemente silicificadas y alteradas, es posible distinguir un magma original microlítico, y en la mayor parte de los casos también microfeldsítico que es propio de las dacitas. El cuarzo secundario ha penetrado solamente en partes del magma, de manera que quedan espacios en los que las microlitas se pueden fácilmente reconocer con la extinción recta y alargamiento característicos de la oligoclasa. Como se puede prever por la coloración de la roca, minerales ferromagnésicos se han transformado en óxidos ferruginosos que se diseminan en el magma en granos y en agujas, ó bien la masa de estos óxidos define los contornos de los minerales que los producen. Estos minerales son: la piroxena, la hornblenda y algunas veces la mica parda. Las secciones de cuarzo están libres de inclusiones. Los cris-

tales de feldespato, principalmente de labrador, están muy alterados en opacita y calcita, siendo de notar que en estas rocas violadas raras ocasiones dan por alteración la epidota, y rara también la clorita en los productos de la descomposición de la hornblenda y piroxena como si éstos fueran de naturaleza más ferrífera que los que se encuentran en las rocas verdes.

Las dacitas á que aludimos tienen una grande semejanza con las que forman las agujas de los Organos de Actopan en la misma Sierra de Pachuca; con las de las montañas de Tepenené y de Las Monjas del Chico, que son macizas en la base y forman grandes brechas en las cimas.

También las andesitas verdes se ven transformadas en dacitas, sobre todo donde se encuentran las brechas, como cerca del portezuelo de Tezoantla y de las Peñas Cargadas. En algunos lugares de esta región, ciertos ejemplares de las rocas presentan una curiosa estructura perlítica que se ha producido antes de la penetración del cuarzo. Este se halla inyectado, por decirlo así, con mayor facilidad á favor de las finas grietas perlíticas. El magma microlítico y feldsítico tiende á aislarse en porciones arredondadas. Al mismo tiempo los cristales de primera consolidación, á más de estar bastante alterados, se ven muy agrietados y dislocados.

Feldsonevaditas.—Las rocas con abundante sílice de las Peñas del Aguila presentan un aspecto que puede referirse al de las *Nevaditas* por su color claro (gris y rosado), la abundancia de grandes cristales de primera generación y un magma feldsítico bien desarrollado desprovisto de segregaciones esferolíticas. Pero para llegar á tener estas rocas ese desarrollo completo han pasado por un intermedio de naturaleza dacítica, que viene en comprobación de la idea de que de las andesitas que predominan en el Distrito, á las rhyolitas que sólo se hallan en superficies muy pequeñas, hay una insensible gradación como rocas resultantes de un solo magma interno en fases diversas de diferenciación que tiene términos claramente definidos: de una parte las andesitas francas de 65 por ciento de sílice, de la otra las rhyolitas feldsíticas y nevaditas. Este caso es general para toda la Sierra de Pachuca. El tipo intermedio de rocas, las dacitas, no tienen carácter definido; ya se refieren á las andesitas, ya se aproximan á las rhyolitas y ocupan de preferencia las cimas de las montañas elevadas, tales como los Organos de Actopan, Cerro de San Cristóbal, Peñas de Buenavista, Peñas del Zumate y aun las Peñas del Aguila, en donde las nevaditas llevan á veces bastante magma microlítico para considerarse como dacitas.

El magma de las rocas del Aguila, con numerosas puntuaciones y finas agujas opacas agrupadas en bandas, se resuelven á la luz polarizada en un agregado feldsítico en el que existen porciones de cuarzo alotriomorfo granudo, ya en bandas, como en lagunas. De los elementos en dicho magma contenidos, se debe citar en primera línea por su abundancia, el cuarzo en grandes playas y secciones de cristales notablemente corroidos, al rededor de los cuales frecuentemente se observa el cuarzo de segunda consolidación que resulta de la redeposición del cuarzo disuelto por el agua. Las playas de cuarzo

ofrecen en su interior penetraciones del magma y no contienen inclusiones de ninguna clase. Los feldespatos también son abundantes en estas rocas, en grandes cristales generalmente menos atacados que el cuarzo. El sanidino predomina en grandes macles de Carlsbad. No escasea el labrador en cristales más destruídos que los de sanidino en macles polisintéticos; unos y otros feldespatos casi desprovistos de inclusiones vítreas. Menos abundantes y de carácter que pudiera considerarse como accesorio, se encuentran cristales aciculares de hornblenda parda reabsorbida y finas laminitas de mica parda; en el magma algunas agujitas de apatita.

Si el aspecto microscópico del magma independientemente del cuarzo alotriomorfo que contiene, no alcanza exactamente el estado holocristalino feldsítico de las propias nevaditas, sí, la abundancia de grandes cristales de primera consolidación de color claro en la roca y lo poco acentuada que muestra la estructura fluidea, justifican á nuestro modo de ver el nombre de feldsonevadita con que hemos designado estas rocas, en la acepción que le da Rosenbusch. Por otra parte, reacciones del magma sobre los numerosos cristales de primera generación y la manera de presentarse las rocas, como ya hemos dicho, acusan una avanzada consolidación intratelúrica.

Tobas rhyolíticas.—En la falda N. del cerro del Aguila yacen las capas casi horizontales de tobas rhyolíticas de que ya hemos hablado otras veces, cubriendo la depresión que existía en el contacto de las rhyolitas y de las andesitas que ahora se ocultan bajo las capas de toba. En el espesor total de las capas de tobas próximamente de 150 m., se tiene una serie alternante de tobas algo arcillosas en gruesos bancos y tobas sumamente cargadas de sílice en delgados lechos que pasan hasta jaspes ó á la piedra cornea. El aspecto de las tobas bajo el microscopio hace ver que se trata de una sedimentación ígneo-acuosa de material detrítico. La sílice sirve de materia incrustante y ha sido ministrada por aguas termales silizosas con alternativas en la cantidad de sílice que podían sedimentar. El microscopio revela en estas rocas un magma de agregación feldsítica como en las verdaderas rhyolitas una pasta arcillosa y granos de cuarzo. En este magma á veces confuso nadan fragmentos de cuarzo, de feldespato y á veces fragmentos pequeños de minerales ferromagnesianos indeterminables.

Rhyolitas en dique.—El gran dique llamado de San Esteban que se prolonga en dirección casi N.-S. y que creemos haber identificado desde el pie de las Peñas del Zumate hasta el pie meridional de la Peña del Gato, llevando en su parte media adherida la veta de Morán, está formado de uua roca que en su origen debió haber sido una rhyolita litoide (Letoidita) pero que por las acciones á que ha estado sometida durante la formación de la veta de Morán, ha perdido en parte su primitivo carácter. En efecto, rocas tomadas del interior, justamente del contacto con la veta de ese nombre, muestran al microscopio un magma microfeldsítico de débil acción á la luz polarizada, aislado en lagunas rodeadas de un agregado cristalino de cuarzo secundario. En los restos de magma microfeldsítico se encuentran cristales fuertemente

corroidos de cuarzo de la primera generación (Lám. D, fig. 4) y de feldespatos sanidino y plagioclasa. El aspecto del magma original á la luz natural con sus granulaciones opacas agrupadas á veces en bandas de fluidalidad, muestran su naturaleza rhyolítica. Estas rocas del dique de San Esteban son generalmente de color blanco, de superficie lisa y casi concoide con estructura en delgadas banditas paralelas ocasionadas tal vez por fenómenos de compresión. La roca tiene venillas muy finas en todas direcciones rellenadas de mineral (blenda y raras veces galena) y en toda la masa inmediata al contacto de la veta, cristalitos muy pequeños de pyrita. En la superfieie del suelo la roca del dique es un poco distinta. Sobre el arroyo del Real donde asoma como crestón, el magma microfeldsítico aparece un poco devitrificado y se observa al microscopio en agregados de partículas alumbradas que afectan en conjunto la forma de rosetas como una agregación pseudoesferolítica. A veces en el interior de estas rosetas se halla un núcleo de cuarzo, lo que supone que en esta formación han intervenido acciones secundarias, pues en partes ha influído también para la devitrificación el cuarzo de penetración.

Un fenómeno análogo tiene lugar en las rocas del mismo dique al pie de las Peñas del Zumate, solamente que aquí la devitrificación ha alcanzado un estado más avanzado. Se distinguen fácilmente agregados radiantes, muy finas esferolitas como las que dan los magmas microesferolíticos. Las esferolitas no presentan señales de cruz negra y parece que son de origen secundario. Algunas rocas de este lugar se asemejan á las feldsonevaditas de las Peñas del Aguila por la abundancia del cuarzo, del feldespato (sanidino) y finas y abundantes laminillas de mica negra de primera generación, así como por el estado feldsítico del magma.

Aunque por regla general no existe una semejanza absoluta entre las rocas del dique de San Esteban y las de las Peñas del Aguila, nosotros creemos que deben de tener un mismo origen por más que sea difícil establecer por ahora una correlación de edad, siendo este un problema delicado cuya resolución daría mucha luz sobre la edad y relaciones de las vetas del Distrito de Real del Monte con las rocas eruptivas. Más tarde deberemos ocuparnos detenidamente de este problema interesante.

SEGUNDA PARTE.

Tip. y Lit. «La Europea.»

Vista de la mina "DOLORES"

EXPLOTACION DE LAS MINAS.

Las minas del Real del Monte, como las de Pachuca, han sido trabajadas desde pocos años después de realizada la conquista de México. La fecha exacta de la fundación de Real del Monte no hemos podido averiguarla; pero en el archivo de la iglesia parroquial de esta población consta que dicha iglesia fué bendecida el 7 de Octubre de 1578 por el tercer arzobispo de México Don Pedro Moya de Contreras, siendo cura beneficiado D. Francisco Ruíz, y testigos de la bendición D. Gonzalo Gómez de Cervantes, D. Gaspar de Rivadeneira, D. R. de Guzmán Gaza Sánchez, D. Gaspar de Castañeda, D. Mateo Paredes y otros muchos que pueden considerarse como de los primeros habitantes españoles de Real del Monte.

Según se desprende de los datos que hemos podido recoger, la veta Vizcaina, por su mayor potencia y longitud fué la primera que atrajo la atención de los mineros, pues la mina de la Joya labrada sobre esta veta se considera como la más antigua del Distrito. Gamboa, en sus comentarios á las Ordenanzas de Minería, cita la relación hecha por el viajero italiano Gemelli Carrieri después de su visita á las minas de Real del Monte en 1697. Afirma éste que la mina de la Trinidad, compuesta de las pertenencias: La Campechana, La Joya y el Peñol, dió en diez años, con un pueble de 1,000 hombres, 40.000,000 de pesos; se empleaban 16 malacates para hacer el desagüe y se gastaba en madera para fortificaciones la suma de $ 20,000 anuales.

A principios del siglo XVIII, D. Isidro de Lamadrid, de la Orden de Santiago, invirtió un fuerte capital en la explotación de estas minas, perdiendo su fortuna sin poder agotar las aguas que afluían en abundancia, "y así la fuerza incontrastable de las aguas sepultó su riqueza y dejó cubierta la de las minas." [1]

La explotación de las minas de Real del Monte es notable por la lucha entablada entre los mineros y las aguas que en muy grande cantidad se presentaban desde los labrados altos. En efecto, las alternativas de prosperidad y decaimiento de las minas, no eran más que consecuencia del éxito ó fracaso

1 Gamboa ob. cit.

de los medios adoptados para hacer el desagüe; de la eficacia de los aparatos de desagüe, del resultado obtenido por la apertura de socavones que permitieran á las aguas su escurrimiento natural á la vez que reducían la altura á que debieran elevarse por los medios mecánicos, dependía la posibilidad de continuar los trabajos á mayor profundidad, y por consiguiente, permitían crear nuevos campos de explotación; por último, la economía en el desagüe ponía en condiciones de explotabilidad muchos frutos de inferior ley que en otras circunstancias no serían aprovechables.

La obra de Gamboa ya citada, pero principalmente el estudio del Real del Monte hecho por el Doctor alemán D. Juan Burkart, quien además de haber visitado este importante Distrito Minero, tuvo á la vista los informes de Mr. John Taylor y Mr. John H. Buchan, contienen datos muy interesantes que alcanzan hasta el año de 1858. Como es muy poco conocida esta obra, aun entre los mineros de Real del Monte, tomamos para nuestro estudio todo lo que en ella hemos juzgado de más importancia.

Después de haberse arruinado el minero Lamadrid á principios del siglo XVIII, quedaron abandonadas las minas de Real del Monte hasta el año de 1738, en el que D. José Alejandro Bustamante y su compañero aviador y sucesor D. Pedro Romero de Terreros, de la Orden de Calatrava y después Conde de Regla, entablaron un denuncio de las minas abandonadas sobre la Vizcaina, proponiéndose desaguarlas á mayor profundidad por medio de un socavón. El 1º de Junio de 1739 se les dió posesión de todas las minas abandonadas sobre la Vizcaina, que eran: La Zapatera, la Palma, Jesús, Dolores, La Joya, San Cayetano, Sabanilla, Buen Suceso, Sta. Teresa, Sta. Agueda, San Francisco y Sto. Domingo, y de otras muchas situadas en diversas vetas, y se les concedió el derecho de descubridores de todas las vetas nuevas que fueran cortadas por el socavón.

Para la apertura de esta obra se eligió la vertiente meridional de la Sierra de Pachuca, rompiéndola en un punto situado cerca del pueblo de Azoyatla. Se trabajó durante nueve años, en los cuales se colaron 1,005 metros con un costo de $ 80,000; pero las dificultades para la ventilación y la dureza de la roca hicieron que se abandonara. Se rompió otro nuevo socavón en la vertiente N. que sólo se trabajó durante un año, teniendo que abandonarse por la dureza excesiva de la roca.

Cansado Bustamante de tanta fatiga sin efecto, quiso abandonar la prosecución de la obra del socavón y los privilegios con que el Gobierno le había facultado para su apertura; pero el Marqués de Valle Ameno, propietario de la mina de San Vicente sobre la veta de Santa Inés y parcionero de la obra del socavón, insistió para que se rompiese otro nuevo en el paraje denominado de Doña Juana, cerca de la mina de Morán.

La longitud mucho menor del socavón de Morán permitía cortar la Vizcaina en menos tiempo que el de Omitlán, y con respecto al de Azoyatla tenía la ventaja de que podía cortar muchas vetas antes que á la Vizcaina y seguir en grandes tramos de su longitud sobre alguna de las que con rumbo

Tip. y Lit. de La Europea.—México

Vista de la mina "S. JUAN VIZCAINA"

en ángulo casi recto con el de la Vizcaina se presentan en esta localidad, circunstancias favorables puesto que muchas de estas vetas habían sido reconocidas en los altos como buenas.

Después de obtenida del Virrey Conde de Revillagigedo la concesión del socavón y la ampliación de las cuadras de las minas: de Acosta, San Francisco, San José, La Cruz y otras más, se dió principio en 1749 al socavón de Morán, trazándolo con una dirección casi perpendicular á la de la veta Vizcaina; su longitud, hasta cortar ésta, debía ser de 2,414 metros y su profundidad vertical abajo del tiro de La Joya, de 170 metros. Bustamante murió poco después y la obra fué continuada con empeño por Terreros.

Para dar una idea de la actividad con que se trabajó en esta obra, diremos que comenzada el 10 de Julio de 1749, según los reconocimientos y vedurías que cada cuatro meses se practicaban, tenía en Enero de 1754 una longitud de 417 metros. Para facilitar la ventilación y por consiguiente el trabajo, se abrieron varias lumbreras que permitían colar la obra á varios cabos y ponían á los operarios en circunstancias de producir mayor rendimiento, con lo cual se logró cortar la veta Vizcaina 38 metros al P. del tiro de la Joya en el año de 1762.

Con mucha justicia dice Gamboa, que "se hacen dignos de la mayor alabanza el valor y empeño con que en más de 20 años corridos desde 1739, emprendieron y siguieron esta grande obra del socavón D. José Alejandro Bustamante, D. Pedro Romero de Terreros, el Marqués de Valle Ameno, D. Juan de Varandiarán, D. Tomás Tello y demás socios."

Las esperanzas que de encontrar vetas buenas tenían no salieron fallidas; pues en la veta de Sta. Brígida sobre la que caminó el socavón en una gran longitud, se alcanzaron en la parte alta del socavón clavos tan ricos que dieron $ 7.000,000 sin contar la parte que tocó al pueble y que se valúa en medio millón.

Para explotar la Vizcaina habilitó Terreros los tiros de Dolores y San Cayetano; los profundizó y dotó á cada uno de ocho malacates para colar abajo del socavón, obteniendo con estas obras una producción de frutos tan grande que fué imposible beneficiarlos en las haciendas que se tenían, por lo que se construyeron otras nuevas.

La máxima producción y riqueza de las minas tuvieron lugar el año de 1774, y desde entonces fueron en diminución, aunque muy poco á poco; pues á la muerte del Conde de Regla, acaecida en el año de 1781, la producción de carga era todavía muy abundante y los productos de las minas hasta ese año ascendían á $ 11.000,000, sin incluir el partido del pueble que sería como millón y medio.

"La muerte del Conde de Regla y el mal éxito de los diversos medios ideados para facilitar el desagüe, dieron por resultado la suspensión de éste en el año de 1781; sin embargo, arriba del socavón se extraía todavía bastante carga para cubrir los gastos de sostenimiento del socavón y otras obras, y puede graduarse la extracción de plata hasta 1749 en más de $ 600,000."

Con las obras emprendidas por Terreros en los tiros de San Cayetano y de Dolores, se procuró colar las labores abajo del socavón; pero los 16 malacates instalados en estos tiros apenas podían arrastrar el agua, y la dificultad de dominarla crecía con la profundidad. No siendo posible en esa época en Real del Monte adaptar al desagüe algún otro aparato más poderoso y eficaz que el malacate de caballos, para lograr el desagüe de las minas era pues indispensable poner éstos en mayor número; y con este fin se profundizó el tiro de Guadalupe y se abrió el tiro de San Francisco, aumentándose así hasta 19 el número de malacates dedicados al desagüe. Así se pudo dominar el agua, colar el tiro de San Ramón hasta la profundidad de 314 metros, abrir varios cañones profundos sobre la veta que produjeron hasta 1801 la suma de $ 6.000,000. A pesar de haberse aumentado por segunda vez el número de malacates hasta 28, los que exigían para su servicio 400 hombres y 1,200 caballos con un costo anual de $ 250,000, fué de todo punto imposible dominar el agua desde que se llegó á la profundidad de 90 metros abajo del socavón.

Las dificultades que provenían de la escasez de azogue y del elevado precio del fierro y del acero, se unieron á las que presentaba el desagüe para determinar en 1801 la suspensión de los trabajos en las minas del hasta entonces floreciente Distrito de Real del Monte.

La triste situación á que llegaron los operarios de las minas y haciendas de beneficio por la falta de trabajo ocasionada por la paralización de las minas, movió al 2º Conde de Regla á emprender algunas obras nuevas; pero convencido de la inutilidad de sus esfuerzos para obtener el desagüe dados los imperfectos medios de que disponía, prefirió hacer nuevos denuncios y tomó posesión de varias cuadras, tanto al E. como al W. de las minas situadas sobre la veta Vizcaina. Los tiros de Dios te guíe, San Juan y San José, al W. del tiro de Guadalupe, se colaron hasta las profundidades de 280, 150 y 202 metros respectivamente; al E. de Dolores se abrió el tiro de San Antonio. Estas obras permitieron descubrir y explotar varios clavos con cuyo producto se pudo mantener el trabajo de las minas hasta el año de 1809, en el que falleció el 2º Conde de Regla. Su hijo y sucesor el 3er. Conde, continuó las obras que su padre había comenzado, y aunque los clavos que se disfrutaron en las minas de Dios te guíe y San Ramón le produjeron unos $ 500,000, fueron totalmente absorbidos por los gastos de explotación y los que era preciso erogar para mantener abiertas algunas obras importantes como el socavón antiguo y los tiros principales.

Los trastornos debidos á la guerra de Independencia obligaron á suspender muchas de las obras que se colaban en las minas de Real del Monte, y sólo se trataba de mantener abiertas las obras de mayor importancia y para ayudar á los gastos que esto exigía se disfrutaron clavos de poca importancia que produjeron unos $ 200,000 hasta el año de 1819 en que fueron abandonados los trabajos de una manera completa. Los productos de las minas desde la muerte del primer Conde de Regla hasta la paralización completa de los trabajos, la fija Burkart en siete y medio millones de pesos.

Tip. y Lit. «La Europea» — México

Vista de la mina "SAN IGNACIO"

"Entre las obras de investigación emprendidas por el tercer Conde de Regla, dice Burkart, merece especial mención el desagüe de la Vizcaina á mayor profundidad, por medio del socavón del Aviadero, aprobado por el Director que era entonces de las minas, D. José Castelazo; pero según queda dicho, fué proyectado y aun comenzado desde mucho antes, aunque poco después abandonado por Bustamante. Este socavón se rompió en la cañada de Real del Monte, cerca de donde desemboca, junto á la hacienda de Sánchez y no muy lejos del pueblo de Omitlán, debe cortar la veta Vizcaina á las 4,500 varas (3,771 mts.) y 130 varas (108 mts.) más abajo del piso del primer socavón; por consiguiente debajo de los labrados más profundos que estaban entonces 108 varas (90 mts.) más bajos que el socavón de Morán. Este socavón no sólo debía servir para el desagüe de las vetas Vizcaina y Sta. Brígida, sino para el de todas las vetas del Distrito, y debía considerarse como una empresa de mucha importancia para el Mineral, aunque no podía llegar á su término, esto es, á cortar la veta Vizcaina, antes de 28 ó 30 años. Sin embargo, entonces se coló en una corta longitud y se abandonó como las demás excavaciones."

Durante la dominación española estuvo prohibido á los extranjeros adquirir propiedades mineras, y sólo después que fué reconocida la Independencia de México por Inglaterra, se empezaron á aplicar capitales extranjeros, principalmente ingleses, á la explotación de las ricas minas del país. El tercer Conde de Regla y el minero inglés Mr. John Taylor formaron en Londres una Compañía para la explotación de las minas que pertenecían á la casa de Regla. Obligábase la Compañía á suministrar los fondos necesarios para la explotación y á pagar al Conde, como alimentos, $16,000 anuales mientras las minas no produjeran utilidades, dividiéndolas con él por igual, cuando las hubiera; la duración del contrato debía ser de 28 años según se arregló primitivamente, pero esta cláusula fué modificada en el sentido de que la propiedad fuese para siempre.

Los bienes pertenecientes á la casa de Regla y que pasaron á la Compañía eran las minas situadas sobre la veta Vizcaina, cuyas cuadras tenían en conjunto una longitud de 3,519 metros y una anchura de 167.60 metros; una zona del terreno atravesado por el socavón con una anchura de $151^{m}.40$ á uno y otro lado del eje de éste y con una longitud de 1,175 metros en la parte correspondiente á Santa Brígida y 1089.40 sobre las vetas de Acosta y Escobar; todas las haciendas de beneficio, y las minas de plata de La Pechuga y la de plomo de Lomo de Toro en el Distrito de Zimapán. Además de las minas de la casa de Regla tomó la Compañía inglesa otras muchas de diversos dueños, entre las que figura la de Morán que siempre fué tenida por muy productiva.

"Cuando la Compañía inglesa tomó posesión en 1824, escribe Burkart, estaban todas las minas abandonadas y en ruina; la mayor parte de los tiros verticales que comunicaban con los labrados subterráneos estaban quebrados ó hundidos, y sólo podían reconocerse por los enormes hundidos y terreros

que se habían formado cerca de ellos. Peor era todavía el estado del socavón, que en algunos puntos estaba completamente hundido, de modo que ya no daba paso á las aguas, y éstas habían subido por consiguiente en las labores. También en las diversas haciendas estaban destruídas las máquinas, el Real del Monte estaba muy abatido y su población muy disminuída."

De esperarse era que la Compañía inglesa desechara los malacates de desagüe, y aplicara á este importante servicio aparatos más poderosos y perfectos. En efecto, hizo venir de Inglaterra cinco máquinas de vapor para desagüe, un mortero de vapor y dos máquinas de aserrar, lo que hacía la carga de tres buques de 300 toneladas que se descargaron en Mayo de 1825, en la playa de Mocambo. Las dificultades de desembarco y transporte hasta Real del Monte, enumeradas en el Boletín relativo al Mineral de Pachuca, fueron vencidas por los fuertes desembolsos de la Compañía y por la energía é inteligencia del oficial inglés de artillería Mr. J. N. Colquhoun, quien llegó con la maquinaria á Real del Monte en Mayo de 1826. Montóse inmediatamente la primera máquina de vapor en el tiro de Morán.

Entretanto se había trabajado con mucha actividad en la reparación y desazolve del socavón de Morán y de los tiros y cañones de más importancia; se había hecho un levantamiento del Distrito y estudiado los lugares en que sería más conveniente hacer la instalación de las máquinas de desagüe, tanto por las condiciones propias del tiro, como por su proximidad á los lugares en que se esperaba encontrar clavos ricos.

Uno de los tiros señalados para este objeto fué el de Dolores y en él se colocó una máquina de 30" ($0^{m}.762$).

Cedamos la palabra á Burkart para que haga la enumeración de las diversas obras que á más de las anteriores emprendió la Compañía: "Se habían proyectado nuevos tiros, y aun comenzado en parte su cuele; también estaba comenzada la construcción de muchas habitaciones, de los talleres y almacén cerca de las minas, la reparación de las haciendas de beneficio y las fundiciones; se habían adelantado varios proyectos de caminos, así como un buen camino carretero trazado con mucho cuidado desde Real del Monte por la Cañada hasta Omitlán, y se había empleado un fuerte capital, en su mayor parte en obras exteriores. En seguida continuó el cuele del socavón general del Aviadero, abierto cerca de Omitlán, arriba de la hacienda de Sánchez, y 130 varas ($108^{m}.94$) más profundo que el de Morán, y se pusieron en actividad muchas de las afamadas minas de las tomadas por la Compañía (mediante el pago de la considerable cantidad de alimentos á sus dueñas), para sacar utilidad de las vastas pertenencias que poseía la Compañía en el Distrito de Real del Monte."

"A continuación pongo un estado de la extensión de estas pertenencias, tales como se entregaron á la Compañía en 1826 para la explotación de las minas situadas en ellas; comprendían en cuadra limitada por todas partes verticalmente, y con 200 varas ($167^{m}.60$) de anchura:

1.—Las minas de la familia de Regla sobre las vetas:

Tip. y Lit. «La Europea»—México

Vista de la mina "ACOSTA"

a—Vizcaina con una longitud de	4200	vrs.	3519m·60
b—Sta. Brígida	1400	„	1173 . 20
c—Acosta	1300	„	1089 . 40
2.—Las minas de la veta Morán en una longitud de	1300	„	1089 . 40
3.— „ „ „ „ San Felipe	400	„	335 . 20
4.— „ „ „ „ Ompaques	800	„	670 . 40
5.— „ „ „ „ Valenciana	1000	„	838 . 00
6.— „ „ „ „ Cabrera	200	„	167 . 60
7.— „ „ „ „ Sta. Inés	400	„	335 . 20
8.— „ „ „ „ Jesús	200	„	167 . 60
9.— „ „ „ „ Santiago	600	„	502 . 80

"Había entrado la Compañía en una empresa que, según el modo en que se habían acometido los trabajos, exigía más tiempo y capital que los que se habían calculado al principio confiándose en los grandes conocimientos del arte de las minas y en la superioridad de los recursos de la mecánica, que excedían á las fuerzas de la Compañía. Se quisieron aprovechar en la rehabilitación de estas minas todas las ventajas que ofrecían las mejores máquinas y los grandes adelantos y mejoras del arte de minas y de la metalurgia en Europa, y que hasta entonces eran desconocidos en México; pero parece que no se reflexionó con qué dificultades se debía tropezar y cuánto dinero y tiempo debía sacrificarse para ello, en un país que no poseía, ya no los medios necesarios para la construcción de las máquinas y sus dependencias, pero ni los operarios indispensables para su establecimiento y manejo, y que por lo mismo todo debía llevarse de Europa con grandes costos. Como queda dicho, se había avanzado vigorosa y activamente en la ejecución de este plan, sin haber conseguido una extracción de carga de alguna importancia, y fué preciso para hacer frente á gastos tan considerables, exigir á los accionistas repetidas exhibiciones de fondos, que muy pronto despertaron en ellos el deseo de que se extrajeran y beneficiaran metales de los campos ya abiertos arriba del socavón, en la veta Vizcaina, aun cuando no fuese bajo el método perfecto de explotación primitivamente proyectado, con tal que se consiguiese la producción de carga y reembolsarse de los capitales exhibidos. Con este objeto se emprendieron prontamente varias que no tuvieron sin embargo el resultado favorable que se esperaba en Inglaterra, y que había formado repetidas veces la esperanza de los accionistas. Aunque estas esperanzas quedaron frustradas, se confiaba todavía firmemente en que los trabajos de la empresa dejarían pronto sobrantes de importancia, pues se creía haberse equivocado solamente en el tiempo, pero no en el supuesto de encontrar arriba del socavón frutos costeables que no se sabía beneficiar económicamente en el país, atribuyéndose la dilación solamente á muchos obstáculos y contratiempos imprevistos."

Los trabajos de la Compañía inglesa no sólo se llevaban activamente en la veta Vizcaina por los tiros de Dolores, San Cayetano, Sta. Teresa y Guada-

lupe, pues también se trabajaba con empeño en las minas de Acosta, Mesillas, Gran Compaña, Morán, Valenciana, Cabrera, Jesús, San Esteban, Sta. Inés y otras más del Real, así como en los Distritos de Zimapán y Ozumatlán en las minas de Lomo de Toro y la Pechuga y en las de Pachuca.

La máquina de 30" ($0^{m}.762$) de Dolores, ayudada por otra igual instalada en el tiro de San Cayetano, pudo arrastrar el agua hasta descubrir los planes más profundos labrados en tiempo del primer Conde de Regla, que según dijimos, llegaban hasta 90 metros abajo del socavón, con lo que se pudo labrar un cañón á esta profundidad y aun explorar á un nivel 80 metros más bajo por medio de tres planes que se colaron sobre la veta Vizcaina en un lugar que presentaba regulares frutos. Así las bombas pudieron con un costo de $30,000 anuales hacer el desagüe que no pudo conseguir el Conde de Regla con sus 28 malacates y el enorme desembolso de $250,000 anuales.

