en las minas de oro y plata. Los malhechores rusos han poblado las minas de la Siberia; pero en las colonias españolas es felizmente desconocido este castigo siglos hace. El minero mejicano es el que está mejor pagado entre todos los mineros; gana á lo menos de 25 á 30 pesetas por semana de seis dias, cuando el jornal de los que trabajan al aire libre, por ejemplo, en la agricultura, es de ocho pesetas en la mesa central, y de nueve y media cerca de las costas *. Los tenateros y faeneros, cuyo oficio es conducir los minerales á los despachos, ganan muchas veces mas de seis pesetas por su jornal de seis horas **. La buena fe no es tan comun entre los mineros mejicanos como entre los alemanes y suecos, y se valen de mil ardides para robar los minerales que son muy ricos. Como estan casi desnudos, y se les registra al salir de la mina del modo mas indecente, ocultan pedacitos de plata nativa, ó de rosicler, ó plata córnea entre el pelo, debajo de los sobacos ó en la boca; colocan tambien en el ano cilindros de arcilla llenos de metal, á que llaman *longanas*, de las cuales algunas tienen 13 centímetros (cinco pulgadas) de largo. Es un triste espectáculo ver en las grandes minas de Méjico, centenares de operarios, entre los cuales hay algunos muy hombres de bien, precisados á dejarse registrar al salir del tiro ó del cañon. Se toma nota de los mi-

* Véase, tom. II, pag. 56, 296 y 358.

** En Freiberg, en Sajonia, un minero gana cada semana de cinco jornales de 4 pesetas á 4 y media.

nerales que se hallan en el pelo, en la boca ó en otra parte del cuerpo del minero. En Guanajuato, en solo la mina de Valenciana, el valor de estos minerales robados, una gran parte de ellos por medio de las longanas, ascendia, desde 1774 á 1787, á la suma de 180,000 duros.

En lo interior de las minas se intervienen con mucho cuidado los minerales que conducen los tenateros desde los planes al tiro. En Valenciana por ejemplo, se sabe, con pocas libras de diferencia, la cantidad de matriz que sale diariamente de la mina; digo de matriz, porque nunca se saca la roca, sino que se la emplea para llenar los huecos que dejan los minerales extraidos. En el despacho de los grandes tiros estan socavados en el muro dos aposentos, en cada uno de los cuales estan sentados dos *despachadores*, que tienen un libro en el cual se pone el nombre de todos los mineros ocupados en la conduccion. Delante de ellos, cerca de la mesa de despacho, estan colgadas dos balanzas. Cada tenatero cargado de mineral se presenta á la mesa de despacho, y dos personas colocadas cerca de las balanzas juzgan del peso de la carga, sobrelevantándola un poco. Si el tenatero, que en el camino que ya lleva hecho ha tenido tiempo de valuar su carga, la cree de menos peso que lo que dice el despachador, no dice nada, porque el error le es útil; si por el contrario la considera mayor, entonces pide que se pese su carga en la balanza, y el peso que asi se señala, se escribe en el li-

bro del despachador. De cualquier parte de la mina de donde venga el tenatero, se le paga la carga de nueve arrobas un real de plata y la de 13 ½ arrobas á real y medio por viage. Hay tenateros que hacen en un dia ocho ó diez viages, y se arregla su paga segun el libro del despachador. No hay duda que este método de cuenta y razon es bien digno de elogio, y se admira á un mismo tiempo la celeridad, el órden y paz con que se consigue determinar el peso de tantos millares de quintales de minerales como dan en un solo dia unas vetas de 12 ó 15 metros de ancho.

Estos minerales, ya separados de las rocas pobres dentro de la misma mina por los maestros (*quebradores*), pasan por tres preparaciones, á saber, en los despachos, en donde trabajan mugeres, en los molinos de mazos y en las tahonas ó arrastres. Estas tahonas son unas máquinas en las cuales se tritura la matriz con unas piedras muy duras que tienen un movimiento circular y que pesan mas de 7 ú 8 quintales. Hasta ahora no se conoce ni el lavadero en la tina (*sezwäsche*) ni el de las mesas inmobles (*liegende heerde*) ó de percusion (*stossheerde*). La preparacion con los mazos ó en las tahonas, que se asemejan á los molinos de tabaco, es diferente segun que el metal se destina á la fundicion ó á la amalgamacion. Propiamente las tahonas no se usan sino para esta última operacion; sin embargo algunos granos metálicos muy ricos, llamados *polvillos*, que han sufrido la trituracion en la tahona, van tambien á la fundicion.

