

FAMILIA DE LOS OSMIDOS.

ESPECIE ÚNICA.—IRIDOSMINA.

(Osmiuro de iridio, Iridio nativo).

Es una sustancia metálica que se presenta en granos blancos, algunas veces en laminillas exagonales ó en polvo negro; su peso específico es de 19,25; es inalterable al soplete é inalterable por los ácidos; da por la calcinacion con el nitrato de potasa un olor análogo al del cloro y una masa atacable por el agua, cuya disolucion precipita en copos verdes por la adición del ácido nítrico.

Esta sustancia se compone de una aleacion de iridio

y osmio en proporciones que aun no se han fijado; un análisis de Thompson, ha dado el resultado siguiente:

Osmio.	24,5
Iridio.	72,9
Hierro.	2,6

Esta sustancia se encuentra tambien con el platino, ya en granos distintos mas ó menos cristalinos, ya en polvo fino que queda en el fondo de la vasija cuando se trata el platino bruto por el agua régia.

METALURGIA

Y

USOS DIRECTOS DE LOS METALES.

ARTICULO PRIMERO.

EXPLOTACION.

I. Disposicion de las minas en el seno de la tierra: manera de buscarlas.

OBSERVACIONES inexactas habian hecho creer que la presencia de los minerales en un terreno podia reconocerse por caracteres sensibles. Al presente se ha convenido en que los metales encerrados en el seno de la tierra no están indicados con seguridad sino por afloramientos; es decir, por una porcion del depósito mismo del mineral puesto á descubierto. Este carácter evidente falta muchas veces, entonces se puede recurrir á otros indicios, pero sin confiar mucho en ellos. De este número son: las piedras rodadas que se encuentran en los torrentes; los filones y metales, pero compuestos de piedras coloreadas por óxidos metálicos, las aguas que tienen en disolucion sales metálicas, y mejor aun que esto el conocimiento de la constitucion general del terreno.

Los metales no se encuentran indistintamente en toda clase de terrenos. Hemos visto que eran, por ejemplo, mas comunes en las montañas de mayor altura, y sobre todo en los terrenos de transición que en las elevadas montañas primitivas y en las llanuras de última formacion. Asi hay mas esperanza de encontrarlos en los gneiss, micasquistas, esquistos lustrosos, cal carbonatada sacaroidea etc., que en los granitos, la cal carbonatada compacta, los esquistos bituminosos, la creta, etc.

Ya hemos dicho que los metales se encuentran en el seno de la tierra de tres maneras; en filones, capas y masas, y hemos dado una idea de lo que son estas tres cosas. No hablaremos aquí de las diferentes maneras de ser en los minerales, sino para decir lo que es necesario en el arte de las minas.

Los minerales metálicos se encuentran ordinariamente en filones. Un filon puede considerarse como una hendidura llena ó vacía, que corta las capas de una montaña; su cara superior se llama *techo*, y su cara inferior *muro ó lecho*. Se llama *cabeza ó sombrero* de un filon, la parte mas inmediata á la superficie de la tierra; *salbanda* las dos grandes superficies que forman como las paredes del filon; *orilla* una pequeña capa de materia terrosa ordinariamente arcillosa que se encuentra en el filon y la roca, que constituye el terreno atravesado por el filon; *drusas ó bolsas*, las cavidades mas ó menos considerables que se encuentran en los filones, y cuyas paredes suelen estar tapizadas de cristales.

Un filon, prescindiendo de su espesor, se debe considerar como un plano, que se halla diferentemente inclinado con el horizonte y dirigido hácia uno de los puntos cardinales. Una línea horizontal tirada por el

plano de un filon, se llama *línea de direccion*; su direccion hácia uno de los puntos cardinales se llama *direccion del filon*. Otra línea igualmente tirada en el plano de un filon, pero perpendicularmente á la primera se llama *línea de inclinacion*; la inclinacion de esta línea respecto al horizonte, expresa la del filon. El espesor de un filon se llama su *potencia*.

La direccion del filon se toma por medio de la brújula; y su inclinacion por medio de la plomada.

Los filones principales suelen ir acompañados de otros que se le reunen. La parte pétreo de los filones, que es ordinariamente de cuarzo, de cal carbonatada laminar, de cal fluatada, de barita sulfatada, etc., lleva el nombre de *ganga*. Los hilos de mineral que recorren esta ganga y los filones muy delgados, suelen llamarse *venas*. Cuando un filon no contiene mineral alguno, se dice que es estéril. Los mineros aplican en general este nombre á todas las piedras que no contienen mineral.

Los filones tienen casi siempre poca regularidad; se doblan, se ensanchan y estrechan de diferentes maneras. Su ganga y los minerales que contiene cambian de naturaleza ó de riqueza en diferentes puntos de su extension.

Los metales se encuentran mas rara vez en capas. Se sabe que las capas ó bancos son paralelos entre sí y con las que componen un terreno. En una capa se notan poco mas ó menos las mismas partes que en un filon.

Hay casos en que una capa de mineral no es paralela ni á las capas sobre que está colocada, ni á las que la cubren; no puede, sin embargo, ser considerada como un filon; si las capas que separa son de naturaleza diferente y si no siguen la misma direccion.

Cuando se explota, ya un mineral, ya un combustible en capa, los filones que le atraviesan son considerados como accidentales y llevan nombres particulares. Se les llama *fallo ó cortadura*.

Se llama *masa* una porcion informe de mineral reunida en el seno de la tierra. Estas masas son algunas veces producidas por la reunion de varios filones, y otras por una multitud de filones pequeños que se cruzan en todos sentidos; algunas veces, en fin, no son mas que filones de mucha potencia.

Se encuentran tambien ciertos minerales en arena depositada en el fondo de los valles. Estos depósitos se componen principalmente de oro, mercurio, estaño, hierro, y de diferentes piedras.

Cuando se sospecha la presencia de un mineral en el seno de la tierra, se debe antes de empezar la explotacion, asegurarse de su existencia, de su riqueza y de su extension, por indagaciones preliminares y poco dispendiosas.

