

YESO

Llamamos yeso al mineral, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, un mineral común el cual se encuentra en la naturaleza por la precipitación del sulfato de calcio en agua de mar

También está generalmente asociado a la caliza debido a la acción del ácido sulfúrico proveniente de zonas volcánicas sobre la caliza por la siguiente reacción: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

El mineral de yeso está ampliamente distribuido en la corteza terrestre. Se encuentra en general en la parte superior de los terrenos secundarios y terciarios. Es una piedra de color blanco cuando no contiene sustancias extrañas, pero a menudo tiene coloración gris, amarilla o rosada; fácilmente rayable con la uña; su densidad varía de 2,26 a 2,31; es soluble en quinientas veces su peso de agua, y su solubilidad disminuye cuando la temperatura del agua excede de 35°.

El mineral es una piedra de poca resistencia, por lo que no se emplea en mamposterías, usándose sólo alguna de sus variedades en la decoración interior de algunos edificios.

Las principales variedades de la piedra de yeso son las siguientes:

Mineral fibroso, que es sulfato cálcico puro cristalizado confusamente; muy abundante en España y en las cercanías de Madrid. De esta variedad se obtiene buen yeso para mezclas.

Espejuelo de asno, que se presenta en cristales voluminosos, que se pueden dividir fácilmente en hojas delgadas y brillantes. El yeso que se extrae del espejuelo se emplea en estucos y moldeo.

Yeso en flecha, o sea formando cristales hemitropos, que se aplica para vaciar objetos muy delicados.

El mineral sacarino, que recibe este nombre por su estructura, y que se emplea en la fabricación del yeso; a no ser que sea de grano muy fino, color muy blanco y goce de transparencia, en cuyo caso recibe el nombre de alabastro yesoso y se reserva para decoración y escultura.

El mineral calcífero o piedra ordinaria de yeso, compuesto de las mismas sustancias que los anteriores, pero mezclado con proporciones de caliza hasta el 12 por 100. El yeso que se obtiene de esta variedad es uno de los susceptibles de alcanzar mayor dureza después del fraguado.

El mineral compacto, muy parecido en su aspecto a la caliza del mismo nombre, pero que es piedra poco común en España.

También se obtiene de forma artificial como subproducto de la formación de H_3PO_4 a partir del $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ por la siguiente reacción: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaSO}_4$

Cuando se calienta, aproximadamente a 150°C, tiene la particularidad de perder una parte del agua de hidratación transformándose en semi hidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) que de nuevo al mezclarse con agua se rehidrata (fraguado) obteniéndose un producto estable, duradero y ecológico (natural).

Calentando el yeso a 128°C se obtiene el $\text{CaSO}_4 \cdot 1\text{H}_2\text{O}$ conocido como yeso de París o escayola; cuando este material se mezcla con agua, se solidifican en poco tiempo en un bloque duro, fácilmente desgastable, los cristales rehidratados se ordenan de tal manera que no produce una expansión del volumen, es por esta razón que se usa para hacer moldes de estatuillas, cerámicas, placas dentales, moldes para tablillas quirúrgicas y piezas metálicas delicadas para instrumentos de precisión.

Los usos del yeso todos se caracterizan por no exigir de una gran pureza de este debido a que se usa el yeso generalmente como material de construcción o moldes varios, aquí se resumen algunos usos del yeso:

Manejando cuidadosamente las concentraciones de ácido sulfúrico agregados a las rocas fosfatadas, se logra una mezcla de yeso, sulfato mono cálcico y di cálcico, esta mezcla es utilizada como fertilizante conocido como superfosfato.

El yeso comprimido en bloques puede usarse en edificios para la construcción de paredes que no soporten pesos excesivos

Extracción de la piedra de yeso.

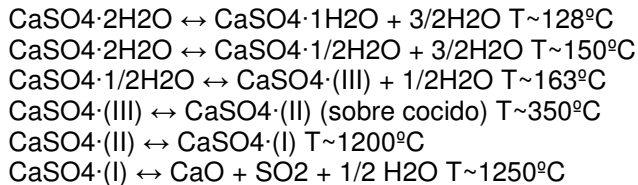
El mineral se extrae de las canteras en que se encuentra por explotación a cielo descubierto o en galería, siguiendo los métodos ordinarios, pero adoptando precauciones especiales por su poca resistencia y su socavabilidad por el agua. La explotación en galerías se usa mucho en las canteras de los departamentos del Seine y de Seine-et-Oise, donde frecuentemente se sostiene el cielo de la cantera con pilares y bóvedas de fábrica.