Los trabajos emprendidos en los tiros de Sta. Teresa y Guadalupe, tenían por objeto descubrir y explotar los clavos ricos que se sabía existían en los planes profundos de la mina de Sta. Teresa; pero distantes éstos unos 754 metros al P. de Dolores, no se hacía sentir la influencia de las máquinas de Dolores y San Cayetano. Para tener secos estos planes se coló el tiro de Terreros situado cerca de ellos y del punto en que se reunen las vetas de Sta. Inés y Vizcaina; para llevar á pronto término el cuele del tiro de Terreros se rompieron cruceros de los cañones inmediatos de las minas de Sta. Teresa y Guadalupe para poner ocho cabos, y así comenzado el tiro en Enero de 1830 se terminó en Enero de 1834, hasta la profundidad de 201 metros abajo del brocal del tiro.

La máquina de 54" ($1^{m}.32$) instalada en el tiro de Terreros, ayudada por las pequeñas de Dolores y San Cayetano, permitieron por algún tiempo hacer el disfrute y las obras de investigación hasta la profundidad ya dicha; pero desde que se trató de alcanzar profundidades mayores, se vió que la potencia de estas bombas no bastaba para agotar el agua; por este motivo se cambió la poderosa máquina de Terreros al tiro de San Pedro en la mina de Acosta, á fin de reconocer las vetas de Sta. Brigida y Gran Compaña que se cortan cerca de este tiro, y se colocó en Terreros una nueva máquina de mayor potencia (75" de diámetro), y con las cuatro máquinas de Acosta, Dolores, San Cayetano y Terreros se pudo alcanzar el nivel de 225 metros abajo del socavón de Morán.[1]

Como vimos antes, la primera máquina de vapor fué instalada en la mina de Morán, pero siendo muy grande el gasto de los veneros de esta mina, sólo se pudieron descubrir algunos clavos que contra todo lo que se esperaba re-

1 Don Matías Romero, en su interesante obra escrita en inglés y titulada "Geographical and Statistical Notes on Mexico," pág. 17, dice que se puso en Terreros una máquina de 54" y que el Capitán Tendall, sucesor del Cap. John Rule, removió la máquina de 54" al tiro de Acosta y puso una de 75" en el tiro de Dolores. El Sr. Don José de Landero y Cos confirma lo dicho por el Sr. Romero, pues nos dice que la máquina de 75" que se encuentra ahora en el tiro de Dolores fué instalada en 1842.

sultaron de muy poca importancia, teniendo que suspender las obras de esta mina para cuando se terminara el socavón del Aviadero.

A pesar de la profundidad á que se abatió el nivel de las aguas de las vetas situadas al S. de la veta de San Esteban, el régimen de las aguas de la mina de Morán y en general de las vetas al N. de la de San Esteban no se alteró, notándose desde entonces cierta independencia entre las dos regiones al N. y S. de la veta de San Esteban. El estudio geográfico y petrográfico del Distrito de Real del Monte prueba la existencia de una zona de rocas que ha sufrido una impregnación de cuarzo, zona que corre paralelamente á la veta de San Esteban, á la que sin duda se debe este enriquecimiento de siliza, que disminuyendo la porosidad de la roca tiende á formar una barrera impermeable que separa las aguas al N. y al S. de ella y las hace, por decirlo así, independientes en su régimen.

Los resultados obtenidos en las labores desaguadas fueron el descubrimiento de muchos frutos pobres y la explotación de dos clavos ricos, uno en la veta de Sta. Brígida en pertenencias de la mina La Luz, y el otro en la veta Vizcaina cerca del tiro de Dolores, habiéndose podido llegar en esta mina á la profundidad de 225 metros.

Burkart en su estudio toma de los informes de Mr. J. Taylor á la junta de accionistas, lo siguiente: "La extracción de plata de los ricos metales que habían producido los diversos tramos registrados, era ya algo considerable en los años de 1834 á 1836; sin embargo, hasta los años de 1838, 1842 y 1843 no permitió con una extracción mayor cerrar las cuentas con saldo de los productos sobre los costos. Este saldo no bastaba empero para los fuertes gastos que se habían invertido en los diversos ramos de la empresa, y para poder hacer un dividendo entre los accionistas de Inglaterra, pues los alimentos, los gastos generales sumamente altos y los costos de beneficio todavía más altos, reclamaban de preferencia sumas muy importantes. Desde á los pocos años de haber emprendido los trabajos del Real del Monte, se había adquirido el convencimiento de que los frutos de las vetas secundarias sobre las cuales se habían varias minas en actividad, no eran tan ricos como al principio se suponían, habiéndose encontrado en estas vetas una gran cantidad de metales, cuyo producto de plata por el beneficio de patio no era bastante á cubrir los costos invertidos en su extracción. Muchas de las minas secundarias, y entre ellas la de Morán, se abandonaron por consiguiente á poco tiempo, y sólo se procuraba conservarlas en buen estado. Algunas, principalmente las de la veta de Sta. Inés, dieron sin embargo en tramos aislados una bonita producción de metales ricos, pero no al grado de poderse trabajar independientemente, como las principales minas del Conde de Regla. La Dirección fijó su atención repetidas veces sobre algunos medios para conseguir la reducción de gastos en los diversos ramos de la explotación y se esforzó por disminuirlos para sacar utilidades de los metales pobres. Los alimentos que en los primeros años habían importado más de $ 30,000 por año, se redujeron á $ 24,000 y más tarde á $ 18,000. No se pudo reducir los sala-

rios de los empleados, porque para la dirección de los trabajos de explotación, la inspección y la conservación y manejo de las máquinas de vapor y de otros aparatos antes desconocidos en México, se había llevado de Europa un gran número de artesanos, maquinistas, capataces y empleados que no podían conseguirse sin un sueldo elevado. Lo mismo sucedía con los salarios de los operarios, que escaseaban, y que era preciso conseguir de fuera, así como con los derechos de Minería, que se descontaban de la plata entregada en la Casa de Moneda, para que no pudiese salir en pasta fuera del país, y que se calculaban por término medio en 8 por ciento. Además los costos de beneficio contribuían á prolongar el estado de desembolso de la empresa, pues según el informe impreso importaban por ejemplo en el año de 1840, 41 por ciento de la cantidad total de plata extraída, ó bien 46.14 por ciento para la plata de patio y 34 por ciento para la de fuego."

En vista de lo anterior se comprende cómo el capital primitivo de £400,000 ($1.000,000) ascendió pronto á £1.236,342 ó sea $6.181,710 en 1829, y en 1844 á $13.421,802.50. Habiéndose tenido como productos sólo $8.646,534.62, resultando una pérdida en ese año de $4.775,267,88.

Los gastos de alimentos hasta este año (1844) importaban $571,054, ó sea un 4 por ciento del gasto total; pero referidos á los gastos hechos en cada mina, resultaba una proporción mucho más fuerte, pues para Morán, por ejemplo, era el 17 por ciento.

Los resultados posteriores de la Compañía hasta 1849 fueron malísimos, como se ve por la liquidación que á continuación ponemos:

Gastos desde 1824 á 1849	$ 16.218,489 00
Productos en las mismas fechas	„ 11.310,416 00
Pérdida en 23 años	$ 4.908,073 00

Mr. John H. Buchan vino á Real del Monte enviado por la Dirección para ver si era posible salvar á la Compañía de la crisis en que se encontraba. Burkart en su estudio de Real del Monte pone íntegros algunos párrafos del informe que Buchan presentó en Marzo de 1855, y que nosotros reproducimos porque resumen los trabajos de la Compañía inglesa y dan una idea muy clara del estado de la negociación cuando fué traspasada á los Sres. Escandón y Béistegui.

"Hasta el fin de 1847, los resultados generales del Real del Monte no habían sido favorables; las labores sobre las vetas Vizcaina y Sta. Brígida habían avanzado hasta la profundidad de 250 varas ($209^{m}.50$) debajo del socavón, ó bien 132 varas ($110^{m}.60$) abajo de las excavaciones más profundas del tiempo del Conde de Regla, y las dificultades del desagüe, tanto por la mayor afluencia de agua como por la mayor profundidad, habían crecido de tal manera, que las tres poderosas máquinas de vapor establecidas en Acosta, Dolores y Terreros que elevaban 2,700 galones (12,150 lit.) de agua por minuto con un costo anual de $90,000, apenas podían ya dominar los manantiales."

Tip. y Lit. «La European—México

Vista de la mina "ESCOBAR"

La Compañía inglesa al principio de su empresa había conseguido fácilmente con dos pequeñas máquinas de vapor y un costo anual de $ 30,000 lo que el Conde de Regla se había visto obligado á abandonar en 1801, con 28 malacates y un costo anual de $ 250,000. Después, cuando se llegó á mayor profundidad y teniendo que elevar un volumen de agua mucho mayor, apenas bastaban para mantener el desagüe tres poderosas máquinas de vapor y un gasto de $ 90,000 anuales, y hubieran sido necesarios para el mismo efecto por lo menos 180 malacates con 7,800 caballos y más de 2,000 hombres y un gasto anual de $ 2.000,000. Así es que no sólo por el costo, sino también por el número de gente y de tiros necesarios para el trabajo de tantos malacates, hubiera sido absolutamente impracticable llevar las minas hasta su actual profundidad, haciendo el desagüe con caballos."

Habiéndose disfrutado ya tres ricos clavos sin poder cubrir la deuda de $ 5.000,000 y aumentadas á tal grado las dificultades del desagüe, no debe sorprender que se agotasen al fin la actividad y perseverancia que habían distinguido á los empresarios ingleses desde el año de 1825, después de gastos tan fuertes y de esperanzas siempre diferidas en tan largo período de tiempo. "Llegué á Real del Monte, dice Buchan, llamado por la Dirección á mediados de 1848, para ver lo que podía hacerse, y encontré los negocios en un estado muy crítico, por las deudas y compromisos contraídos en la ciudad de México, que ascendían á una gran suma y reconocían un fuerte interés. A esto se agregaba que las minas estaban produciendo mucho menos de lo que gastaban y que la Compañía estaba envuelta en dos litigios difíciles y costosos. No obstante, me persuadí de que si se pudiese conseguir un corto capital para satisfacer los compromisos más urgentes, é introducir algunas reformas en las haciendas de beneficio, sería posible poner la empresa en buen estado; pero los diversos intereses de los accionistas y los tenedores de bonos de la Compañía parecieron completar el natural desaliento de los parcioneros de Londres; y más bien que aventurar un nuevo capital, se disolvió la Compañía en el mes de Octubre de 1848, y yo quedé encargado por los apoderados de disponer del negocio en este país."

"No era cosa fácil, sin embargo, encontrar compradores á unas minas que habían caído en tan completo descrédito, y todavía era más difícil convencer á los capitalistas de que pudiese conseguirse con provecho una empresa que con toda la actividad y el capital de una poderosa Compañía inglesa había hecho perder, en el espacio de 23 años, $ 5.000,000, y cuyas minas, ya muy profundas y pobres, requerían para su explotación toda la potencia de las máquinas de vapor establecidas en ellas. Por lo mismo estoy muy reconocido á mis amigos D. Manuel Escandón y D. Nicanor Béistegui, que sin ser mineros, hicieron tanta confianza de mis opiniones técnicas, que en circunstancias tan desfavorables entraron en la empresa en Mayo de 1849, bajo condiciones que aunque no reembolsaban á los accionistas ingleses el capital perdido, los exoneraban al menos de toda responsabilidad ulterior."

"Explicaré brevemente los motivo que tuve para echarme encima la res-

ponsablidad de hacer entrar á los empresarios en este vasto negocio y para ofrecerles mejores resultados en lo sucesivo, mediante la exhibición de un nuevo capital."

"Haciendo la debida justicia á mis antecesores, por la habilidad y perseverancia con que concibieron y ejecutaron sus planes de explotación, y admitiendo que es mucho más difícil proyectar tales planes que criticarlos por sus resultados, no me pude disimular que la explotación se había hecho hasta entonces en límites muy estrechos y con gastos de establecimiento muy excesivos; y principalmente que, sin procurar con la debida eficacia hacer costeables los frutos pobres y abundantes que se tenían ó registrar y descubrir nuevas labores en las partes altas y todavía vírgenes de las vetas, se habían dirigido todos los esfuerzos á alcanzar frutos ricos á mayor profundidad, los que una vez descubiertos, no podían cubrir las fuertes sumas erogadas para llegar á ellos. La experiencia me había enseñado que para asegurar el éxito de una vasta empresa de minas, como la de Real del Monte, deben cubrirse los costos corrientes para explotarla con la extracción y beneficio de los metales pobres, pero abundantes que se encuentran en las vetas; de modo que los clavos ricos que se presenten siguiendo plan sistemático y regular de explotación, se alcancen sin esfuerzos ni gastos especiales y puedan así dar una buena utilidad. También era claro, que siendo ciertos gastos, como los generales, los del desagüe, alimentos de los dueños, etc., inevitables y poco más ó menos constantes sea cual fuere la escala en que se emprenda la explotación, debía procurarse mayor utilidad de los metales pobres para hacer frente á aquellos gastos, y por último, que para el buen éxito, era muy importante un sistema perfecto de economías en los diversos ramos de la empresa."

"Para llevar adelante este plan se comenzó por arreglar la contabilidad de tal modo que pudiesen verse claramente los resultados semanarios de cada mina y de cada hacienda, y compararse fácilmente entre sí las economías de cada ramo de la explotación. Con el objeto de disminuir los fuertes gastos de desagüe, se abandonaron para una época más bonancible, las labores más profundas de la veta Vizcaina, y con sólo la máquina de Dolores se mantuvo el agua á 140 varas ($117^{m}.32$) debajo del socavón; al mismo tiempo se hizo aumentar la extracción de los metales pobres que existían en grandes cantidades arriba de aquel nivel en los ramales del N. y del S. de Sta. Brígida y Sta. Inés, y se facilitó estableciendo pozos y tiros auxiliares, tornos, caminos de fierro subterráneos, patios de quebradero, etc., etc."

"A la vez que se tomaron estas disposiciones, se emprendieron algunas obras de investigación en los altos sobre la veta oriental y todavía virgen de la veta Vizcaina, fundándose en el hecho de haberse encontrado el rico clavo que se disfrutó cerca de los tiros de Sta. Teresa y de Terreros, en la reunión de la Vizcaina y La Tapona, que corre con rumbo casi igual al de la primera, y además, en que según las medidas cuidadosamente practicadas, debía haber una reunión semejante al O. de las antiguas y célebres minas de San Ramón y la Palma, que eran hasta entonces los labrados más orientales so-

bre la veta Vizcaina. Para resolver este problema, se coló hasta aquel punto un ramal del socavón, que según todas las apariencias estaba suspenso desde el tiempo del primer Conde de Regla, y después de haber atravesado un gran tramo estéril, ha alcanzado un nuevo clavo que promete mucho."

"Pero las grandes dificultades y costos del plan de explotación procedían de la necesidad de aumentar los medios de beneficio; pues sólo los había en una escala muy limitada en las haciendas de amalgamación de Sánchez y de Regla."

En el resumen anterior de los principales trabajos hechos por la Compañía inglesa, se ve que en el socavón del Aviadero sólo se trabajó con mucha lentitud, á pesar de las dificultades y del excesivo costo del desagüe, que debería esperarse fueran en aumento con la profundidad. La Compañía inglesa no comprendió la importancia de esta grande obra, ó no se aventuró á emprender en ella á causa del costo muy elevado que ocasionaría. Buchan por el contrario, comprendió que el porvenir del Distrito de Real del Monte y el éxito de la nueva empresa dependían de la prosecución de esta obra, y á continuación ponemos sus opiniones sobre el socavón del Aviadero:

"Es cierto que la gran longitud del socavón de 4,500 yardas (4,114^{m}·80) desde su boca hasta el tiro de Dolores, y el tener que atravesar en su mayor parte roca muy dura, hacía esta empresa costosa y dilatada; pero si la Compañía inglesa lo hubiera seguido con actividad y sin interrupción aplicándole solamente las sumas que invirtió en el establecimiento de máquinas de vapor de más potencia, hace tiempo que la obra hubiera llegado á la veta, y sin duda hubiera dado otro giro á los negocios de la Compañía."

"Cuando se volvió á emprender el trabajo de las minas en 1825, los planes más profundos estaban solamente á 108 varas (90^{m}·50) debajo del socavón viejo, de modo que el nuevo hubiera desaguado todos los labrados, y hubiera permitido ahondarlos debajo de aquel nivel, como lo hizo el primer Conde de Regla con el primer socavón, contándose además con las máquinas de vapor sobre los malacates de caballos para hacer el desagüe. Pero desgraciadamente se prefirió el método, que se creyó más rápido, de profundizar las minas á fuerza de poderosas máquinas de vapor, al más lento, pero más seguro, de avanzar el socavón hasta comunicarlo, habiendo estado tan descuidada esta obra en el espacio de los últimos 25 años, que todavía le faltan 3,000 yardas (2745^{m}·20) para cortar la veta Vizcaina."

"El plan de trabajos actual, para asegurar ante todo la estabilidad de la Compañía, consiste en aprovechar y beneficiar con utilidad los metales pobres que se hallan descubiertos merced á la máquina de vapor que está andando, registrando á la vez en los pisos superiores los macizos extremos y vírgenes de la veta Vizcaina; pero también es de la mayor importancia no descuidar la gran obra del socavón, que además de desaguar todo el Distrito hasta las profundidad de 300 yardas (274^{m}·32) y de descubrir probablemente frutos de importancia en algunas de las muchas vetas que tiene que atravesar, formará una nueva época en la explotación de las profundas minas de la

veta Vizcaina, reduciendo cuando se comunique con ella, la profundidad del desagüe de 240 á 110 yardas ($219^{m}\cdot45$ á $100^{m}\cdot58$), y haciendo otra vez costeables, por consiguiente, las labores que se abandonaron en buenos frutos en los planes de Terreros y de Dolores."

"Actualmente (1852) sólo se cuelan dos frentes del socavón del Aviadero, y apenas avanzan 3 varas ($2^{m}\cdot514$) por semana, pero luego que las circunstancias lo permitan, se pondrán otros dos cabos y podrá concluirse el socavón en cinco años, haciendo subir considerablemente el valor de las pertenencias de la actual Compañía de minas de Real del Monte."

Los trabajos del socavón se activaron y para darles mayor importancia se emprendió la apertura de nuevas lumbreras, que á la vez que facilitaban la ventilación, permitían aumentar el número de frentes y por consiguiente el cuele de la obra. A fines de Octubre de 1859 el Sr. D. Pascual Arenas, profesor de explotación en la Escuela Práctica de Minas, hizo el estudio de las de Real del Monte, y según los datos recogidos por él, el socavón del Aviadero medía:

De la boca hasta la frente S. del socavón, en roca estéril y muy dura	$1061^{m}\cdot59$
Desde la frente N. de Acosta hacia el S., sobre la veta de Sta. Brígida	377 . 10
Del tiro de Dolores hasta la frente N. del socavón sobre la misma veta	575 . 71
Cuele total hasta Octubre de 1859	$2014^{m}\cdot40$

El socavón que se rompió en roca estéril cortó á los 497 metros de la boca dos ramales de la veta de la Virgen, 350 metros más al S. llegó á la veta de Valenciana, y se rompieron dos frentes al E. y al W. para explorarla; el ramal del W. se coló 170 metros y 167 metros el del E. sin encontrar buenos frutos. Más al S. se hallaron las vetas de Ompaques y San Felipe sobre las que se emprendieron obras de investigación con malos resultados.

No solamente dependía el éxito de la Compañía mexicana de las reformas que se introducían en el Real del Monte y de los productos que de las minas de este Distrito pudieran obtenerse, sino tenían sobre él gran influencia los resultados de las muchas minas que en el Distrito de Pachuca poseía la misma Compañía que eran sobre la veta del Xacal, las minas de San Cristóbal, Xacal, Rosario, Guatimotzin, Dolores y La Reunión, esta última en el punto de unión de la veta del Xacal y la Vizcaina, de donde le vino su nombre. Las minas de Llave y Sta. Rita, sobre las vetas del mismo nombre; la de San Francisco sobre la veta de Calicanto, y además las minas de El Perro, del Candado, de San Nicanor, de Milanesa y otras muchas que por los gastos que ocasionara su explotación y por los resultados que de ellas se obtuvieran, afectaban directamente el éxito de la empresa.

A continuación ponemos un resumen de los trabajos en los dos Distritos, hecho por Buchan.

Tip. y Lit. «La European—México

Vista de la mina "CABRERA"

"Las investigaciones sobre la parte oriental de la veta Vizcaina, dice Buchan, se han seguido con buen éxito, y habiéndose comunicado el tiro nuevo de San Patricio á 300 varas ($251^{m}.40$) de profundidad contadas desde el marco con el ramal oriental del socavón, ha quedado perfectamente ventilada esa parte de las minas, de modo que se ha podido disfrutar en una extensión considerable los laboríos descubiertos, de los que se ha hecho en los últimos tres años (1852–1854) una extracción de 225,000 quintales (10,355 tons. 543) que han producido 6,900 marcos ($1587^{k}.85$) de plata. Aunque este clavo ha dejado una buena utilidad, ha sido muy inferior, tanto en cantidad como en clase, á los que se han disfrutado antes sobre la misma veta; sin embargo, queda todavía por registrar un gran tramo de veta virgen en esa dirección, y el ramal del socavón, después de haber caminado unas 200 varas ($167^{m}.60$) en borra, ha vuelto á alcanzar pintas ricas y presenta indicios de proximidad de otro clavo. Si bien salieron un tanto fallidas las esperanzas que se habían concebido respecto de la mina de San Patricio, en cambio la mina del Rosario en Pachuca las ha compensado ampliamente, excediendo con mucho los cálculos que se habían aventurado, al realizarse la esperanza de encontrar un tramo rico en la reunión de las vetas del Xacal y del Rosario." "De 1851 á 1858 produjo la mina del Rosario 702,577.5 cargas ($97,007^{ton}.61688$) de mineral; de las que 17,248.5 cargas ($2,381^{ton}.56770$) se trataron por fundición y 685,399 cargas ($94,626^{ton}.04918$) se beneficiaron por toneles según el método de Freiberg. El producto en plata fué de 1.016,235 marcos, ó sea $233,859^{kg}.21966$ de plata con un valor de $8.854,231.00. Los costos hechos fueron de $4.755,564, de donde resulta una utilidad de $3.898,667. La ley media del metal extraído fué de 14.46 marcos por montón, $2^{kg}.460$ por tonelada métrica."

"La longitud del clavo, continúa diciendo Buchan, es de unas 200 varas ($167^{m}.60$), pero hacia la profundidad todavía no se conocen sus límites, pues en los planes más profundos á 100 varas ($83^{m}.80$) debajo del socavón se presenta el metal con 6 varas ($5^{m}.028$) de anchura y la veta presenta todavía mejor aspecto que en la parte superior. Los frutos de la mina del Rosario, aunque son muy abundantes no son ricos; contienen una ley constante de 13.5 marcos por montón de 3,000 libras, ó $1,380^{kg}.73702$ ($2^{mg}.25$). Sin embargo, no entran bien por el beneficio de patio, y necesitan tratarse por el método de toneles, para lo cual es preciso transportarlos á las haciendas de Sánchez, Velasco y San Miguel, que distan 8 y 14 millas inglesas ($12^{km}.874$ y $22^{km}.530$)."

"La mina se maneja económicamente por medio de un socavón, en el cual hay un camino de fierro para la extracción de la carga, 40 varas ($33^{m}.52$) debajo de esta excavación; el agua estorbó los trabajos é hizo necesario establecer el desagüe artificial, pero como este desagüe estaba ligado con la desecación general de todas las minas del Distrito de Pachuca, se consideró conveniente adquirir posesión de la mina contigua del Xacal, que fué en otro tiempo muy productiva, aunque estaba abandonada hacía casi un siglo, por ser ya imposible desaguarla con fuerza de caballos, y que ofrecía grandes

ventajas para establecer el desagüe por vapor, puesto que según se decía, los planes habían quedado en frutos muy ricos, y aun en los altos existía una gran cantidad de frutos rebeldes, semejantes á los del Rosario, que los antiguos no podían beneficiar. En consecuencia se hizo un convenio con los dueños de todas las minas vecinas, por el cual debían ceder á la Compañía la décima parte de todos los frutos que extrajesen de aguas abajo, por el desagüe de sus minas, y después de haber asegurado sobre las del Xacal y San Cristóbal la posesión de una pertenencia de 1,600 varas ($1340^{m}\cdot80$) al W. del Rosario, y sobre las de Guatimotzin y Dolores igual extensión al W., se estableció una máquina de vapor de 30" ($0^{m}\cdot762$) de diámetro en el tiro viejo de San Nicolás, al W. de la mina del Xacal, que por ser el más próximo á la del Rosario se creyó más á propósito para desaguarla. Las bombas comenzaron á trabajar en Marzo de 1853, y el mes de Noviembre siguiente habían arrastrado el agua en el plan del tiro de San Nicolás á la profundidad de 104 varas ($87^{m}\cdot152$), y desaguado completamente la mina del Rosario, que desde entonces se ha seguido trabajando á la profundidad de 100 varas ($83^{m}\cdot80$) debajo del socavón."

"Entretanto se ha colado 30 varas ($25^{m}\cdot14$) más el tiro de San Nicolás, pero resultando que no acude el agua de los planes de la mina del Xacal que están á unas 400 varas ($335^{m}\cdot20$) al P., cerca de los tiros de San Regis y de Guadalupe, se dispuso montar otra máquina de vapor de 30" ($0^{m}\cdot762$) en el último de estos tiros hacia la parte occidental de la mina. El aspecto de las excavaciones antiguas y de los bordos que se han descubierto cerca del tiro de San Regis al bajar el agua, confirman las noticias que se tienen sobre la antigua riqueza de la veta, y la extracción de 400 cargas ($55^{ton}\cdot22956$) que se está haciendo de las labores inmediatas á San Nicolás, no sólo cubre los costos de la mina del Xacal, sino que deja una buena utilidad."

"Además de las obras mencionadas, se llevan otras de investigación, que aunque cuestan poco, pueden descubrir algún clavo de importancia. A éstas pertenece un socavón sobre la veta del Xacal que se lleva hacia el W. atravesando la alta montaña de San Cristobal, y que es una obra semejante á la que descubrió la actual mina del Rosario. Cerca de las intersecciones de la veta del Xacal con otras varias vetas anchas, se ha emprendido el cuele del tiro de la Reunión."

En Real del Monte, según dice Buchan: "El tiro del Tejocote, situado cerca de los puntos en que se junta la veta de Sta. Inés con las del Tejocote y de Vargas y con otra gran veta, se está ahondando para registrar estos puntos. La investigación de la parte occidental de la veta Vizcaina por medio de los tiros de San Juan y San José, tiene el objeto de registrar las vetas en aquellos puntos donde se junta la del Xacal de Pachuca con las vetas Tapona y Vizcaina, las que deben encontrarse entre los tiros mencionados, y en los cuales, según los caracteres generales bien conocidos de estas vetas, es de esperarse que sus frutos se ennoblezcan."

"De las vetas de Sta. Brígida y Sta. Inés se ha hecho una extracción no

interrumpida de metales pobres y rebeldes para surtir de carga á las haciendas de toneles. En los primeros seis años se han beneficiado 369,265 cargas (50,985$^{ton.}$859) de estos frutos, que han producido 269,077 marcos (61,920$^{kg.}$852) de plata, ó por término medio 7¼ marcos por montón (1$^{mg.}$214), y aunque no han dado grandes ganancias, han sido un auxilio de importancia para los fondos de la Compañía. Ahora que las minas del Xacal y del Rosario producen frutos más ricos para los toneles, se ha reducido gradualmente la extracción de Sta. Brígida y Sta. Inés y sus frutos quedaron reservados para una época de mayor necesidad."

La producción de frutos de las minas de Pachuca fué en aumento, y á proporción que crecía se disminuía la de las minas del Real del Monte; sin embargo, en 1858 los frutos que se beneficiaban por patio en la hacienda de Regla eran extraídos de las vetas de Sta. Brígida y Sta. Inés por ser más propios que los demás para su tratamiento según el método de Bartolomé de Medina; la cantidad extraída la estima Burkart en 229,164 quintales (10,547$^{kg.}$189) en 1858. Las obras emprendidas al W. del tiro de San Patricio, en los primeros años de la empresa y continuadas después en los niveles superiores, dice Burkart, no dieron frutos de alguna importancia.

Respecto de las obras emprendidas al P. de la Vizcaina según las noticias recogidas por Burkart, no dieron resultado, pues los tiros de San Juan y San José, este último empezado por el segundo Conde de Regla, demostraron que en esa región á las profundidades reconocidas, la veta Vizcaina no se mostraba noble.

Los trabajos emprendidos para reconocer el punto de unión de las vetas Vizcaina, Tapona y Xacal, no alcanzaron frutos de importancia, sino pequeños boleos, cuyo disfrute se hacía en poco tiempo.

"Las máquinas de vapor de 30" (0$^{m.}$762) establecidas en los tiros de San Nicolás y Guadalupe, escribe Burkart, no parecieron suficientes para llevar las minas á mayor profundidad, por lo que se resolvió profundizar y habilitar como tiro general de desagüe, con una máquina de mayor potencia, el de San Juan, situado al S. del de San Nicolás, más al alto de la veta. Este tiro cortará la veta del Xacal á 340 ó 350 varas (284$^{m.}$92 ó 293$^{m.}$30) de profundidad, y se colará 100 varas (83$^{m.}$80) más sobre ella, de modo que su profundidad total será de 400 varas (355$^{m.}$20) y servirá para desaguar y explotar las minas situadas sobre la veta del Xacal."

La máquina instalada en el tiro de San Juan, que empezó á funcionar en 1859, es una máquina muy poderosa y perfectamente construída; sus dimensiones, el esfuerzo que desarrolla, etc., se pueden ver en el Boletín "El Mineral de Pachuca."

La importante obra del socavón del Aviadero vimos que se iba colando poco á poco y que para activar su cuele se esperaba terminar las lumbreras; tan luego como éste fué concluído se trabajó con mayor actividad, llegando á cortarse la Vizcaina en 1868.

Posteriormente se han abierto muchos ramales que al nivel del Aviadero

ponen en comunicación directa todas las minas del Distrito; muchos tramos se han labrado sobre las vetas á fin de explorarlas, pero también hay muchos de gran extensión como el crucero de Dificultad, sobre roca estéril, y labrados sólo con el fin de dar una salida á las aguas de esta mina.