Si es un filon del que se observan los afloramientos se pueden hacer algunos pozos ó conducir una zanja poco profunda en su direccion. Si es una capa se llega

mas fácilmente á reconocerla por medio de un instrumento llamado *sonda* ó *taladro de montaña*, y con el cual se pueden abrir en algunos días agujeros de 6 á 8 centímetros de diámetro, y de 100 á 150 metros de profundidad.

Este instrumento se compone de tres partes principales: el mango, que es una barra de hierro horizontal que se pasa por un anillo de la primera pieza y sirve para quitar y dar vueltas á la sonda. La barra ó cuerpo del instrumento que se compone de varias piezas ó alargaderas que se atornillan unas á otras por medio de una rosca ó de una barilla y que prolongan la sonda á medida que penetran la tierra. El taladro que termina la sonda por la parte inferior es una pieza de hierro acerado en su extremo y de forma diferente segun la naturaleza del terreno que se quiere horadar. Unas son huecas y cortantes y sirven para cortar y sacar la tierra vegetal, las arcillas, las margas y las arenas; otras son cortantes y sirven para partir las piedras blandas; otras terminan en escoplo ó en punta y sirven para cortar ó romper las rocas calizas, porfídicas, graníticas, etc.; otras en forma de cucharilla se usan para sacar el polvo producido por las anteriores á fin de poder examinar su naturaleza; otras, en fin, son huecas en su interior y están provistas de un fuerte tornillo ó de ganchos destinados á sacar las partes inferiores de una sonda que se hubiera roto en el agujero.

Cuando hay que atravesar tierras blandas, se hace obrar la sonda dando vueltas, pero si son piedras duras las que se quieren atravesar, se levanta la sonda y se la vuelve á dejar caer girando un poco á fin de romper las piedras por medio de este choque. Comprendese que el minero necesita valerse de palancas y poleas para levantar y hacer girar la sonda que se hace tanto mas pesada cuanto mas profundo es el agujero.

Con la sonda se pueden abrir agujeros horizontales y agujeros perpendiculares, yendo de arriba á abajo y aun algunas veces desde abajo arriba cuando se ha llegado á un subterráneo. Por este medio se reconoce la naturaleza del terreno que se taladra, y las materias útiles que puede contener. Por medio de muchos agujeros de sonda colocados convenientemente, se puede juzgar de la direccion, de la inclinacion, potencia y riqueza de las capas ó de los filones del mineral. Finalmente este instrumento es muy útil para buscar los manantiales, para dar salida en las minas á las aguas que entorpecen los trabajos y algunas veces para introducir en ellas el aire que es necesario.

II. Extraccion del mineral.

Cuando se ha reconocido por los medios que acabamos de indicar la posicion de un filon ó de una capa, y cuando por medio de los ensayos químicos se ha podido apreciar la riqueza del mineral, se trata de llegar á él, para extraerle del seno de la tierra.

Se consigue esto por medio de caminos subterráneos que se llaman *pozos*, cuando son perpendiculares, ó muy oblicuos, y *galerías*, cuando son horizontales ó muy poco inclinados. Se emplean estas diferentes clases de caminos, segun la diferente situacion de los filones ó de las capas.

Si se quiere explotar un filon situado en la parte media de una montaña, se abrirá una galería sobre este mismo filon en su direccion y en su parte mas baja posible. Al llegar al interior de la montaña se abrirán pozos subiendo y bajando, pero siempre siguiendo el filon. Se llevarán hasta la *luz*, es decir, hasta la superficie de la tierra, uno ó mas de los pozos ascendentes para dar á los trabajos interiores el aire que necesitan. De ochenta en ochenta metros se abrirán en la primera galería pozos paralelos entre sí y de cuarenta en cuarenta metros próximamente se reunirán

estos pozos por galerías horizontales ó paralelas. De esta manera se dividirá el filon en grandes trozos casi rectangulares. Estos trozos son los que hay que sacar casi completamente cuando se componen de mineral en su totalidad.

Tal es en pocas palabras la manera de atacar un filon cuando está situado en una montaña, es visible en la pendiente de esta montaña y ademas casi plano, regular y constante en su direccion; circunstancias que rara vez se encuentran reunidas.

Si el filon está situado en una llanura ó en una montaña tan ancha, que no se le puede atacar por los costados, se comprende que es preciso llegar á él abriendo pozos en su direccion. Estos pozos se abren unas veces en el filon mismo, y entonces son casi siempre oblicuos; otras veces son perpendiculares y están situados de manera que cortan al filon á cierta profundidad. Hay muchas razones en favor de uno y otro método, como indicaremos mas adelante. Pero por lo general, es preciso llegar primero hasta cierta profundidad, y explotar despues la mina subiendo. Las ventajas de este método, son: 1.ª desembarazarse pronto de las aguas que se reúnen en las partes bajas trabajando siempre en seco en los filones; 2.ª dejar la superficie del suelo entera y con toda su consistencia.

Cuando por el contrario se empieza la explotacion hácia la superficie de la tierra, se quita el suelo por su solidez, se abre paso á todas las aguas superiores, y los trabajos inferiores se hacen cada vez mas difíciles y aun algunas veces impracticables.

Cuando se trata de atacar á una capa se practica poco mas ó menos lo mismo, es decir, que se abren pozos para llegar á ella si no se presenta ninguna parte en la pendiente de la montaña ó si está situada bajo una llanura, etc.

Los obstáculos que hay que vencer en la ejecucion de estos trabajos preliminares, obstáculos que se encuentran igualmente en la continuacion de los trabajos de explotacion, son: la dureza de la roca, ó su poca consistencia; la abundancia de aguas, y la falta de aire respirable.

Para abrir la tierra, se emplean, segun su dureza diferentes medios; si es una tierra movetiza y propensa á desplomarse, basta la azada y la pala ordinarias. Si la roca se compone de grandes masas que se desprenden fácilmente por hendiduras naturales, los instrumentos que se emplean, son, el pico y las palancas, pero si la roca es sólida y compacta, hay que hacer uso de barrenos de pólvora.