A igualdad de condiciones, se deben explotar las canteras en que el mineral contenga sílice atacable y caliza, porque estas sustancias comunican al yeso buenas cualidades; y evitar la extracción del mineral mezclado con arena, gravilla, etc., porque estas materias perjudican al yeso y disminuyen su valor.

Calcinación es el proceso a través del cual se realizan las reacciones de deshidratación y cambio de fase para conseguir semi hidrato, anhidrita, etc. Según el tipo de fases que se quiera obtener se utilizarán diferentes tipos de hornos como los enumerados a continuación para cada tipo de producto final necesario.

El yeso se obtiene por la calcinación del mineral a temperatura suficiente para que pierda total o parcialmente el agua que contiene.

Existen numerosos procesos industriales para la producción del yeso, y en función de éstos, las condiciones de obtención del producto, así como el tipo de material obtenido son muy variables. Sin embargo, podemos resumir las ecuaciones más importantes que se dan en el material en función de las temperaturas de transformación:



Se pueden obtener 3 tipos de Anhidrita, dependiendo de la temperatura de cocción y del tiempo:

Anhidrita ligeramente soluble, producida entre 300°C y 500°C

Anhidrita insoluble, producida entre 500°C y 700°C

Anhidrita disociada parcialmente, producida por encima de 700°C, mezcla de AN-II y óxido de calcio.

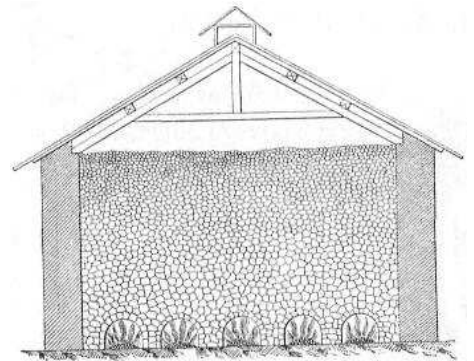
En la práctica, la diferencia entre todos estos tipos estriba en el tiempo de rehidratación con agua: rápido, lento y medio (entre las dos anteriores).

En la práctica industrial, suele fabricarse dos tipos de producto: Operando a "baja" temperatura para obtener Semi hidrato, y en "alta" temperatura para producir Anhidrita.

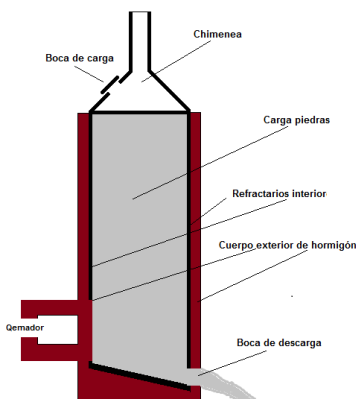
El mineral pierde su agua de combinación de 120° a 100° y se transforma en sulfato cálcico anhidro, que al batirse con agua se hidrata y cristaliza en masa. La temperatura de calcinación más conveniente para un fraguado rápido es la de 140°, por las razones que se dirán al ocuparnos del fraguado del yeso; pero cualquiera que sea aquélla, hay que cuidar no llegue a 160°, porque el yeso así obtenido recupera el agua muy lentamente. El yeso no se hidrata si ha estado sometido a la temperatura del calor rojo.

Cualquiera que sea el procedimiento de calcinación, la carga del horno debe arreglarse para obtener resultados homogéneos. Los diferentes bancos de mineral dan productos muy distintos; pero con mezclas bien dispuestas en las proporciones que aconseje la experiencia, se puede preparar yeso excelente.

La cochura del mineral puede ser intermitente o continua. El horno que se emplea en el primer procedimiento, llamado de campo o de campaña, se reduce a tres muros rectos, dos de ellos paralelos entre sí y el tercero perpendicular a ambos, entre los cuales se coloca el mineral sobre bovedillas formadas con la misma piedra, disponiendo los trozos de mayor tamaño en la parte inferior y los fragmentos más pequeños y el polvo en la superior.