La tabla que ponemos á continuación da idea del desarrollo de esta obra:

Colado hasta 1848, parte en roca estéril y parte sobre Sta. Brígida	2862^{m}·00
Idem por la Compañía mexicana hasta 1868	3595 . 00
Idem sobre las vetas Valenciana y Ompaques	756 . 00
Idem sobre la veta de Morán por la Compañía mexicana	546 . 00
Idem sobre la veta de San Pedro y San Pablo	480 . 00
Idem sobre la veta de Acosta	184 . 00
Idem sobre roca estéril en el crucero de Dificultad	375 . 00
Idem sobre la veta Tapona y sobre el ramal de San Patricio	320 . 00
Idem sobre la veta de Sta. Inés al N. hasta San Vicente.	360 . 00
Idem sobre la veta de Sta. Inés al N. de San Ignacio á Dificultad	500 . 00
Idem sobre la veta al N. de Dificultad	27 . 00
Suma	10505^{m}·00

Hay otros ramales sobre las vetas de Cabrera, Escobar, Gran Compaña, Resquicio, Providencia, Patrocinio, Cuchara, Resurrección y otras, que en conjunto tienen una longitud de 1870 metros, que unidos á los anteriores, dan para el socavón del Aviadero en el año de 1898 una longitud total de 12,375 metros.

Sería de mucho interés conocer de una manera exacta el costo de esta obra, pero desgraciadamente sólo podemos hacer un cálculo aproximado por falta de datos precisos. Si se atiende al costo del metro de cuele del socavón de Azoyatla que fué de $80 en números redondos, á que antiguamente el precio por metro de cuele era muy elevado en Real del Monte, y á que aun en la actualidad, el precio á que se acostumbra pagar el cuele en obras amplias como es el socavón en la mayor parte de su longitud, no me parece exagerado suponer por término medio $65 por metro; con lo que resulta para el costo del socavón la cantidad de $804,375; si á esto se agrega el costo de las lumbreras, entre las cuales se cuentan la de Guerrero, Aviadero, Aguascalientes y otras más, creemos que se puede decir sin gran error que el costo total de esta obra se acerca á un millón de pesos.

Terminado el socavón del Aviadero en 1868, se activó el desagüe de la veta Vizcaina, trasladando en ese año al tiro de San Cayetano la máquina de Acosta para ayudar á la de Dolores, habiéndose trabajado en el desagüe en San Cayetano hasta Febrero de 1874, fecha desde la que ha quedado suspendido.

Tip. y Lit. «La Europea»—México

Vista de la mina "MORAN"

En Octubre del mismo año (1874) se suspendió el desagüe de Dolores por muy corto tiempo, pues en Febrero de 1875 comenzó de nuevo, continuando hasta el año de 1877 en que de nuevo se suspendió hasta Septiembre de 1884, fecha en que se volvió á trabajar. Posteriormente se suspendió el 7 de Abril de 1896 por el derrumbe de las tablas S. y E. del tiro, en su parte inferior, abajo del cañón de Sta. Teresa, y no ha vuelto á trabajar desde esa fecha.

Se han hecho muchos esfuerzos para reponer el tiro de Dolores que pronto quedará mamposteado en una gran parte de su extensión. En Real del Monte se dice que pronto trabajará el desagüe de Dolores y se emprenderá en obras de disfrute é investigación en algunas partes de la veta Vizcaina; no podemos asegurar que esto sea cierto, pero sí nos consta que se están poniendo guías para las chalupas en el tiro de Dolores y que se lleva una frente hacia el E. en la mina de Terreros al nivel del cañón Taylor.

En el año de 1884, con el fin de desaguar los planes más profundos de la mina de Morán, instaló la actual Compañía de Real del Monte y Pachuca la máquina de columna de agua representada en la lám. 12,[1] que empezó á trabajar en Junio de 1885.

Aunque los labrados de la veta de Sta. Inés son mucho más profundos que los de Morán, el agua se mantiene en esta mina y en general en las de la región al N. de la veta de San Esteban á un nivel más elevado que en las minas situadas al S. de la citada veta; la diferencia de nivel de las aguas en estas dos regiones es de 60 metros, lo que se debe á la presencia de una zona de rocas de apariencia rhyolítica muy cargadas de cuarzo que atraviesan la región de NW. á SE. similando un dique varias veces ramificado que toca por el alto á la veta de Morán y por el bajo á la de San Esteban, cuya impermeabilidad es la causa de la independencia de régimen de las aguas subterráneas de estas dos regiones.

El agua que movía la máquina de Morán se tomaba de la presa llamada del Rey, cuyo contenido se estima en 120.00 ms.^{3}; por una atarjea se llevaba hasta el estanque de Los Alemanes, de donde salía entubada hasta llegar á la máquina situada dentro de la mina al nivel del socavón del Aviadero, por donde se le daba salida juntamente con la de la mina que la máquina subía hasta este nivel. Del estanque de Los Alemanes á la boca del tiro de Morán hay una altura vertical de $105^{m}{\cdot}38$, y de este punto al socavón del Aviadero $118^{m}{\cdot}46$; la caída total disponible entre los dos puntos extremos de la tubería es pues de $223^{m}{\cdot}84$.

La lámina 12 representa el momento en que se prepara la entrada del agua

1 A principios de este siglo el Sr. Ingeniero D. Andrés del Río instaló en la mina de Morán de Real del Monte, una máquina de columna de agua con el fin principal de dar á conocer en el país esta clase de motores y las ventajas que podrían sacarse para el aprovechamiento de caídas de agua. No sabemos á qué servicio se destinaría esta máquina que estaba colocada en el exterior de la mina, ni qué resultados se obtendrían con ella. Burkart, en su informe, no dice nada referente á ella, por lo que suponemos que ya no trabajaba en tiempo de la Compañía inglesa.

al cuerpo de bomba de la máquina para empezar el movimiento ascendente del émbolo. El agua que viene por el tubo X pasa por B al tubo horizontal que establece la comunicación con el cuerpo de bomba, y obrando sobre el plumger (p) lo levanta hacia arriba y con él por medio de la varilla (f) la cadena que mueve la bomba y que hace salir el agua de la mina por el tubo (z). El tope (t) en su movimiento ascendente levanta la palanca (b) al terminar la carrera ascendente del émbolo, y por medio de una biela unida á esta palanca la válvula (a) se levanta, abre el conducto (m′) y el agua que obra sobre la parte superior del émbolo que arregla la admisión del agua en el cuerpo de bomba de la máquina sale. Con esto se levanta el émbolo (b) abriendo el escape y cerrando la admisión, con lo que empieza el movimiento descendente del émbolo producido por el peso de la cadena. Un tope simétrico al anterior obliga á bajar la varilla (b) y con ella al émbolo (a) cerrando el conducto (m′) y permitiendo al agua bajo presión que viene por el conducto (m) que llegue á la cara superior del émbolo que arregla la distribución. Este baja y con él el émbolo (b), con lo que queda abierta la admisión y comienza el golpe ascendente. El émbolo (b) que por su movimiento ascendente y descendente cierra la admisión y abre el escape ó viceversa, está unido por medio de una varilla á un émbolo de superficie un poco mayor y que se ve en la figura al lado de (m′); por esto cuando se establece la comunicación entre la cara superior de este émbolo y la atmósfera por medio del tubo de escape (m′), el exceso de presión lo obliga á levantarse hacia arriba; lo contrario sucede cuando al bajar la válvula (a) llega el agua por (m).

Un aparato especial permite abrir más ó menos una válvula y graduar así la velocidad con que entra ó sale el agua del cuerpo de bomba (c) con lo cual se arregla la velocidad de la máquina.

Como el tiro es de arrastre, para evitar la flexión de la varilla del émbolo lleva ésta una rueda (r) que se mueve sobre la corredera (g). La parte superior de la varilla lleva un tope que chocando contra fuertes piezas de madera detiene el movimiento del émbolo antes de que toque al fondo del cuerpo de bomba.

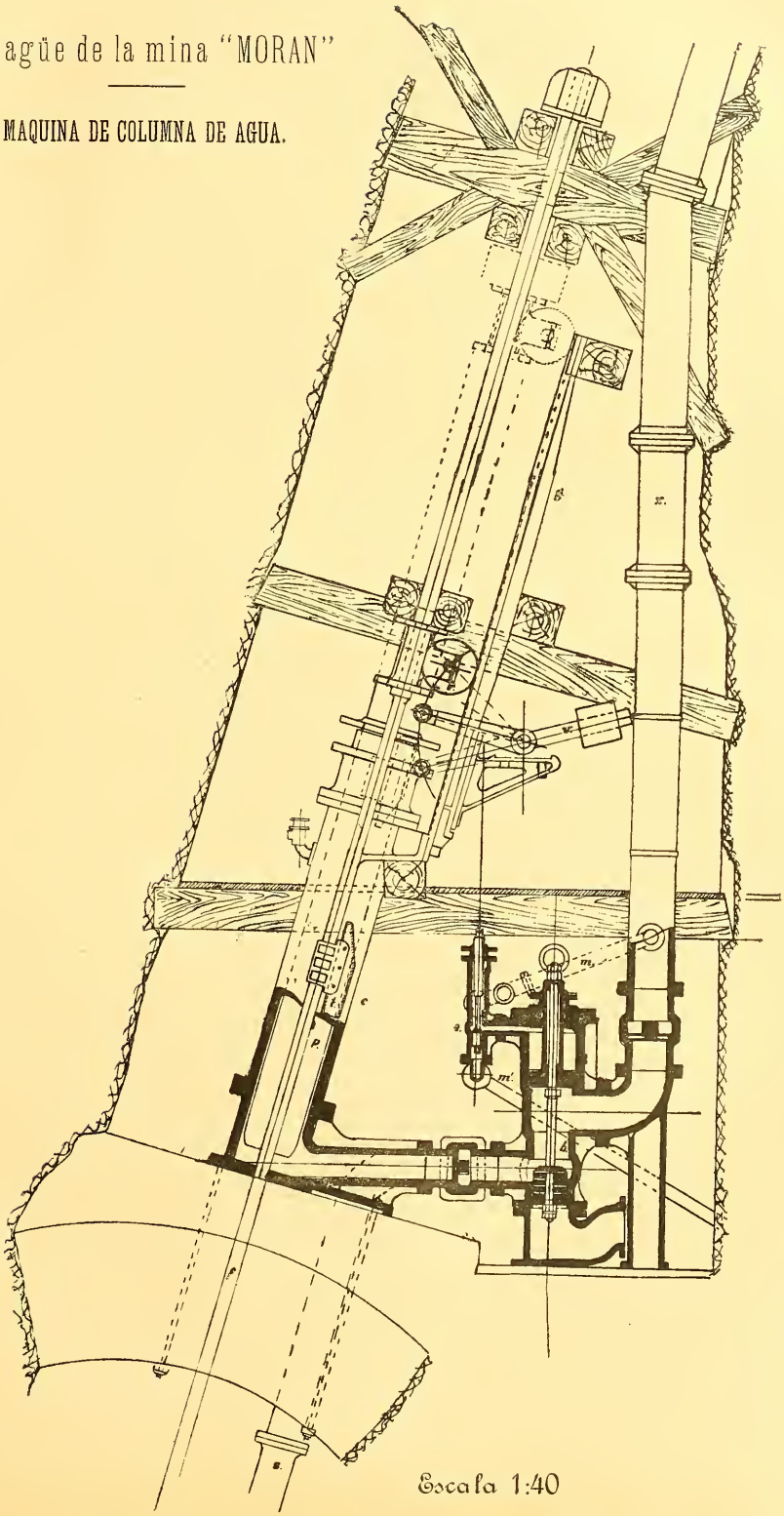
El diámetro del plumger es de $0^{m}{\cdot}40$ y la carrera de $2^{m}{\cdot}50$; marchaba con una velocidad de siete golpes por minuto, desarrollando en estas condiciones un trabajo de 75 caballos. La altura á que elevaba el agua era de unos $30^{m}{\cdot}00$.

Esta máquina, cuya capacidad se calculó para desarrollar 400 caballos, fué traída de Inglaterra y costó ya instalada en el tiro de Morán la cantidad de $19,838.97. Hace algún tiempo que no trabaja porque, instalada como ya hemos dicho en un tiro de arrastre, su marcha era poco regular, exigía frecuentes reparaciones costosas, y finalmente, los metales que se presentaban en los planes de Morán no compensaban ni por su abundancia ni por su ley los costos que el desagüe ocasionaba.

Los trabajos que se llevaban sobre la veta de Sta. Inés descubrieron un extenso clavo de metal cerca del tiro de San Ignacio, en pertenencias de la

Desagüe de la mina "MORAN"

MAQUINA DE COLUMNA DE AGUA.



Escala 1:40

mina de Jesús María y que penetra al O. por el echado de la veta á la cuadra de la mina de Ahuichote de la Negociación de Sta. Inés, y por el N. en casi todos los cañones de la mina de La Dificultad. Con el fin de hacer el disfrute á la profundidad de este rico é importante clavo, se instaló la máquina de La Dificultad, del sistema Woolf, muy diferente de las demás máquinas de desagüe usadas en los dos Distritos que son todas del tipo del motor de Cornwall.

Antes de emprender la descripción del desagüe en Dificultad, haremos algunas consideraciones:

El desagüe de las minas ha sido en todas épocas una de las más grandes dificultades con que se ha tropezado en su explotación, y con el fin de desaguarlas es como se ha realizado la primera aplicación industrial del vapor en la máquina atmosférica de Newcomen, máquina rudimentaria de la que no podía esperarse sino un trabajo poco regular y menos económico. En este estado rudimentario se encontraban las máquinas de desagüe cuando Watt se ocupó en ellas, y á su genio se deben todas las modificaciones que se les ha hecho hasta alcanzar el grado de perfección que hoy tienen. Las importantes modificaciones hechas por Watt fueron las siguientes: Cerrar el cilindro en sus dos extremidades, con lo que se quitó la intervención de la presión atmosférica como fuerza motriz, sustituyéndola por la fuerza elástica del vapor de agua; evitar la fuerte pérdida de fuerza elástica ocasionada por la condensación del vapor dentro del cilindro, para lo cual se hacía ésta en un receptáculo independiente; el empleo de la camisa de vapor para el cilindro; el paralelógramo articulado que lleva su nombre, con el cual se logró producir la curva de larga inflexión que exigía la articulación entre la varilla vertical del émbolo y el balanzón. También inventó Watt el motor de doble efecto, la combinación cinemática de la biela y manezuela y el mecanismo de la excéntrica y la corredera para arreglar la distribución; en una palabra, de un motor enteramente rudimentario é imperfecto formó una máquina adaptable á cualquiera industria, y tan perfecta, que como dice Callon: "las modificaciones que ha sufrido más merecen el nombre de cambios que de perfeccionamientos."

Sin embargo, las máquinas modernas del tipo de Cornwall presentan una modificación importante, como es el empleo de la expansión, que aunque imaginada por Watt, no pudo llevarla al terreno de la práctica.

En estas máquinas el vapor que viene de la caldera obra sobre una de las caras del émbolo á plena presión durante una parte de la carrera, la que se termina por la expansión del vapor; en seguida pasa el vapor lentamente á la cara opuesta del émbolo, formando así un resorte que se opone al movimiento rápido de éste; casi al terminar la carrera se produce el escape del vapor hacia el condensador y al mismo tiempo se cierra la comunicación entre las dos caras del émbolo, quedando encerrada una pequeña parte del vapor en el cilindro, la que se comprime por el movimiento del émbolo y llena los espacios nocivos disminuyendo la pérdida de fuerza elástica que ocasio-

nan. La marcha del vapor se arregla por medio de cuatro válvulas: la primera, llamada "gobernadora," es accionada directamente por el maquinista, en seguida está la válvula de admisión accionada por una catarata; viene en seguida la válvula de equilibrio, también movida por una catarata, y por último la de escape. La catarata no es más que una pequeña bomba que se carga rápidamente y cuyo descargue se puede hacer tan lento como se quiera y tiene por objeto producir intermitencias en la marcha de la máquina.

Las válvulas funcionan de la manera siguiente: Un momento antes de empezar el movimiento del émbolo se abre la válvula de escape, con lo cual se logra un avance en la condensación; en seguida se abre la válvula de admisión y comienza la carrera del émbolo á plena presión hasta el momento que se puede arreglar á voluntad, en que se cierra la válvula de admisión; la expansión termina la carrera; se abre en seguida la válvula de equilibrio, el vapor pasa á la cara opuesta del émbolo, y poco antes de terminar la carrera de éste se cierra la válvula de equilibrio y se abre la de escape, y finalmente la de admisión, con lo que queda arreglado el golpe siguiente. Las ventajas de esta distribución son importantes: la apertura violenta y completa de la válvula de admisión evita las pérdidas que provienen del estrangulamiento del vapor; el paso de éste de una á otra cara del émbolo hace que el cilindro se encuentre siempre lleno, con lo que se impide su enfriamiento; la apertura de la válvula de escape antes que la de admisión haciendo que se anticipe la condensación, disminuye la contra-presión desde el principio de la carrera, y finalmente, la válvula de equilibrio, cerrándose antes de terminada la carrera, disminuye el mal efecto de los espacios nocivos; todas estas circunstancias contribuyen para el buen aprovechamiento del vapor y hacen muy económica la marcha de estas máquinas, muchas de las cuales han llegado á funcionar con un consumo de carbón de 1 kg. por caballo-hora. La lentitud de su marcha disminuyendo el trabajo de frotamiento hace que sea bastante elevado su rendimiento, que en las máquinas bien construídas y conservadas se eleva al 80 ú 84 por ciento.

En las máquinas de simple efecto suele suceder que por ruptura de la cadena choque el émbolo contra las tapas del cilindro; para evitar esto el mejor remedio es acudir á alguna combinación cinemática que limite rigurosamente el movimiento del émbolo; la más usada es la de la biela y manezuela unida á un volante que para reducir el efecto de los puntos muertos tendrá que estar animado de un movimiento circular continuo; esta combinación se presenta en las máquinas de doble efecto.

A medida que la máquina es más poderosa, mayores deben ser los esfuerzos para hacer su marcha económica, aprovechando mejor la fuerza elástica del vapor aumentando la expansión. Son muy conocidos los inconvenientes que ocasiona una larga expansión cuando se produce en un solo cilindro y por esto se ha multiplicado el número de ellos, haciendo trabajar el vapor en un cilindro á plena presión durante toda ó parte de la carrera, continuando la expansión en los demás, con lo cual se tiene el sistema llamado de Woolf.

Tip y Lit. «La Europea.»—México

Vista de la mina "LA DIFICULTAD"

La máquina de Dificultad de este sistema es de doble efecto, los cilindros de diferentes diámetros están colocados uno al lado del otro, de manera que sus ejes queden en un plano vertical y perpendicular al plano medio del balanzón. Las varillas de los émbolos se unen á una fuerte pieza horizontal que se mueve entre dos guías y que en su punto medio se articula á uno de los extremos del balanzón por medio de una fuerte y corta biela; la pieza horizontal se prolonga á uno y otro lado de los guías y lleva en sus extremidades dos largas bielas que comunican un movimiento de rotación á dos volantes situados á uno y otro lado de la máquina. La distribución está arreglada por medio de resortes, contrapesos y palancas accionadas por varios topes fijos en varillas verticales, que reciben un movimiento rectilíneo alternativo por medio de una biela que se une al balanzón cerca del centro de rotación de éste.

La presencia del volante es necesaria en estas máquinas para regular el trabajo y disminuir la fatiga de los órganos, pues el exceso de fuerza al empezar la carrera es absorbido por la masa de los volantes y restituída después hacia el fin de la carrera.

Para aprovechar las intermitencias después de cada vuelta, circunstancia muy importante en las máquinas de desagüe, los volantes son perezosos, es decir, que están calculados para que se paren al terminar el golpe y pueda funcionar la catarata, la cual puede separarse de la máquina cuando se desee marchar de una manera continua. Se procura que los volantes se detengan un poco después de pasar el punto muerto, pero puede suceder que algún exceso de resistencia absorba el exceso almacenado por el volante y que en este caso se detenga antes de llegar al punto muerto, entonces en el golpe siguiente el movimiento del volante se hará en sentido contrario.

La manera como trabaja el vapor en la máquina de Dificultad es la siguiente: entra á plena presión al cilindro chico en donde puede terminar la carrera á plena presión ó bien haciendo que el vapor empiece á obrar con expansión desde este cilindro, pasa luego al cilindro grande donde continúa la expansión y en seguida va al condensador que en esta máquina es independiente.

El otro extremo del balanzón se articula por medio de una biela al extremo superior de la cadena, guiada por una corredera empotrada en el macizo de mampostería que sostiene el balanzón.

El bomberío consta de una bomba Rittinger colocada al nivel 419 metros (véase lám. 16, en a y x) y de una bomba elevadora situada en la caja de agua del tiro á la profundidad de 565 metros, cuyo émbolo se ve en (b′). Esta bomba, que tiene $0^{m}890$ de diámetro y $3^{m}00$ de carrera, eleva el agua hasta el nivel de la bomba Rittinger, ó sea $50^{m}00$. Para poder prolongar el bomberío á medida que el tiro se profundice, la bomba elevadora está suspendida por fuertes tornillos (t) que permiten hacerla bajar la longitud de un tubo y empalmar el siguiente. La bomba Rittinger de $0^{m}600$ de diámetro y $2^{m}50$ de carrera, eleva el agua por el tubo (b) hasta el nivel del Aviadero, situado 100 metros más arriba.

El movimiento de las dos bombas se produce por medio de la cadena en la que podemos distinguir tres partes: la primera comprendida entre la boca del tiro y el socavón de Acosta que es de fierro, la segunda de este punto hasta el balanzón, á la profundidad de 397 metros, tiene una longitud de 277; por último, la parte inferior que, como la anterior, es de madera, se prolonga de este balanzón (B), y para evitar la flexión de la cadena á más de las guías (G) que mantienen su verticalidad y evitan los golpes de fueteo, hay otras (G′ G′) que obligan á un carro (e) que lleva los muñones del balanzón á avanzar ó retroceder en el movimiento oscilatorio de este órgano.

La cadena (c) está parcialmente equilibrada con la ayuda de tres acumuladores hidráulicos iguales al que se ve en (A) en la lámina 16, y de los cuales uno está situado en la boca de la mina, otro al nivel del socavón de Acosta y el tercero á la profundidad del Aviadero, ó sea á los $312^{m}{\cdot}00$. La manera como funcionan estos acumuladores es muy sencilla, dos plumgers (p) fijos á uno y otro lado de la cadena en (D) se mueven dentro de los cuerpos de bomba (h′, h′). Durante el movimiento de descenso de la cadena el agua que llena los cuerpos de bomba se ve obligada á pasar por el conducto (X) al cuerpo de bomba del acumulador y levanta el émbolo de éste, que sostiene un peso de cerca de 80 toneladas. En el movimiento ascendente de la cadena el agua sigue un movimiento en sentido contrario obligada por la carga que soporta el émbolo del acumulador.

La poderosa máquina de Dificultad tiene potencia para 900 caballos y para continuar el desagüe á 150 metros más abajo que el nivel actual. Las láminas 14 y 15 representan el balanzón y el juego de la distribución y pueden dar idea de las dimensiones de este importante motor.

A continuación ponemos los datos para el cálculo del trabajo de los dos motores más importantes de desagüe del Distrito de Real del Monte, la máquina de Dificultad y la de Dolores:

Máquina de Dificultad.

Diámetro del cilindro de alta presión	$1^{m}{\cdot}20$
,, ,, ,, ,, baja ,,	1 . 95
Carrera común de los dos cilindros	3 . 00

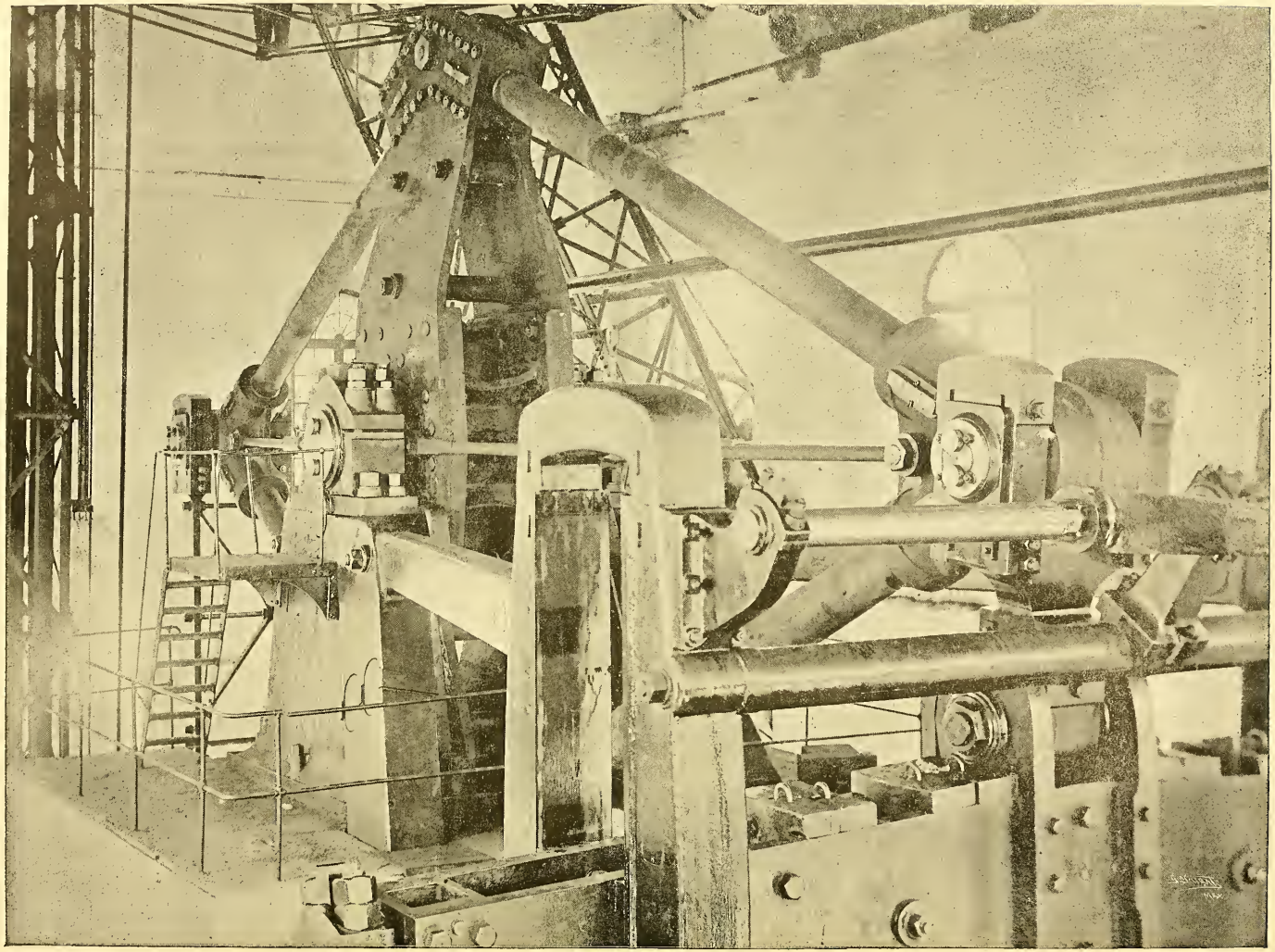
Presión del vapor en la caldera $5^{kg}{\cdot}266$ por cc.

La admisión del vapor se corta á los dos tercios de la carrera.

Tensión del vapor en el condensador 620 gs. por cc.

Número de revoluciones por minuto 2.

Para el cálculo del trabajo de esta máquina usaremos la siguiente fórmula $N=\frac{n}{4500}\left(psl\left(l+\mathrm{Log}\,\frac{SL}{sl}\right)-p'SL\right)$; en la que N representa el trabajo en caballos; p, la presión del vapor en la caldera; s, la superficie del émbolo chico; S, la del émbolo grande; l, la carrera á plena presión; L, la longitud de los cilindros; p′, la tensión del vapor en el condensador, y n, el número de revoluciones por minuto; tenemos pues:



Tip. y Lit. «La Europea.»—México.

Balanzón de la Máquina de Desagüe de "LA DIFICULTAD."

$s = 1.13097$ metros cuadrados.
$S = 2.98648$ ídem ídem.
$sl = 2.26194$ ídem cúbicos.
$SL = 8.95944$ ídem ídem

$$\frac{SL}{sl} = 1.37625.$$

$$1 + \text{Log}\,\frac{SL}{sl} = 2.37625.$$

$$npsl = 476455.$$

$$np'SL = 222194.$$

$$npsl\,(1 + \text{Log}\,\frac{SL}{sl}) = 1132176.$$

$$n\,(psl\,(1 + \text{Log}\,\frac{SL}{sl}) - p'SL) = 909982.$$

$$N = \frac{n}{4500}\,(psl\,(1 + \text{Log}\,\frac{SL}{sl}) - p'SL) = 202.21 \text{ caballos.}$$

El consumo de carbón en esta máquina es de $1^{kg}.400$ por golpe; corresponde pues por caballo-hora $0^{kg}.800$.

El importe medio semanario del desagüe en Dificultad era de unos $2,550.00; y el costo de una tonelada de agua elevada á 100 metros de altura se estima en $0.02, siendo el gasto de las bombas de 1400 litros por revolución, levantándola á una altura total de 150 metros.

Máquina de Dolores.

Esta máquina es de simple efecto de expansión, condensación y de balanzón.

Diámetro del cilindro	$1^{m}.875$
Carrera	3 . 048
Presión del vapor por cent. cuad.	$3^{kg}.516$
Tensión del vapor en el condensador por cent. cuad.	0 . 33

Da por minuto cuatro golpes.

El trabajo lo conoceremos por medio de la conocida fórmula siguiente:

$N = \frac{PVn}{4500m.}(1 + 2,3026 \log m - \frac{p'm}{P})$; en la que N nos indica el número de caballos desarrollados por la máquina; P, la presión del vapor en la caldera por metro cuadrado; p′, la presión en el condensador por la misma unidad de superficie; V, el volumen del cilindro; n, el número de golpes de émbolo por minuto, y finalmente, m, la relación entre la longitud total de la carrera y la parte recorrida á plena presión.

Tenemos, según los datos arriba consignados:

Superficie del émbolo	$2m.^{2}7614345$

Volumen engendrado por el movimiento del émbolo	$8m.^2415965239$
PVn; $(n=4)$	118 . 362135
$\frac{PVn}{4500m.}$; $(m=4)$	65 . 7567
$1+2.3026 \log m$	2 . 3863
$\frac{p'm}{P}$	0 . 3754
$1 + 2.3026 \log m - \frac{p'm}{P}$	0 . 0109
$N=\frac{PVn}{4500m.}(1+2.3026 \log m - \frac{p'm}{P})=$	132 . 23 caballos.