Se empieza por desprender por lo menos una cara de la especie de paralelepípedo que se quiere separar en la roca en que se cava; se abre entonces en la roca un agujero cilindrico de tres á cuatro y medio decímetros de profundidad, y dos ó tres de diámetro; se coloca este agujero de manera que sea poco mas ó menos paralelo á la cara libre del peñasco que se quiere hacer saltar y á dos ó tres decímetros de distancia de esta cara, segun la naturaleza de la roca. Para hacer este agujero se usa una especie de taladro de hierro acerado á su extremidad que se llama *florete*, y que suele estar terminado en escoplo ó cincel con el filo bastante romo. El minero tiene en una mano el florete y le clava en la roca, dándole vueltas mientras que le golpea con un martillo de hierro que tiene en la otra mano. Los primeros floretes que emplea, son cortos, los últimos son largos y mas delgados. Una especie de rasqueta ó raspador le sirve para sacar el polvo que se forma á medida que el agujero es mas profundo. Cuando el agujero está hecho y limpio y las cavidades laterales que se encuentran en la roca han sido tapadas con arcilla, el minero coloca en él el patron ó cartucho que contiene de seis á doce decágramos de pólvora. Pincha este cartucho con una larga aguja de cobre que se llama *alfiler* y que deja en el agujero mientras

le llena de arcilla bien apretada; entonces saca el alfiler que ha formado un canal en el cual el minero introduce una barrita de hojas de caña frotada con una pasta de pólvora. Al extremo de esta pajilla aplica una mecha azufrada que enciende, y la cual arde con una lentitud suficiente para dar al minero tiempo de alejarse. Estalla el golpe y desprende una gran masa de roca si el agujero ha sido bien colocado y dirigido.

La abertura de la roca con la pólvora es muy preferible á la que se hace con instrumentos, puesto que cuesta menos cara. No se usan pues aquellos sino en los casos en que no se puede usar la pólvora; á saber: 1.ª cuando el mineral que se quiere separar es precioso; 2.ª cuando la roca es cavernosa, lo cual hace casi nulo el efecto de la pólvora; 3.ª cuando puede temerse que la conmocion causada por la explosion produzca en las minas poco sólidas hundimientos peligrosos.

Por lo demás, ya se emplee uno ú otro medio para abrir la roca debe hacerse lo posible para que el trabajo sea mas fácil y mas pronto, procurando que la masa que se ataca se desprenda siempre por una, dos y aun tres caras. El efecto de la pólvora ó de las herramientas es entonces mucho mas poderoso.

Los antiguos que no conocian el uso de la pólvora ablandaban la roca cuando era demasiado dura, calcinándola por medio de un fuego vivo que dirigian contra ella. Este medio bastante eficaz, se ha abandonado casi completamente, porque tiene muchos inconvenientes, y sobre todo porque es muy caro en razon á la leña que consume. Se ha usado bastante en Sajonia, Hartz, Noruega y Transilvania. Algunas veces tambien hay necesidad de usarle para ablandar ciertos cuarzos y granitos demasiado duros para ser fácilmente penetrados por los floretes.

Si el terreno en que se abren los caminos subterráneos que conducen al criadero del mineral es sólido y compacto, se sostiene por su propia agregacion, con tal que no se abran en él cavidades demasiado espaciosas; pero sucede frecuentemente que el terreno es movible, desmoronadizo, como arena, y entonces es preciso sostenerle por medio de los revestimientos de madera ó piedra. Los primeros se llaman enmaderados, y los segundos amurallados.

El enmaderado es el medio que mas se usa; el de las galerías, es algo diferente del de los pozos. Si se trata de establecer una galería de un terreno poco sólido, se sostienen los costados por pilares de madera colocados oblicuamente, y se sostiene el cielo raso por medio de una travesa llamada *viga de cornisa*, cortada de manera que esté sostenida por los pilares é impidan á estos que se junten, y sin que sus cortes adelgacen las piezas de madera. En los terrenos desmoronadizos se ponen detrás de estas piezas tanto en el techo como en las paredes, tablas colocadas horizontalmente que sostienen las piedras mas pequeñas. El minero coloca ó hace colocar estos revestidos á medida que avanza; pero si trabaja en un terreno movetizo, por ejemplo en arena ó en fragmentos, necesita ir colocando antes las maderas, entonces clava á golpe de mazo tablas gruesas y puntiagudas, que forman las paredes de la cavidad que quiere abrir; una de las extremidades de estas tablas está sostenida por los puntales colocados ya, y que el minero continúa colocando á medida que avanza.

Los pozos de minas que deben ser enmaderados, son siempre rectangulares, no solo para hacer mas fácil la colocacion de las maderas, sino por otros motivos que se indicarán despues. Como las tierras ejercen una presion igual por las cuatro caras, se sostienen por cuadros rectangulares de carpintería que se colocan algunas veces á medida que se profundiza el pozo, pero por lo general se colocan al subir. Estos cuadros reemplazan entonces á el enmaderado provisional que se habia puesto al abrir el pozo. Las piezas del primer cuadro se prolongan por sus extremi-

dades fuera de los bordes exteriores de dicho cuadro y se sostienen apoyándose en el suelo.

Como es necesario conservar á las maderas toda su solidez, no se escuadran las que se ponen en las galerías, pero se les quita la corteza porque se ha observado que se acelera la destruccion de las maderas conservando su humedad; se escuadran las maderas de los pozos.

La madera de abeto, de alerce, etc., que se llaman vulgarmente maderas resinosas y en Alemania maderas de agujas, duran por lo menos diez años, y por consiguiente mucho menos que las maderas de hojas, como las encinas, hayas, etc., que duran algunas veces cuarenta años. Las maderas resinosas se emplean sin embargo con bastante frecuencia en las minas, porque crecen comunmente en los paises de montañas que son al mismo tiempo paises de minas.

Se ha observado que las maderas se conservan tanto mas tiempo, cuanto el aire en las minas es mas puro y mas corriente ó ventilado.

Los pozos y las galerías que deben servir mucho tiempo, se revisten de muros, cuyas piedras son algunas veces puestas en seco, pero mas comunmente unidas por un cemento. El corte exacto que exigen las piedras puestas en seco, causa casi siempre un gasto mucho mayor, que el que puede costar el cemento.

