minerales de cobre en la actualidad. Este hecho destruye en parte las esperanzas, porque demuestra que se ha removido ya parcial ó totalmente la parte más productiva de la veta; se encontrarán los sulfitos; pero no puede contarse con que se hallarán terrenos ricos de aluvión en tales regiones. (1)

Por lo demás, debe esperarse mayor desarrollo de esta región.

CAPITULO III.

Experiencias recientes respecto de la extracción de la plata.

LOS SULFITOS Y LOS CRESTONES.—VICTORIA DEL HORNO SOBRE EL MOLINO DE AMALGAMACION.—MINERALES DE PLOMO BLANCO DE LEADVILLE.—MEXICO.—POTOSI.—BROKEN HILL.

El oro, como se ha visto, se presenta de tres modos: en los sulfitos de las profundidades, en el «gossan» ó parte más superficial, de la veta y en el aluvión; á éstos deben agregarse los conglomerados de los tiempos primitivos. Respecto de la plata no puede hacerse distinción sino entre la zona profunda y la más superficial. La plata no constituye aluvión rico, y por lo mismo la producción de este metal está libre de la expansión repentina y transitoria que mostraron las cifras de la producción de oro, al comenzarse la explotación del aluvión de California y Australia.

Solamente en los crestones, y no en cantidades considerables, se presenta la plata nativa: sus combinaciones minerales son de muchas clases, y de esta circunstancia resultan, como veremos adelante, fenómenos inesperados en los métodos metalúrgicos.

En las partes más profundas la plata se presenta en sulfito de plata (argentita); más frecuentemente en combinación con sulfuro y arsénico, ó con sulfuro y antimonio, y así forma el sulfito-arsénico de plata, claro y oscuro, polibasita, estefanita, freislebenita y otros minerales nobles. A veces también se encuentra sulfito de cobre argentífero (pirita cobriza argentífera.) Pero el mineral de plata más importante es el sulfito de plomo argentífero (galena) que generalmente acompaña, en más ó menos cantidad, á los compuestos de sulfuro, antimonio y arsénico, antes mencionados; pero que forma también, por sí mismo, capas ricas y extensas. Compañero frecuente de los minerales de plata es el oro; otro, menos bien recibido, es la blenda de zinc, y se sabe de algunos casos en que grandes vetas de minerales de plata, con aumento gradual de la blenda de zinc, se transformaron á mayor profundidad en vetas de zinc.

(1) South African Mining Jounal.—Mayo 19 de 1892, pág. 446 y 454. Por lo que hace á los primeros experimentos en Tati, véase «Die Zukunft des Goldes,» pág. 315.

La ganga que acompaña á los minerales de plata es, muy á menudo, espato calizo ó barita; á veces cuarzo; mientras que el oro aparece siempre acompañado por el cuarzo.

Las vetas argentíferas están frecuentemente conectadas con especies de roca volcánica antigua ó nueva; especialmente se encuentran esos minerales en el contacto de las rocas volcánicas con piedra caliza, y este contacto puede haberse producido por paredes ascendentes ó por venas esteatiformes que entran lateralmente; en este último caso el mineral presenta más la forma de una capa extensa que la de una vena, aunque también yace en el contacto con la intrusión. Entre las presentaciones de galena, hay algunas que parecen haber sido depositadas por soluciones en cavidades anteriores de la roca.

Enteramente diferente de la condición de las zonas profundas es la del crestón en los minerales de plata. En su mayor parte consiste en compuestos negros ó gris oscuros muy ricos, de plata con cloro, bromo ó yodo y pequeñas cantidades de plata nativa, en la cresta de los yacimientos de galena aparece á veces en considerables cantidades mineral de plomo blanco (*cerusita*, carbonato de los mineros americanos.) Los españoles llaman á las crestas proyectantes de las vetas de plata, *crestones*. El filón más rico de plata que se trabaja en la actualidad es el llamado Broken Hill (Cerro Quebrado) en la cordillera Barrier de la Australia Meridional, que ha re-

cibido ese nombre por el hecho de que se alza en la forma de un crestón negro, cortado, como un cerro quebrado del desierto.

El mineral de los crestones, es decir el del «gossan» en las vetas de plata, se somete, como el mineral del «gossan» en las vetas de oro, más fácilmente á los procedimientos de refinación que los sulfitos de las profundidades. A menudo puede sujetarse directamente á la amalgamación, en tanto que los minerales de las profundidades necesitan primero tostarse con cloro. Por esta razón en las vetas de plata son también más grandes los primeros resultados. En Chile, los minerales de los crestones se llaman «metales cálidos;» los de las profundidades «metales fríos,» (1) y el trabajo de estos últimos presenta grandes dificultades.