Multiplicando este valor por 0.75 coeficiente de rendimiento propio de esta clase de máquinas, resulta un trabajo efectivo de 99 caballos.

La cantidad de agua elevada por golpe es de 500 ls. y la altura de 95 ms.; el trabajo teórico necesario para este objeto sería sólo de 42.2 caballos; pero la bomba de que nos ocupamos sólo rinde un 70 por ciento del trabajo motor que recibe.

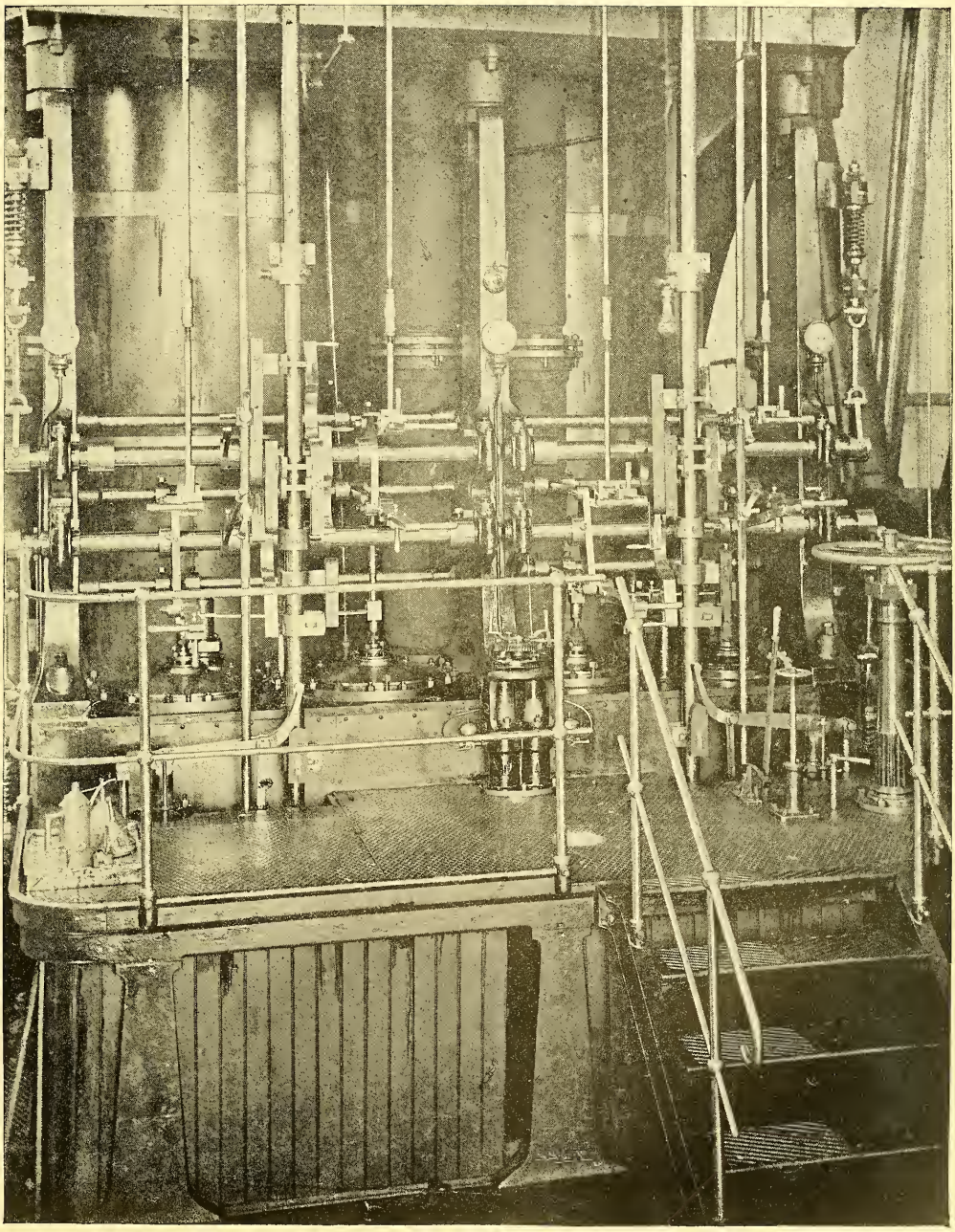
La pérdida se eleva á un 40 por ciento del trabajo transmitido por el motor á la cadena y que es absorbido por las resistencias pasivas, frotamiento de la cadena contra sus guías y de los muñones de los balanzones. A primera vista parece esta pérdida muy fuerte por ser sólo 95 metros la altura de elevación del agua; pero hay que atender á que la longitud de la cadena es de 400 metros, profundidad del tiro de Dolores.

La cantidad de carbón quemado por esta máquina es por término medio de 500 á 600 gs. por golpe, por lo mismo corresponde $1^{kg}.091$ al caballo-hora.

El importe medio semanario del desagüe era como de $1680 y el costo de una tonelada de agua elevada á 100 metros de altura de $0.06, es decir, tres veces más caro que en la mina de Dificultad.

El desagüe actual se hace solamente por la mina de Dificultad, pero la máquina solamente mueve la bomba elevadora, y el trabajo ejecutado antes por la bomba Rittinger lo es hoy por una instalación eléctrica hecha á la profundidad de 419 metros, que comenzó en Marzo de 1897 de una manera muy irregular á causa de las frecuentes rupturas de los engranes, que eran de fierro, lo que motivó su suspensión en Julio del mismo año. Reemplazados los engranes de fierro por otros de acero, se restableció el servicio de las bombas eléctricas en Enero del presente año (1898), y desde entonces han marchado con regularidad.

La instalación eléctrica se compone de cuatro bombas marcadas Knowles steam Pump Works–New–York–Warren, Mass. Boston; cada bomba lleva tres pares de plumgers de $0^{m}.181$ de diámetro y $0^{m}.300$ de carrera que da 50 golpes por minuto. Las máquinas eléctricas de corriente trifaciada, de 75 caballos de fuerza, marchan con 600 revoluciones por minuto; la transmisión



Distribución del vapor en la máquina de desagüe de "LA DIFICULTAD."

Tip. y Lit. «La Europea.»—México.

de los motores eléctricos á los plumgers se hace por medio de una serie de piñones y ruedas; el gasto de cada bomba es de 2,700 ls.

La bomba suspendida mantiene llenos el depósito de donde toman el agua las eléctricas dando 5.5 golpes por minuto.

El bomberío Rittinger está separado de la cadena pero puede conectarse con ella con suma facilidad para el caso de que por ruptura ó algún grave accidente de las bombas eléctricas ó en la oficina generadora obligue á suspender la marcha de las bombas Knowles.

La cantidad de agua que afluye al tiro de Dificultad es tan grande, que en muy pocas se llena el tiro y el cañón 470, pero basta hacer marchar la máquina con doble velocidad que de ordinario para arrastrar rápidamente el agua.

Como la veta de Sta. Inés se presenta con frutos costeables en los planes profundos de las minas de Ahuichote y Dificultad, se trata de colar el tiro de esta última mina, y para evitar las interrupciones que pudiera surgir el desagüe, se ha abierto un contratiro que se colará lo que sea necesario, y por el cual se hará el desagüe por medio de una bomba eléctrica colgante mientras el tiro de Dificultad se profundiza.

Para el desagüe de las minas situadas al N. de la veta de San Esteban se piensa instalar en el tiro nuevo de Cabrera, que se está colando activamente, una planta eléctrica que constará de una bomba suspendida, aspirante é impelente, unida á un motor eléctrico de la Compañía General Eléctrica de los Estados Unidos, que elevará 25 ls. de agua por segundo á una altura de 50 metros, y de dos motores eléctricos con bombas fijas de la Compañía General eléctrica de Berlin, de las que cada una elevará á 100 metros de altura 25 ls. de agua por segundo.

En casi todas las minas del Distrito se están colando frentes al nivel del cañón Taylor ó cañón 400 metros, que pronto será un nivel general que comunique entre sí todas las minas del Distrito, y que tal vez más tarde pueda aprovecharse para facilitar el desagüe de la Vizcaina, reduciendo la altura á que se tenga que elevar el agua con la máquina de Dolores, pues por el cañón Taylor podrá afluir el agua á Dificultad ó á Cabrera, donde se hallan instalados motores poderosos y económicos.

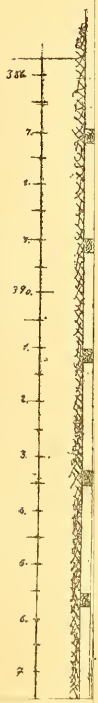
Respecto á las demás operaciones de la explotación no tenemos gran cosa que añadir á lo dicho en el Boletín "El Mineral de Pachuca," pues no hay diferencias notables en la manera de hacer los disfrutes, el acarreo interior ni en los procedimientos usados en la fortificación, y aun puede decirse que este servicio es de menos aplicación que en Pachuca, pues con excepción de la veta Vizcaina, en las demás vetas del Distrito las rocas encajonantes son bastante resistentes. Daremos solamente una nota de los precios á que se pagan algunas obras;

Nombre de la obra.	*Precio por metro lineal.*	*Cuele medio semanario.*
Frente S. cañón 400. San Ignacio.....	$ 45.00	$1^{m}.50$
„ N. „ Taylor. Sacramento.....	„ 35.00	3 . 00
„ S. „ „ „	„ 40.00	2 . 00
„ N. Aviadero. Resquicio..	„ 40.00	1 . 30
„ S. „ „	„ 40.00	1 . 20
„ S. en cañón 400. Dificultad.....	„ 60.00	5 . 00
Crucero de Cabrera.....	„ 45.00	2 . 00
„ Guardarraya al P.....	„ 45.00	1 . 80
„ „ al E.....	„ 40.00	2 . 50
„ Sta. Brígida.....	„ 42.00	2 . 50
„ N. ramal Aviadero. Dificultad.....	„ 75.00	1 . 80
„ S. „ „ „	„ 70.00	1 . 80
Plan, Guardarraya con Morán.....	„ 40.00	2 . 00
Crucero 170 N., tiro de Escobar.....	„ 40.00	1 . 50
Tiro San Ignacio.....	„ 150.00	1 . 00
„ de Vargas.....	„ 115.00	2 . 50
„ nuevo de Cabrera.....	„ 100.00	3 . 00
„ de Dificultad	„ 300.00	4 . 00
„ San Francisco de los Negros.....	„ 150.00	1 . 50

La perforación se hace á mano, pero por algún tiempo se usó la perforación mecánica.

Según datos que bondadosamente nos suministró el Sr. D. José de Landero y Cos, Director de la Compañía de Real del Monte y Pachuca, la perforación mecánica se estableció en el tiro de Acosta en 1876, obteniéndose malos resultados por haberse empleado perforadoras grandes de los Sres. Dubois y Francois del Leraig, Bélgica, de las que se usaron en la perforación de los túneles de los Montes de Saint Cenis y de San Gotardo. Se usaba compresor de los llamados de émbolo hidráulico para comprimir el aire á tres atmósferas y que era movido por una máquina de vapor de expansión sin condensación; el peso de cada perforadora era de 220 kgs. y daba 250 golpes por minuto. Como sólo se llegó á colar $0^{m}.838$ en 36 horas de trabajo, tuvo que suspenderse el servicio por dicha causa en 1877. Posteriormente se restableció en 1885 en el tiro de San Ignacio con la compresora de aire Dubois Francois y con perforadoras portátiles de Ingersoll, trasladándose después la instalación y montándose en mayor escala en el tiro de Dificultad con compresor de Ingersoll. En el tiro de Dificultad que tiene $4^{m}.60$ por $2^{m}.30$ de sección, se colaban 4 metros con las perforadoras en cada semana y el costo era de $150 por metro; el costo por metro perforado á mano en el mismo tiro se pagaba á $300 y el cuele era sólo de 1 metro.

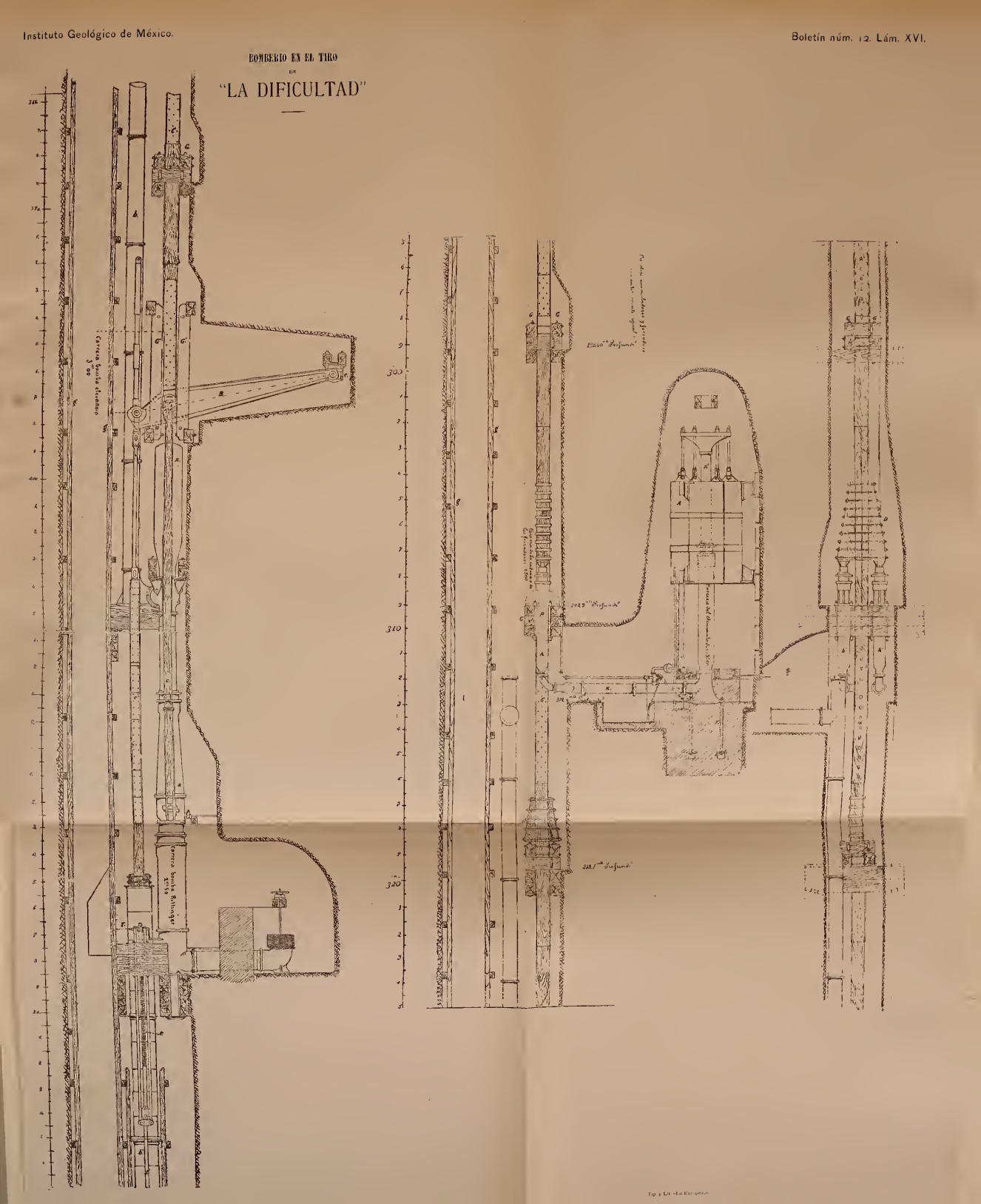
En el Aviadero al N. de Dificultad el costo de la perforación mecánica por metro fué de $120 y el cuele semanario de 8 metros á mano era de $100, pero sólo se colaba por semana $2^{m}.50$.



BOMBERIO EN EL TIRO

DE

"LA DIFICULTAD"



Tip y Lit "La Europea"

Los resultados han sido buenos en el avance de las obras, pero como el costo del cuele es mucho mayor que con la perforación á mano, no habiendo obras de urgencia, está suspendida la perforación mecánica desde 1895.

En la mina de La Camelia se estableció una instalación de perforación mecánica con compresor y perforadoras de Ingersoll en 1893, resultando que por la carestía del servicio y por el avance casi igual al cuele de los barreteros á mano á menor precio, apenas hubieron de ensayarse las perforadoras. En la actualidad se halla instalada en el tiro de San Carlos, de la mina de Barron, la compresora de La Camelia para diversos servicios de aire comprimido en el interior de la mina, malacates y bombas, y el de perforación mecánica en obras urgentes. Se ha comprado también una compresora Rhand para la mina del Xacal, para mover en caso necesario con aire comprimido un malacate en el interior de la mina de San Cristóbal, y para el servicio de perforadoras en el socavón Girauld en el caso de que con el trabajo á mano de los barreteros no avance esta obra con el empuje con que lo hace hasta ahora.

Antes de decir algunas palabras sobre la extracción, ponemos las profundidades y secciones de algunos de los tiros de más importancia en Real del Monte:

Nombre de los tiros.	*Sección.*	*Profundidad.*
Dificultad. Vertical	$4^{m}.60$ x 2.30	$470^{m}.00$
Dolores ,,	4 . 50 x 3.00	405 . 00
Acosta ,,	3 . 50 x 3.50	300 . 00
Sacramento ,,	3 . 50 x 3.50	355 . 00
Cabrera ,, tiro nuevo en cuele	6 . 00 x 4.00	185 . 00
Terreros ,,	2 . 75 x 1.75	412 . 00
San Ignacio. Arrastre	2 . 50 x 3.00	445 . 00
Carretera ,,	2 . 50 x 2.00	420 . 00
Sta. Bárbara ,,	4 . 00 x 3.00	160 . 00
Escobar ,,	2 . 00 x 1.50	220 . 00
Cabrera ,,	2 . 00 x 4.00	180 . 00
San Vicente ,,	2 . 50 x 2.00	175 . 00
Resquicio ,,	3 . 10 x 2.00	262 . 00
San Cayetano. Vertical y arrastre	5 . 00 x 4.00	368 . 00
San Ramón	2 . 50 x 2.00	320 . 00
San Patricio	3 . 50 x 2.00	262 . 00

Los malacates de extracción son de diversos sistemas.

Los de los tiros de Dificultad y San Ignacio son de la casa Paske and Kalstner de Freiberg Sax., enteramente iguales al malacate de Camelia, como se ve en la lámina XIX, en la que está representado el malacate de Dificultad.

Para el servicio del bomberío de Dificultad hay dos tornos de vapor: el

más poderoso tiene dos cilindros verticales de $0^{m}.16$ de diámetro por $0^{m}.30$ de carrera y marcha con 25 golpes por minuto. Pone en movimiento el tambor en que se enrolla un poderoso cable redondo de alambre de acero por medio de una serie de piñones y ruedas con las dimensiones siguientes:

1er. piñón, diámetro	$0^{m}.15$.	1ª rueda, diámetro	$0^{m}.75$.
2º „ „	0 . 42.	2ª „ „	2 . 35.
3er. „ „	0 . 50.	3ª „ „	3 . 05.

Trabaja con presión de $5^{kg}.2$ por centímetro cuadrado, de manera que el esfuerzo ejercido en los dos émbolos de 201 centímetros cuadrados cada uno, es de 2 kgs; el producto de los radios de los piñones es de 0.0315; el de los radios de las ruedas es de 5,376; el peso que puede levantar el malacate se deduce fácilmente de la fórmula $Q = P \frac{R \times R' \times R''}{r \times r' \times r''}$ de la que resulta $Q = P \times 170 = 2000$ kg. $\times 170 = 340$ toneladas.

Hay otro torno más pequeño construído por la casa C. Hoppe, de Berlin; tiene dos cilindros oscilantes de $0^{m}.125$ de diámetro y $0^{m}.75$, y marcha con 75 golpes por minuto.

En la mina de Cabrera y en la de Escobar se usan malacates Robey de 20 caballos de fuerza con bobinas y sogas planas de henequén. El malacate de Cabrera dedicado á la extracción que se hace por el tiro viejo, consume de 4 á 5 tons. de carbón semanarias y hace sobre 900 viajes semanarios, extrayendo unos 650 kg. por viaje.

En Acosta, Dolores y San Vicente hay malacates de cilindro vertical y balanzón y se usan sogas redondas de acero que se enrollan en tambores cilíndricos.

El malacate de Acosta de $0^{m}.675$ de diámetro y $1^{m}.80$ de carrera, sirvió de modelo en la maestranza de Real del Monte para la construcción de los malacates de Dolores y San Vicente. El de Dolores tiene $0^{m}.45$ de diámetro y $1^{m}.80$ de carrera; el de San Vicente el mismo diámetro que el de Dolores y una carrera de $1^{m}.20$.

En Sacramento, Peregrinos y otras varias minas se usan malacates de caballos.

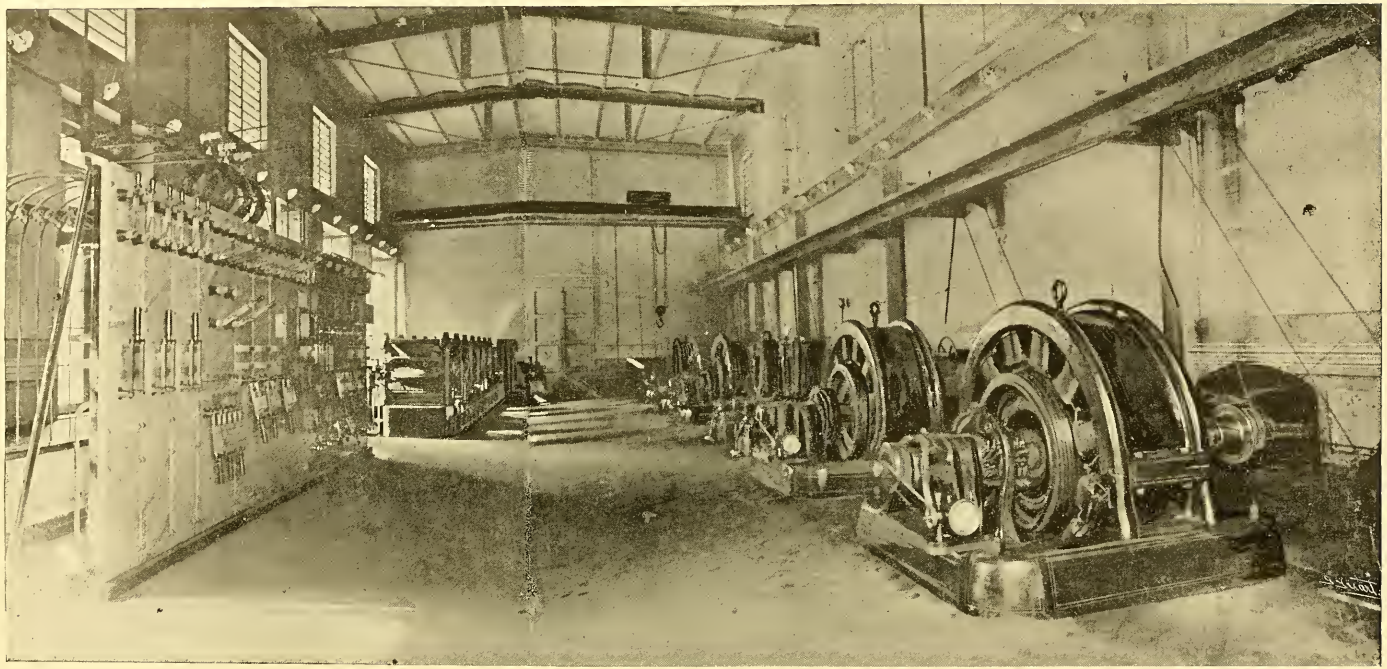
Respecto al costo de extracción es variable con la profundidad del tiro, con las condiciones de éste, con la especie de malacate usado y con la proporción de tepetate que se extrae de la mina; según los datos que hemos podido reunir, el costo aproximado es:

En San Ignacio de $0.61 la tonelada, extraída de una profundidad media de 400 metros.

En Cabrera para 180 metros de profundidad el costo resulta de $0.50 por tonelada.

En San Vicente, quemando leña y subiendo la carga 170 metros, el costo es de $1.00 por tonelada.

En Escobar, cuando andaba el malacate de caballos extrayendo el metal



Tip. y Lit. «La European—México

Instalación de la potencia eléctrica.—BARRANCA DE REGLA.

de una profundidad de 190 metros, era de $ 2.40 el costo por tonelada, y por último:

En San Ignacio, también con malacate de caballos, resultaba de $ 3.33 la tonelada extraída de 250 metros de profundidad.

Para concluir ponemos algunos datos relativos á la extracción en el Distrito de Real del Monte, que abrazan un período bastante grande, lamentando mucho no haber podido completarlos.

Burkart en su informe tantas veces citado, trae los datos siguientes, de los que tomamos también los relativos á las minas de Pachuca.

Producción de las minas de Pachuca.

En el siglo XVII	$ 40.000,000 00
En el siglo XVII, mina El Encino	,, 5.400,000 00
En el siglo XVIII, en las otras minas, calculando aproximativamente	,, 1.400,000 00
En el siglo XIX, antes de 1849, en todas las minas, también aproximadamente	,, 250,949 00
En el siglo XIX, de 1849 á 1858	,, 10.175,051 00
Suman los productos	$ 57.226,000 00

De la Memoria de los trabajos ejecutados por la Comisión Científica de Pachuca de 1864, tomamos los datos siguientes:

Producción de la mina El Rosario de 1853 á 1862	$ 17.659,953 00
Deduciendo la producción correspondiente á los años de 1853 á 1858, que es de	,, 8.085,908 00
Queda para la producción de 1859 á 1862 de la mina de El Rosario	$ 9.574,045 00

En la "Riqueza Minera de México," pág. 468, aparece que la producción de plata en Rosario, de 1863 á 1883, fué de $10.114,716.00.

Según los datos anteriores, el Distrito de Pachuca ha producido mucho más de $76.914,761.00, pues no se ha llevado en cuenta la producción de muchas minas ricas del Distrito por carecer por completo de datos siquiera aproximados.

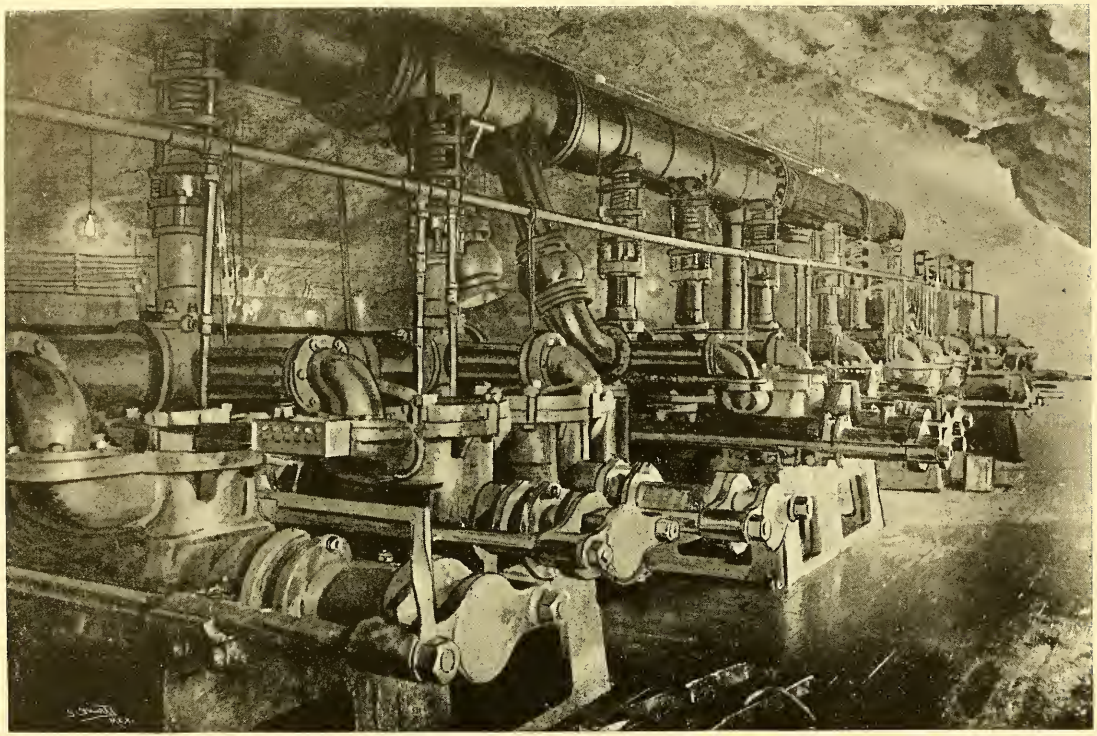
Producción de las minas de Real del Monte según Burkart.