Cuando se ha llegado á alguna profundidad en la tierra por las galerías, y sobre todo por los pozos, se encuentran manantiales de agua que interrumpen los trabajos, y que aun se opondrían á su continuacion, si no se poseyesen algunos medios para desalojarla. La mayor parte de estos medios pertenecen esencialmente á la mecánica y nos contentaremos con indicarlos, sin detenernos á describirlos. Hay tres maneras principales de dar direccion á las aguas; que son, la entivacion, las máquinas de sacar agua, y las galerías de desagüe.

Cuando abriendo un pozo se encuentran manantiales, se puede muchas veces impedir su expansion en los pozos, revistiendo las paredes de este por medio de la entivacion. Esta consiste en maderos de encina apretados unos contra otros á la manera de las duelas de una cuba, y tan juntos y sostenidos que no dejen entre sí paso alguno al agua. Se llena de musgo y aun de argamasa el espacio vacío que queda entre estas piezas de madera y las paredes del pozo; por este medio se detienen manantiales considerables.

Cuando este procedimiento no es practicable, ó cuando es insuficiente se abren en una ó muchas partes de la mina, y particularmente en la parte inferior de los pozos, cavidades llamadas sumideros, en las cuales se juntan todas las aguas; en seguida se sacan con cubos ó bombas.

El tercer procedimiento de desagüe es el mas seguro y el mas económico; pero para usarle es preciso que la mina esté en una montaña y que la mayor parte de los trabajos se hallen un poco mas arriba del fondo del valle mas bajo que limita esta montaña. En este caso se cubre á la profundidad posible una galería que se llama galería de desagüe, y que conduce al valle por una pendiente suave, todas las aguas de los trabajos superiores. Si hay trabajos inferiores á esta galería, se usan las bombas establecidas en el interior de la mina para hacer subir las aguas que se hayan reunido en ellos, y se vierten en la galería de desagüe.

Estas galerías son tan útiles para la salida de las aguas que no se teme hacer los mayores gastos para establecerlas en explotaciones que prometen larga duracion. A veces se da á estas galerías algunas leguas de longitud, y á veces tambien pueden estar dispuestas de manera que se saquen las aguas de varias minas, como se ve en las cercanías de Freiberg.

Se ha observado que los manantiales abundantes

se encuentran mas bien hácia la superficie del suelo, que á grandes profundidades. En estas profundidades la roca se vuelve mas seca y dura, y si se ha conseguido detener todas las aguas superiores, apenas se encuentran nuevos manantiales.

Cuando las galerías ó los pozos son profundos y además no tienen mas que una sola abertura al exterior, el aire que se halla á su extremidad no puede renovarse por ninguna corriente, en cuyo caso se *vicia*, las luces no arden en él y los trabajadores no pueden respirarle.

La circulación del aire se restablece, haciendo comunicarse si es posible estas galerías ó pozos, con otros cuyas aberturas al exterior no estén al mismo nivel que las de los conductos ó subterráneos donde se halla estancado el aire; pero como para establecer esta comunicacion, se necesita generalmente trabajar en estos mismos subterráneos, se puede purificar su aire por medios mas pronto y mas directos. Basta algunas veces formar en el suelo de la galería ó en uno de sus ángulos un conducto de tablas, que se prolonga algunos metros mas allá de su abertura al exterior, ó colocar en él tubos de madera. Este conducto establece una corriente de aire suficiente para renovar el que está viciado; pero si este medio no basta, se puede hacer mas activo construyendo un horno ó estableciendo un ventilador al extremo del conducto artificial. Estas máquinas de ventilacion se conservan hasta que la galería ó el pozo se encuentren naturalmente ventilados por su comunicacion con los demás trabajos de la mina.

Algunas veces sucede en las minas donde el aire podria circular por todas partes, que este fluido toma el camino mas corto y no atraviesa las obras mas profundas; entonces se les obliga á penetrar en ellas cerrándole el camino mas corto por medio de trampas.

El aire está viciado en el fondo de las minas, no solamente por la respiracion de los obreros y la combustion de las lámparas, sino tambien por causas que dependen del suelo mismo; así las piritas en descomposicion, las rocas de hornblenda que parecen contener carbono, las hullas, esquistos bituminosos, las arcillas mismas contribuyen á viciar el aire. Algunas de estas sustancias despiden unas veces gases deletéreos que son verdaderos venenos, tales como el gas hidrógeno, que contiene ázoe; otras gas hidrógeno carbonado ó sulfurado, que inflamándose á la aproximacion de las lámparas de los trabajadores produce detonaciones peligrosas. Se ha observado que estos gases se mantienen en la parte superior de las galerías y de las demás cavidades subterráneas. No hay medio seguro para trabajar en estos subterráneos, como no sea renovar completa y constantemente el aire por uno de los procedimientos que acabamos de indicar. Cuando el aire no está viciado hasta el punto de ser impropio para la vida, pero lo está sin embargo lo bastante para oponerse á la combustion de las lámparas ordinarias, se puede hacer uso de las inventadas por Humboldt. Estas lámparas tienen un reservatorio de aire y otro de agua: este último, comprimiendo el aire le derrama por una ó mas aberturas sobre la mecha de la lámpara y alimenta de este modo la llama.

Los mineros iluminan sus trabajos ya con bujías sostenidas en una especie de palmatoria de hierro terminada en punta; esta punta sirve al minero para clavar la palmatoria en las hendiduras de las rocas ó para prenderla en su sombrero cuando quiere tener las manos libres para bajar á la mina. Otras veces se sirven de lámparas de hierro herméticamente cerradas y suspendidas de manera que el aceite no se pueda salir; otras veces, en fin, usan linternas pequeñas sujetas á su cintura. Cuando se trabaja en minas que contienen gas hidrógeno detonante, no se puede usar ninguno de los métodos anteriores; para estos

casos se hace uso de la lámpara de seguridad inventada por Davy, cuya descripcion hemos hecho en otro lugar.

Acabamos de indicar los principales trabajos que se ejecutan para llegar hasta el mineral, los obstáculos que se encuentran y la manera de vencerlos. Veamos ahora cómo se arranca el mineral de su depósito, y cómo se saca fuera de la mina.

