

AGUSTIN MARIN.

LAS MINAS DE CALAFATITA DE BENAHDoux (Almería)
(Publicado en el tomo XXXII del Boletín del
Instituto Geológico de España).

Madrid 1.912

LAS MINAS DE CALAFATITA DE BENAHADUX (Almería)

ESTUDIO DEL INGENIERO DE MINAS

Don Agustín Marín.

CONSIDERACIONES GENERALES

D. Juan Calafat, del Museo de Historia Natural de Madrid, buscando minerales de aluminio, encontró una sustancia que el sabio naturalista D. Salvador Calderón, por creer que correspondía á una nueva especie mineralógica, la dedicó á su descubridor, designándola con el nombre de *calafatita*.

Este mineral fué encontrado en los términos de Benahadux y Gádor, de la provincia de Almería. Tiene mucha semejanza con la alunita, y de él se puede extraer sulfato potásico, alúmina y ácido sulfúrico.

La obtención industrial de estas sustancias se consigue hoy tratando minerales completamente distintos y dando lugar á fábricas é instalaciones que no tienen ni relación ni semejanza entre sí.

Sabido es que el sulfato potásico que se consume en el mundo proviene en casi su totalidad de un solo productor: el Sindicato de Stassfurt. Explota éste unos famosos criaderos constituídos por grandes depósitos de sales procedentes, al parecer, de la evaporación de una cuenca triásica separada del mar por una desnivelación geológica. Los minerales que se extraen son la kieserita, carnalita, polialita, kainita, silvina, etc., sales de distinta composición de magnesia, sodio, potasio y calcio. Los abonos con base de po-



tasa es uno de los productos de más importancia allí obtenidos. El sulfato potásico se obtiene principalmente de la kainita, que contiene un 24 por 100. Es la explotación de Stassfurt importantísima, existiendo en aquella zona más de treinta fábricas de productos químicos.

Las restantes sales de potasa, no obtenidas en Stassfurt, provienen de las cenizas de la combustión de maderas efectuada en Rusia y América, y de la evaporación de marismas salados.

En España los abonos á base de potasa son importados, y su empleo es mayor cada año, según se puede ver por el presente cuadro (1), que expresa en quintales métricos el consumo de potasa pura :

1901	24.977 qq. ms.
1903	28.417 »
1905	31.854 »
1907	45.337 »
1909	52.844 »

Es decir, que en ocho años ha duplicado el consumo.

La estadística mundial aumentó, en los mismos años, desde 2.791.715 quintales métricos á 5.878.211, es decir, el consumo mundial de potasa pura más que duplicó.

El aluminio se obtiene hoy de sólo dos minerales: la bauxita y la cryolita. La primera es casi la única mena de aluminio. Está constituida por alúmina hidratada, que forma de un 40 á un 80 por 100 de su composición, óxidos de hierro, sílice y ácido titánico principalmente. Existen varios criaderos en el mundo, citándose como yacimiento clásico el de Bouches de Rhônes, en Baux de Provence (Francia).

El óxido sulfúrico se obtiene principalmente de las piritas de hierro. En España las masas piritosas de Huelva tienen tanta importancia, por su contenido en cobre, como por producir grandes cantidades de aquel ácido.

Si la alunita teóricamente tiene pocas diferencias con la calafatita, no sucede lo mismo en sus aplicaciones, que son

(1) Del periódico *L'Engrais*, número del 4 de Noviembre de 1910.
2

esencialmente diferentes. De la segunda ya hemos indicado qué substancias se pueden extraer, mientras que de la primera, por las impurezas que contiene, sólo se obtiene, después de las debidas manipulaciones, alumbre, empleado en la tintorería, curtido de pieles, fabricación de papel, etcétera. Hay muchos criaderos de alunita en el mundo, presentándose casi siempre en el contacto de las traquitas. El criadero más notable es el de Tolfa (Italia). En España se explota en Mazarrón una piedra de alumbre muy impura.

De la calafatita se obtienen, en consecuencia, productos muy diferentes, y el procedimiento para obtener de ellas sulfato potásico y ácido sulfúrico es, como veremos más adelante, esencialmente distinto de como se extraen hoy en la industria estas substancias. Ya hemos dicho que el otro producto del beneficio de la calafatita es un mineral que por su riqueza y condiciones constituye una buena bauxita.