Los minerales de la zona de los sulfitos ó metales fríos, rothgiltigerz, polibasita, galena de plata y otros, son los que en Norte América se llaman «minerales secos» (dry ores.) En tiempos pasados esos minerales simplemente se tostaban y amalgamaban, añadiendo sal, sulfato de fierro, y de otras maneras. Con el curso del tiempo, sin embargo, se reconocieron las grandes ventajas que los hornos, que se habían usado en Europa desde mucho antes, ofrecen sobre los molinos de amalgamación, y especialmente en el Estado de Colorado ha venido á desarrollarse en el curso de los últimos años una gran industria con estos hornos, que consiste en la fundición de minerales secos por la adición de minerales de plata plomosos.

La consecuencia fué una transformación completa y una alza considerable en la producción de plata americana. Por una parte, esta industria de los hornos se hizo independiente de la producción de azogue que está disminuyendo en California, y por otra parte resultó un aumento extraordinario en el valor de los minerales de plomo argentífero que sirven para la fusión, y especialmente del mineral de plomo blanco de los crestones del distrito minero de Leadville, Colorado. Pronto se vió que la utilidad derivada de la fundición de los

(1) W. Möricke: «Einige Beobachtungen über chilenische Erzlagerstatten und ihre Beziehungen zu Eruptiogensteinen;» Tschermak, Min. u. petrogr. Mittheil, Wien 1891 pág. 186-198: Se presentan ejemplos en el «Zukunft des Goldes, pág. 107.

metales secos con el mineral de plomo blanco, comparada con la utilidad de los antiguos procedimientos de amalgamación, era tan grande ó mayor que la baja en el precio de la plata, y de este hecho depende, en no pequeña parte, el incremento reciente en la producción de plata de los Estados Unidos. A esto se añadió el alza en la explotación de las piritas de cobre argentífero de Montana, causada por el círculo de acaparadores de cobre en París; y otras muchas circunstancias que han venido á hacer que á pesar de la diminución en el rendimiento de plata de la gran veta de Comstock en Nevada, el producto anual de plata en los Estados Unidos haya subido constantemente.

Pero para que podamos seguir el curso de la situación, debo decir unas cuantas palabras acerca del depósito de Leadville.

La ciudad de Leadville en el Estado de Colorado, está construída en el valle del río Arkansas, en el lado oeste de la cordillera del Mosquito, que es un espolón de las Montañas Rocallosas, en un morón á más de 10,000 pies sobre el nivel del mar, y ha crecido extraordinariamente, aún para las condiciones americanas. A fines de 1877 tenía 200 habitantes, y dos años después su número llegó á 15,000. En 1880 tenía ya la ciudad, gas y obras hidráulicas, 13 escuelas con 1,100 niños, 5 iglesias, 3 hospitales y 14 haciendas de beneficio por fundición, con 37 chimeneas de vapor.

Tenemos un monógrafo modelo del depósito mineral de Leadville, por Emmons, y una explicación detallada de la parte importante de ese depósito llamado Iron Hill, por Bloso (1). Los últimos descubrimientos mineros del Blow demuestran el siguiente modo de aparición de los minerales:

Una capa, como de doscientos pies de espesor de piedra caliza estratificada, está cubierta por una masa mucho más pesada de pórfido blanco. Bajo la piedra caliza y en parte siguiendo las superficies de la capa, ha entrado después una extensa vena estratificada de roca eruptiva, que se llama pórfido gris y que despide

(1) S. T. Emmons, «Geology and Mineral Industry of Leadville, Cdo.» U. S. Geol. Survey. Monogr. XII, 1886. 49, atlas. --A. A. Blow: «The Geological and Ore Deposits of Iron Hill, Leadville, Colo.» Traus, Am Ins. Min. Eng. 1890. XVIII, pag. 145—181, con mapa.—La piedra caliza pertenece á la formación carbonífera.

hacia arriba, en muchas direcciones, venas intrusas que entran en la piedra caliza. Según Blow, los minerales están manifiestamente conectados con estas venas intrusas, y en algunas partes de la piedra caliza aparecen en lo que se llama «chutes.» Además de esto, los minerales se encuentran en la línea superior de separación de la piedra caliza y hacia la masa de pórfido blanco, en la forma de cuerpos extensos aplastados, enteramente semejante á los rellenos de hoyas superficiales.