Hemos supuesto que el mineral estaba encerrado en un filon casi plano y de uno á dos metros de potencia. Hemos dicho que se le habia dividido por galerías y pozos en grandes piezas rectangulares poco mas ó menos, que es preciso sacar lo mas completamente posible.

Los mineros colocados en las galerías, que siguen el filon, pueden sacar ó la masa que se halla sobre su cabeza, ó la que está debajo de sus pies. En ambos casos proceden cortando esta masa en forma de escalera. Este género de explotacion se llama obra en *escalones ascendentes ó en escalones descendentes*, y se ejecuta del siguiente modo.

Cuando se quiere explotar el filon en escalones descendentes, se construye en los pozos á 10 ó 13 decímetros mas abajo del suelo de la galería, un andamio sobre el cual se colocan uno ó dos mineros segun la potencia del filon. Estos mineros empiezan por quitar dos paralelepípedos que tienen juntos de 10 á 13 decímetros de altura, por 6 ú 8 metros de longitud. Cuando se llega al tercero se colocan nuevos mineros en el mismo pozo, pero de 10 á 13 decímetros mas bajos que los primeros. Estos forman la segunda hilada de escalones, mientras que los otros siguen prolongando la primera. Cuando los segundos mineros han levantado dos paralelepípedos de la segunda hilada, se hace atacar la tercera por otros mineros y así sucesivamente para la cuarta, quinta, etc.; por medio de estos trabajos se forma una especie de escalera de grandes escalones, sobre la cual un gran número de mineros pueden atacar al mismo tiempo el filon sin estorbarse mutuamente y las partes que tienen que quitar, presentan siempre por lo menos dos caras libres, por lo cual son mas fáciles de desprender, ya sea con la pólvora, ya con herramientas.

En la continuacion de este trabajo, hay dos condiciones que llenar: 1.^a desembarazarse de los escombros; y 2.^a sostener las paredes de las rocas que no tienen sosten puesto que se ha sacado el filon.

Se llenan estas dos condiciones construyendo detrás de los mineros andamios que se colocan á dos ó tres metros unos de otros. Estos andamios sostienen las paredes del filon y reciben los escombros. Se comprende la necesidad que hay de darles una fuerza suficiente para producir este doble efecto.

En la obra en escalones ascendentes, el minero al atacar el filon, le da la figura de la parte inferior de una escalera. Si es el ángulo de la masa del mineral el que se quiere atacar así, se coloca el minero en el pozo sobre un andamio y enfrente de este ángulo; y hace desprender un paralelepípedo de 15 decímetros de alto y 6 á 8 metros de largo. Cuando ha avanzado de este modo en la masa, se coloca en el mismo pozo otro minero que ataca el filon á 15 decímetros mas arriba del primero; este hace saltar otro paralelepípedo, mientras que el primero continúa avanzando siempre. Cuando el segundo minero ha avanzado 5 ó 6 metros, se coloca un tercero, siempre en el mismo pozo. Este forma el tercer escalon, mientras los primeros adelantan los suyos y así sucesivamente.

Se comprende que adelantándose el primer minero sobre la galería, es necesario que esta esté abovedada, ó que el enmaderado de su techo sea muy sólido; porque este techo está destinado á sostener no solo á todos los mineros, sino los escombros que van resultando de sus trabajos y que deben servir para llenar la excavacion que forman, y al mism

tiempo para elevarlos lo suficiente, á fin de que puedan trabajar con comodidad.

Estas dos clases de obras en escalones, tienen ventajas é inconvenientes particulares, y son preferidos segun las circunstancias.

En la obra que se hace descendiendo, el minero se halla colocado sobre el suelo del filon, trabaja delante de sí y con comodidad, y no se halla expuesto á los pedazos que pueden desprenderse del techo. Como el camino que ha seguido para adelantar su trabajo está lleno con los escombros que echa tras de sí, sale por la parte inferior del escalon, y por este mismo punto es por donde se saca el mineral. Pero este género de obra exige mucha madera para sostener los escombros, y como la madera se pierde, se prefiere trabajar subiendo en los países en que la madera es rara.

En los escalones ascendentes el minero está obligado á trabajar en el techo y se sostiene sobre los escombros que hay á sus pies. Cuando estos llegan á ser abundantes, se conserva un pozo por el cual se arroja á la galería inferior el mineral escogido. Este escogimiento ó apartado es mas difícil que en la obra descendente porque el mineral rico se confunde frecuentemente con los escombros sobre que cae.

Cuando el filon es muy estrecho hay necesidad de quitar una porcion de la roca estéril que le encierra á fin de dar la obra una anchura suficiente para que el minero pueda penetrar en ella. Si en este caso el filon es muy distinto de la roca, se puede, para hacer el trabajo mas pronto y la separacion del mineral mas fácil, desprender el filon por una de sus caras y en cierta extension, lo cual se hace atacando la roca separadamente; esta operacion se llama despojar el filon. Cuando está desprendido de este modo, una porcion de pólvora basta para desprender una gran masa que no está mezclada con piedras estériles. En este caso el minero no da al espacio en que trabaja mas que la anchura indispensable para poderse mover con libertad.

Tal es la manera mas usual de explotar los filones de mediana anchura, es decir de dos metros próximamente, sin contar con muchos detalles que hemos omitido por no ser propios del caso. Vamos ahora á ocuparnos de los principios de explotacion de las minas en capas ó en masas, los cuales como se verá son muy diferentes de los anteriores.

Cuando el mineral forma montones ó masas voluminosas, se comprende que no podria extraerse en totalidad, sino haciendo excavaciones inmensas cuyas paredes no podrian sostenerse sin grandes gastos. Se puede en verdad reemplazar los puntales artificiales dejando masas de mineral de trecho en trecho; pero por este procedimiento se pierde una gran cantidad de mineral que no se puede recobrar despues.

Entre los diferentes métodos de explotar las minas en masa, elegiremos el que se llame obra al través, porque nos parece que es el mas ventajoso y el que puede aplicarse en mayor número de casos.