NOTICIAS GEOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DE LA COMARCA

Los criaderos de calafatita abarcan una extensión de 10 kilómetros en las últimas estribaciones de la sierra de Gádor, bordeando ya el gran llano comprendido entre la referida sierra y la de Alhamilla. La sierra de Gádor se extiende de E. á O. desde el río de Almería al de Adra en unos 20 kilómetros. En las proximidades de la costa tiene un ancho de 12 kilómetros. Se apoya por el N. en Sierra Nevada, y por el S. viene á morir en el mar. Su mayor altitud es el Pico de Pelados de Dalías, con 2.316 metros sobre el nivel del mar.

Están enclavadas todas las minas de calafatita en los términos municipales de Gádor y Benahadux. El punto más próximo del criadero dista 1.200 metros de la estación de Benahadux en la línea férrea de Linares á Almería. La estación de Benahadux está situada á 112 metros sobre el nivel del mar, á 12 kilómetros de la capital de la provincia.

Uno á este trabajo un croquis geológico, por el que se puede ver que existe en la comarca que estudiamos los terrenos siguientes: cambriano, triásico, plioceno y aluvial. Los dos primeros, principalmente el triásico, constituyen la

sierra de Gádor, y los otros dos forman, en unión de los otros depósitos terciarios, el llano existente entre la referida sierra y la de Alhamilla.

La existencia del terreno cambriano es dudosa, y presumo que pertenecen á él unas pizarras que asoman en la parte O. de la zona que estamos considerando, pero no las he podido determinar fijamente por la ausencia de restos fósiles. Estas pizarras en muchos sitios son talcosas y en otros cloritosas. Sus colores varían mucho, habiéndolas amoratadas, azuladas, grises y verdosas.

En un cerro próximo á la Cueva de Palomo y rodeado de las citadas pizarras, se observa que su terreno está constituido casi exclusivamente de gujarros de cuarzo, que demuestra la existencia de una gran capa ó filón de esta substancia.

Sobre la constitución geológica de la sierra de Gádor hubo antiguamente muchas opiniones, siendo tendencia muy general el atribuirle al permiano. Mr. Verneuil fué el primero que la atribuyó al triásico, aunque con muchas reservas y valiéndose de la expresión de *trias dudoso*. El ingeniero D. Joaquín Gonzalo Tarín, que prestó inolvidables servicios en este Centro, fué el primero que encontró restos fósiles en la referida sierra (1), y la pudo clasificar de un modo positivo de triásica en su mayor parte.

En dos tramos divide el Sr. Gonzalo Tarín el triás de la sierra de Gádor: el inferior, constituido principalmente por una serie de filadios de compleja constitución, y que cuando son muy arcillosos forman lo que en el país denominan láguenas ó launas. El superior está constituido en su mayor parte por calizas, que fué donde se encontraron los restos fósiles que hizo referir este tramo al muschelkalk y que pertenecen á los mismos géneros que los encontrados en la provincia de Jaén en idéntico nivel geológico. Estas calizas, en la pequeña zona que abarcamos con nuestro trabajo, presentan colores amarillo ó blanco, y abundan mucho entre ellas las dolomias, muy relacionadas con los diversos y numerosos criaderos metalíferos que en la sierra se encuen-

(1) Edad geológica de la caliza metalífera de la sierra de Gádor. Tomo IX del Boletín de la Comisión del Mapa Geológico.

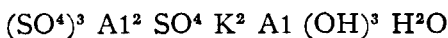
tran. Estos criaderos de la sierra de Gádor tuvieron un interés excepcional en otro tiempo, pero hoy la minería está en decadencia en esta zona. Los minerales explotados fueron muchos y correspondientes á muy varias especies mineralógicas; había minerales de plomo, cinc, cobre, hierro, azufre, etc.

Los depósitos terciarios, como ya hemos dicho, forman el llano, que partiendo del mar, está enclavado entre las sierras de Gádor y Alhamilla, hasta descansar en las estribaciones de la sierra de Filabres, extendiéndose, además, por la costa y por el llano de Tabernas. El plioceno, que es el único entre ellos que está representado en la zona en este trabajo estudiada, está constituido por arenas, margas, areniscas, calizas groseras y conglomerados. Estos últimos coronan todos los cerros terciarios que han resistido á la denudación y que van á descansar sobre las estribaciones de la sierra de Gádor.