Estos hornos pueden ser cubiertos o descubiertos; en el primer



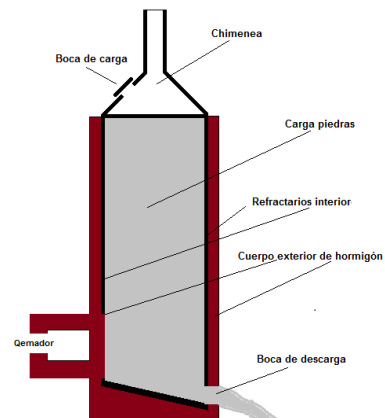
caso la techumbre es de tejas, y descansa sobre una armadura sencilla, disponiéndose las tejas de modo que dejen paso fácil a los productos de la combustión. Debajo de las bovedillas se introduce leña o ramaje, al que se prende fuego, sosteniendo la combustión durante ocho o doce horas para calcinar completamente el mineral por la acción de la llama y los gases calientes que atraviesan la masa dispuesta en el horno. Durante la calcinación el mineral pierde próximamente la cuarta parte de su peso, que es el correspondiente al agua de combinación y de cantera, y cuando esto ocurra en toda la masa es cuando se debe suspender la cochura y dejar enfriar el yeso. Los obreros conocen que el yeso está bastante cocido en su aspecto, en que es suave, untuoso al tacto y se pega a los dedos, y además saben cuándo la cochura ha terminado por el aspecto de los humos.

La calcinación del mineral puede hacerse en hornos de hogar lateral o central, análogos a los descritos para la cochura de las cales grasas, en los cuales puede hacerse la calcinación intermitente o continua usando combustible de llama larga, pero adoptando precauciones especiales en el caso de usar hullas, para que el yeso quede blanco.

Se puede también hacer la cochura del mineral en montones formados por capas alternadas de combustible y piedra de yeso, adoptando una disposición análoga a la descrita en los hornos de campaña para la obtención de la cal grasa. Pero como el yeso es muy blando, al deshacer los montones una parte de él se reduce a polvo, mezclándose con las cenizas, y el producto obtenido tiene color oscuro, por lo que recibe el nombre de yeso negro. El yeso negro se emplea en las obras que hayan de quedar enlucidas y para abono de las tierras pobres en cal.

La utilización de hornos específicos para esta función, sean continuos o intermitentes permite aumentar el rendimiento y utilizar combustibles alternativos (leña, plásticos, llantas...) sin merma de la calidad del producto obtenido.

Horno rotatorio. El horno rotatorio está particularmente indicado para la calcinación de la piedra de aljez granulada (0-25 mm). Ésta, sin pre secado es alimentada continuamente al horno en contracorriente con los gases calientes mediante un alimentador de cinta por peso. Los gases calientes se producen en una cámara de combustión de ladrillo. El exterior del horno no es de ladrillo sino que consiste en gruesas chapas de acero que garantizan una distribución uniforme de las partículas a lo largo de la sección transversal del horno. Se consigue una eficiencia térmica elevada debido a la transferencia directa del calor de los gases calientes al sólido.



Cochura en hornos helicoidales.

En las fábricas modernas la calcinación del mineral suele hacerse empleando un tostador de helicoide, cuya inclinación y velocidad se fijan de modo que las piedras se cuezan al recorrer el cilindro que se calienta por el exterior. Otras veces, en el interior del helicoide se inyecta vapor de agua recalentado, lo que introduce notable economía. Cualquiera de los dos métodos produce una cochura muy uniforme y yeso de buena calidad.

Molido y cernido.

El yeso, después de extraído, se muele en molinos de fundición muy sólidos, análogos a los empleados en el molido del café, o con molinos de piedras en que muelas de piedra ruedan en una caja en forma de corona, cuyo fondo y paredes son también de piedra. El molido no debe ser demasiado perfecto, porque cuando esto ocurre, el yeso pierde parte de sus propiedades plásticas.

Después del molido se hace pasar el yeso por un tamiz de 144 mallas por centímetro cuadrado; el residuo sobre el cedazo se muele de nuevo, y el polvo que pasa por él se apila en los almacenes o se envasa en sacos de 25 a 40 litros de capacidad. El yeso blanco se vende, en Madrid, en sacos de cuatro arrobas de peso, que vienen a tener un volumen de 37 decímetros cúbicos.