En los años de 1726 y 1727	$ 4.500,000 00
Con el cuele del socavón de Morán hasta 1762	,, 8.000,000 00
Desde entonces hasta la muerte del primer Conde de Regla en 1781	,, 12.500,000 00
Desde entonces hasta 1794	,, 600,000 00
A la vuelta	$ 25.600,000 00

De la vuelta.....	$ 25.600,000 00
Desde entonces hasta 1801.....	„ 6.000,000 00
„ „ „ 1809.....	„ 500,000 00
„ „ „ 1819 por conjeturas.....	„ 152,200 00
De 1824 á fines de Abril de 1849.....	„ 11.087,500 00
De Mayo de 1849 á fines de 1858.....	„ 7.004,300 00
Suma hasta fines de 1858.....	$ 50.344,000 00

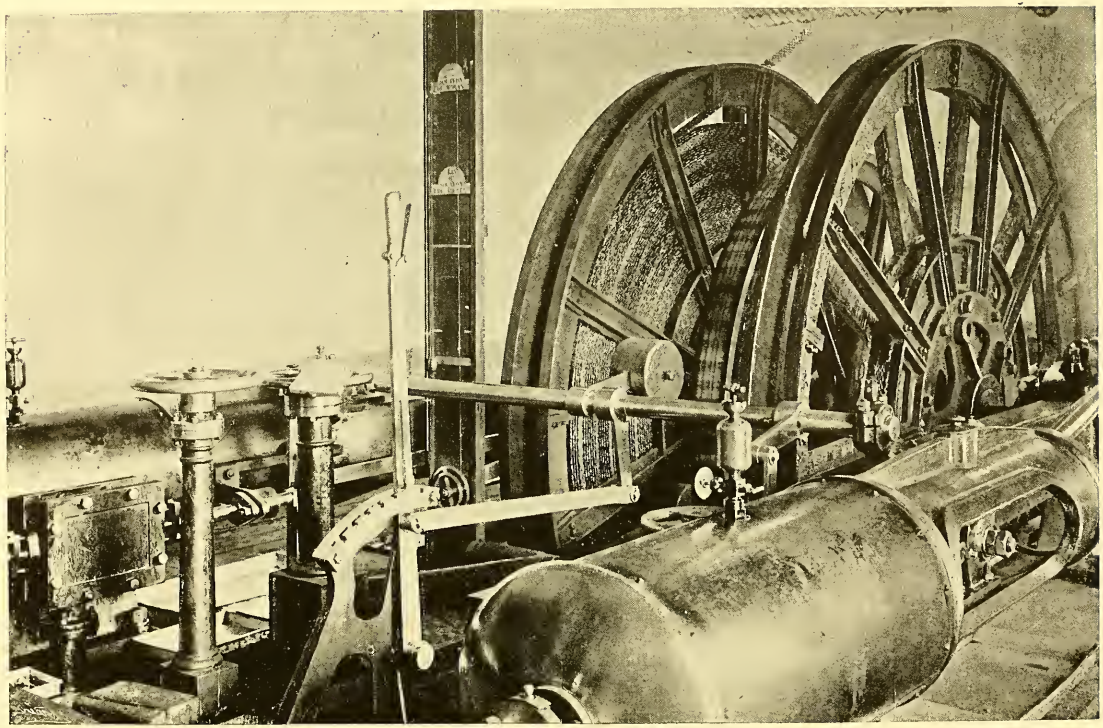
En la lámina XX consta la producción en el Distrito de Real del Monte desde 1880 hasta 1894. En esta lámina puede verse tanto la producción total del Distrito como la cantidad de metal común y de fuego extraída de las diversas minas, la producción media semanaria y el costo medio de explotación por carga.

La ley media de los minerales no nos fué posible averiguarla, pero Burkart la estima según la producción de carga obtenida en 1838 á 1848 en 0mes·618 por quintal ó sea 3^{mg}·09; pero en la actualidad es muy probable que sea más baja, pues ha disminuído la cantidad de metales ricos, y además los métodos más modernos de explotación han permitido extraer con provecho minerales más pobres.



Tip. y Lit. «La Europea»—México

Bombas eléctricas de "LA DIFICULTAD"



Tip. y Lit. «La European—México

Malacate de "LA DIFICULTAD"

TERCERA PARTE.

METALURGIA.—HACIENDAS DE BENEFICIO.

I.—APUNTES HISTORICOS.

Los frutos pobres que producen las minas de Real del Monte y algunos de las de Pachuca se benefician en las haciendas de Sánchez, San Miguel, San Antonio y Sta. María de Regla. En las haciendas de Sánchez y de Sta. María de Regla se sigue el método de patio; en San Antonio y San Miguel el de Freiberg, y á éstas se llevan los frutos rebeldes al beneficio por patio.

En tiempo del primer Conde de Regla se beneficiaban los frutos de Real del Monte en las haciendas de San Juan y La Nueva, situadas en el Distrito de Huasca, que desde que tomó posesión la Compañía mexicana estaban convertidas en ruinas; quizá habría otras haciendas á más de las arriba nombradas, pero no tenemos noticias ciertas.

Vimos ya que una vez terminado el socavón de Morán, se dió un gran impulso á la explotación de la parte media de la Vizcaina, lo que unido á la producción de los clavos descubiertos arriba del socavón, dió una producción tan grande que fué preciso construir nuevas haciendas. De esta época data la fundación de la hacienda de Regla que empezó á construirse por Romero de Terreros en el año de 1760, y poco después, como por 1770, se fundó la hacienda de San Antonio y quizá la de Sánchez. En la de Regla se seguía el método de fundición y el de patio, en las otras sólo este último.

En tiempo de la Compañía inglesa, como ya dejamos asentado, el costo de beneficio de los metales era muy elevado y se procuraba encontrar un método más económico y adecuado á la naturaleza de los frutos producidos por las vetas de Real del Monte y por las del Xacal en Pachuca. Burkart en su obra ya citada resume de la manera siguiente los resultados obtenidos con los métodos de patio y fundición por la Compañía inglesa. "Dos circunstancias, dice, resaltaban principalmente como causas de estos elevados costos de beneficio: la más importante era la ley corta de los metales, y la otra la dificultad con que entraban en beneficio, necesitando grandes cantidades de sal y de magistral; y causando por consiguiente una gran pérdida de azogue la amalgamación mexicana.

"La extracción de plata de patio en Real del Monte ascendió en el año de

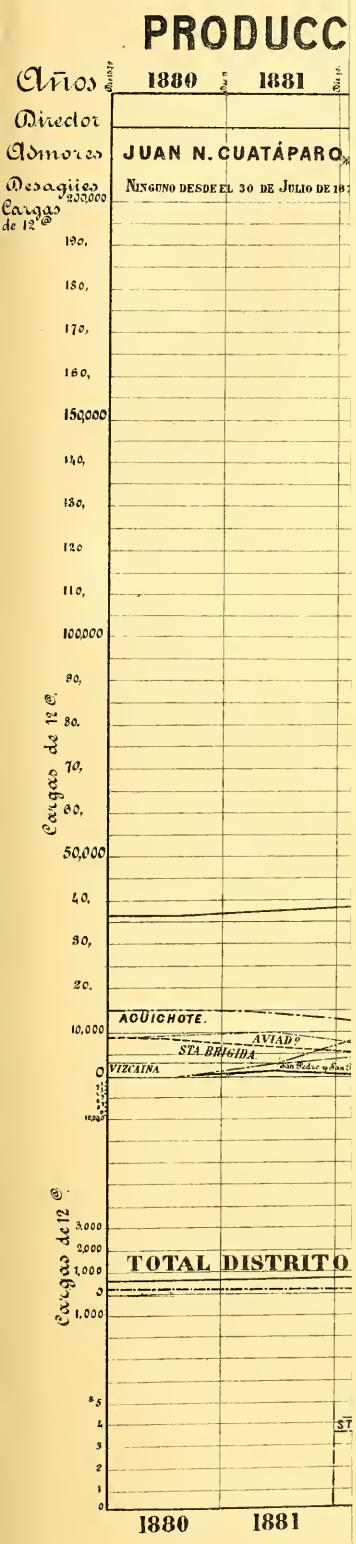
1840 á 42,760 marcos (9840^{kg}·066), ocasionando una pérdida de 57,711 libras ($26,561^{kg}$·276) de azogue; de modo que por cada marco de plata se perdieron 21.5 onzas de azogue (26.9 por ciento) ó 2^{kg}·69 de azogue por un kilo de plata extraída. En ese mismo año, para obtener la cantidad mencionada de plata, se beneficiaron 130,650 quintales (de 100 libras) (6013^{ton}·1184) de mineral que corresponde á una ley de 0,327 marcos por quintal (1^{mg}·636), y según todas las probabilidades, se perdió no poco del verdadero contenido de plata del mineral beneficiado. Por fuego se beneficiaron 15,547.5 quintales (715^{ton}·29185) de mineral y produjeron 29,306 marcos (6743^{kg}·989) de plata, ó 1^{mco}·914 por quintal (9^{mg}·568); la ley media de toda la carga beneficiada importó 0^{mcs}·493 por quintal (2^{mg}·464); por consiguiente 0^{mcs}·046 (0^{mg}·23) menos que el anterior."

"No menos desfavorable para los altos costos del beneficio fué el alza del precio del azogue. Este artículo valía en México, todavía el año de 1826, á $60 el quintal ($1.30 kilo), pero subió después gradualmente; de modo que en el año de 1840 se vendía á $120 ($2.60 el kilo), y poco después hasta $170 el quintal ($3.69 el kilo); hasta que más tarde, después de la disolución de la Compañía, el azogue extraído de California hizo bajar el precio á su antigua cuota, después que se habían sacrificado en Real del Monte en la pérdida de azogue del beneficio, en años separados, $40,000 á $60.000 más de lo que hubiera importado al precio del año de 1826. Por medio de continuos esfuerzos, se consiguió reducir en parte los consumos de sal, magistral y azogue en el beneficio, pues la pérdida de azogue que en el año de 1840 todavía ascendía á 21.5 onzas por marco (2^{kg}·69 por kilo), importó solamente 17.75 onzas (2^{kg}·218 por kilo) en el de 1841, y en todo se puede calcular una economía de $22,381 sobre los costos de amalgamación del año precedente."

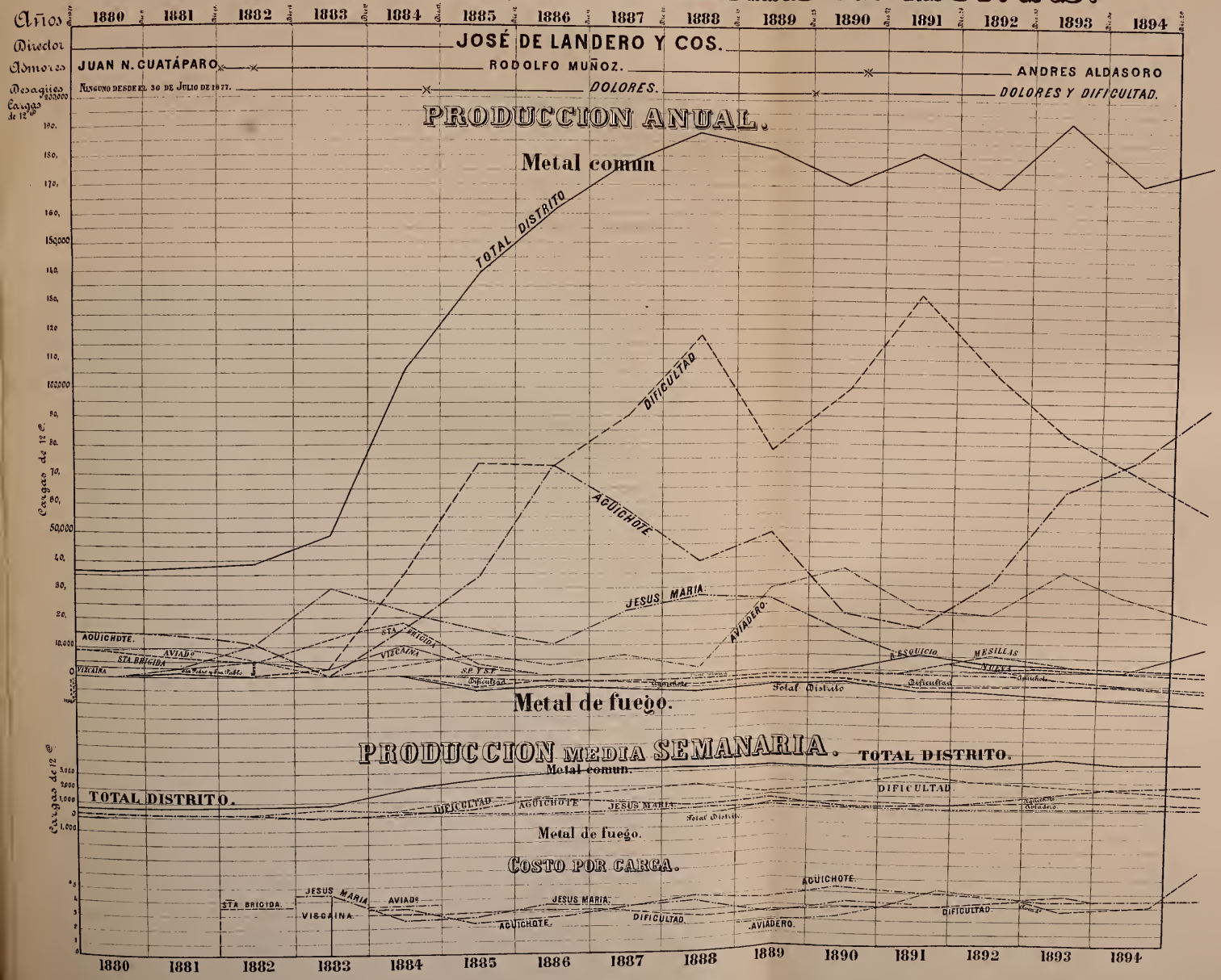
"También era muy fuerte la pérdida de plata en la amalgamación; todavía en el año de 1844, después de largos esfuerzos por introducir algunas mejoras en el método de beneficio, importó esta pérdida por término medio de toda la carga beneficiada, 20 por ciento sobre su ley docimástica. Esta pérdida debe atribuirse en gran parte á las diversas calidades de los metales que producían las vetas; pero contribuía esencialmente á mantener á la empresa en estado de desembolso."

Ya desde entonces había enseñado la experiencia, que una gran parte de los metales que sólo daban una parte de su plata por el beneficio ordinario de patio, causaban también una pérdida de azogue más fuerte que los otros metales, por lo que se renunció á su extracción, y dejaron de aprovecharse los que ya estaban extraídos de esta clase y se consideraban rebeldes.

"John Taylor, en sus informes á las juntas de 14 de Marzo y de 25 de Junio de 1844, hizo ya notar esta circunstancia desventajosa, observando á la vez que según las experiencias hechas, debía esperarse el poder beneficiar estos metales con ventaja por la amalgamación en toneles. Como las minas de la Luz y Sacramento daban una gran cantidad de minerales que habían


PRODUCC
Años
1880
1881
Director
Admores
JUAN N. CUATÁPARO
Desagües
NINGUNO DESDE EL 30 DE JULIO DE 18
Cargas de 12 @
200,000
190,
180,
170,
160,
150,000
140,
130,
120
110,
100,000
90,
80.
70,
60,
50,000
40,
30,
20.
10,000
0
Cargas de 12 @.
AGUICHOTE.
AVIADO
STA BRIGIDA
VIZCAINA
Cargas de 12 @
3,000
2,000
1,000
0
1,000
TOTAL DISTRITO
5
4
3
2
1
0
ST
1880
1881

PRODUCCION DE METALES del Distrito de REAL DEL MONTE.



resistido á todas las pruebas hechas sobre ellos para conseguir su beneficio por patio, económicamente, puesto que la pérdida de plata ascendía desde 25 hasta 45 por ciento, y la de azogue era de 25 hasta 40 onzas por marco ($3^{kg.}125$ á 5 kg. por kilo de plata), por vía de experiencia se habían amalgamado en toneles con una pérdida de sólo 5 á 10 por ciento de plata y 1.5 onzas á 3 onzas por marco ($0^{kg.}1875$ á $0^{kg.}375$ por kilo) de azogue. Los metales de esta clase que se encontraban en las vetas de Sta. Brígida, la Vizcaina y la Tapona, tenían una ley de 7 hasta 10 y aun 15 y 20 marcos por montón ($1^{mg.}166$ hasta $3^{mg.}33$); podían extraerse en cantidades considerables y había ya de ellos 120,000 quintales ($5522^{ton.}956$). Quedó, pues, reconocida la necesidad de establecer un tren de toneles para la amalgamación, pero como su ejecución era costosa, sólo avanzó lentamente por falta de los fondos necesarios. Sin embargo, se resolvió reparar la hacienda de San Antonio[1] y establecer en ella 48 barriles de amalgamación, pero de los cuales sólo debían construirse al principio 24, con los que se calculaba beneficiar 9,000 quintales ($414^{ton.}2217$) de mineral mensualmente."

Buchan en su informe de 1855 resume todo lo relativo á la marcha de las haciendas de la manera siguiente:

"Pero las grandes dificultades y costos del plan de explotación procedían de la necesidad de aumentar los medios de beneficio, pues sólo los había en una escala muy limitada en las haciendas de amalgamación de Sánchez y de Regla."

"Aquí debe hacerse notar una particularidad de la formación de vetas del Distrito, y es, que los frutos de las que corren de E. á W., entran bien al beneficio de amalgamación mexicana, mientras que los de las que corren de N. á S., presentan otra composición y no pueden dar la plata por aquel método de beneficio.[2] Habiendo indicado los ensayes que se habían hecho en la hacienda de Sánchez, que esta última clase de frutos se beneficiaban bien por el método de amalgamación de Freiberg, con algunas modificaciones, y pudiendo extraerse una gran cantidad de estos metales, se resolvió plantear en vasta escala la amalgamación de toneles. Con tal objeto se construyeron las dos haciendas nuevas de San Miguel y Velasco y se ensancharon las de Re-

1 Parece que no fué la hacienda de San Antonio en la que se pensó hacer esta instalación sino en San Miguel. El Sr. D. José de Landero y Cos nos asegura que cuando la Compañía inglesa traspasó á la Mexicana, no existía en San Antonio más que una planta de molienda y un gran corral que parece haber sido usado para el beneficio de patio. La planta de toneles que hoy existe en San Antonio fué establecida por la Compañía Mexicana en 1882 é inaugurada en Abril de 1883.

2 D. Miguel Velázquez de León, traductor de la obra de Burkart, dice en una nota lo siguiente: Según los datos de los informes de John Taylor y según otras observaciones, esto no es del todo exacto, pues también las vetas Vizcaina y Tapona, así como la del Xacal, suelen producir los mismos frutos rebeldes que las de Sta. Brígida y Sta. Inés. Añadiremos á esto que Burkart afirma que en 1858 se beneficiaron por patio en la hacienda de Regla 229,164 quintales (10.547,189 kg.) de frutos de Sta. Inés y Sta. Brígida, por ser más propios que los demás para el beneficio de patio.

gla y Sánchez. En Regla se funden los metales ricos y se pueden beneficiar por patio 2,400 quintales ($110^{ton.}459$) á la semana; las otras haciendas de San Miguel, Velasco y Sánchez, pueden tratar 7,100 quintales ($326^{ton.}775$) semanarias por el método de toneles. Las haciendas de San Miguel y Regla que distan unas 12 millas (19,308 ms.) de las minas, se encuentran sobre un arroyo caudaloso, de modo que todas las máquinas se mueven con motores hidráulicos, pero las de Sánchez y Velasco que están en la boca de la cañada que viene del Real del Monte y por la cual corre muy poca agua á más de la que sacan por las minas las máquinas de vapor, necesitan para mover sus aparatos el auxilio de los motores de vapor."

Seguiremos reproduciendo el informe de Buchan, para ampliar los datos relativos al beneficio de los metales, y los resultados de los diversos sistemas empleados para reducir la pérdida de plata y azogue que con el procedimiento de Bartolomé de Medina era tan elevada.

"Para beneficiar los metales, dice Buchan, se sujetan éstos según su composición química y su ley de plata á uno de los siguientes tratamientos: La fundición en hornos semi–altos (hornos alemanes) por medio del plomo en la forma de greta que disuelve la plata y se separa después de ella por la afinación, es el método más perfecto, pero también el más caro; por lo que sólo se aplica á los frutos más ricos."

"Hasta ahora no se sacan muchos frutos de esta clase, pero las noticias que se tienen y lo que se ve en las labores más profundas de la mina del Xacal, prometen para más adelante una gran extracción de esta carga rica. En la fundición de Regla, donde se han construído ocho hornos y un fuerte soplo de cilindros, se pueden tratar 30,000 quintales ($1380^{ton.}739$) de metales de fuego."

"La amalgamación de patio, que es un beneficio propiamente mexicano inventado en Pachuca, también se practica en la hacienda de Regla, donde se pueden beneficiar 50,000 cargas ($6903^{ton.}695$). Es el método más económico para la gran masa de frutos, cuando su composición química permite tratarlos por este beneficio. Esta amalgamación se ejecuta en un patio de un acre y medio ($0^{ha.}6069965$) de superficie con piso de madera muy bien ajustado y en el cual se encuentran siempre tendidas 1,000 tons. de lama con cerca de 30 tons. de sal, 3 tons. de sulfato de cobre y 18,000 libras ($8284^{kg.}434$) de azogue á diferentes grados de beneficio. La operación dura de 30 á 50 días, que son los necesarios, según la estación y según la composición del mineral, para separar por una acción galvánica lenta, la plata de sus sulfuros y combinarla con el azogue. La pella se separa de la lama por medio de lavaderos convenientes y se destila en seguida para despojarla del azogue."

"Antes que se descubriesen los frutos de la mina de San Patricio, las minas producían muy poca carga de patio; pero ahora con la de las minas del Xacal debe mantenerse el patio de Regla bien surtido."

"El método de disolución (procedimiento Augustin) por el cual se beneficiaron en los años de 1851 y 1852 unas 13,000 cargas ($1794^{ton.}960$), fué intro-

ducido en México por el Sr. D. Damián Floressi, con el fin principal de excusar el uso del azogue. Después de convertir la plata en cloruro por medio de una reverberación con sal, se disolvía en este estado en solución saturada de sal, y se separaba por filtración de las partes terrosas de la matriz, precipitando en seguida la plata por medio del cobre. Este procedimiento químico necesitaba tanto cuidado en la cloruración de la plata y en la saturación perfecta de la solución de sal, que resultó muy difícil en la ejecución y se abandonó por el más práctico y expedito de la amalgamación en toneles."

"La amalgamación en toneles usada hace mucho tiempo en Freiberg se aplica hoy en Real del Monte para beneficiar la mayor parte de los minerales. Después de moler y tamizar el mineral se reverbera en hornos con la adición de 5 por ciento de sal marina, para descomponer los sulfuros de plata y convertir este metal en cloruro; en seguida se introduce en grandes barriles, que pueden contener 25 quintales ($1150^{kg}\cdot616$) de polvo, y agregando agua y haciendo girar los toneles, se forma un lodo espeso al que se agrega fierro y azogue; el primero para separar la plata del cloruro, y el segundo para recogerla al estado de pella. La pella se separa de la lama por medio del agua, y en seguida pierde su azogue por la destilación. La amalgamación en barriles que sólo exige 24 horas, tiene sobre la de patio la ventaja de extraer la plata en menos horas que días exige el segundo método, y de perder mucho menos azogue; pero también necesita una gran fuerza motriz para hacer girar los toneles, casi doble empleo de sal, y un consumo muy considerable de combustible para la reverberación de los minerales. La amalgamación en toneles es, pues, más cara que la mexicana, pero permite beneficiar con ventaja una gran cantidad de frutos que por este último método no darían la mitad de su plata. Para el beneficio de toneles están habilitadas las tres haciendas de Sánchez, Velasco y San Miguel, que pueden tratar 180,000 cargas ó 540,000 quintales ($28,853^{ton}\cdot302$) al año."

"Al recibir la Compañía la hacienda de Sánchez, tenía solamente 16 barriles que se movían con una rueda hidráulica, y la molienda se hacía en arrastras comunes movidas por animales. Después se han construído 8 barriles que se mueven con una máquina de vapor pequeña, y el nuevo mortero del Aviadero. En este mortero andan con una rueda de 60 pies ($18^{m}\cdot29$) de diámetro, de 30 á 50 mazos (según la cantidad de agua) que pueden mover las 50,000 cargas ($6903^{ton}\cdot695$) anuales que necesita la hacienda de Sánchez, á la cual se transportan, ya molidas, por un camino de fierro."

"La hacienda de Velasco es una hacienda enteramente nueva que está en trabajo hace pocos años y tiene 32 barriles movidos por una rueda hidráulica de 40 pies ($12^{m}\cdot19$) de diámetro, y por una gran máquina de vapor que comunica también el movimiento á 30 almadanetas que pueden moler 40,000 cargas ($5522^{ton}\cdot956$) al año. Hace poco se ha construído en la hacienda de Guerrero una rueda de 40′ ($12^{m}\cdot19$) de diámetro, que mueve 40 mazos, y en Peñafiel otras dos ruedas de 24′ ($7^{m}\cdot315$) con 20 mazos cada una, que muelen 80,000 cargas ($11045^{ton}\cdot912$) al año para la hacienda de Velasco. Con es-

tas máquinas se pueden tratar en la hacienda 75,000 cargas (10355$^{ton.}$543) de mineral al año, y cuando abunda el agua para las ruedas, economizar el combustible parando la máquina de vapor."

"La hacienda de San Miguel, cuya maquinaria se mueve con la misma agua abundante que sirve de motor á la de Regla, se construyó también hace pocos años. Al principio se dispuso esta hacienda para el ensayo del beneficio de solución del Sr. Floressi, pero después se modificó para apropiarla al de toneles. Dos ruedas de 30′ (10$^{m.}$97) mueven 60 mazos, cuya molienda pasa á remolerse y tamizarse en otro mortero cuya rueda tiene 24′ (7$^{m.}$315) de diámetro. Las 60,000 cargas (8284$^{ton.}$434) que muelen al año estos morteros se amalgaman en 16 barriles que se mueven con otras cuatro ruedas."

En las haciendas hasta aquí enumeradas, y en las de la Luz y el Carmen, se podían beneficiar en 1858 sobre unas 50,000 toneladas de mineral.

Por este año, 1858, se reunieron los diversos talleres de herrería, carpintería, etc., diseminados en los dos Distritos, en una sola Maestranza en Real del Monte, la que se dotó de tornos, taladros, cepillos y demás aparatos, instalándose además una fundición de fierro para vaciar las piezas de la maquinaria que se rompía. Un motor de vapor, vertical, ministra la fuerza necesaria para mover las diversas maquinarias y dar el soplo necesario para la fundición y la fragua. En este taller se hacen actualmente bajo la inteligente dirección del Sr. Juan Pratt, todas las reparaciones de las máquinas de los dos Distritos.

"La gran cantidad de matrices cuarzosas duras, continúa Buchan, y las probabilidades que presentan las minas de llegar á una extracción mayor, dan mucha importancia á la cuestión de cuáles son los medios mejores mecánicos para la molienda de los minerales. En la hacienda de Regla, después de haberlos reducido á granza gruesa en morteros secos, se muelen en arrastras, que son los molinos usados generalmente en el país, aunque siempre movidos por animales, y la facilidad con que se aprovechan las columnas de basalto de la barranca en que está la hacienda, para piedras de arrastra, y la abundancia del agua que se emplea como motor, hacen muy económico este sistema de molienda. El efecto de las arrastras en cantidad de molienda respecto de la fuerza motriz que emplean, es muy corto, y aunque la lama que producen es muy propia para el beneficio de patio, no lo es para el de barriles, que requiere para la tamización y reverberación una arena fina. También el gasto de las piedras voladoras aumenta el volumen del mineral, y aunque esto nada importa en el beneficio de patio, en el de barriles hace crecer los costos de reverberación y amalgamación. Cuando se habilitó por primera vez la hacienda de Velasco, se emplearon molinos de piedra vertical (rastrones) para moler los minerales, y la máquina de vapor movía 6 pares de piedras con peso de 4 toneladas cada una. Estas piedras que tenían 6′ (1$^{m.}$83) de diámetro y 1′ (0$^{m.}$3048) de anchura, estaban calzadas con una llanta de fierro de 3″ (0$^{m.}$076) de espesor, y cada par giraba sobre un eje colocado en un centro rodando sobre una taza de fierro colado cuyo fondo tenía 7″ (0$^{m.}$178) de es-

pesor. Al principio estas máquinas que la actual Compañía heredó de la inglesa, daban buen resultado, pues cada rastrón molía 200 cargas (27^{ton}·615) semanarias; pero que los ejes y particularmente las llantas de fierro forjado y los fondos de hierro fundido comenzaron á gastarse y á desemparejarse en sus superficies, la molienda disminuyó rápidamente y al cabo de un año en que ya estaban completamente inútiles, se abandonaron por ser demasiado costosas para repararlas."

"También se probaron los molinos excéntricos americanos, en los cuales giran las planchas de fierro colado con la inmensa velocidad de 800 vueltas por minuto, y que según se decía, molían toda especie de mineral; pero el resultado fué muy malo."

"Se ha creído inútil probar las balas giratorias de Berdan lo mismo que cualquier otro de los sistemas nuevos de molienda recientemente inventados y de los que tanto se ha hablado, habiéndose convencido de que son muy bonitos por vía de experiencia, pero que no pueden moler grandes cantidades de mineral duro. En efecto, la experiencia ha enseñado que para la molienda de masas tan considerables de piedras duras, la máquina más sencilla es la mejor, y que por esto se han considerado los más á propósito los morteros de agua, tanto en cuanto á sus fáciles reparaciones como á su efecto en proporción de la fuerza motriz que emplean."

"Todos los motores que existen en las haciendas del Real del Monte, excepto los de Regla, están dispuestos de modo que se surtan de carga por sí solos, y al efecto tienen un gran cajón ó tolva de fondo muy inclinado donde se recibe la carga de las minas. Cuatro almadanetas de fierro colado que pesan cada una 2 quintales (92^{kg}·49) trabajan en un fondo forrado lateralmente con planchas de fierro, y cuyo fondo lo forma el mismo mineral. En cada uno de estos cajones que se surten de carga por medio de un canalón (hopper) comunicado con la tolva, se introduce también una pequeña corriente de agua que desalojada por los golpes sucesivos de los mazos, arrastra consigo el mineral molido y lo hace saltar sobre un plano inclinado, cuya altura arregla el mayor ó menor grado de molienda. Después de haberse depositado la arena y la lama en tanques convenientes, vuelve el agua excedente á un depósito donde la levanta una bomba para hacerla pasar de nuevo por los cajones del mortero. Treinta mazos dando 50 á 60 golpes por minuto, reducen á arena fina 100 toneladas de mineral cuarzoso y duro en una semana. El gasto de las almadanetas para moler las 35,000 toneladas que necesitan las haciendas, es muy considerable naturalmente y asciende á 60 toneladas de fierro colado, esto es, 3 por 1,750 del peso del mineral molido, pero este fierro se obtiene fácilmente y á poco costo en las ferrerías vecinas."

Previéndose que la cantidad de frutos que produjese la mina del Xacal serían en cantidad mayor que la que podía beneficiarse en las haciendas que poseía la Compañía, se tomó posesión de la hacienda de Loreto y de un extenso terreno cercano al tiro de San Juan. A fines de 1859 estaba muy avanzada la costrucción de esta hacienda en la que debería seguirse el método de

patio; para el granceo de los minerales se establecieron unos mazos movidos por ruedas hidráulicas, en las que se aprovechaban las aguas que extraía la bomba de San Juan; la molienda se terminaba en arrastras.