Todo el espesor de la piedra caliza y especialmente su parte más alta, contiene, por lo mismo, mineral. Al mismo tiempo, sin embargo, todas las partes de la montaña, la piedra caliza, los pórfidos y también la subcapa más antigua, están cortadas en claro por seis grandes fallas, en dirección de norte á sur, y á lo largo de las cuales el sistema completo de la roca ha caído irregularmente en escalones hacia el oeste. Esta caída irregular hace que las partes de la piedra caliza que contienen mineral aparezcan á la cabeza de los diferentes escalones en diferentes puntos y á distintas alturas.

Al pie de la falla-escalón más al oeste, está la ciudad de Leadville. Más allá de esta falla la caída de la roca es tan considerable, que enteramente queda enterrada bajo el aluvión de un lago del período glacial.

Los minerales cambian de la superficie hacia abajo, y en la extensión del cambio, es decir, el crestón, consisten, además de piritas de fierro descompuesto y de manganeso, en mineral de plomo blanco acompañado de grandes ó pequeños cuerpos de cloruro, bromuro y yoduro de plata. En Iron Hill, muy repentinamente y á la profundidad de unos cuantos pies, cesa esta descomposición y se llega á la zona de los sulfitos, que consisten en galena acompañada de piritas de hierro y blenda de zinc.

Muy semejantes son las presentaciones de la Montaña Aspen, situada á cosa de 80 kilómetros de Leadville, más allá de las Montañas Sawatch. (1)

Los minerales de plomo blanco de los crestones de Leadville y Aspen, por su aplicabilidad en la fusión,

(1) C. Henrich. «Notes on the geology and some of the mines of Aspen Mountain, Pitkin Country. Colo.» Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1889. XVII. pag. 156-206. —Aquí también se encuentran los minerales en la piedra caliza carbonífera, más baja, en la proximidad del pórfido intruso.

son los que han dado el impulso principal á la transformación del procedimiento del horno para la extracción de la plata de los metales secos. La significación de este cambio está muy claramente expresada en el discurso presidencial de Richard Pearce, ante la Sociedad de Ingenieros de minas americanos, en Junio de 1889. (1) Un cuadro presentado en esa ocasión demuestra que en Colorado, en 1871, el metalúrgico devolvía al minero el 65 por ciento de la plata contenida en un mineral argentífero de calidad media; de manera que se consideraban en un 35 por ciento las pérdidas y el costo de la extracción. Ese número cayó en 1874 de 65 á 53.6 por ciento; desde entonces, por las mejoras constantes en la metalurgia, ha subido firmemente hasta 1889 en que podía devolverse el 84 por ciento. Así es que la pérdida para el minero ha bajado desde 1871 del 35 por ciento al 16 por ciento; en otros términos, su utilidad ha subido un 9 por ciento y comparada con la de 1874, un 30.4 por ciento; y de esta manera, lo mismo que por las mejoras en la maquinaria, en los fletes y por otras causas, se ha balanceado la pérdida debida á la baja en el precio de la plata.

Con mucha justicia pudo agregar Pearce: «Se verá por estas cifras que si no fuera por los grandes esfuerzos que de tiempo en tiempo se han hecho para abaratar el costo de la fundición, el trabajo de las minas hubiera recibido desde hace mucho tiempo su golpe de muerte. La baja en el precio de la plata ha retrogradado el valor neto del mineral, para el número, al que tenía hace trece años; pero el costo de los trabajos se ha reducido grandemente por las mayores facilidades en el transporte, por los jornales más bajos y por los materiales más baratos, y pueden, por lo mismo, venderse ahora con provecho, minerales que antes no tenían valor ninguno. Estos mismos elementos han favorecido, por supuesto, y en más alto grado al refinador de metales; y todavía hay campo para mayores mejoras.»