El yeso se puede conservar en barricas herméticamente cerradas, o en montones formados en un sitio bien seco, que se riegan ligeramente en su superficie para hacer que fragüe una capa delgada y proteja al resto de la masa de la acción del aire húmedo.

Abriendo multimedia...



Propiedades.

El yeso reducido a polvo es una substancia blanca de aspecto parecido al de la cal apagada, que batido con agua fragua rápidamente aunque esté sumergido en el agua. Su densidad varía de 1,20 a 1,27.

El yeso tiene gran avidez por el agua, con la que se combina con facilidad; cuando ha absorbido humedad al amasarlo se forma una mezcla pulverulenta que no fragua, razón por la cual conviene conservarlo en sitios secos y fuera del contacto del aire húmedo.

Batido el yeso con agua se transforma en sulfato cálcico hidratado, confusamente cristalizado, siendo ésta la causa de su endurecimiento; el yeso es más soluble en el agua que el sulfato cálcico hidratado; durante el batido una parte de aquél se disuelve en el agua y se hidrata, encontrándose en este estado en disolución sobresaturada, de la que se precipita cristalizando, mientras el agua madre queda en condiciones de disolver una cantidad de mineral calcinado que al hidratarse se precipita, aumentando el grueso de los cristales y soldándolos entre sí por falta de espacio; ambos hechos, repetidos mientras exista sulfato cálcico anhidro, son las causas de la cristalización confusa del yeso y, por consiguiente, de su fraguado.

EMISON

Tf. Directo: 932 115 093

Internet: www.emison.com

Mail: braso@emison.com

La cantidad de agua con que se debe batir un volumen determinado de yeso es variable con el grado de cochura de éste y con el uso a que se destine la pasta. El yeso bien cocido, que se haya de emplear en enlucidos, se debe batir con 30 litros de agua próximamente por cada 25 litros de yeso. El yeso bien cocido y cernido destinado a mamposterías, guarnecidos o forjados se debe mezclar con 18 litros de agua por cada 25 de yeso. El yeso poco o demasiado cocido absorbe $\frac{1}{8}$ menos de agua, y lo mismo ocurre cuando se bate con un exceso de agua, en cuyos casos tarda más en fraguar y adquiere menos resistencia. Esto ocurre con el yeso en estado de lechada, que no debe emplearse como mortero y sólo destinarlo a blanqueos.

Las pastas de yeso, por lo general, no se baten con arena, no sólo por la rapidez del fraguado, sino también porque las mezclas de yeso admiten muy poca arena (menos del tercio del volumen de la pasta) y dan malos resultados en cuanto se fuerza esta dosis.

Un metro cúbico de yeso en polvo produce 1,18 de pasta próximamente, que al fraguar aumenta de volumen próximamente el 1 por 100 en veinticuatro horas, adquiriendo la mitad del entumecimiento en la primera hora; al cabo de algunos días disminuye de volumen.

Las pastas de yeso no se deben emplear más que al abrigo de las lluvias y de la humedad, porque el agua lo disuelve poco a poco. Tampoco deben emplearse en contacto con construcciones de hierro, porque reacciona sobre él, oxidándolo rápidamente.

Para disminuir el entumecimiento de las pastas de yeso y aumentar su resistencia se suele agregar a las pastas cal apagada en polvo; cuando esto sea conveniente, lo que se hace es amasar el yeso con una lechada de cal, que es el procedimiento que da mejores resultados.

La resistencia de las pastas de yeso a la tracción y a la compresión es variable con la cantidad de agua del batido y con la de cal que contenga el mineral o se agregue durante el amasado, pero en todos los casos es inferior a la de las pastas de cal bien confeccionadas. Por lo general, el yeso batido con agua después de su endurecimiento completo no resiste a la tracción a más de 5 kilogramos por centímetro cuadrado, y la del yeso amasado con agua de cal no suele exceder de 7 kilogramos por igual unidad de superficie. Las resistencias a la compresión son de ordinario de 8 a 9 veces las de tracción.

Ensayos de yesos.

Las conclusiones de la Comisión de métodos de ensayo sobre los yesos son las siguientes:

Finura del molido. El grado de finura del molido se determinará con tamices siguiendo las reglas establecidas en el ensayo de molido de los cementos.