Nos parece muy interesante dar idea del costo que ocasionaba cada uno de los diversos métodos de beneficio que se seguían en las haciendas de la Compañía inglesa, pues así se completará el conocimiento de la metalurgia en el Distrito de Real del Monte. Sobre este punto dice Burkart lo siguiente:

"El costo de la fundición referido á un montón de mineral, 3,000 libras (1380kg.739) importa por término medio $92.06 ($66.65 la tonelada) y es más alto que el de la amalgamación; pero referido á un marco de plata extraído, importa $1.23 ($5.35 el kilo) y es más bajo que el de amalgamación. Este último es:

En los toneles $24.54 por montón; por marco $2.24;
En el patio 20.32 „ „ „ „ 1.98;

ó lo que es igual reduciendo á toneladas y kilos:

En los toneles $17.77 por ton.; $9.74 por kilo de plata.
En el patio 14.71 „ 8.61 „ „

"En cada una de las haciendas, por término medio de dos años (1854 á 1856) han importado los costos de amalgamación:

A. En toneles por montón:

1. En Sánchez $27.42; por tonelada $19.85.
2. En Velasco 23.27; „ 16.84.
3. En S. Miguel 22.84 „ 16.15.

B. En el patio por montón:

4. En Regla $20.32; por tonelada $14.71.

"En Regla son, pues, los costos menores que en las haciendas de toneles; y respecto de éstas, en Sánchez han sido $4.50 más altos que en San Miguel, y $3.15 más que los de Velasco. En esta última hacienda son los costos menores, en parte, por la mejor construcción y disposición de las máquinas y hornos y se reducirán todavía más, luego que estén concluídos los morteros de Peñafiel y pueda limitarse el uso del vapor. Con los morteros del Aviadero se han reducido ya los gastos de motores animados."

La cantidad de carga beneficiada en los diez años transcurridos de 1849 á 1858 y los productos obtenidos, los clasifica Burkart de la manera siguiente:

Por fundición.....	31,080cgs.5	ó sea	4,291ton.408	con	239716mcs.00	ó	55164kg.206	plata.
Por solución.....	13,199	0	„	1,822	437	„	8353	00	ó	1922	219	„
Por toneles.....	1.398,044	5	„	193,033	459	„	1411131	25	ó	324733	997	„
Por patio.....	279,846	0	„	38,639	429	„	300746	00	ó	69208	623	„
En todo.....	1.722,170	0	„	237,786	738	„	1959946	25	ó	451029	045	„

Cuyo valor es de $17.179,349.00.

"Según los datos anteriores se ha beneficiado por toneles cinco veces más carga que por patio; por el primer método se ha extraído, término medio, 0.337 marcos de plata por quintal ($1^{kg.}685$ por ton.), con una pérdida media de azogue de 6.22 por marco (17.75 por ciento) en los años de 1854 y 1856; por el segundo método se ha extraído, por término medio, 0.358 marcos de plata por quintal ($1^{kg.}791$ por ton.), con una pérdida media de azogue de $13^{onz.}08$ por marco de plata (163.25 por ciento) en los años de 1854 y 1856; y la extracción de plata por los toneles ha sido por consiguiente cinco veces mayor que la obtenida por patio. Si se consideran atentamente estos números y se reflexiona que por falta completa del beneficio de toneles al principio y más tarde por la limitada escala en que se planteó al fin del decenio precedente, sólo se podía beneficiar una porción muy corta de las grandes cantidades ya mencionadas, de los frutos que llaman rebeldes, y esto sin las ventajas conseguidas después, se verá claramente que esta es la principal causa de las pérdidas que sufrió la Compañía inglesa de Real del Monte, y de las ganancias importantes de la actual Compañía."

"La ley media por quintal de plata extraída de todos los minerales beneficiados, oscila en los diversos años entre 0.295 y 0.247 marcos ($1^{mg.}475$ á $1^{mg.}235$), y asciende para todo el decenio 0.379 ($1^{mg.}895$); las leyes medias correspondientes á cada método de beneficio separadamente durante el mismo decenio, son los siguientes:

Por el método de fundición	$2^{mcs.}571$	por quintal	($12^{mg.}855$).
„ „ „ solución	0 . 211	„	„	(1 . 055).
„ „ „ toneles	0 . 336	„	„	(1 . 680).
„ „ „ patio	0 . 358	„	„	(1 . 790).

"De aquí resulta que los metales más ricos los destinan al beneficio de fuego, y que los *azogues* se clasifican en la *pepena en frutos de patio y frutos de tonel.*"

"Considerando la extracción de plata de las minas de Real del Monte, continúa Burkart, y comparando la producida en los dos últimos períodos de su explotación antes y después de 1849, se notaría que la ley de plata extraída de los minerales en el primer período, fué la más baja, $0^{mcs.}42$ por quintal ($2^{mg.}10$), en 1848 (no debiendo tenerse en consideración el año de 1849); la más alta en 1838 en que ascendió á $0^{mcs.}84$ ($4^{mg.}20$) y la ley media de 1838 á 1848 $0^{mcs.}56$ ($2^{mg.}80$), perdiendo constantemente las minaas á pesar de estas leyes más altas que en el segundo período en que la menor, $0^{mcs.}29$ ($1^{mg.}45$) corresponde al año 1852, la mayor, $0^{mcs.}44$ ($2^{mg.}20$) al año de 1856, y la media de 10 años es de $0^{mcs.}36$ ($1^{mg.}80$), con cuyas leyes las minas han producido sin interrupción, como se verá más adelante, grandes ganancias, que en vano se buscaron anteriormente con frutos más ricos. De aquí debe inferirse que además de la circunstancia ya mencionada de ser muy desventajoso el beneficio de patio para los minerales rebeldes, tal como se aplicaba en el primer período de la explotación, y además de haber sido muy considerables los gastos generales, los de establecimiento y otros, también muy altos, los inmedia-

tamente invertidos en la extracción y beneficio de los minerales, pues ya antes del año de 1853, siendo la extracción de carga de la mina del Rasario muy considerable, excedió la cantidad de frutos beneficiados anualmente á la del primer período de explotación."

Buchan en su informe dice sobre leyes de los frutos del Real del Monte, lo siguiente:

"Los minerales en todos los estados en que se van encontrando en el beneficio, se ensayan constantemente y con mucho cuidado; sin embargo, siempre es muy difícil tomar ensayes exactos de masas tan grandes de frutos que van sujetándose en cantidades más pequeñas, de día y de noche, á las diversas operaciones del beneficio. Así es que estos ensayes más bien sirven como una útil comprobación, que como un medio seguro para determinar la cantidad de plata que deja de extraerse por los procedimientos químicos á que se sujeta el mineral."

"También influyen otras circunstancias sobre los resultados finales de los ensayes y del beneficio de los minerales que son difíciles de tenerse en cuenta, tales como la humedad que traen los frutos de la mina y lo que absorben en las diferentes manipulaciones y operaciones preparatorias á que se someten, y particularmente también la pérdida mecánica ocasionada en la reverberación por la corriente de aire que atraviesa los hornos y arrastra consigo las partes más finas del mineral, aunque se recobran en gran parte en las cámaras de condensación donde se depositan. Atendiendo á todas estas circunstancias, la pérdida de plata en los diversos métodos de beneficio que usan, puede graduarse en 6 por ciento, en la fundición, 15 por ciento en el beneficio de patio, 16½ por ciento en el beneficio de toneles en la hacienda de Velasco, que da los mejores resultados, y de 19 á 20 por ciento, por término medio, en las tres haciendas de toneles. Esta última es muy fuerte, pero debe tenerse en consideración que se tratan frutos rebeldes, que en el patio perderían de 35 á 40 por ciento, y además la irregularidad del trabajo que es inevitable en las haciendas que están en vía de construcción. Debe esperarse, sin embargo, que sistemándose el trabajo y estudiando asiduamente y comparando entre sí las diversas operaciones se consigan mejoras y economías de importancia en la extracción más perfecta de la plata del mineral."

"No se ha realizado esta esperanza respecto de los costos de beneficio, dice Burkart, pues en el año de 1856 fueron en todo más altos que el de 1854. Esto puede atribuirse principalmente al elevado precio de la leña y de la sal durante el año de 1856, y á las grandes pérdidas de azogue ocasionadas por la naturaleza de los frutos. A esta última causa debe atribuirse también la gran pérdida de plata que, como manifiesta la tabla siguiente sobre los resultados del año de 1856, fué de mucha importancia. Debe descontarse, sin embargo, de esta pérdida, la plata que se extrae del polvo concentrado que se deposita en grandes cantidades en las cámaras de condensación de los hornos de reverbero, y que da una ley de 30 á 40 marcos de plata por montón de 50 quintales (5 á 6.66 milésimos). La ley docimástica, la ley extraída y las pérdidas de plata en el año de 1856, fueron las siguientes:

Tip. y Lit. «La European»—México

Hacienda de patio "SANTA MARIA DE REGLA"

	SANCHEZ.		VELASCO.		SAN MIGUEL.		REGLA.			
	AMALGAMACIÓN.								FUNDICION.	
	EN TONELES.						PATIO.			
	marcos.	milésimos.	marcos.	milésimos.	marcos.	milésimos.	marcos.	milésimos.	marcos.	milésimos.
Ley dosimástica del mineral crudo	15,61	2,601	14,95	2,49	16,81	2,80	15,58	2,59	80,9	13,48
" " " " reverberado	13,48	2,25	13,63	2,27	14,09	2,35	"		"	
" " de los residuos	2,59	0,43	2,31	0,39	2,77	0,46	"		"	
Plata extraída	11,24	2ks.587	11,48	2ks.727	12,05	2ks 773	12,65	2ks.904	75,4	17ks.351
Importó la pérdida de plata por ciento (a) en la reverberación	13,65	13,65	8,83	8,83	16,18	16,18	"		"	
Importó la pérdida de plata por ciento (b) en los toneles.	14,35	14,35	11,91	11,91	12,13	12,13	"		"	
Pérdida total (a+b) por ciento	28,00	28,00	20,74	20,74	28,31	28,31	18,80	18,80	6,80	6,80
	onzas por marco.	p℥.	onzas por marco.	p℥.	onzas por marco.	p℥.	onzas por marco.	p℥.		
Pérdida de azogue	6,35	79,37	6,98	87,25	8,98	112,25	13,38	167,25		
	@ por montón.	ks. por tonelada.	@ por montón.	ks. por tonelada.	@ por montón.	ks. por tonelada.	@ por montón.	ks. por tonelada.		
Consumo de sal	5,34	44,477	4,54	37,864	5,72	47,644	4,42	45,976		
	cargas por montón.		cargas por montón.		cargas por montón.					
Consumo de leña en la reverberación	12,36	1235,5	9,41	940,510	18,32	1831,048	"	"		
Idem de ídem en las máquinas	4,71	470,755	3,52	351,817	"		"			

"La gran pérdida de plata que hay en la amalgamación debe atribuirse en parte á las combinaciones que se forman entre los metales contenidos en la lama y otros cuerpos durante la amalgamación, y que no son bien conocidas; pero también á la corta dosis que se agrega de sal, que es un ingrediente escaso y caro, y que no basta para clorurar completamente el mineral en la reverberación. La pérdida de azogue es muy variable é irregular; á veces, durante meses enteros, se mantiene en 3 onzas por marco (37.5 por ciento); en seguida, sin causa aparente y sin una alteración particular en la composición de los minerales, sube considerablemente, y después de algún tiempo vuelve á bajar sin que se conozca la causa."

"Otra circunstancia notable de la amalgamación de toneles en el Real del Monte, y sobre la cual ha llamado Burkart la atención, es que los residuos de los toneles dan al ensaye dosimástico la misma ley de plata después de ocho horas que al cabo de 24 horas de trabajo ó de rotación. Pero también al fin del primer período, el azogue se presenta completamente dividido y en tal estado, que por ningún método de lavado puede reunirse en cuerpo. Sin esta circunstancia sería posible vaciar los toneles varias veces al día, y llenarlos con nuevo polvo mineral; pero es preciso hacerlos girar otras 7 ú 8 horas más, para juntar el azogue y separarlo de los residuos. A pesar de todos los ensayos que se han hecho, no se ha podido conseguir hasta ahora suprimir este largo tratamiento del mineral en los toneles."

Respecto de la sal necesaria para la amalgamación, dice Buchan: "Es de los efectos más caros y difíciles de conseguirse, porque se lleva en parte, del Estado de San Luis Potosí, pagando por su flete $2.50 el quintal ($54.42 por tonelada), y en parte de Tampico y de Tuxpan en el Golfo de México, á donde se transporta por mar de la costa de Campeche. La sal de uno ú otro de estos puntos cuesta en Real del Monte $4.25 por quintal ($92.35 tonelada) y el consumo anual de 35,000 quintales ($1576^{ton}.837$), necesario para beneficiar 70,000 quintales ($32217^{ton}.243$) de mineral, importa la suma de $150,000. Para asegurar la provisión de este material indispensable y con la esperanza de conseguirlo á un precio cómodo, la Compañía ha establecido una gran salina en la laguna de Texcoco, cuyas aguas contienen carbonato de sosa y cloruro de sodio."

"El combustible es otro artículo que figura en los gastos con un importe considerable, porque las máquinas de vapor, los hornos de reverberación y la fabricación de carbón y las fraguas, necesitan anualmente 450,000 cargas ($20711^{ton}.085$) de leña, cuyo costo y transporte cuesta lo menos $150,000."

Lo expuesto hasta aquí y las explicaciones que da Buchan de las reacciones que suponía se verificaban en el beneficio de patio, nos demuestran que no era la composición mineralógica de los frutos de las minas la única causa del mal éxito en la aplicación del método de beneficio de patio. Si bien es cierto que establecido el procedimiento de toneles, y clasificados los frutos como rebeldes y como de patio se logró reducir en el tratamiento de estos últimos, la pérdida de mercurio 167.25 por ciento de la plata recogida, la

pérdida de plata no pudo hacerse bajar á menos de 18,80 por ciento de la ley dosimástica, de donde se deduce que el consumido de azogue disminuyó no por la mejor marcha del beneficio, sino porque se lavaba la torta antes de que éste terminara. Si se hubiera prolongado el tratamiento para tener mayor rendimiento de plata, indudablemente que la pérdida de mercurio hubiera sido mucho mayor. En resumen, de las dos circunstancias que hacían antieconómico el método, fuerte consumo de azogue y elevada pérdida de plata, sólo se llegó á reducir la primera.

En el método de toneles, en el que no debe haber consumido propiamente dicho, sino sólo pérdida mecánica, los resultados obtenidos en Velasco, donde como vimos se consideraba mejor aplicado el método de toneles, acusaban una pérdida de azogue de 79 por ciento del peso de la plata obtenida, lo que para pérdida mecánica era muy elevada. De manera que los resultados del beneficio de toneles eran buenos relativamente á los obtenidos en el patio, y sólo medianos si se atiende á los que debían obtenerse por la buena aplicacación de este método. Este elevado consumo de azogue en los toneles puede atribuirse á una incompleta reducción de los cloruros en los momentos de agregar el mercurio ó á falta de fluidez en la pulpa. El hecho asentado por Buchan de que el azogue se encontraba muy dividido después de haber marchado el tonel unas ocho horas, es un indicio de que la pulpa era muy espesa y por consiguiente la pérdida por causa mecánica era también muy elevada.

Respecto á la plata no amalgamada que se elevaba á 14 por ciento de la ley del metal al entrar al tonel, nos parece que debe atribuirse á una cloruración incompleta en los hornos, debida sin duda al afán de economizar la sal que á tan elevado precio se obtenía.

II.—HACIENDAS DE SANTA MARIA DE REGLA Y DE SANCHEZ.

En estas haciendas se practica en la actualidad el método de patio para el beneficio de los frutos de pinta limpia producidos por las minas de Real del Monte y por algunas de Pachuca.

Antes de ocuparnos del beneficio de amalgamación en estas haciendas, daremos una ligera idea de la manera cómo se procedía en la hacienda de Regla en el tratamiento de fundición, que según dijimos se usaba para los frutos de alta ley.

La ley de los frutos que se sujetaban á este tratamiento era más ó menos constante, y dada la manera como se presentan asociados los minerales en las vetas de los Distritos de Real del Monte y Pachuca, la composición se suponía prácticamente la misma. De aquí nació que se usara para componer el lecho de fusión una misma fórmula, á la que puede decirse que se había llegado de una manera empírica.

La revoltura de los minerales reductores y fundentes se hacía de la manera siguiente:

Mineral	$1^{ton.}00$
Plomo en forma de greta	2 ,, 06
Grasas	7 ,, 05
Cendrada, etc	0 ,, 25
Masa de revoltura resultante	$10^{ton}36$

La fundición se hacía en hornos alemanes á los que se suministraba el aire necesario por medio de ventiladores movidos por ruedas hidráulicas. Buchan dice que había ocho de estos hornos, pero los últimos años sólo marchaban tres, á los que se introducía el viento empleando un ventilador Roots que exigía una fuerza capaz de producir un trabajo de 9.67 caballos de vapor, la que se obtenía con una rueda hidráulica de $9^{m.}76$ de diámetro.

La capacidad de estos hornos variaba de $2^{ton.}50$ á $2^{ton.}75$ en 24 horas.

El consumo de combustible era un poco elevado, $3^{ton.}5$ á 6 ton. de carbón de madera por cada tonelada de mineral fundido.

Los resultados eran muy satisfactorios desde el punto de vista del rendi-

miento en plata, pues se obtenía el 95 por ciento de la ley dosimástica del mineral; pero el elevado precio del combustible y del plomo hacía muy costoso este tratamiento, pues según Buchan salía la carga fundida á $9,206 ó sea $66.67 por tonelada. El precio del combustible fué en aumento y en los últimos años el costo del tratamiento llegó á elevarse por esta circunstancia hasta $95.38 por tonelada de mineral. Esta fué la causa que motivó la suspensión de este tratamiento, resultando más conveniente para los intereses de la Compañía exportar los frutos que antes se fundían en la hacienda de Regla. Desde entonces sólo se beneficia en ésta por el método de patio.

Antes de proceder á la molienda se grancea el mineral, operación que se ejecuta en dos quebradoras Blake y en dos morteros de mazos.

Los frutos que vienen de la mina se hacen pasar por las dos quebradoras, que reducen los gruesos fragmentos á otros más pequeños; al salir de las quebradoras pasa la carga por unos cedazos que separan la parte gruesa de la granza que se ha producido en las quebradoras y de las tierras que acompañan al mineral desde la mina, esta parte se lleva á los aparatos de porfirización y la otra á las baterías de mazos, en donde se termina el granceo.

Los motores de granceo son dos, uno de 24 y el otro de 12 mazos; marchan con una velocidad de 40 golpes por minuto y dan un producto en 24 horas de 863 kgs. por mazo. La fuerza motriz es suministrada por dos ruedas, una de $9^{m}.64$ de diámetro que mueve la batería de 24 mazos, y otra de $9^{m}.60$ para la de 12.

La porfirización de los minerales se hace en arrastres y en un molino chileno.

Los arrastres usados en esta hacienda son de dos clases: los de la primera tienen $3^{m}.80$ de diámetro y reciben en la hacienda el nombre de arrastrones, se cargan con 1,400 kgs. de granza que quedan reducidos á polvo fino en 24 horas de trabajo, marchando el arrastre con seis vueltas por minuto. Ocho aparatos de esta clase están movidos por una rueda hidráulica de $9^{m}.76$ de diámetro y dos más que andan con mayor velocidad por otra rueda de $1^{m}.41$, esta misma rueda hace trabajar al chileno, pero cuando éste marcha no se mueven los arrastres y viceversa.

El molino chileno sólo muele tierras y marchando con una velocidad de 7 revoluciones por minuto da una cantidad de carga de 11045 kgs. en 24 horas; este elevado rendimiento del molino es debido á la circunstancia mencionada de que sólo muele tierras en las que naturalmente viene mucho polvo fino y la parte gruesa es muy pequeña comparada con el producto del granceo, de manera que no se puede con estos datos establecer comparación entre el efecto útil del molino y el de los arrastres; desgraciadamente no se han recogido datos más precisos para hacer esta comparación.

Los arrestres comunes tienen un diámetro de $2^{m}.40$, andan con seis revoluciones y producen 550 kgs. en 12 horas, haciéndose dos descargas al día. Ocho ruedas hidráulicas de $3^{m}.62$ ponen en movimiento á 16 arrastres. Tanto las ruedas como los arrastres están dispuestos en dos series, de manera que

el agua que obra en las cuatro ruedas de la primera serie viene después á impulsar las cuatro de la serie de abajo. Cada rueda mueve á dos arrastres colocados á uno y otro lado de ellas.

Con los aparatos mencionados se puede grancear semanariamente 217 toneladas 476 kilos y moler $221^{ton.}648$ kilos si trabajan los 16 arrastres chicos y los 10 grandes, ó $279^{ton.}328$ kilos si en lugar de dos arrastres grandes trabaja el molino chileno; tomando el promedio de estas dos cantidades resulta en números redondos una capacidad de molienda semanaria de 250 toneladas, ó lo que es lo mismo, de 1,000 toneladas al mes.

El patio tiene la extensión necesaria para 11 tortas de 100 toneladas y la duración media de una torta en beneficio es en esta hacienda de unos 30 días.

En el tiempo de nuestra visita solamente se beneficiaban sobre unas 55 toneladas semanarias por falta de minerales, ocasionada por la diminución de productos de algunas de las minas de la Compañía y porque los frutos de ley superior á 2 mgs. que antes se beneficiaban en las haciendas, hoy se venden á las compañías fundidoras.

Sánchez es una pequeña hacienda situada un poco más abajo del punto en que termina el socavón del Aviadero, que suministra el agua utilizada como fuerza motriz en esta hacienda.

Un mortero de 20 mazos movidos por una rueda de $9^{m.}30$ de diámetro que desarrolla de 14 á 15 caballos, produce la cantidad de mineral molido que puede beneficiarse en la hacienda, esto es, 100 toneladas cada mes.

Con el objeto de aprovechar mejor el agua del socavón del Aviadero, se abrió un socavón cerca de la hacienda de Velasco que se termina en la hacienda de Sánchez; con una longitud de cerca de 900 metros que tiene el socavón, se logró tener una caída de $16^{m.}25$, que se ha utilizado instalando una turbina colocada en una lumbrera abierta hacia el extremo del socavón de Sánchez. El trabajo que se cree aprovechar en este aparato es de 25 caballos que se destinan para hacer trabajar cuatro molinos chilenos de construcción moderna, en los que se porfirizarán unas 45 toneladas semanarias.

La capacidad del patio de que se dispone en la actualidad es insuficiente para beneficiar la cantidad de carga que produzcan los nuevos aparatos que se están instalando, por lo cual habiendo terreno bastante en la hacienda, se va á ampliar el patio todo lo que sea necesario. Cuando se terminen estos trabajos que constituyen una radical modificación de la hacienda, podrán beneficiarse cuando menos cuatro veces más carga que en la actualidad.

En la hacienda de Regla es casi necesaria una modificación de los aparatos de granceo y molienda, pues á más del estado de deterioro en que se encuentran tanto las ruedas como los mazos, molinos y arrestres, todos estos aparatos son de construcción antigua.

No se aprovecha tampoco debidamente la fuerza que de la cantidad de agua y de la diferencia de nivel se podría obtener á causa de la pérdida de pendiente que la instalación de cada rueda acarrea. Un solo receptor hidráulico

bien establecido podría dar resultados mecánicos muy superiores á los obtenidos con los 14 con que cuenta la hacienda en la actualidad.

Habiéndose tratado de una manera extensa la marcha del beneficio de patio en el Boletín relativo al Mineral de Pachuca, así como las reacciones á que da lugar el procedimiento de Bartolomé de Medina, sólo pondremos los resultados finales que se obtienen en las haciendas de Regla y de Sánchez.

La duración del beneficio es por término medio de 30 días.

La pérdida de azogue varía de 175 á 180 por ciento de la plata extraída.

El rendimiento en plata se estima en un 90 por ciento.

Hay que advertir que estando formado el fondo de los arrastres con fragmentos de las columnas basálticas de la hermosa cañada de Regla y siendo el mismo material el de las voladoras, la proporción de materia inerte introducida por el desgaste de los arrastres es muy fuerte; según el Sr. D. Manuel M. Contreras varía entre 18 y 24 por ciento del peso de la carga molida.

Para calcular el rendimiento, acostumbran en las haciendas de Regla y Sánchez (como también en San Miguel y San Antonio), tomar como término de comparación para las liquidaciones la ley de las lamas; de manera que la pérdida que acusan está afectada de un error correspondiente al aumento de materia inerte; refiriendo la pérdida de plata á la ley dosimástica del mineral antes de molerse, se eleva hasta á un 20 por ciento.

En efecto, la ley de los minerales que se beneficiaban cuando hicimos nuestra visita á las haciendas variaba entre $0^{mg}\cdot66$ y $1^{mg}\cdot00$; tomando por término medio $0^{mg}\cdot83$ y suponiendo que el aumento ocasionado por el desgaste de las voladoras y los fondos de los arrastres sea sólo de 18 por ciento, la ley de las lamas resultará de $0^{mg}\cdot7061$. La pérdida de 8 por ciento estimada sobre esta ley como se hace en las haciendas, será de $0^{mg}\cdot0565$, de manera que esta pérdida agregada á la primera, que es de $0^{mg}\cdot1271$, da como pérdida total $0^{mg}\cdot1836$ que equivalen á un 22 por ciento de la ley dosimástica del mineral antes de molerse.

La ley de los residuos varía según nos informaron entre $0^{mg}\cdot133$ y $0^{mg}\cdot166$, siendo muy frecuente el caso de que sea de $0^{mg}\cdot150$, refiriendo esta pérdida á la ley dosimástica del mineral granceado, resulta que el rendimiento acusado por el ensaye de residuos se eleva á un 82 por ciento, lo que equivale á una pérdida de un 18 por ciento de plata. (Como la observación anterior acusa una pérdida de 22 por ciento, si tomamos el promedio de ambas nos resulta un 20 por ciento como habíamos indicado.) A éste hay que agregar la pérdida ocasionada por la fundición y afinación de la plata, que naturalmente no se puede comprender en la que acusa el ensaye de los residuos; como esta pérdida la estiman en 1 por ciento, resulta que añadiéndola á la que da el ensaye de los residuos, la pérdida será de 19 por ciento. La observación anterior nos indicaba 22 por ciento, tomando el promedio resulta un poco más del 20 por ciento que habíamos fijado al principio.

III.—HACIENDAS DE SAN MIGUEL Y SAN ANTONIO.

Diversas son las opiniones de los beneficiadores sobre la naturaleza de los minerales argentíferos que deben considerarse como adecuados para el tratamiento de amalgamación en crudo, según el método de Bartolomé de Medina.

El inteligente químico Sr. D. Vicente Fernández, en su estudio sobre la "Práctica del beneficio de minerales de plata auríferos, usado en el Distrito de Guanajuato y llamado de patio,"[1] dice al tratar de los minerales propios é impropios lo siguiente:

"En otro lugar se ha indicado ya que las especies minerales que por este sistema se benefician en Guanajuato, y proceden nada más del Distrito minero del mismo nombre, son: el sulfuro de plata en sus formas mineralógicas de plata dúctil y polvorilla, y los sulfuros múltiples que constituyen á los rosicleres claro y obscuro, así como la polybasita y plata agria, y aparte de estos, aunque en menor cantidad, el seleniuro de plata que proviene de las minas de la parte oriental y norte-oriental del Distrito (Sto. Niño del Nayal, Peregrino, Capulín, Barragana y Villalpando)."

"Todas estas especies son á propósito. Algunas ocasiones se oye declarar rebeldes á algunos frutos que, aunque los constituyen las especies indicadas, proceden de tal ó cual mina; otras se dice que los frutos muy ricos y los rosicleres lo son también. En mi concepto, tal aseveración no es exacta, pues á la vez que á un beneficiador se le oye decir eso, á otro se le oye negarlo y á otro se le ve que no resiente tal rebeldía. Quizá como están impuestos á beneficiar frutos de $0^{mg.}937$ á $1^{mg.}560$ (ley media), sea fácil que pierdan el buen tino el día que tienen que manejar los de altas leyes, y que por eso se desconcierten. También debe influir en la supuesta rebeldía el que no pulverizan con exactitud, y es claro que las reacciones no se ejecutan con facilidad ni prontitud sobre granos de las especies como sobre polvos impalpables. En fin, no se puede negar la tal rebeldía desde el laboratorio á hombres que la experimentan en la práctica; pero de que exista no se puede inferir que los frutos que la presentan sean impropios para el beneficio de patio."

1 La Naturaleza, Tom. IV. Apéndice pág. 26.

Si además de los sulfuros múltiples y complexos se consideran las otras especies minerales argentíferas (pyrita, blenda, galena, etc.), encontraremos igualmente dividida la opinión de los beneficiadores, pues según algunos son rebeldes y según otros entran por el beneficio de patio.

De las opiniones de los beneficiadores prácticos de muchos Distritos mineros no podemos sacar ninguna conclusión, pues para ello sería necesario que sus observaciones fuesen más completas y mejor discutidas.

En minerales que contengan la argentita en proporción dominante, puede muchas veces presentarse en proporción mayor que de ordinario alguno de los sulfuros complexos de plata, y sin embargo no modificarse de una manera sensible los resultados del beneficio; pero, ¿sucederá lo mismo si éstos se encuentran en mayor cantidad? ¿Las asociaciones del azufre, el arsénico, el antimonio y la plata pueden tratarse económicamente por el beneficio de patio? Faltan datos prácticos para resolver estas cuestiones; pues los beneficiadores sólo afirman haber tratado frutos en que entran los sulfuros complexos pero no pueden definir en qué proporción. No se han ocupado de relacionar de una manera clara y precisa los accidentes que en la marcha del beneficio se observan á la composición del mineral.

Las propiedades químicas de las especies minerales argentíferas, las experiencias de laboratorio hechas en condiciones en que las reacciones pueden efectuarse con más energía, pueden dar algunas indicaciones sobre este asunto.

Conocida es la dificultad con que se atacan con muchos ácidos aun en caliente los sulfuros naturales de fierro, plomo y zinc, así como los cobres grises y las pyritas arsenicales, se comprende desde luego que dadas las condiciones de concentración y temperatura de los reactivos en el patio, el efecto sobre estos minerales es nulo y que no será este el procedimiento adecuado para extraer de ellos la plata que contengan.

Los compuestos haloides de la plata son difíciles de moler por ser dúctiles, son poco solubles en los cloruros alcalinos y no se reducen fácilmente por el mercurio, el bromuro y el yoduro aun menos que el cloruro; es decir, carecen por completo de aquellas circunstancias que se necesitan para la buena marcha del beneficio de patio.