Supongamos que se trata de explotar una capa ó un filon de 18 metros de potencia y ligeramente inclinado al horizonte. Se abre en el terreno sólido y al lado del muro, un pozo, al cual se da cierta profundidad; se abre entonces una galería transversal que va á parar á la capa; al llegar al muro se conduce á la capa misma una galería de prolongacion. De esta galería y á distancias iguales con 9 ó 10 metros lo menos segun la solidez de la capa, se hacen partir galerías transversales que se llevan hasta el techo enmaderándolas si es necesario. Despues de sacar todo el mineral producido por la apertura de estas galerías, se quita el enmaderado y se llenan enteramente con los escombros de una mina ó con los que se introducen. Despues de llenas se abren á derecha é izquierda de estas galerías, otras galerías nuevas y se las lleva hasta el techo como

las primeras, se quitan las maderas y se llenan; por último, entre estas se abren otras nuevas y se saca todo el mineral llenándolas tambien.

Así, pues, se ha quitado á la capa un pedazo horizontal de mineral de 12 decímetros de espesor próximamente, y se ha reemplazado por escombros que sostienen las masas superiores y laterales, y que se apoyan en la masa inferior no explotada todavia. Para sacar otra cantidad de mineral igual á esta se abre una nueva galería de prolongacion sobre el muro ó lecho: el cielo de la primera sirve de piso á este. De esta galería se hacen partir otras transversales dispuestas como las que hemos descrito. Entonces se ve que se anda sobre los escombros inferiores, y hay necesidad de apoyar los puntales en pedazos horizontales de madera llamados *soleras*. A medida que se saca el mineral de esta segunda zanja por medio de las galerías, se llenan estas de escombros, sobre los cuales se establece una tercera obra, y así sucesivamente.

Por este medio se extrae todo el mineral de una capa sin dejar nada para formar puntales y se le reemplaza con escombros que de cualquier parte que vengan son siempre menos caros que el mineral que se dejase para servir de pilar aunque fuese la misma hulla. Sin embargo cuando el mineral es muy friable, se cree que se debe dejar para mayor seguridad de trecho en trecho pilares gruesos que suban perpendicularmente desde el fondo. Estos pilares estan sostenidos por escombros que se echan entre ellos, y cuando los escombros se han afirmado con el tiempo, se pueden entonces desprender los pilares mismos y reemplazarlos con piedras estériles. El método de las *obras al través* se puede aplicar como se ve á todas las minas en masa cuyo mineral tiene mucho mas valor que los escombros con que se reemplaza.

Nos ha sido preciso pasar en silencio una multitud de hechos, de detalles y de precauciones que son muy importantes en la práctica.

Hay ciertos casos en que la capa de mineral ó de combustible que se ha de explotar es tan delgada que se hace preciso no esperar con ella sino la menor cantidad posible de roca, para que su extraccion sea productiva. Si esta capa es horizontal ó poco menos, el minero casi desnudo trabajo tendido, y descalzo, por debajo la capa del mineral; llena de él una especie de carfeton muy plano, le sujeta á su pie y le saca á la rastra de su taller de explotacion. Se llama *trabajo á cuello torcido*, este género de explotacion que es sumamente fatigoso para el minero. De trecho en trecho se sostiene la parte superior de la capa con tarugos de madera.

Así es como se explotan algunas capas de las minas de cobre de Mansfeld, la marga plumbífera de Tarnowitz en Silesia, las capas de ulla de Hahlkreuzer en las cercanías de Meisenheim en el país de Deux-Ponts, etc.

El mineral arrancado de su criadero por los diferentes métodos que acabamos de indicar, es sacado fuera de la mina por diferentes medios. En primer lugar es preciso transportarle á la parte inferior de los pozos, al sitio que se llama punto de depósito; en muchas minas se usan para este transporte unos carretones particulares que son ordinariamente cajas con cuatro ruedas; dos grandes colocadas un poco detrás del centro de gravedad, y dos pequeñas colocadas delante. Cuando este carfeton está quieto, se sostiene sobre sus cuatro ruedas y se inclina un poco hácia delante; pero cuando el minero empujándole hácia delante; se apoya en su borde posterior, le conduce horizontal y entonces no descansa mas que sobre sus ruedas grandes. Se evitan por este medio los rozamientos que resultarían del uso de las cuatro ruedas, y el minero no lleva mas que una parte de la carga, como sucederia si se empleasen los carretones ordinarios.

Para disminuir entonces el tiro, se guarnecen con listones longitudinales de madera, y aun algunas veces de hierro fundido, las partes sobre que pasan las ruedas. De esta manera un minero puede rodar durante ocho horas, cerca de dos á tres mil quilógramos y aun mucho mas si la galería tiene pendiente.

Como las galerías no tienen exactamente mas que el ancho necesario para el paso de los carretones, se practica algunas veces en su piso una ranura, en la que resbala una punta fija por debajo de los carretones. Esta punta llamada *clavo de conduccion*, mantiene el carretón en su direccion y le impide chocar con los maderos, pero este procedimiento aumenta mucho los roces y por consiguiente el tiro.

En las grandes minas, como las de hulla y de sal, se introducen algunas veces caballos para el tiro de los carretones; en otras, como en las de Worsley, condado de Lancastre, se establecen canales subterráneos por donde se transporta el mineral con barquillas. Tambien se ha propuesto acarrear el mineral por medio de las mismas máquinas que sirven para elevarle.

Ahora solo resta elevar el mineral por los pozos cuando las minas no terminan al exterior por medio de galerías.

Cuando los trabajos de una mina empiezan y son poco profundos y poco activos, hasta colocar sobre los pozos un torno ó cabria por medio del cual se elevan cestos ó sacos llenos de mineral; pero este medio es á poco tiempo insuficiente, y hay necesidad de emplear máquinas de mas fuerza: entre ellas, la que se llama *máquina de moleta ó baritel*.