La cantidad de plata extraida de los minerales por medio del mercurio es á la producida por la fundicion como 3 ½ á 1. Esta proporcion resulta del estado general formado por las cajas reales de los diferentes distritos de minas de Nueva-España. No obstante hay algunos de estos distritos ó reales, por ejemplo los de Sombrerete y Zimapan, en los cuales es mas lo que se saca por fundicion que por amalgamacion.

Plata quintada extraida de las minas de la Nueva-España, desde 1° de enero de 1785, hasta 31 de diciembre de 1798.

TESORERIAS ó CAJAS REALES QUE PERCIBEN EL QUINTO.	PLATA SACADA POR AMALGAMACION. (*marcos de azogue.*)	PLATA SACADA POR FUNDICION. (*marcos de fuego.*)
Méjico.	950,185	104,835
Zacatecas.	1,031,360	173,631
Guanajuato.	1,937,895	531,138
San Luis de Potosi. . .	1,491,058	24,465
Durango.	536,272	386,081
Guadalajara.	405,357	103,615
Bolaños.	336,355	27,614
Sombrerete.	136,395	184,205
Zimapan.	1,215	247,002
Pachuca.	269,536	185,500
Rosario.	477,134	191,368
TOTAL en marcos. .	7,572,762	2,159,454

Creo que deberia añadirse una 5ª parte á las cantidades que se acotan en el precedente estado, para reducirle al verdadero estado actual del laborío. En

tiempos de paz, la amalgamacion es mayor que la fundicion, la cual en general es mala. Haciéndose de año en año mas escasa la leña en la loma de las cordilleras, que es la parte mas poblada, la diminucion de lo que se extraiga por medio de la fundicion es muy útil para las fábricas que necesitan gran consumo de combustible. En tiempo de guerra, la falta de mercurio detiene los progresos de la amalgamacion, y precisa á los mineros á estudiar el modo de perfeccionar la fundicion. El director general de minas, el señor Velazquez, suponia todavía, en 1777 (antes de descubrirse las ricas minas de Catorce, donde apenas se hace fundicion), que de todos los minerales de Nueva-España, $\frac{2}{5}$ pasan por el fuego, y $\frac{3}{5}$ por la amalgamacion.

Los límites que nos hemos prescripto en la redaccion de esta obra no nos permiten entrar en el pormenor de los métodos de amalgamacion usados en Méjico; bastará dar en general una idea de ellos, examinar los fenómenos químicos que se observan en la mayor parte, y hacer conocer las dificultades que se oponen en el Nuevo Continente á la introduccion del método inventado en Alemania, en 1786, por Born, Ruprecht y Gellert. Los que deseen conocer á fondo la práctica de la amalgamacion mejicana, hallarán las noticias mas completas en una obra publicada por M. Sonneschmidt. Este apreciable mineralogista ha residido en Nueva-España por espacio de doce años; tuvo ocasion de hacer ensayos de amalgamacion con muchos y varios minerales, y estuvo en disposicion

de observar por su propia experiencia las ventajas ó inconvenientes de los diversos métodos que se siguen en las minas de América desde el siglo XVI.

Los antiguos conocian la propiedad que tiene el azogue de combinarse con el oro, y se servian de la amalgamacion para dorar el cobre, y para recoger el oro contenido en los vestidos usados, reduciéndolos á cenizas en vasijas de arcilla *. Parece tambien cierto, que antes del descubrimiento de la América, los mineros alemanes empleaban el mercurio, no solo en los lavaderos de las tierras auríferas, sino tambien para sacar el oro diseminado en las vetas **, sea en su estado nativo, sea compuesto con las piritas de hierro y la mina de cobre gris. Pero la amalgamacion de los minerales de plata, la ingeniosa manipulacion que se usa hoy en Méjico, y á la cual se deben la mayor parte de los metales preciosos que hay en Europa, ó que han refluido de Europa á Asia, no data de mas lejos que del año de 1557; y fue inventada en Méjico por un minero de Pachuca, llamado Bartolomé de Medina.

* Plin. XXXIII, 6. Vitruv. VII, 8. Bekmann's Gesch. der Erfindungen, b. I, p. 44; b. III, p. 307; b. IV, p. 578.