Análisis química. Las conclusiones relativas al análisis de los cementos son aplicables a los yesos.

Ensayo de fraguado. Se operará en los ensayos de fraguado siguiendo las reglas establecidas para los cementos, operando sobre la pasta batida con la cantidad de agua que se juzgue conveniente, teniendo a la vista la naturaleza y el destino del yeso sometido al ensayo. Se indicará en los resultados la cantidad de agua, así como también la consistencia de la pasta (con el hundimiento de la sonda de consistencia, mientras sea posible).

Mientras las condiciones del ensayo lo permitan, se emplearán de preferencia dosis de agua correspondientes al 40, 50 y 60 por 100 del peso del yeso.

Ensayo de rendimiento. Estos ensayos se harán conforme a las disposiciones fijadas para los cementos y se estudiarán sobre las pastas empleadas en los ensayos de fraguado.

La Comisión ruega se hagan estudios para completar las reglas establecidas sobre los ensayos de yesos, y llama particularmente la atención sobre la utilidad de hacer investigaciones que tengan por objeto determinar las resistencias de las pastas al aire ambiente, su deformación y su fuerza de adherencia.

Condiciones de recepción.

El yeso se suele falsificar adicionándole polvos de tierra blanca bien molida. La adición de esta materia, que si bien tiene la ventaja de retrasar el fraguado del yeso, no puede admitirse al adquirir el producto, se comprueba cogiendo con la mano un puñado de yeso y comprimiéndole fuertemente con los dedos y soltándolo después: si no se desprenden partículas, el yeso está sin mezcla de tierra; y si se deshace, es prueba que contiene tierra en gran proporción.

El yeso poco cocido es árido al tacto y no forma pasta trabada; cuando está demasiado cocido, no forma pasta untuosa cuando se bate con agua. Hay que tener, sin embargo, mucho cuidado en estos ensayos; porque, por lo general, del producto de un horno sólo un tercio, el que ocupó la parte central, está bien cocido, estando poco cocido el superior y sobrecozido el inferior; y a pesar de ello, son buenos los resultados del conjunto si está bien mezclado.

Los yesos de mala calidad son amarillentos, áridos al tacto, tardan mucho en fraguar y originan enlucidos que se agrietan y rayan profundamente con la paleta.

El mineral calcinado y molido antes del cernido puede contener arena, gravilla, etc., que lo impurifican, y se denominan granzas. Las granzas disminuyen el valor del yeso, y su proporción se fija en menos del 3 por 100 del volumen de yeso, haciéndose su determinación antes del cernido.

Aplicaciones del yeso.

Tabiques y bóvedas.

Las pastas de yeso, además de emplearse en construcción como morteros, forjados, enlucidos y blanqueos, tienen aplicaciones especiales en los tabiques y muros, en los estucos y en el moldeo.

En algunas ocasiones se han fabricado tabiques enteros de yeso, que se ejecutaban del mismo modo que la fábrica de tapial, o poniendo en obra ladrillos de yeso, previamente confeccionados, unidos por mortero del mismo material. Estos tabiques, que en España se emplean poco, tienen la ventaja de su poco peso.

Más frecuente para la construcción de tabiques es el empleo del cascote de yeso procedente de los derribos de edificios, que en grandes trozos se colocan en obra, tomándolos con mortero de yeso. Esta construcción de muros divisorios tiene las mismas ventajas que las anteriores y resulta mucho más económica.

Con los morteros de yeso y ladrillo se construyen las llamadas bóvedas tabicadas, con las que se pueden salvar luces considerables y aumentar, por consiguiente, el ancho de las crujías, sin necesidad de emplear cimbras; por lo que resultan obras muy económicas. En la actualidad, esta aplicación de los morteros de yeso, que exige mucha práctica en los albañiles, sólo se ha extendido en las provincias de Levante y Mediodía.

Estucos.

Sustituyendo el agua del batido de las pastas de yeso por agua de cola, se obtienen mezclas más duras que las ordinarias, susceptibles de adquirir pulimento y brillo cuando se tratan de modo conveniente, que se emplean en enlucidos, recibiendo el nombre de estuco de yeso.