Respecto á las combinaciones de la plata con el azufre, el arsénico y el antimonio, recordaremos que tienen las propiedades siguientes: el sulfuro de plata se transforma en cloruro por medio de una solución de bicloruro de cobre quedando este último al estado de sulfuro; esta reacción lenta en frío es muy rápida en caliente.

El sulfuro de plata es transformado en cloruro por una solución de subcloruro de cobre con formación de sulfuro de cobre y precipitación de cobre metálico.

Las combinaciones de la plata con el azufre y el arsénico y con el azufre y el antimonio son descompuestas sólo parcialmente por las soluciones de bicloruro y subcloruro de cobre.

Según Karsten los metales que reducen el cloruro de plata pueden agruparse de la manera siguiente, comenzando por aquellos cuya acción es más enérgica: zinc, fierro, arsénico, plomo, cobre, antimonio, mercurio, estaño y bismuto. Esta mayor afinidad del arsénico y el antimonio por el cloro dificulta la cloruración de la plata.

De aquí se deduce que la argentita es el mineral de plata que presta mayores facilidades para la aplicación del método de patio y que en cuanto á las combinaciones sulfuradas complexas, stephanita y pyrargyrita, miargyrita y proustita, aunque pueden ser en parte descompuestas por las soluciones de cobre clorurado, el tiempo necesario para esto y el riesgo de que por no ser completa la descomposición, las pérdidas en plata sean muy elevadas, como serán también las de mercurio, aconsejan que se aplique á estas especies minerales otro tratamiento más adecuado á su naturaleza.

Respecto de los límites dentro de los cuales las combinaciones de la plata con el arsénico y el antimonio mezcladas á la argentita sin que el mineral deje de ser tratable por el método de patio, dependen de la pérdida de plata y de mercurio que ocasionen, pues cuando éstos importen más que la diferencia entre el tratamiento y otro más adecuado á la naturaleza de estos minerales, deberá preferirse éste.

En las vetas de Pachuca y Real del Monte la pinta dominante es la argentita diseminada en una matriz cuarzosa á la que acompañan la polybasita y la pyrita en pequeña cantidad; estos frutos llamados de pinta limpia ó de patio son los que se benefician por el método de amalgamación mexicana.

En las partes altas de las vetas se presentan los óxidos de manganeso, á los que acompaña la plata al estado de cloruro y algo de sulfuro; la experiencia ha demostrado que estos frutos tratados por patio dan malísimos resultados, sobre todo por la elevada pérdida de azogue, por lo cual se prefiere aplicarles el método de amalgamación en toneles después de clorurarlos en hornos.

Al mismo tratamiento se sujetan los frutos muy pyritosos que contienen también galena y algo de blenda.

Aunque estos frutos pueden entrar por patio después de reverberación, para evitar la pérdida química de mercurio, es preferible clorurarlos en hornos y hacer la reducción en toneles por medio del fierro y agregar en seguida el mercurio para recoger la plata reducida. Este sistema llamado de Freiberg, es el que se emplea en las haciendas de San Miguel y San Antonio.

La molienda del mineral indispensable para todo procedimiento de beneficio que requiera el empleo de disolventes químicos, se hace en la hacienda de San Miguel por medío de dos baterías de 16 mazos, con peso de 184 kgs., $0^{m}.25$ de caída para una de las baterías, y $0^{m}.20$ para la otra, que dan 40 golpes por minuto; la carga molida por cada batería es por término medio de $6^{ton}.627$ kgs. en 24 horas; hay también cuatro molinos chilenos que, dando de 7 á 8 revoluciones por minuto, muelen de 12,500 á 13,800 kgs. en el mismo tiempo. La molienda hecha por medio de los aparatos enumerados es hú-

meda; con el fin de economizar combustible se ha instalado un molino Krup, de balas, capaz de moler en seco 13½ toneladas de mineral cuarzoso en 24 horas.

Dos ruedas hidráulicas de madera de $8^{m}\cdot25$ una y de $9^{m}\cdot15$ de diámetro la otra mueven las baterías de mazos y un molino de grumos; una turbina Löffel de $0^{m}\cdot425$ de diámetro instalada para aprovechar una caída de agua de $8^{m}\cdot38$ mueve los molinos chilenos, y finalmente una rueda de fierro de $9^{m}\cdot40$ de diámetro está destinada á imprimir el movimiento al molino de balas.

Los aparatos de molienda de la hacienda de San Antonio son 4 molinos chilenos que andan con siete revoluciones impulsados por una rueda de $9^{m}\cdot15$ y muelen $6^{ton}\cdot600$ kgs. cada uno en 24 horas, marchando con siete revoluciones por minuto, y una batería de 15 mazos con peso de 300 kgs., cayendo de una altura de $0^{m}\cdot225$ movida por otra rueda.

El mineral molido se asienta en lameros y de allí se saca á secar al sol en los patios de las haciendas, de donde se lleva á varios hornos para su desecación completa.

Los hornos de secar de San Miguel son húngaros, de tres mesas, y rinde cada uno $2^{ton}\cdot884$ kgs. en 24 horas. Se consumen $10^{ton}\cdot355$ kgs. de leña por horno en una semana. La leña no está muy seca y se estima que contiene un 30 por ciento de humedad.

En San Antonio hay dos hornos húngaros de tres mesas, iguales á los de San Miguel, y que con igual consumo de combustible pueden secar en igual tiempo la misma cantidad de polvos. Hay también en esta hacienda tres hornos rotativos, sistema White, de los que sólo uno funciona en la actualidad; para secar en éstos 16½ toneladas por día, se queman 27½ toneladas de leña en la semana. La fuerza necesaria para el movimiento de este horno se engendra con una rueda hidráulica que hace trabajar también al molino de grumos.

Secado el mineral pasa al molino de grumos y de allí á los hornos de tostar y clorurar. Diez es el número de estos hornos que hay en San Miguel, 5 son de tres y 5 de dos mesas, pero sólo marchaban 4 cuando visitamos esta hacienda. En San Antonio hay 6 hornos de dos mesas, de los que sólo trabajaban 4.

Cada horno se carga con 550 kgs. de mineral que se ponen en la mesa más alejada del hogar, en la que comienzan á reverberarse agitándolos con un rastrillo para voltear la carga con frecuencia; mientras una carga se reverbera, otra se clorura agregándole el 7 por ciento de sal marina en la mesa más próxima al hogar. La operación dura cuatro horas y se echan cinco hornadas por día, clorurándose así 5½ toneladas por horno en 24 horas. El peso de combustible consumido (leña) es el 80 ú 85 por ciento del peso del mineral tratado.

La primera operación que sufre el mineral en los hornos clorurantes, es una oxidación que tiene por objeto transformar los sulfuros en óxidos y sulfatos; debe procurarse conducirla de tal manera que la proporción de sulfatos

sea lo mayor posible, pues así se facilita la operación clorurante que viene después.

Si la cantidad de azufre contenida en el mineral es insuficiente, se agrega este elemento bajo la forma de pyrita, que se pone en proporción que varía del 10 al 30 por ciento según la naturaleza del mineral. Como el bióxido de manganeso calentado con cloruro de sodio en presencia de sulfatos descomponibles por el calor desprende cloro, cuando aquel mineral se encuentra en la matriz no es necesario agregar pyritas, pues el bióxido es capaz de descomponer, como acabamos de decirlo, la sal marina, circunstancia que se trata de facilitar provocando la formación de los sulfatos en los minerales que no contengan el óxido de manganeso.

Debe procurarse en la operación oxidante no elevar demasiado la temperatura, porque podrían descomponerse los sulfuros formados pasando los metales al estado de óxidos.

Para reconocer la marcha de la operación se atiende al desprendimiento de ácido sulfúrico; cuando éste ha disminuído se hace una tentadura de polvo, y si en ella se nota la desaparición casi completa de los granos de pyrita, galena y demás minerales, se da por terminada la operación.

Cuando ya se juzga terminado el tueste oxidante, se procede al clorurante haciendo pasar el polvo á la otra mesa y mezclándolo allí con sal marina; la proporción necesaria varía con la naturaleza del mineral y con la de la matriz. Cuando abundan las quemazones se disminuye la proporción de sal, y por el contrario deberá aumentarse si es fuerte la proporción de galena ó de blenda; á medida que aumenta la cantidad de pyrita se disminuirá la cantidad de sal, y si la matriz está constituída por alguna substancia fácilmente descomponible por el cloro, la proporción de sal tendrá que ser mayor.

Debe procurarse poner siempre un ligero exceso de sal, lo que facilita después la amalgamación en el tonel, sirviendo de disolvente al cloruro de plata y facilitando su reducción. En las haciendas de San Miguel y San Antonio se acostumbra poner la sal en la proporción de 7 á 8 por ciento del peso del mineral crudo.

Aunque no toda la plata se haya clorurado en los hornos, si se amontona el polvo caliente y se deja enfriar lentamente, la cloruración de la plata se continuará por algún tiempo y podrá obtenerse de esta manera hasta un 95 por ciento de la plata obtenida en el mineral al estado de cloruro.

Las reacciones por medio de las cuales se produce la cloruración en los hornos, pueden explicarse de la manera siguiente:

1.—Por doble descomposición efectuada entre el cloruro de sodio y los sulfatos cuya formación se procuró durante la operación oxidante. Por este medio se forman sulfatos de sosa y cloruros metálicos de plata, de plomo y de zinc, percloruro de fierro y bicloruro de cobre.

2.—Por descomposición de la sal marina á la temperatura del rojo, lo que da cloro y ácido clorhídrico, este último formado por la presencia del agua de cristalización y antimoniuros que aún permanezcan sin oxidar, dando los

cloruros correspondientes, y también sobre los sulfatos, arseniatos y antimoniatos que hayan podido formarse. El ácido clorhídrico obra de una manera análoga á la del cloro, y según opinan algunos autores, su acción es más enérgica que la del cloro sobre los arseniatos y antimoniatos. El azufre, arsénico y antimonio se volatilizan al estado de cloruros.

La descomposición del cloruro de sodio tiene lugar también por el ácido sulfúrico que se desprende por la acción del cloro sobre los sulfatos, aumentándose así la acción clorurante.

3.—Por la acción sobre la sal marina del ácido sulfúrico que se desprende por la descomposición al rojo de algunos sulfatos, se aumenta así el desprendimiento de cloro.

Por último, por la descomposición por medio del calor de varios cloruros con el percloruro de fierro y el bicloruro de cobre que cediendo parte de su cloro pasan al estado de protocloruros y aun al de óxidos; para producir esta reacción es conveniente elevar la temperatura, lo que se hace un poco antes de acabar la operación, debiendo tener cuidado de que la elevación no sea muy exagerada, pues ocasionaría grandes pérdidas de plata por la evaporación de su cloruro, ya sea solo ó bien arrastrado por otros cloruros volátiles. Esta precaución debe tenerse con mayor razón en el caso de ser auríferos los minerales.

La duración de la operación varía naturalmente con la naturaleza de los minerales; en las haciendas de San Miguel y San Antonio es de cuatro horas el tiempo necesario para rendir una carga.

Para conocer cuando ha terminado la cloruración, se puede recoger el cloruro de plata formado disolviéndolo por medio del amoníaco, ó como se hace en las haciendas que describimos por medio de una imitación en pequeño del procedimiento á que se va á sujetar el mineral después de clorurado. Se toma determinada cantidad del polvo, se pone con agua en una vasija de fierro en la que se remueve con un agitador también de fierro; cuando se termina la reducción de los cloruros formados se agrega mercurio y se continúa removiendo hasta amalgamar la plata reducida; se lava y filtra el mercurio, se quema la pella reunida y se pesa el botón de plata que se obtenga. La comparación entre el peso de la plata recogida y el contenido, indica la marcha de la operación y el momento en que la cloruración es completa.

El mineral clorurado pasa después de enfriado á los toneles de amalgamación, en donde se mezcla con agua en cantidad suficiente para hacer una pasta algo espesa; para los minerales que de ordinario se benefician en las haciendas de Huaxca se acostumbra poner el 33 por ciento del peso de la masa. Los toneles contienen en su interior cierta cantidad de balas de fierro con el fin de reducir los cloruros formados, lo que una vez conseguido permite agregar, sin temor de pérdidas químicas, el mercurio encargado de amalgamar la plata reducida.

En San Miguel hay 24 toneles pero sólo trabajan 20; el mismo número hay en San Antonio. La capacidad de los toneles es de $1^{\text{ton.}}380$ kgs.; se cargan y

echan á andar con una velocidad de 6 á 8 vueltas por minuto; al cabo de 3½ ó 4 horas se ha terminado la reducción y se agrega entonces el mercurio en proporción de 350 kgs. por cada tonel y se continúa marchando con la misma velocidad hasta que las tentaduras, que periódicamente se hacen, indican que la carga está rendida; se agrega más agua, se disminuye la velocidad á 2 ó 3 vueltas por minuto para facilitar la reunión del mercurio y al cabo de unas dos horas se escurre éste y en seguida la lama que se hace pasar por el canaleo y los apuros donde abandona la mayor parte del mercurio de la pella que acarreaba. Se filtra el azogue y se quema la pella.

El tiempo requerido para la reducción y amalgamación de los frutos que ordinariamente se benefician en San Miguel y en San Antonio es de ocho horas, sin incluir el que se gasta en las operaciones de cargar y descargar los toneles, de manera que sólo se hacen dos operaciones en 24 horas; sin embargo, cuando hay carga en abundancia y son dóciles los minerales se pueden hacer cinco lances en 48 horas.

La pérdida de azogue que ocasiona este beneficio, aplicado como acabamos de describirlo, es de sólo 30 por ciento del peso de la plata extraída, pérdida que es sólo mecánica.

La pérdida de plata la estiman en un 10 por ciento de la ley de las lamas y la dividen de la manera siguiente: 4 por ciento que se verifica durante la cloruración y el 6 por ciento restante en los toneles y afinación; pero en realidad es mucho mayor si se atiende á los ensayes de los minerales hechos en Pachuca ó Real del Monte; como el sistema de molienda empleado en San Miguel y en San Antonio no introduce gran cantidad de materia inerte, esta diferencia no puede provenir sino de una pérdida mayor en el beneficio, por la cual se resisten á pasar los beneficiadores.

La plata que sale de los toneles sólo saca unos 700 ó 750 de fino, por lo cual se sujeta á una copelación en hornos alemanes, agregándole plomo en proporción de 11½ kilos por barra de 31 kgs. de peso. El consumo de leña es de 14 kgs. por 1 kg. de plata por copelar. Una vez terminada la copelación en estos hornos alemanes, se escurre la plata en las rieleras para hacer las barras.

En la hacienda de San Miguel pueden beneficiarse unas 13116 toneladas anuales, y como 12426 toneladas en San Antonio.

Sería de mucho interés dar el costo que ocasiona la aplicación de los diversos métodos usados en las haciendas de la Compañía, pero carecemos de datos económicos completos, no sólo relativos á los gastos de beneficio, sino también á los de explotación, de manera que cuando indicamos los costos de alguna operación, es sólo de una manera aproximada.

Creo con el Sr. ingeniero D. Manuel Velázquez de León,[1] que "los resultados económicos son los únicos que definitivamente hacen juzgar de la bondad ó de los defectos de tal ó cual método, de tal ó cual máquina, de tal ó cual

1 Introducción al Informe de Burkart sobre Real del Monte en la traducción hecha por el Sr. ingeniero Velázquez de León.—Anales de la Minería Mexicana, pág. 4.

beneficio metalúrgico, etc., siendo también estos datos los únicos verdaderamente útiles para un estudio práctico de la minería," y con él lamento la reserva que siempre ha usado la Compañía sobre este punto.

A continuación ponemos algunos datos que en diversas circunstancias hemos podido reunir.

Dijimos ya que los costos ocasionados por los diversos sistemas de beneficio usados por los años de 1854 á 1856 eran de $66.65 por tonelada para la fundición, de $24 54 por tonelada para los toneles y de $20.32 para el patio. El costo del procedimiento de fundición se elevó, como ya dijimos, á $95.38 por tonelada cuando se suspendió este tratamiento.

Según datos tomados de apuntes del finado ingeniero D. Juan N. Cuatáparo, administrador de la hacienda de Regla durante algún tiempo, el costo del beneficio de patio en el año de 1873 fué de $15.87 por montón de 30 quintales ($11.50 por ton.) incluída la pérdida de mercurio, y de $11.78 por montón ($8.54 por ton.) sin llevar en cuenta la pérdida de mercurio. En la actualidad nos parece que será como de 10 pesos por tonelada.

Respecto al costo de beneficio por toneles diremos que puede estimarse en San Antonio y en San Miguel en $12.50 por tonelada incluyendo el importe del azogue perdido.

La circunstancia de ser el agua la fuerza motriz, hace muy barata la molienda, y de allí resulta el poco costo del beneficio en las haciendas de Regla, Sánchez, San Miguel y San Antonio.

IV.—MOLIENDA.

La molienda de los minerales es una de las operaciones de mayor importancia, no sólo en el procedimiento de beneficio por amalgamación, sino en casi todos aquellos que se basan en el empleo de disolventes químicos diversos, como también en el caso de que se trate de concentrar el mineral. No creemos pues fuera de lugar el hacer una comparación entre los aparatos de molienda usados en las haciendas descritas en este Boletín y en el relativo al Distrito Minero de Pachuca.

Antes de hacer el estudio comparativo que nos proponemos, entraremos en algunas consideraciones sobre las condiciones que debe presentar la molienda.

Dos son las cuestiones que pueden presentarse como principales al estudiar la molienda y que están íntimamente enlazadas entre sí. La primera es, el grado de división á que deben llevarse los minerales que dependen naturalmente del objeto final que se busca; y la segunda, el modo de obtener el grado conveniente de molienda con mayor economía.

Si la molienda se hace con el fin de concentrar el mineral, más que tratar de obtener una gran cantidad de lama fina, debe procurarse la uniformidad del tamaño de los fragmentos; lo que se comprende si se reflexiona un poco sobre la manera como se hace la concentración.

El objeto de la concentración es quitar la mayor parte posible de la matriz del mineral para tener en mayor masa reunida la parte útil, á fin de economizar los gastos de transporte ó los de beneficio. O bien tener el mineral útil más puro quitándole para esto algunos acompañantes que puedan dificultar su tratamiento ó acarrear fuertes pérdidas.

La concentración se funda en las diversas resistencias que sagún su forma y peso presentan los fragmentos minerales para en un fluido, ó para ser arrastrados por un fluido en movimiento, el agua ó el aire si la concentración se hace en seco.

De dos maneras puede hacerse la concentración, ó bien el mineral molido se sujeta inmediatamente al tratamiento, en cuyo caso los fragmentos depositados presentan volúmenes diversos pero de peso casi igual; en este caso el

mineral útil, que es generalmente el más denso, se encontrará en granos pequeños mezclados con otros de mayor tamaño constituídos por la matriz, la separación no será completa sino cuando por una tamización se haya hecho la división por tamaños; ó bien, lo que es mejor, se hace la tamización primeramente dividiendo la masa por medio de cedazos en varias clases, en cada una de las cuales los granos son prácticamente de igual volumen; sometida cada una de estas clases á la concentración propiamente dicha, la parte más pesada que es la que contiene el mineral útil solo ó mezclado con algo de matriz, se separará de la parte más ligera, compuesta casi en su totalidad de matriz con algo de mineral.

Este modo de proceder es el que da mejores resultados, y para aplicarlo se usan cedazos de tela de diversos números, ó de palastro con perforaciones de diámetros diferentes; se sujeta en seguida el mineral tamizado á la acción del agua en aparatos distintos, ó en uno mismo con tal que esté dotado de mecanismos que permitan variar las condiciones de velocidad del agua, y por lo mismo su fuerza de impulsión de acuerdo con el tamaño de los granos del mineral.

La tamización previa, que como acabamos de ver es muy conveniente, es más costosa cuando se tratan polvos finos que cuando se pasan minerales un poco gruesos, circunstancia que indica la conveniencia de que la molienda para la concentración sea un poco gruesa. A continuación ponemos algunos párrafos tomados de diversos autores en que indican la conveniencia de que sea gruesa la molienda de los minerales que se van á concentrar.

El Sr. ingeniero de minas D. Antonio Moreno, en su opúsculo "Apuntes sobre la concentración de los metales,"[1] dice lo siguiente: "Antes de pasar adelante haremos algunas consideraciones sobre la molienda que es no sólo la operación preliminar para toda concentración, sino también la más importante por su costo y porque una molienda inadecuada haría imposible la concentración económicamente hablando. Nunca se encomiará bastante una buena molienda no sólo para concentrar, sino aun para sujetar los metales á ciertos tratamientos puramente metalúrgicos, si se puede decir así."

Más adelante dice: "Una de las causas más grandes de pérdida es que los metales sean lamosos, pues cualquier aparato que se emplee para concentrar por vía húmeda, no se puede evitar que mucha, muchísima, parte del polvo metálico sea arrastrada por el lodo más ó menos espeso que forma la lama. Si la concentración se hace en seco no debe considerarse que el metal sea ó no lamoso; pero este caso no nos atañe por ahora. Ahora bien, desde el momento que se carga la tahona comienza á haber una gran parte de metal en polvo fino, que es el que en los morteros se redujo necesariamente á este estado, y aquel que las manos (ó metlapiles) reducen al mismo estado desde

1 Estos párrafos los tomamos del Estudio del Distrito Minero de Guanajuato por el ingeniero D. Pedro López Monroy.—"Anales del Ministerio de Fomento," tomo X.—México 1888.

las primeras vueltas; éste, aunque bastante molido, sigue remoliéndose hasta que termina la operación, que tarda de 24 á 48 horas: de ello resulta que más de la mitad de ese tiempo se ha empleado en trabajo inútil, que más de las tres cuartas partes del metal ha quedado finamente pulverizado y altamente impropio para la concentración, y que ha costado la molienda mucho más de lo necesario."

Concluye diciendo el autor: "con metales lamosos se pierde indefectiblemente de 60 á 70 por ciento de metal cuando se quiere concentrar, y que es arrastrado en las mismas lamas según ensayes que se hicieron de ellas."

Guido Kustel[1] afirma "que teniéndose una pinta más quebradiza que el cuarzo de la matriz, la lama finísima que resulta en la molienda es la porción más rica de los residuos y á la vez inadecuada para la concentración, y que la riqueza de la lama es más del doble de la de la cabecilla."

Las experiencias ejecutadas por Franz Pieler en Ramsberg le dieron una fuerte pérdida de ley en los minerales concentrados, pérdida que este autor explica así: "La gran pérdida que se tuvo en estas experiencias proviene de que en la molienda fina de Ramsberg muchas partículas minerales se muelen demasiado para ser recogidas por una preparación mecánica cualquiera."

Con este motivo, agrega el Sr. D. Pascual Arenas[2] en una nota que pone á la traducción del estudio de Pieler, lo siguiente: "En esto deben fijar su atención las personas que en estos últimos tiempos han pretendido concentrar minerales pobres, teniendo algunas de ellas la idea errónea que mientras más fina fuera la molienda sería mejor el resultado."

La dificultad del enriquecimiento de las substancias minerales finamente pulverizadas proviene de que por la pequeñez excesiva de los granos éstos son fácilmente arrastrados por el agua que los tiene en suspensión, que en este caso posee cierta viscosidad que exagera su fuerza de acarreo.

Los artificios que como el frotamiento, las sacudidas y otros aprovecha el arte de la concentración en la construcción de aparatos adaptables á la molienda fina, son una prueba de la dificultad de que hablamos; y por lo mismo creemos que cuando se trata de moler solamente con el fin de concentrar, es conveniente obtener una molienda bastante gruesa, y sólo se deben concentrar minerales finamente molidos cuando se trata de aprovechar las substancias metálicas que se encuentren en los residuos de algún tratamiento metalúrgico que requiera molienda fina.

Lo dicho hasta aquí nos da la razón de la pequeña cantidad de plata que se recoge de los residuos de las tortas, panes y toneles tal como se concentran en las haciendas de Pachuca y Regla; pues los polvillos no presentan ninguna de las condiciones necesarias para la buena concentración, tamaño relativamente grande y uniformidad de dimensiones. Si se quiere tener mejores resultados, será preciso el empleo de aparatos perfeccionados y propios para la

1 Treatise of Concentrations of all kinds of ores.

2 Anales de la Minería Mexicana, tom. I, pág. 277, 1861.

concentración de estos residuos que se encuentran en las condiciones más desventajosas para una buena operación.

Respecto al grado de finura que se requiere en la porfirización para determinado beneficio, varía naturalmente con la naturaleza de éste y con la del mineral. Concretándonos al caso del beneficio de amalgamación por patio, haremos las siguientes consideraciones.

El costo de la molienda depende del grado de fineza que se quiera obtener, y en cuanto á los resultados de la amalgamación no siempre son mejores cuando la molienda es más fina. En efecto, hay que tener en cuenta en el beneficio de amalgamación la acción mecánica que sobre el mercurio ejercen los polvos minerales que siendo muy finos se adhieren á los glóbulos de mercurio é impiden el contacto con el cloruro de plata, dificultando su reducción y la amalgamación de la plata, ocasionando pérdida de ley, y además los glóbulos de mercurio así cubiertos de polvo no se reunen fácilmente y son arrastrados por el agua al lavar la torta, lo que ocasiona una elevada pérdida mecánica de azogue.

Las experiencias hechas con minerales que contienen como matriz la calcita asociada al cuarzo, demuestran que la proporción de carbonato de cal es mayor en las partes finas que en las gruesas; y que lo contrario pasa con el cuarzo que se encuentra en mayor cantidad en las arenas gruesas. Esto proviene de que siendo la caliza más fácil de moler que el cuarzo, aquella se reduce á polvo cuando éste empieza á remolerse. Lo mismo pasa con la mayor parte de las substancias metálicas y de allí el enriquecimiento de las lamas de que ya hemos hablado, y el que, cuando el mineral esté en un estado de división propio para el beneficio, la matriz, si es cuarzosa, se encuentre en granos gruesos; querer llevar ésta al mismo grado de fineza, es trabajar sobre material completamente sin valor.

Los ensayes hechos por el Sr. ingeniero López Monroy sobre una torta ya rendida, le dieron los resultados siguientes:

Residuos de tela núm. 45.....	216^{gr}.66	plata por ton.
Idem de las demás telas y arenilla más fina.	16 . 66	„ „ „
Lama ó polvo impalpable.....	266 . 66	„ „ „

Por estos datos se ve que una fuerte cantidad de la plata que no se ha amalgamado se encuentra en la parte más fina y que puede juzgarse perdida, pues será arrastrada con el agua en el lavado de la torta.

La naturaleza del mineral, la de la matriz, la manera como están asociados, etc., son circunstancias que deben tenerse en cuenta al estudiar el grado de molienda conveniente, ya sea que se trate de concentrar el mineral ó de beneficiarlo; sólo de una manera experimental podrá determinarse con acierto en cada caso particular el grado que sea más conveniente.

Tratemos ahora de hacer un estudio comparativo, desde el punto de vista del rendimiento de los aparatos de molienda usados en los Distritos mineros que hemos estudiado.

Entre los aparatos empleados en la porfirización hay algunos como los molinos chilenos y los arrastres que requieren para su buen funcionamiento que el mineral se encuentre reducido á fragmentos pequeños; con este fin se hace sufrir al mineral una primera operación que se llama granceo.

Los aparatos de granceo más usados en las haciendas que hemos descrito son: las quebradoras de quijada, los molinos de cilindros, los morteros de mazos y los molinos chilenos, á los que se les suele dar el nombre de rastrones.

Durante el granceo se produce cierta cantidad de polvo fino cuya proporción varía, no sólo con el tamaño que se quiere obtener al grancear el mineral, sino también con el aparato usado. Algunos beneficiadores opinan que deben preferirse aquellos aparatos que producen mayor cantidad de polvo fino porque así se disminuye el costo de la porfirización; pero como la cantidad de polvo producida durante el granceo continúa remoliéndose en la porfirización, el resultado final será el aumento de la lama demasiado fina, lo que no siempre es conveniente como ya vimos. Para nuestro objeto consideraremos el granceo como una operación preparatoria para la porfirización sin tener en cuenta la proporción de polvo fino que se pueda producir.

Los aparatos empleados para el granceo son las quebradoras de quijada, los molinos de cilindros, los chilenos y los morteros de mazos.

Las quebradoras se usan solamente para reducir los grandes trozos de mineral á otros más pequeños que se hacen pasar en seguida por los aparatos de granceo. Las quebradoras Blake y las Dodge son las más usadas; el esfuerzo necesario para mover estas máquinas varía con las dimensiones propias de ellas, con la separación que se da á las quijadas y con la dureza del mineral. Cuando se quiebra mineral cuarzoso hasta reducirlo á fragmentos de $0^{m}\cdot03$ á $0^{m}\cdot05$ por lado, el rendimiento es por término medio de $0^{ton.}70$ á $0^{ton.}90$ por hora y por caballo de fuerza.

La quebradora Blake de la hacienda de La Unión grancea 99 toneladas en 24 horas ó $4^{ton.}125$ por hora, de donde resulta $0^{ton.}825$ por caballo–hora.

En la hacienda de Guadalupe hay un molino de cilindros destinado á grancear el mineral; necesita una fuerza de 51 caballos y grancea 207 toneladas en 12 horas, ó bien $17^{ton.}25$ por hora, de lo que resulta por hora y por caballo 338 kgs. de granza.

Los molinos chilenos aplicados al granceo consisten en una rueda vertical de piedra con llanta de acero que rueda sobre un fondo anular de fierro arrastrada por dos caballos. En las haciendas de Loreto, Purísima Grande y Purísima Chica hay varios de estos aparatos y en ellos se grancea por término medio 770 kgs. de granza por hora, la que se hace pasar por un tamiz de palastro con perforaciones de $0^{m}\cdot01$ de diámetro; en estos chilenos corresponde á una mula en una hora 385 kgs. de granza.

En la hacienda de Regla, según hemos visto, el granceo se hace por medio de morteros de mazos. Los mazos constan de una varilla vertical de madera de encino, de sección rectangular, que lleva en su extremidad inferior una almadaneta de fierro y hacia el fin del tercio superior una parte saliente, lla-

mada sobarbo, sobre la que vienen á obrar las levas montadas en el árbol horizontal. El peso de los mazos es como de unos 225 á 230 kgs. y dan 40 golpes por minuto cayendo de una altura de $0^{m}.225$; produce por término medio 20700 kgs. la batería de 24 mazos, ó 59 kgs. por mazo y por hora; la batería de 24 mazos exige una fuerza de 23.39 caballos de vapor ó de 0.975 por mazo; la batería chica de 12 mazos muele 8280 kgs. en 24 horas y exige una fuerza de 9.88 caballos ó 0.823 por mazo; tomando el promedio de estos dos resultados que es 0.889 caballos y la media de la cantidad granceada que es 14490 kgs., resulta por caballo–hora de $35^{kg}.85$.