** Por ejemplo en Goldcronach, en el Fichtelgebirge, en donde aun se enseña el sitio de los antiguos molinos de amalgamacion (*quickmühlen*) destinados á moler los minerales auríferos. Varios documentos preciosos hallados en los archivos de Plassenburgo, y que he tenido ocasion de estudiar durante una larga mansion que hice en las montañas de Steeben y de Wunsiedel, prueban la antigüedad de las construcciones destinadas para la amalgamacion en Goldcronach.

Por los documentos que existen en los archivos del despacho general de Indias, y segun las investigaciones de D. Juan Diaz de la Calle *, no puede quedar duda ninguna acerca del verdadero autor de esta invencion, que se ha atribuido * unas veces al canónigo Enrique Garcés, que principió en 1566 á beneficiar las minas de azogue de Huancavelica, otras á Fernandez de Velasco, que, en 1571, introdujo la amalgamacion mejicana en el Perú. Todavía es mas incierto el que Medina, que habia nacido en Europa, no hubiese ya hecho experiencias de amalgamacion antes de ir á Pachuca. Un alcalde de corte en Méjico, Berrio de Montalvo **, autor de una memoria sobre la manipulacion de los minerales de plata, asegura que Medina habia oido decir en España, que se podia sacar la plata por medio del azogue y de la sal comun; pero no da ninguna prueba convincente de esta asercion. La amalgamacion en frio pareció tan productiva en Méjico, que cinco años despues del primer descubrimiento de Medina, en el año de 1562, se conta-

* *Memorial dirigido al señor don Felipe IV* (Madrid, 1646), p. 49. Garcés, *del Beneficio de los Metales*, p. 76-82. Compárese tambien la *Real cédula expedida en Valladolid, en 4 de marzo*, 1559.

** Solórzano, *Politica de las Indias*, lib. VI, cap. VI, nº 17. *Garcilaso*, p. I, pág. 225. *Acosta*, lib. IV, cap. II. *Lampadius Handbuch der Huttenkunde*, b. I, p. 401.

*** *Informe al Excelentísimo señor Conde de Salvatierra, virey de Méjico, sobre el beneficio descubierto por el capitan Pedro Mendoza Melendez y Pedro Garcia de Tapia* (Méjico, 1643), p. 19.

ban ya en Zacatecas * treinta y cinco haciendas donde se manipulaban los minerales con el azogue, aunque Zacatecas esté tres veces mas distante de Pachuca que no las antiguas minas de Tasco, Zultepeque y Tlapujahua.

No parece que los mineros de Méjico siguen principios bastante fijos en la eleccion de los minerales que deben ir á fundicion ó á amalgamacion; se ve fundir en unos distritos las mismas sustancias minerales que en otros se cree no poderse trabajar sino por amalgamacion. Por ejemplo, los minerales que contienen muriate de plata son unas veces fundidos con el carbonato de sosa (*tequesquite*), otras van á la amalgamacion ya de patio ya de cazo; y frecuentemente solo la abundancia de mercurio, y la facilidad de proporcionárselo es lo que decide al minero en la eleccion del método que emplea. En general se considera preciso echar á fundicion los minerales secos muy ricos, los que contienen diez ó doce marcos de plata por quintal, el sulfate de plomo argentífero y los minerales compuestos de blenda y de cobre sulfúreo. Por el contrario se amalgaman con utilidad, los pacos ó colorados ** que no tienen el brillo metálico; la plata

* *Descripcion de la ciudad de Zacatecas, por el Conde de Santiago de la Laguna*, p. 42.

** *Alvaro Alonso Barba, el arte de beneficiar metales*, 1639, lib. II, cap. IV. *Felipe de la Torre Barrio y Lima, minero de San Juan de Lucanas, Tratado de azoguería* (Lima 1738). *Juan Ordoñez, Cartilla sobre el beneficio del azogue* (Méjico 1758). *Francisco Javier de Soria, Ensayo de metalurgia* (Méjico 1784).

nativa sulfúrea, el rosicler, la plata ágria y la córnea; el cobre gris (*fahlerz*) rico de plata y todas las minas secas que estan diseminadas en la matriz en partículas muy pequeñas.