La cola fuerte o gelatina se preparará sometiendo músculos, cartílagos, pieles y otras substancias animales a la acción del agua hirviendo, que disuelve la gelatina que contienen; separado el líquido de los cuerpos sólidos no solubles, se mantiene hirviendo hasta reducirlo a pasta poco fluida, que se seca sobre redes de bramante. La cola así preparada no es pura ni incolora, condiciones que tiene que reunir la que se emplee en los estucos; así es que de ordinario se recurre a la de Flandes, de pescado o de retazos, que se extraen, respectivamente, de las pieles de animales monteses, de las vejigas natatorias de algunas especies de esturiones o de las recortaduras de las pieles a propósito para hacer guantes.

El yeso empleado en los estucos es yeso espejuelo de primera calidad, finamente molido y cernido en un tamiz de seda muy fino.

Para estucar un muro se empieza por guarnecerlo y enlucirlo con yeso blanco extendido y alisado con la llana; sobre este enlucido, después de bien seco, se extiende con igualdad el yeso batido con una disolución de gelatina, formando una capa de dos a tres milímetros de grueso, que cuando está bien seca se apomaza, se frota con trípoli y un pedazo de fieltro, y sacando brillo con una muñeca mojada en agua de jabón al principio y en aceite al final. Las superficies estucadas han de estar perfectamente planas, por quedar muy visibles las desigualdades con el pulimento, y para sacar el brillo es necesario frotar sin interrupción, porque de lo contrario el estuco queda mate.

El estuco que acabamos de describir es el estuco blanco, que se puede colorear y vetear agregando a la pasta de yeso y cola óxidos metálicos o substancias colorantes, con lo que se logra que su parecido con los mármoles sea tal, que sólo se distinguen por la sensación de frío que los últimos producen al tocarlos.

Los estucos de yeso sólo se pueden emplear en el interior de habitaciones; cuando se trata de estucar fachadas de edificios o paredes en lugares húmedos, se hace uso del estuco de cal, que se prepara mezclando por partes iguales cal blanca muy bien cocida, perfectamente apagada por inmersión y molida sobre mármol, con mármol blanco o alabastro yesoso en polvo muy fino y cernido por tamiz de seda. Preparada la mezcla, y después de molida para hacerla lo más íntima posible, se bate con agua y se extiende sobre el muro á estucar, después de bien mojado y de haberle dado una o varias manos de estuco desleído en agua y aplicado con brocha. Este estuco se pule con un trapo humedecido algo basto, o con bruñidores de acero, y puede colorearse como el estuco de yeso.

Moldeo.

La pasta de yeso fino de buena calidad se emplea para moldear objetos y reproducir las formas de aquellos de que se desee tener gran número de ejemplares. Para reproducir algún objeto se empieza por extender sobre él una delgada capa de aceite para que no se adhiera al yeso y se desprege con facilidad; se frota después varias veces con un pincel mojado en una papilla clara de yeso, para reproducir todos los detalles de aquél, y antes que esta capa de yeso se haya endurecido, se echa con una cuchara otra más espesa hasta obtener el grueso que se desee. Según la forma del objeto que se trate de reproducir, será más o

menos complicado el despiece del molde que se obtenga, haciéndose por lo general los cortes con hebras de seda pegadas al objeto en el lugar conveniente, con las que se corta el yeso antes de su endurecimiento completo.

El yeso que se emplea en moldeos tiene que ser de muy buena calidad (de ordinario procede del mineral en flecha o del espejuelo de asno), estar finamente molido y se bate con bastante agua para que su endurecimiento sea lento.

Yeso alúmbrico.

El yeso alúmbrico, llamado también mármol artificial, tiene más dureza, es algo menos mate que el yeso ordinario y es algo translúcido, circunstancias por las cuales puede sustituir a éste en el vaciado de objetos artísticos y en la preparación de la escayola.

Calcinado el mineral como en la preparación del yeso ordinario hasta eliminar el agua de cristalización, se sumerge en un baño de agua saturada de alumbre durante unas seis horas próximamente; después de transcurrido este tiempo, se extrae del baño, se seca al aire y se le hace sufrir una segunda cochura, en la que se eleva la temperatura al rojo oscuro. El producto obtenido de esta calcinación, después de molido como el yeso ordinario, es el yeso alúmbrico, que se puede batir con agua potable o con una disolución de alumbre.