Esta máquina se compone de un eje vertical que en su parte superior tiene dos tambores de madera, cada uno de la figura de un cono truncado y colocados uno sobre otro base contra base. En cada uno de los tambores se arrolla un cable que despues pasa por unas poleas situadas sobre la abertura del pozo. A cada cable está sujeto un gran cubo ó cajón guarnecido de hierro destinado á contener el mineral, y aun algunas veces las aguas de la mina cuando no son muy abundantes; el eje de los tambores tiene unas palancas, á las cuales se unen bestias para hacerle girar, y como los cables que sostienen las cajas estan arrollados en sentido inverso, cuando uno sube del pozo, el otro baja. Cuando la caja llena empieza á subir, el peso del cable que está enteramente desarrollado la hace mucho mas pesada que cuando está inmediata á la abertura del pozo, porque entonces está contrabalaceada por el peso de todo el cable de la caja descendente. Para destruir en lo posible esta desigualdad en las resistencias que se han de vencer, se hacen los tambores cónicos.

Los caballos que hacen girar las máquinas de moletas, estan enseñados á parar á la primera señal, y á volverse para hacer mover las máquinas en sentido contrario, y bajar la caja que ha sido vaciada.

Cuando se emplean toneles, como son muy pesados, se les suspende por medio, de manera que se les pueda volver con un ligero esfuerzo. Llegados que son al borde del pozo, son detenidos por un gancho que los vuelca, y el mineral que contienen cae en un gran cajón colocado cerca de este borde. Se prefieren las cajas á los cubos porque se les puede hacer deslizar con mas facilidad por unas canales practicadas en las paredes del pozo; cuando llegan fuera, se coloca debajo de ellas un travesaño, se hace volver á los caballos, la cuerda se aloja, y la caja vuelve á bajar; pero detenida por el travesaño, hace ella misma de báscula y vierte su contenido en el cajón grande.

Hay circunstancias en que es importante detener la máquina en el momento, y sin el auxilio de los caballos. Para esto, se adapta á las máquinas de moleta otra máquina que se llama *freno*. Estas son dos largas vigas colocadas cada una á un lado del tambor; estan provistas de una pieza cóncava que abraza la

convexidad del tambor. Estas vigas estan dispuestas de modo que abrazan el tambor, y le aprietan fuertemente cuando se aproximan por medio de unas barras de hierro unidas á un rodillo giratorio. Cuando se mueve este rodillo, se acercan las dos vigas, aprietan el tambor y detienen la máquina por grande que sea el esfuerzo de los caballos ó el peso del mineral.

Los bariteles son á veces movidos por corrientes de agua, y algunas veces por máquinas de vapor. Estos diferentes medios se usan segun las circunstancias locales.

Despues de haber presentado la serie de los diferentes trabajos de las minas en el órden en que se ejecutan, debemos tratar de algunas pequeñas partes de las minas, que aunque sirven para muchos usos, no han podido ser descritas completamente antes de que se hubieran dado á conocer estos usos. Dichas partes son: los pozos y las galerías considerados de una manera general.

No hemos considerado los pozos sino como conductos casi perpendiculares que van desde la superficie de la tierra hácia la parte que se quiere explotar; pero sirven ademas para la introduccion del aire en las minas, para la entrada y salida de los trabajadores, para la extraccion de los minerales y de los escombros, y para recibir las máquinas hidráulicas destinadas á sacar las aguas. Estos diferentes usos de los pozos exigen, que se tomen precauciones particulares en su construccion.

Un pozo principal, es decir, el que sirve para la mayor parte de los trabajos que acabamos de numerar, tiene la forma de un rectángulo de unos 12 decímetros de ancho por 40 ó 50 de largo; ordinariamente está dividido en tres partes casi iguales. En una estan colocados los cuerpos de bomba de las máquinas hidráulicas, la escalera perpendicular por donde los mineros suben y bajan, y algunas veces los tubos de ventilacion. Las otras dos partes sirven para la circulacion de las cajas del baritel; siempre estan separadas del paso de los obreros, pero no siempre estan divididas entre sí. Es sin embargo importante tomar todas las precauciones necesarias para impedir á los cubos engancharse al subir ó bajar.

Los pozos del interior de la mina que no sirven sino para trabajos pequeños, y que por consiguiente no tienen á su entrada mas que una cabria, los que estan destinados á servir para buscar el mineral, para la ventilacion etc., y en fin, todos los que no tienen mas que un solo uso, son mas pequeños que los pozos principales y no tienen apenas mas de 12 decímetros de ancho por 24 de largo.

Los pozos son unas veces perpendiculares cualquiera que sea la direccion del filon, y otros son oblicuos, siguen la inclinacion del filon, y aun se hallan situados sobre su masa ó piso.

Siendo los primeros mas cortos que los segundos, cuestan menos de abrir y de enmaderar, y los cubos estan en ellos libremente suspendidos.

Los pozos oblicuos abiertos en el filon mismo, tienen por primera ventaja no haber costado nada de establecer, puesto que al abrirlos se extraia al mismo tiempo el mineral, y esta ventaja es importante. Los cubos deslizando por un plano inclinado, experimentan en verdad rozamientos que hacen la salida mas difícil, que los desgastan y desgastan las maderas, pero tambien disminuyen de peso; y si estas cubas se transforman en cajas que ruedan sobre listones bien unidos, el rozamiento se reduce á muy poco. Hay casos, pues, en que los pozos oblicuos son preferibles á los perpendiculares.

Las galerías reciben diferentes nombres segun sus diversos destinos, y varian tambien en sus dimensiones.

Se llaman galerías principales las que sirven de reunion á varios puntos de explotacion y que condu-

cen á los pozos principales. Como la circulacion de los minerales y de los carretones es muy activa en estas galerías, se les da próximamente 15 decímetros de anchura por 2 metros de altura á partir desde el tablado que forma el pavimento bajo el cual se abre una reguera que conduce las aguas al sumidero del pozo á fin de que las máquinas hidráulicas le saquen fuera.

Las segundas galerías grandes, son las que se llaman galerías de desagüe, y de las cuales hemos tratado particularmente.

Se llaman galerías de prolongacion, las que se abren paralelamente á la direccion del filon ó de la capa, y ordinariamente sobre su muro. Se les da con corta diferencia las mismas dimensiones que á las galerías principales.