La granza obtenida por medio de los chilenos y mazos es más fina que la de los molinos de cilindros y contiene mayor cantidad de polvo fino, lo que proviene de la dificultad de descargue de estos aparatos, pues permaneciendo el mineral más tiempo en ellos se remuele y disminuye el rendimiento.

La molienda se hace con agua por medio de arrastres, molinos chilenos y morteros, aparatos cuya descripción omitimos por ser muy conocidos.

En la hacienda de la Purísima Chica hay arrastres de dos dimensiones que naturalmente producen distinta cantidad de carga molida. Los de diámetro comprendido entre $2^{m}.50$ y $2^{m}.80$ muelen en 24 horas $379^{kg}.5$, y como se mueven con dos mulas, resulta por mula y por hora $7^{kg}.9$. Los arrastres chicos de $2^{m}.40$ de diámetro se mueven con una sola mula y rinden en 24 horas 276 kgs. ó sea $11^{kg}.5$ por mula y por hora. En la Purísima Grande los arrastres son más grandes pues su diámetro tiene $3^{m}.35$; con dos mulas se muelen en 24 horas 414 kgs. ó $17^{kg}.25$ por hora y $8^{kg}.6$ por mula y por hora.

En la hacienda de Loreto la moliedda es de 27600 kgs. en 24 haras con 60 arrastres movidos por dos mulas cada uno; corresponde, pues, á un arrastre en un día 460 kgs. ó $19^{kg}.16$ en una hora; por hora y por mula el rendimiento en Loreto es de $9^{kg}.5$.

En la hacienda de Regla según hemos visto hay arrastres de dos diferentes capacidades; todos están movidos por ruedas hidráulicas, y marchan con seis revoluciones por minuto. Ocho de las grandes tahonas están impulsadas por una rueda de $9^{m}.76$ de diámetro que recibe $207^{ls}.28$ de agua por segundo y desarrolla un trabajo de 26.97 caballos; la cantidad molida en los 8 arrastres es de 11200 kgs. en 24 horas. A cada arrastre corresponde 3.37 caballos de fuerza y 1400 kgs. de mineral molido, y por caballo–hora $17^{kg}.31$.

Hay otros dos arrastres de las mismas dimensiones movidos por una rueda de 9.40 caballos; el esfuerzo para ésta es muy superior al de las otras, pues es de 4.70 caballos por arrastre, y como la cantidad molida es de 1400 kgs. como en las otras, resultan $12^{kg}.41$ de lama por hora y caballo.

Los arrastres chicos de Regla, según hemos visto en la descripción de esta hacienda, están arreglados de manera que unas pequeñas ruedas de $3^{m}.62$ de diámetro muevan á dos arrastres colocados á uno y otro lado; el agua que recibe cada rueda es de 125 litros y el trabajo desarrollado de 6 caballos. Como cada arrastre muele 1100 kgs. en 24 horas, resulta por caballo–hora $15^{kg}.27$ de lamas.

En la misma hacienda hay un molino chileno que muele 11040 kgs. de tierras por día, el esfuerzo necesario para éste es de 9.4 caballos, lo que da como rendimiento $48^{kg}.98$ por unidad de trabajo mecánico y por hora.

Los cuatro molinos chilenos de San Antonio se mueven con una rueda hidráulica de $9^{m}.80$ de diámetro que desarrolla unos 29 caballos; la cantidad molida es de 10 toneladas en 24 horas ó de $14^{kg}.37$ por caballo–hora.

Los molinos chilenos de San Miguel son cuatro movidos por una turbina de fuerza de 25 caballos; muelen 13^{ton} 800 ó 23 kgs. por hora y caballo.

En las haciendas de Guadalupe, La Unión y Bartolomé de Medina, también se encuentran molinos chilenos aplicados á la molienda del mineral. Los de la hacienda de Guadalupe, cuyas ruedas pesan 4100 kgs., andan con 13.5 vueltas por minuto; con 14 de estos molinos se obtienen 690 toneladas de mineral molido por semana, necesitándose una fuerza de 145.48 caballos ó bien 10 caballos por molino, incluyendo las transmisiones y demás resistencias pasivas; por caballo–hora se tendrá pues un rendimiento de $29^{kg}.33$.

Los molinos de la hacienda de La Unión tienen ruedas que pesan 5 toneladas cada una, necesitan un esfuerzo total de 11 caballos, y como cada uno muele 11040 kgs. en 24 horas, tendremos por hora y por caballo $41^{kg}.8$.

En San Miguel, San Antonio y Sánchez parte del mineral que se beneficia en las haciendas se muele en baterías de mazos muy semejantes á los que usan para el granceo; las que se encuentran mejor conservadas son las de San Miguel, cuyos mazos pesan unos 300 kgs. y dan 50 golpes por minuto. Diez y seis de estos mazos tienen una caída de $0^{m}.25$ y los otros 16 de $0^{m}.20$. Dos ruedas de $8^{m}.24$ y de $9^{m}.15$ de diámetro respectivamente reciben cada una 150 litros por segundo, el trabajo desarrollado será de 16.6 para una y de 16.9 para la otra; tomando el promedio de 16.75, resulta para cada mazo un esfuerzo de 1.04 caballos; la cantidad molida por mazo es de 414 kgs. por día ó 17.25 por hora, y por caballo en el mismo tiempo $16^{kg}.58$.

Las baterías modernas de mazos instaladas en las haciendas de San Francisco de Maravillas y de Progreso están movidas por vapor. En la primera de estas haciendas hay 6 baterías de 5 mazos de $475^{kg}.65$ de peso que caen de $0^{m}.165$ de altura dando 104 golpes por minuto. La molienda obtenida por cada mazo en 24 horas es de 3 toneladas. En Progreso hay 50 mazos en 10 baterías, el peso del mazo es de 385 kgs. y la altura de caída de $0^{m}.139$ y 104 el número de golpes por minuto. Los 50 mazos producen 110 toneladas de molienda en 24 horas ó sea $2^{ton}.200$ kgs. por mazo en el mismo tiempo. El esfuerzo necesario es de 3 caballos para los mazos de la hacienda de San Francisco y de 2.5 para la de Progreso. De esto resulta por caballo–hora $41^{kg}.67$ en la primera y $36^{kg}.66$ en la segunda de estas haciendas.

Este estudio está muy lejos de ser completo, pues nos faltan algunos datos para determinar la relación entre el trabajo motor y el trabajo útil y poder determinar así el coeficiente mecánico propio á cada uno de los aparatos de molienda de que nos hemos ocupado.

También nos faltan datos relativos al costo del motor de sangre y del mo-

tor de vapor, así como experiencias, datos adecuados para determinar el trabajo desarrollado por una mula ó un caballo; pero como algunos de los aparatos enumerados están movidos por motor de sangre, vamos á procurar establecer una relación entre ambos motores utilizando las experiencias de los Sres. ingenieros D. Miguel Velázquez de León y D. Manuel María Contreras.

En el interesante estudio de la preparación mecánica, publicado por el Sr. Velázquez de León en los Anales mexicanos de ciencias, encontramos los datos siguientes:

VELOCIDAD DE LA MULA.			TRABAJO DESARROLLADO POR MULA.		Equivalencia en caballos dinámicos = 75 kgs. × 1 s.
por 1 s.	por 1 m.	Tensión.	en un min.	en 12 horas.	
		kg.	kg.	kg.	
0.71	42.6	46.0	1959.6	1410912.0	0.435
0.53	31.8	57.5	1828.5	1316520.0	0.406
0.83	49.8	25.3	1259.9	907157.0	0.280
0.62	37.2	43.2	1607.0	1157040.0	0.357
0.83	49.8	20.7	1030.9	742248.0	0.229
0.62	37.2	34.5	1283.4	924048.0	0.285
	248.4	227.2	8969.3	6457925.0	1.992
	41.4	37.86	1494.9	1076321.0	0.332

Estos resultados son un poco bajos, pues la media 1076321 kilográmetros, trabajo de una mula por día, es inferior al que asignan los autores de mecánica para una mula en las condiciones en que trabajan las de los arrastres.

Más adelante dice el Sr. Velázquez de León, que suponiendo un esfuerzo medio de 54 kgs. y una velocidad de $1^{m}.20$ por segundo, resulta para una mula 933120 kilográmetros en cuatro horas de trabajo; según estos datos el eqnivalente en caballo dinámico es de 0.86.

De la Memoria sobre el cálculo del trabajo mecánico de un molino de grancear los minerales, publicado por el Sr. ingeniero D. Manuel Contreras en el tomo II de los Anales de la Sociedad Humboldt, leemos lo siguiente:

"La fuerza de tracción de una mula, medida con un dinamómetro, variaba en 34 y 52 kilos, pudiendo estimarse como término medio en 43 kgs.

"La velocidad por segundo era de $0^{m}.958$. Trabajo motor de una mula por segundo 41.194 kilográmetros. Con estos datos resulta que el trabajo de una mula equivale á 0.54 caballos de vapor. Este valor es bastante aproximado. Si tomamos el término medio entre los tres valores deducidos 0.549, 0.332 y 0.840, el resultado 0.589 es muy aceptable. Los autores de mecánica asignan al trabajo motor de una mula 0.54 caballos como equivalente suponiendo que el esfuerzo medio sea de 45 kgs., la velocidad por segundo de $0^{m}.90$ y 8 horas la duración del trabajo, de donde resulta el trabajo por segundo de 45 kilográmetros. Admitido el valor de 0.58, tendremos que para obtener el trabajo equivalente al de un caballo dinámico en 24 horas serán necesarias seis mulas."

Para obtener siquiera una idea del costo de estos motores, diremos: que en la máquina de la hacienda de Guadalupe se queman $3^{kg}.64$ de leña por caballo–hora y que costando la leña á razón de $0.59 los 100 kgs., resulta el costo de caballo de vapor de $4.34 semanarios ó $0.60 diarios, quedando incluídos en estos valores los gastos de maquinista, fogoneros, etc.

La manutención de una mula dándole $9^{l}.5$ de cebada y $11^{kg}.5$ de paja en 24 horas, cuando la cebada vale $2.71 el hectólitro y la paja $2.17, 100 kgs., resulta á razón de $0.31 diarios por término medio, incluyendo gastos de caballeriza, etc.

Hemos establecido que para obtener con un motor de sangre el equivalente de trabajo del caballo de vapor en 24 horas se necesitaban 6 mulas, el costo pues del motor de sangre equivalente será de $1.86 diarios.

El precio de las pasturas es bastante variable: cuando se compran en tiempo oportuno en grandes cantidades resultan más baratas, por lo que supondremos que el costo diario de manutención de una mula sea por término medio de $0.28 diarios; con este costo y el de $0.60 del caballo de vapor veremos cuánto importa el motor para moler una tonelada de mineral en cada uno de los diversos aparatos enumerados.

Granceo.

Aparato usado.	Hacienda.	Cantidad granceada en 24 horas.	Fuerza motriz necesaria.	Carga producida por cab. vapor ó por mula.	Costo del motor por tonelada.
Quebradora Blake....	La Unión.....	99 ts.	5 cab. vpr.	19800 kg.	$ 0.03
Molino de cilindros...	Guadalupe.....	414 ts.	51 „ „	8118 „	„ 0.07
Chileno	Varias.....	18t.730 kg.	6 mulas.	3123 „	„ 0.08
24 mazos antiguos....	Regla	20700 ks.	23.39 cab.	885 „	
12 ídem ídem.....	Idem	8280 kg.	9.88 „	838 „	

Molienda.

1 arrastre.....	Purísima Chica...	$379^{kg}.5$	4 mulas.	$94^{kg}.88$	$ 2.95
1 ídem.....	Idem ídem.....	276 kg.	2 „	138 kg.	„ 2.03
1 ídem.....	Purísima Grande.	414 „	4 „	$103^{kg}.5$	„ 2.71
1 ídem.....	Loreto.....	460 „	4 „	115 kg.	„ 2.43
1 molino chileno.....	Guadalupe.....	7040 „	10 caballos.	704 „	„ 0.85
1 ídem ídem.....	La Unión.....	11040 „	11 „	1004 „	„ 0.60
30 mazos americanos.	San Francisco.....	90 ts.	90 „	3000 „	„ 0.60
50 ídem ídem.....	Progreso.....	110000 kg.	125 „	2200 „	„ 0.68
16 ídem antiguos.....	San Miguel.....	414 „	16.60 „	$25^{kg}.5$	
1 arrastre grande.....	Regla	1400 „	3.37 „	415 „ 5	
1 ídem ídem.....	Idem	1400 „	4.70 „	297 „ 9	
1 ídem chico.....	Idem	700 „	3 „	233 „ 3	
1 chileno.....	Idem	11040 „	9.4 „	1174	
1 ídem.....	San Miguel.....	3450 „	6 „	575 kg.	
1 ídem.....	San Antonio	2500 „	7 „	357 „	

Según D. Manuel María Contreras[1] el costo de molienda por montón en el Distrito de Real del Monte donde se emplea motor hidráulico, es de $1.08 ó $0.78 por tonelada; no sabemos cuánto se cargará por gastos de motor en estas haciendas.

En el Boletín relativo al Mineral de Pachuca vimos que el costo total de molienda era de:

$4.49	por tonelada	en la	Purísima Grande.
3.55	,,	,,	en Guadalupe.
5.79	,,	,,	en Loreto.
6.80	,,	,,	en la Purísima Chica.

Deduciendo de aquí el costo de motor resulta para los demás gastos de molienda las cantidades siguientes:

$1.78	por tonelada	en	Purísima Grande.
2 70	,,	,,	en Guadalupe.
3.36	,,	,,	en Loreto.
4.31	,,	,,	en Purísima Chica.

Vuelvo á repetir que es sumamente difícil conseguir datos económicos exactos y que por lo mismo los costos anteriores formados con datos suministrados por personas conocedoras de las condiciones en la Minería y de la metalurgia en los Distritos de Real del Monte y Pachuca son solamente aproximados.

Sólo nos resta para terminar nuestro estudio hacer público nuestro reconocimiento al Sr. Director de la Compañía de Real del Monte y Pachuca D. José de Landero y Cos por habernos facilitado, en cuanto le fué posible, los datos necesarios para nuestro estudio; así como al Sr. ingeniero D. Leonardo Sánchez, perito de la Compañía en el Distrito de Real del Monte, á los capitanes de las minas y á los administradores de las haciendas de beneficio.

1 Concentración de los minerales.—Anales de la Sociedad Humboldt.

ÍNDICE.

PRIMERA PARTE.—*E. Ordóñez.*

SEGUNDA PARTE.—*M. Rangel.*

TERCERA PARTE.—METALURGIA.—*M. Rangel.*

INS

PLANO TOPOGRAFICO

DE

REAL DEL MONTE

Con las pertenencias mineras y principales

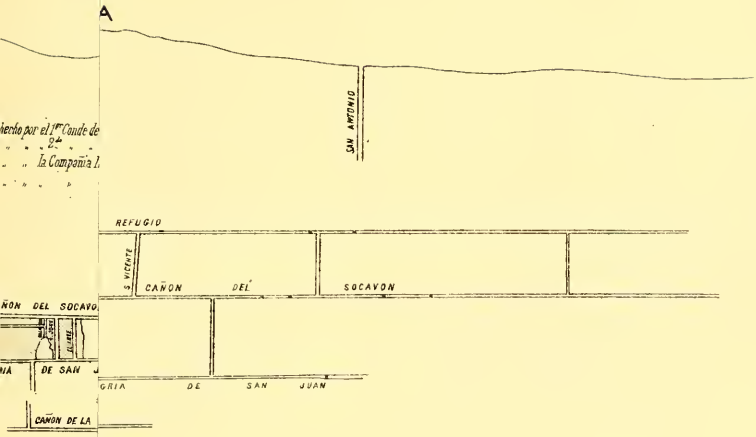
Vetas del Distrito

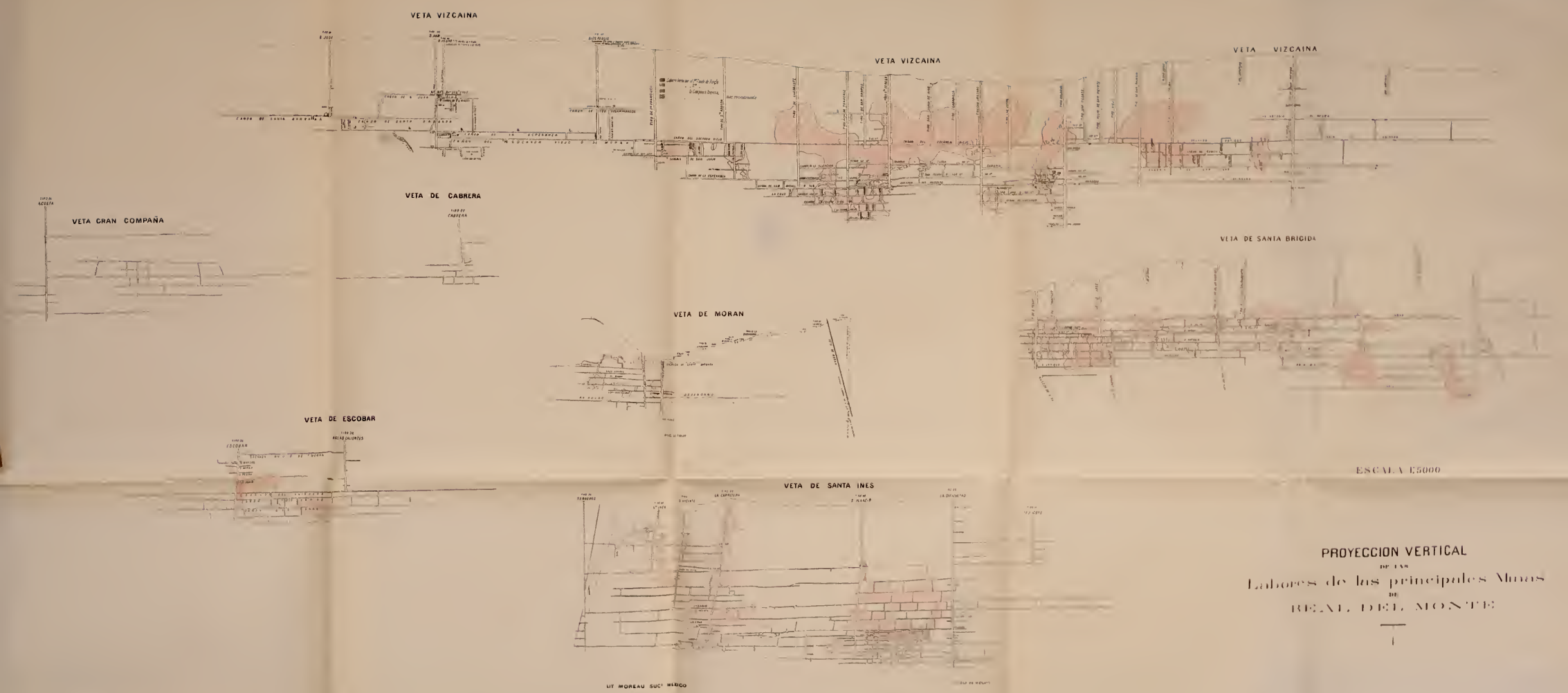
ESCALA $\frac{1}{20000}$

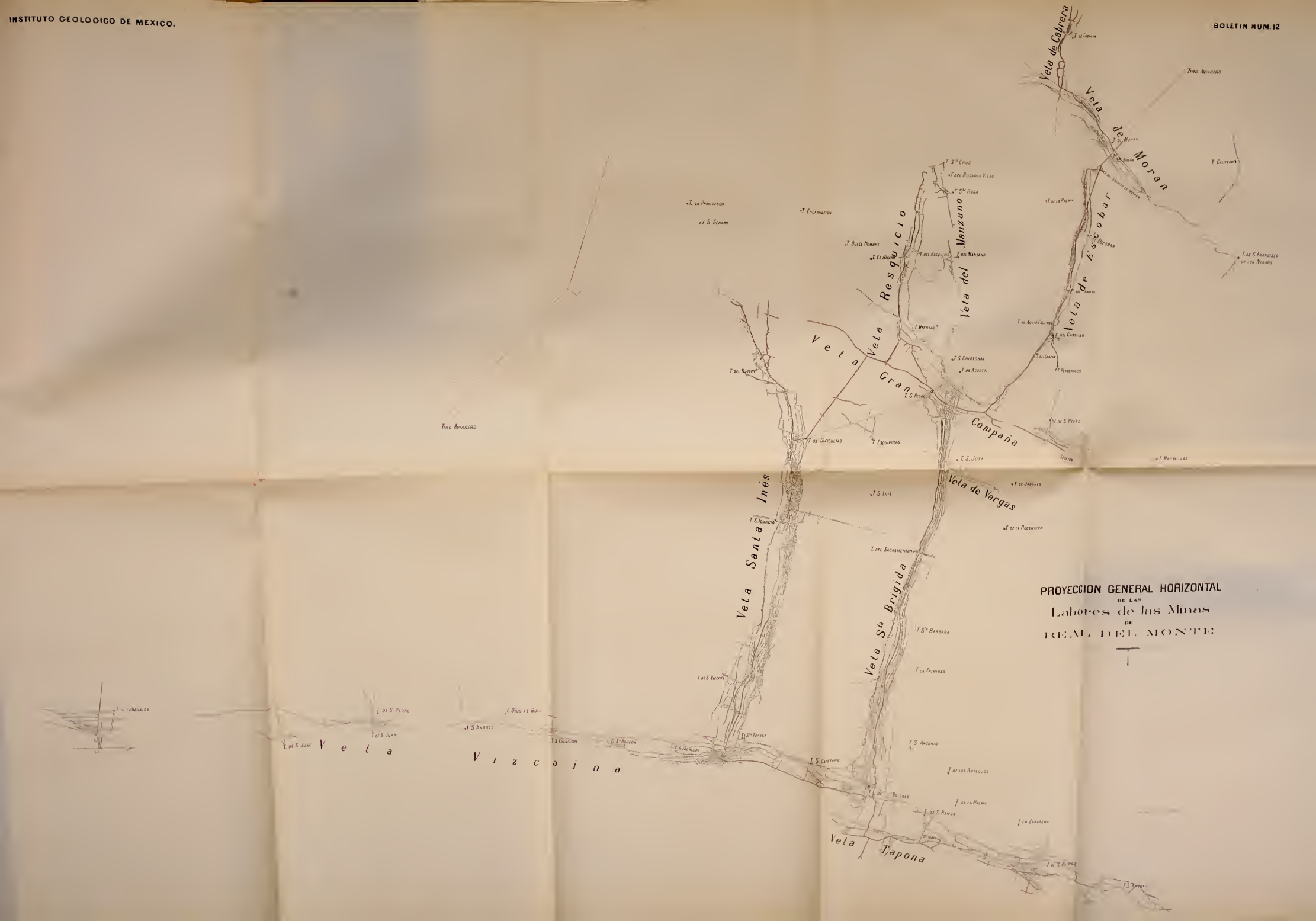
EXPLICACION

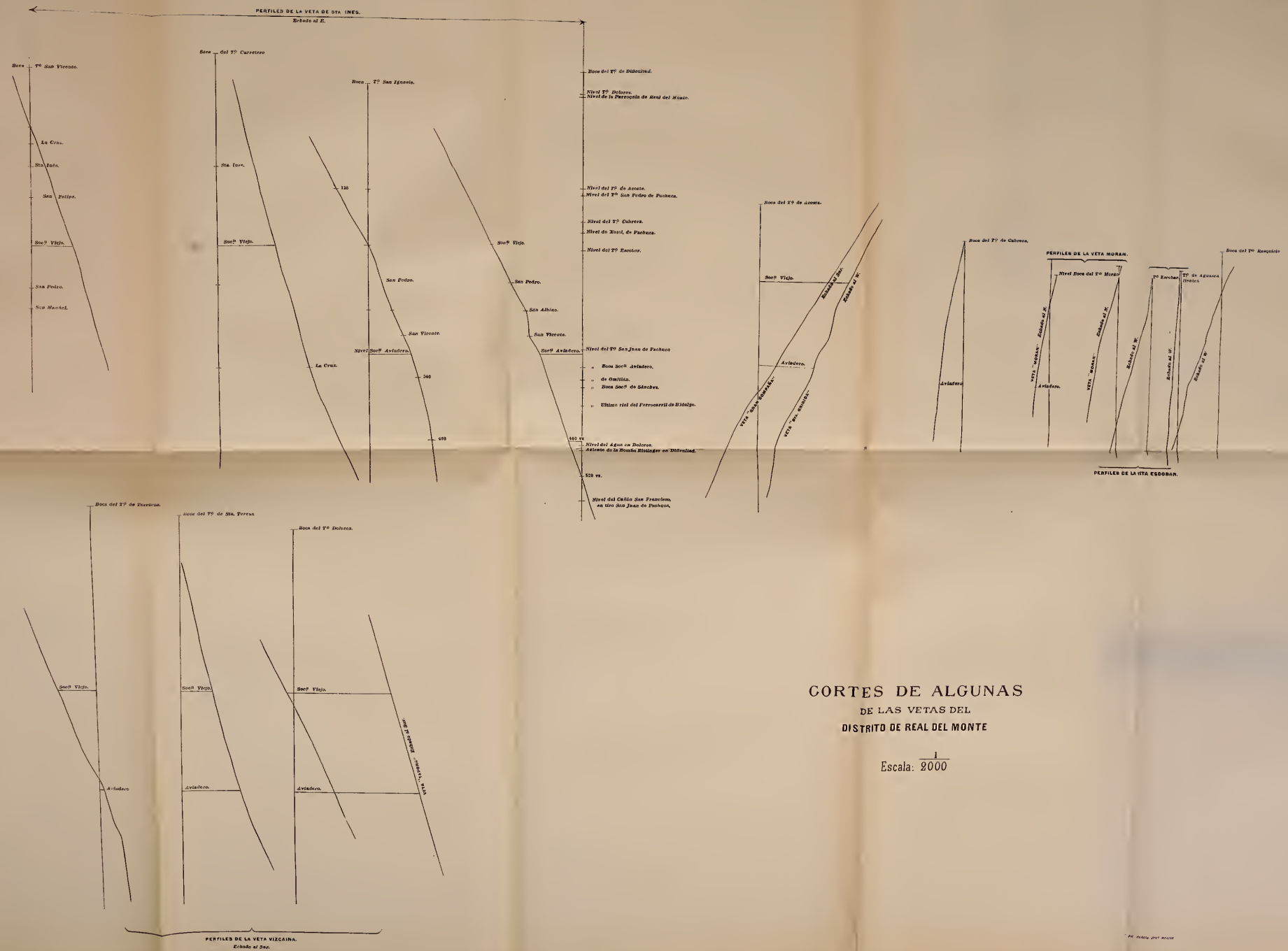
A A	—	Veta Vizcaina
B B	—	Santa Brigida
C C	—	Santa Inés
D D	—	Vargas
E E	—	Patrocinio
F F	—	Gran Compaña
G G	—	Manzano
H H	—	Escobar
M M	—	Moran
N N	—	San felipe
O O	—	Ompaquez
P P	—	Valenciana
Q Q	—	California
R R	—	San Luis

N NUM. 12.




VETA VIZCAINA
VETA VIZCAINA
VETA VIZCAINA
VETA DE CABRERA
VETA GRAN COMPAÑA
VETA DE SANTA BRIGIDA
VETA DE MORAN
VETA DE ESCOBAR
VETA DE SANTA INES
ESCALA E5000
PROYECCION VERTICAL
DE LAS
Labores de las principales Minas
DE
REAL DEL MONTE
LIT MOREAU SUC^r MEXICO


PROYECCION GENERAL HORIZONTAL
DE LAS
Labores de las Minas
DE
REAL DEL MONTE
Veta de Cabrera
Veta de Moran
Veta de S. Sobar
Veta del Manzano
Veta Resguicio
Veta Gran Compaña
Veta de Vargas
Veta Santa Inés
Veta Sta Brigida
Veta Vizcaina
Veta Tapona
Tiro Aviadero
T. La Providencia
T. S. Genaro
T. Encarnacion
T. Dulce Nombre
T. Le Huyar
T. Sta Cruz
T. del Rosario Viejo
T. Sta Rosa
T. de la Palma
T. del Resguicio
T. del Manzano
T. Mesillas
T. S. Cristobal
T. de Acosta
T. S. Pedro
T. del Tejocote
T. de Dificultad
T. Esquipulas
T. de Agua Caliente
T. del Castillo
T. Pastrinos
T. de S. Pedro
T. S. Jose
T. S. Luis
T. S. Ignacio
T. del Sacramento
T. de la Redencion
T. Sta Barbara
T. la Trinidad
T. de S. Vicente
T. Sta Teresa
T. S. Antonio
T. S. Cayetano
T. de los Anteojos
T. de Dolores
T. de la Palma
T. de S. Ramon
T. la Zapatera
T. de S. Felipe
T. de S. Rafael
T. de la Union
T. de S. Pedro
T. de S. Juan
T. de S. Jose
T. S. Andres
T. Dios te Guie
T. S. Francisco
T. S. Aguera
T. Guadalupe
T. Maravillas
T. Calderon
T. de S. Francisco de los Negros



CORTES DE ALGUNAS
DE LAS VETAS DEL
DISTRITO DE REAL DEL MONTE

Escala: $\frac{1}{2000}$

L'Institut Géologique du Mexique recevra avec grand intérêt les publications concernant la Géologie, la Géographie physique et l'Histoire Naturelle en général, en échange de son BULLETIN *qui se publie par cahiers in 4° avec gravures et planches. Le numéro 1 de ce recueil a paru avec le titre de "Boletín de la Comisión Geológica de México."*

Adresse:

Instituto Geológico de México.
Calle del Paseo Nuevo, núm. 2.

MEXICO, D. F.
MEXIQUE.

Amérique du Nord.

L'Institut Géologique a installé ses départements d'une manière provisoire dans la *Calle del Paseo Nuevo núm. 2;* on est prié de vouloir bien prendre note de sa nouvelle adresse, et aussi de son indépendance absolue de l'Ecole des Ingénieurs dont il a reçu autrefois une gracieuse hospitalité.

On est prié instamment d'accuser réception. Dans le cas où cette formalité aurait été négligée, on serait considéré comme ne désirant plus continuer à recevoir les publications de l'Institut Géologique du Mexique.