El terreno aluvial aparece en todos aquellos sitios donde la denudación ha sido intensa, como en las ramblas, habiendo sido esta denudación causa de que asome la base de las calizas triásicas, que es donde aparece el yacimiento que nos interesa, pues en otros sitios los depósitos del mar plioceno, que no han sido denudados, están superpuestos sobre las calizas triásicas, tapando la base de éstas, y, por consiguiente, cubriendo el criadero.

EL MINERAL

El Sr. Calderón en su libro «Los Minerales de España», tomo 11, página 207, describe el mineral calafatita. La fórmula del mineral es la siguiente:



Su composición es, según análisis del Sr. Giral Pereira :

SO ³	34,77
A1 ² O ³	37,98
K ² O	9,64
H ² O	17,61

TOTAL..... 100,00

Se trata, pues, de un sulfato aluminico potásico con 38 por 100 de alúmina y agua, que parece corresponder á una nueva especie, porque la cantidad de agua que contiene la distingue de los demás sulfatos aluminico-potásicos. El laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Minas de España analizó este mineral, dando por resultado que contiene 13,40 de sulfato potásico y 37,40 de alúmina. Equivale esa cantidad de sulfato potásico á una proporción de potasa de 7,25 por 100.

Su peso específico es de 2,75. Su dureza es en los trozos frescos de 3 á 3,5; pero por alteración se vuelve terroso y deleznable. Es de fractura concoide y de color blanco, si no contiene impurezas, como ocurre con frecuencia.

El color del mineral varía, sin embargo, mucho, según los óxidos que les tiñen. Lo hay rosáceo, rojo, gris, violáceo y amarillo. Es hecho curioso, y que conocen perfectamente los obreros, lo que le sucede al mineral con el agua y el sol. Con el primero de estos agentes toma un color gris feo, y con el segundo vuelve á aparecer el color blanco característico de este mineral cuando está puro.

Otra diferencia con la alunita se observa en la práctica que tiene mucha importancia para su tratamiento industrial, y es que la alunita generalmente viene acompañada de impurezas, y entre ellas la sílice, y cuando se calcina más allá de la hidratación se desprende ácido sulfúrico y se forma con la sílice un producto todo él insoluble en el agua. No pasa lo mismo con la calafatita, porque las impurezas que contiene son generalmente yesos, ocres, arcillas y kaolín, pero no cuarzo, y cuando se calcina pierde ácido sulfúrico, pero sólo la parte correspondiente al sulfato de alúmina, quedando sulfato potásico, que es sal más fija, alúmina y las impurezas que contenga el mineral.

El mineral al calcinarse pierde teóricamente un 40 por 100 de su peso.

El producto calcinado contiene cantidades variables de sulfato de potasa, según los sitios de donde ha sido extraído, y aun en el mismo sitio, según las vetas de donde procede y de la profundidad á que fué arrancado. Estas deducciones se han sacado de los siguientes datos, en los que

conviene advertir que las proporciones de sulfato potásico que expresamos se refieren al mineral calcinado.

En análisis efectuados con mineral extraído en afloramientos y trabajos hechos al S. y E. de la mina Carretero y García, han dado resultados diferentes, oscilando la proporción de sulfato potásico entre 7,15 y 31,60.

En la mina Carretero y García hay sitios, como en la base del cerro del Mortero, de mineral excelente; en otros sitios, como en el barranco llamado de la Viña, ya en la linde de la mina San Ildefonso, el mineral es de peor calidad. Las muestras del primero de esos sitios dieron de sulfato potásico resultados variables entre 20 y 30 por 100, y para el segundo entre 6 y 12.

En la mina San Ildefonso varió también la riqueza del mineral, según los sitios, oscilando entre 6 y 31,30 por 100.