Los minerales que se destinan á la amalgamacion deben estar triturados ó reducidos á polvo muy fino para presentar el mayor contacto posible al mercurio. Esta trituracion en los arrastres ó tahonas de que ya hemos hablado es la operacion que se hace con la mayor perfeccion en casi todas las haciendas de laborío de Méjico. En ninguna parte de Europa he visto harinas minerales ó sea lama (*schlich*) tan fina y de grano tan igual, como en las grandes haciendas de plata de Guanajuato, pertenecientes al conde de la Valenciana, al coronel Rul y al conde Perez Galvez. Cuando los minerales son muy piritosos, se los quema, ó al aire libre apilados sobre camas de leña, como en Sombrerete, ó ya reducidos en lama, poniéndolos en hornos de reverbero que llaman *comalillos*. Encontré varios de estos en Tehuilotepec, que tienen doce metros de largo, sin chimeneas, pero con dos fogones, cuyas llamas atraviesan el laboratorio. Con todo, esta preparacion química de los minerales se usa poco hablando en general; el gran volúmen de las sustancias que deben amalgamarse, y la falta de combustibles en la mesa de la Nueva-España, hacen la quema no menos difícil que costosa.

La trituracion en seco se hace con unos mazos de los cuales trabajan ocho á un tiempo, y estan movidos

por ruedas hidraúlicas ó por caballerías. El mineral ya machacado, ó sea *la granza*, se pasa por un gran cuero agujereado, especie de criba; y esa granza se la reduce á harina muy fina en los arrastres ó en las tahonas, distinguiéndose estas en sencillas ó de marco, segun que tienen dos ó cuatro gruesos pedazos de pórfido ó de basalto, á que llaman piedras voladoras, que giran en un círculo de nueve á doce metros de circunferencia. Se colocan por lo comun en fila bajo un mismo soportal ó cobertizo doce ó quince de estas tahonas, y se las da el movimiento ó con agua ó con caballerías que se mudan de ocho en ocho horas. Una de estas máquinas muele en 24 horas 300 ó 400 hilógramos de mineral. La lama húmeda que sale de las tahonas se lava algunas veces nuevamente en los estanques de *deslamar*, cuya construccion se ha perfeccionado modernamente en el distrito de Zacatecas por el señor Garcés. Cuando los minerales son ricos, como en la mina de Rayas de Guanajuato, no se las reduce en las tahonas sino al volúmen de una arena gruesa, que llaman *jalsonte* y se separan por medio de lavaduras los granos metálicos mas ricos que se destinan á la fundicion, cuya operacion, que es muy económica, se llama *apartar polvillos*.

Me han asegurado que cuando se destinan á la amalgamacion minerales de plata que son muy pobres de oro, se echa azogue en la pila sobre la cual dan vueltas las piedras de las tahonas: entonces se forma la amalgama aurífera al paso que se pulveriza el mine-

ral, y el movimiento giratorio de las piedras voladoras favorece la convinacion de los metales. No he tenido ocasion de ver esta operacion, que no se practica en Guanajuato *. En algunas haciendas de plata principales de Nueva-España, por ejemplo en Regla, no se conocen aun las tahonas; se contentan todavía con el uso de los mazos, y la lama que sale se pasa por cedazos y tolvas. Esta preparacion es muy imperfecta, porque el polvo de grano desigual y grueso se amalgama muy mal, y padece mucho la salud de los jornaleros con la nube de polvo metálico que está perpetuamente levantada en aquellos parages.

La lama humedecida se lleva desde las tahonas al patio ó galera de la amalgamacion, que por lo comun está enlosada con baldosas de piedra. Se colocan las lamas en montones que figuran una torta, y este nombre dan al monton de lama humedecida que se deja expuesto al aire libre, y que muchas veces tiene de veinte á treinta metros de ancho y cinco ó seis decímetros de espesor. Para la amalgamacion *en patio* que es la mas usada en América, se emplean los materiales siguientes: la sal blanca, el magistral, ó sea sulfato de hierro y cobre, la cal y las cenizas vegetales.

La sal que se gasta en Nueva-España es muy desigual en su pureza, segun que viene de las lagunas saladas que rodean el puerto de Colima á la orilla del mar del sur, ó de la famosa laguna del Peñon blanco entre S. Luis de Potosí y Zacatecas. Esta laguna, que visitó M. Sonneschmidt, está situada al pie de una roca de granito á la falda de la Cordillera, y se seca todos los años por el mes de diciembre. Da anualmente para la Real hacienda cerca de 250,000 fanegas de sal tierra, y todas se venden para los patios de amalgamacion; siendo el precio de cada fanega, en el sitio mismo, medio duro. Los distritos de las minas de la intendencia de Méjico reciben sal de las costas de Veracruz y de las fuentes de Chautla; en Tasco cuesta la sal comun de Veracruz cuatro pesos el quintal.