Se llaman galerías de travesía, á las que conducen de un punto á otro de la explotacion para establecer una nueva comunicacion entre los trabajos ó para ir en busca del mineral. En este último caso se llaman tambien galerías de investigacion. Como ordinariamente estan abiertas en roca estéril no se las da mas que de 8 á 9 decímetros de anchura por 14 ó 15 de altura. Se llaman tambien travesías ó cortaduras, las galerías que se abren desde el muro al techo de las capas ó de los filones anchos. En los países en que las minas son abundantes y están vigiladas particularmente por el gobierno, los mineros forman un cuerpo aparte y aun se hallan sometidos á una disciplina severa para el órden de los trabajos y para la paga. No trabajan mas que seis y mas comunmente ocho horas; pero sus trabajos son continuos y se les releva cada seis ú ocho horas por otros mineros. Tienen tambien un traje particular cuyo objeto es ponerlos en lo posible al abrigo de las incomodidades que pueden causarles el agua, el lodo, las piedras agudas, y demás que encuentran en los sitios en donde trabajan.

ARTICULO II.

PREPARACION MECÁNICA DEL MINERAL.

Antes de someter los minerales impuros arrancados de sus criaderos á las operaciones metalúrgicas que deben separar de ellos completamente el metal, se les hace sufrir operaciones preliminares que tienen por objeto separar el mineral puro de las materias petrosas que le envuelven.

Cuando el minero ha arrancado por medio de la pólvora ó del pico un pedazo del filon ó de la capa metálica que explota, hace en el interior de la mina una separacion primera de las partes de roca que no contienen sustancia alguna metálica y que son abandonadas para servir de escombros, y de las partes de filon que contiene el mineral. Estas últimas son las que se sacan fuera de la mina y se llevan á los sitios en que están establecidos los bancos de separacion. Estos son una especie de banquetas elevadas, divididas en cajas que tienen en su fondo una plancha de hierro fundido. Algunos mineros viejos, niños y hasta mujeres se ocupan en recoger el mineral, trozo por trozo, en romper con un martillo los que son demasiado grandes, y en limpiar los que están muy mezclados con ganga, etc. Por esta operacion se divide el mineral en tres clases principales: 1.ª, la roca ó ganga que se tira; 2.ª, el mineral para machacar, y 3.ª, el mineral puro; estas tres clases se dividen todavia segun las especies de mineral que cada una contiene, y segun sus diferentes grados de riqueza.

Algunas veces se coloca el mineral al salir de la mina, sobre rejillas de hierro, llamadas *rejillas inglesas*; donde se hace caer una corriente de agua que le lava, y que hace pasar los pedazos mas pequeños al través de las barretas de la rejilla. Las aguas que han servido para este lavado son recogidas en estanques

donde depositan el mineral que hayan podido arastrar.

Se hace tambien el apartado de tamaño por medio de una máquina llamada *criba de doble báscula*. Esta consiste en dos cajas inclinadas en sentido contrario, á las cuales el árbol giratorio del bocarte les comunica un movimiento de báscula. Estas cajas están guarnecidas en su fondo de cribas de diferentes dimensiones. Se introduce el mineral en la caja superior y se conduce encima una corriente de agua que le lava y le hace recorrer las dos cajas. Asi se divide en pedazos de diferentes tamaños por las diferentes cribas al través de las cuales pasa.

Hay ademas otros procedimientos de separacion y de criba, y otras máquinas para ejecutarlos; pero semejantes detalles no son de este lugar.

Los minerales demasiado duros para ser partidos con la mano y los que están envueltos en mucha ganga, son partidos y aun triturados por una máquina que se llama *bocarte*.

Esta máquina consiste en varias piezas de madera movibles colocadas verticalmente y sostenidas en correderas de carpintería. Estas piezas están provistas en su extremidad de una masa de hierro. Un árbol que se mueve por el agua y gira horizontalmente, sujeta estas especies de pilones por medio de ciertas partes salientes que entran en una escotadura de los pilones. Estos son alzados sucesivamente y caen en una artesa longitudinal abierta en el suelo, y cuyo fondo está guarnecido ó de placas de hierro fundido, ó de piedras duras. En esta artesa, y debajo de los pilones, se coloca el mineral que se ha de triturar.

El polvo del mineral que resulta del trabajo de la mina, de cuando se parte el mineral con la mano y cuando se machaca con el bocarte, es una mezcla de diferentes especies de materias petrosas. Es necesario separar de él las materias petrosas, que tiene mezcladas, y muchas veces es tambien útil separar las diferentes especies de minerales, á fin de poder tratar á cada una de ellas separadamente y con mas ventaja. Esta separacion se verifica lavando en agua el mineral molido. Para este lavado se emplean varios procedimientos y máquinas muy diferentes; indicaremos los procedimientos generales.

La primera lavadura se ejecuta comunmente bajo los pilones y en la artesa misma del bocarte. Entonces se hace pasar por debajo de este una corriente de agua que arrastra las partes á medida que son trituradas, y que va á depositarlas segun el órden de su peso especifico en hoyos y en canales muy largos y diversamente dirigidos que se llaman *laberintos*. Muchas circunstancias deben influir en la separacion mecánica de las partes molidas del mineral; tales son la cantidad de agua que pasa bajo el bocarte, la mayor ó menor velocidad de esta corriente, la manera cómo se halla colocado el mineral mas ó menos profundamente en la artesa, y cómo sale de ella, por encima de los bordes, por un lado mas bajo que los otros ó por una rejilla lateral. La pesantez de los pilones y la rapidez de su movimiento pueden tambien emplearse para facilitar la separacion de las partes de ciertos minerales. Se observa que el mineral quebrantado muy fino, se reduce á una especie de limo, que se deslie con dificultad en el agua.

Los canales y hoyos que recorre el agua cargada de mineral quebrantado, presentan á veces una extension de 200 metros. Las partes metálicas que ordinariamente son mas pesadas que la ganga que las envuelve, se depositan en las primeras partes del laberinto, mientras que los fangos, casi enteramente terrosos, llenan los últimos hoyos, que por esta razon se llaman *lodazales*.

Otro procedimiento se emplea para lavar el mineral machacado, y el que viene en pedazos menudos ó en polvo de lo que se ha partido. Se echa en una criba