Esto era en 1889; pero durante esa época bonan-

(1) Richard Pearce. Progresos de la ciencia metalúrgica en el Oeste, discurso presidencial. Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1890. pag. 55-72. En cuanto á los detalles de las operaciones véase: D. E. Peters «Der Flammofen Betrieb zu Argo in Colorado: Berg und Hüttenmän. zeit. v. Kerl un Wimmer. 30 de Enero de 1891, pag. 5. 46.

cible y mientras ha existido el gran incremento en el valor del mineral de plomo blanco, un número cada vez mayor de las minas de Leadville, ha pasado de los crestones á los sulfitos, y el mineral de plomo blanco se ha hecho más escaso. Ya en 1888 se habían traído de México, solamente por El Paso, 70,922 toneladas de mineral de plomo argentífero para las fusiones, que dieron 20,973 toneladas de plomo. Los dueños de minerales de plomo, es decir, de fundentes, en Colorado y Idaho se opusieron á esta importación de minerales plomosos de México, y apelaron al arancel, conforme al cual los minerales argentíferos eran libres; pero los minerales de plomo estaban sujetos á un impuesto de 1½ centavos por libra de plomo. Este debería haber sido un impuesto prohibitivo para esos minerales. Para las minas de plata que producen minerales secos, lo mismo que para las grandes fundiciones, había llegado á ser una cuestión vital la introducción del plomo para fusiones, procedente de México. Por lo mismo, comenzó una lucha activa entre los productores de plata. El Gobierno se atuvo á la fraseología del arancel. Por la adición de minerales argentíferos se procuró aumentar artificialmente el contenido de la plata en las importaciones mexicanas, con objeto de hacerlas libres de derechos, como si se tratara de mineral de plata. En Julio de 1889, el Gobierno dió instrucciones á los empleados de las aduanas, conforme á las cuales debía decidirse si la importación era de mineral de plata ó de mineral de plomo; pero esas instrucciones sólo dieron lugar á nuevas luchas. Ya en Agosto, la importación mexicana de minerales fundentes había bajado á una mitad, y las haciendas de beneficio aumentaron considerablemente el costo de la fundición de los minerales secos. A la vez subió constantemente en los Estados Unidos el valor del mineral de plomo, y la producción en Leadville solamente se estimó en 1889 en un valor de..... 18.000,000.

En medio de esta lucha se inició la agitación por la libre acuñación de plata en los Estados Unidos, que, sea dicho de paso, revistió desde el principio caracteres agrarios en no pequeña escala. Se invitó á una conferencia que se celebraría el 26 de Noviembre en St.

Louis Missouri, «porque St. Louis está en el centro de los Estados agrícolas.» Debo añadir que el «Engineering and Mining Journal» de Nueva York, de cuyo periódico he tomado muchos de estos datos, se opuso de la manera más inteligente, en una serie de artículos excelentes, tanto á la prohibición de los minerales mexicanos como á la libre acuñación de la plata.

La conferencia en St. Louis tuvo poco éxito, y la discordia entre los productores de plata aumentó en proporciones. Se pensó entonces en las ventajas que produciría el establecimiento de fundiciones en México, por ser ese país muy rico en minerales de plata de muy diversas clases. Efectivamente, ya en Mayo de 1890 el Gobierno mexicano celebró contratos para el establecimiento de cinco haciendas de beneficio en diferentes partes del país. Mientras en Wáshington se discutía el arancel Mc Kinley, en México se construyó un ferrocarril á las minas de plomo de Sierra Mojada, y pronto comenzaron las operaciones de la primera fundición en Monterrey.

El arancel Mc Kinley conservó la alta cuota contra México; pero permitió que las fundiciones, al menos pudieran constituirse en almacenes de depósito, es decir que pudieran hacer, libres de derechos, la fundición de los minerales plomosos extranjeros con destino á la exportación. A fines de 1890 la producción de plomo de los minerales del país, en los Estados Unidos, había disminuído en 3,300 toneladas, en parte con motivo del agotamiento progresivo de los crestones de los minerales de carbonato de plomo en Leadville. (1)

Todas las haciendas de beneficio subieron sus cuotas. Cuando, como se ha dicho antes, en 1889 la fundición había rendido hasta el 84 por ciento de la plata contenida en los minerales medianos, esa cifra subió en muchos casos hasta el 95 por ciento, debido á la competencia entre las haciendas de beneficio. Entonces comenzó un retroceso. Ciertos minerales secos fueron decididamente rechazados. Las leyes sobre acuña-

(1) En este tiempo fué cuando de los periódicos científicos americanos pasó á los de Europa la amonestación contra la compra de ciertas minas en Leadville que habían sido famosas; pero que probablemente habían sido ya explotadas hasta la vecindad de los sulfitos, («Maid of Erin Silver Mines Company Limited.» Economist, Junio 20 de 1891, pág. 793, y en otros trabajos.