* Aqui padeció equivocacion el autor, puesto que personas de aquel pais, é inteligentes en esta materia, aseguran que en Guanajuato se hace siempre asi la operacion, y todo el oro que aquella mina produce, se extrae asi. — *(Nota del traductor).*

El magistral es una mezcla de cobre piritoso ó pirita (*kupferkies*) y de hierro sulfurado, quemado por algunas horas en un horno de reverbero, y enfriado lentamente; si se quema por mas tiempo, resulta un sulfato ácido de hierro y cobre mezclado con hierro oxidado en su maximum. Algunas veces *, bien que raras, los *azogueros*, que asi se llaman los operarios de la amalgacion, añaden á las piritas, durante su quema, la sal comun, de suerte que se forma sulfato de sosa y muriato de cobre y hierro. He visto tambien mezclar con el magistral tierras de tinta ó de caparrosa, que son unas tierras ocraces que contienen el óxido de hierro en su maximum y sulfatos de hierro. En las minas del Real de Moran se echa mano, para

* *Garcés*, p. 90.

preparar el magistral, de piritas de cobre de S. Juan Sitacora, de las cuales se paga la carga á razon de diez pesos. La cal se obtiene calcinando la piedra de cal bien pura y apagándola con agua; raras veces se sustituye la accion de las cenizas alcalinas á la de la cal.

Por el contacto de estas diferentes sustancias, á saber la lama humedecida, el azogue, la sal comun, los sulfatos de hierro y cobre y la cal, es como se forma la amalgama de plata en el método de la amalgamacion en frio, llamada *de patio y por crudo.* Se empieza mezclando desde luego la sal con la lama, y *se repasa,* esto es, se revuelve la torta. Segun es la pureza de la sal que se emplea, se da á cada quintal de lama diversa porcion, desde dos y media á veinte libras; y si la sal es de mediana pureza, se toma un tres ó cuatro por ciento de ella. Llámanse *metales salineros* los que se juzga que exigen mucha sal y en que el mineral de plata se halla en granos de bastante volúmen : se deja reposar el metal *ensalmorado* por algunos dias á fin de que la sal se disuelva y se reparta con igualdad. Si el azoguero juzga que los metales estan *calientes*, es decir, en estado de oxidacion, y cargados naturalmente, sea de sulfuros de hierro y cobre que se descomponen rápidamente al aire, sea de muriato de plata, se añade cal para enfriar la masa; operacion que se llama *curtir* los metales con cal. Por el contrario, se pone magistral, si las harinas parecen demasiado frias, por ejemplo, si provienen de minerales que presentan mucho brillo metálico, si contienen negrillos agalenados (sulfuro de plomo) ó piritas de difícil descomposicion al aire húmedo, lo cual se llama curtir con magistral. Se atribuye al sulfato de hierro y cobre la propiedad de calentar la masa; no teniéndola por bien preparada, sino cuando humedecida y puesta en la mano causa alguna sensacion de calor. En este caso, el ácido sulfúrico, que está concentrado en el sulfato ácido, atrae el agua y se combina con ella desprendiendo calórico.

Acabamos de describir dos maneras de preparacion química de los minerales, esto es, la de ensalmorar, y la de curtir con la cal ó el magistral. Despues de algunos dias de reposo se comienza á incorporar el azogue con la lama. La cantidad de mercurio se regula por la plata que se cree sacar de los minerales; y por lo comun se pone en el *incorporo* seis veces tanto mercurio como plata contiene la torta. Para un marco de plata se calculan de tres á cuatro libras de azogue, y al tiempo de echar este, ó poco despues, se añade á la masa una porcion de magistral segun la calidad, ó usando del lenguage bárbaro de los azogueros, segun los grados de frialdad de los minerales. Se calculan de una á siete libras de magistral por cada libra de mercurio; y si este toma un color aplomado, es señal de que la torta *trabaja*, ó sea que ha comenzado la accion química. Para fomentar esta accion y aumentar el contacto de las sustancias, se *da repaso*, esto es, se remueve la masa, sea forzando veinte ó mas