En la galería situada en la Rambla de Alquivira, el mineral tenía en la boca un contenido en sulfato potásico que oscilaba entre 20 y 30 por 100 para la veta blanca, y de algo menos para la veta violácea. A medida que se iba perforando la galería el mineral perdía ley, bajando á 8 por 100, pero después volvió á aumentar su proporción de sulfato potásico, llegando á 25 por 100.

En las minas Apacible y en la caducada «Bilbao en Benahadux», también se observan vetas de buen mineral.

En la mina Cuatro Amigos la proporción de sulfato potásico oscila entre 15 y 25 por 100, pero, en general, es en el sitio donde más impuro se presenta. En la mina Papa también existen vetas y nódulos de buen mineral.

En la mina Eloyña existe calafatita, aunque el mineral es de peor calidad.

En la mina Este y Otros Gallos Cantarán, se observa, entre otros, un afloramiento con una importante veta de mineral blanco, que dió en los ensayos 31,20 por 100 de sulfato potásico, y otra veta de mineral rosáceo que tuvo el 13,50 por 100, y una, de aspecto fibroso, que dió el 19,90 por 100.

La proporción de alúmina que da el mineral se deduce del ensayo de Giral, puesto que todo el sulfato aluminico es descompuesto. Conviene observar que la alúmina absorberá un 15 por 100 de agua.

El ácido sulfúrico que se desprende del mineral en la calcinación se forma á expensas del anhídrido sulfúrico que existe en el sulfato aluminico.

Para poder apreciar á cuánto asciende esta cantidad volatilizada de ácido sulfúrico, nos atendremos al análisis de Giral, descontando de 34,77, que es la proporción total del anhídrido sulfúrico, el 7,17 por 100 correspondiente al sulfato potásico, ó sea que se desprenderá un 26,60 por 100. Esta proporción de anhídrido sulfúrico equivale á 31,38 por 100 de ácido sulfúrico puro, que se volatilizará en la calcinación.

EL CRIADERO

Ya queda dicho que el yacimiento de calafatita se encuentra en la base de las calizas del muschelkalk, cubierto generalmente por los depósitos terciarios, y que sólo en aquellos puntos donde la denudación fué intensa aparece el criadero. Este está constituido por un manto, al parecer interestratificado, y contiene diversas substancias, además del referido mineral, como yeso, ocres, kaolín, gredas, arcillas, azufre, etc. El color blanco y amarillo que en conjunto tiene esta capa, hace que se destaque claramente en los sitios donde aflora.

Este manto tiene un espesor variable, aunque siempre grande. En las minas de las Balsas de Gádor, situadas como á cinco kilómetros al N. de la titulada Santa Bárbara que Truena, pasa de 80 metros. Lleva al muro pizarras arcillosas y al techo, unas veces directamente la caliza triásica, otras veces está denudado y tiene superpuestos los depósitos terciarios, y en otros no nos ha sido posible determinar lo que constituía su pendiente. Hemos podido observar en algunos sitios, principalmente en la mina San Ildefonso, un conglomerado muy característico en íntima relación con el manto formado por pedazos de cuarzo y feldespato, cuyos tamaños son muy variables.

Es característica de las vetas de calafatita los numerosos pliegues y saltos que forman dentro del manto. Hemos visto algún trabajo en que se seguía la veta de calafatita, se-

gún su dirección, y de repente se presentó aquélla normal á la labor. En otros trabajos hemos visto que la veta iba horizontal, y súbitamente tomó posición vertical. Estos pliegues, saltos y cambios se presentan continuamente, perdiéndose la mineralización en algunos puntos, sin duda, porque acompañó á los pliegues rotura de la veta, y siendo ésta tan irregular en su marcha, es difícil buscar su continuación.

Aparte de los pliegues debidos exclusivamente á la veta de calafatita, hay otros con mucha más amplitud, debidos á las ondulaciones del manto.

El sitio en donde mejor se ha estudiado éste ha sido en las minas de las Balsas de Gádor, en donde fué y es objeto de explotación el azufre. El manto allí sigue las ondulaciones de las pizarras antiguas que se encuentran en el yacente, siendo curioso que el azufre se presente generalmente en el fondo de barco de los sinclinales, que, en general, tienen sus ejes orientados de E. á O. En el trayecto comprendido entre las minas de las Balsas de Gádor y las denominadas Este y Otros Gallos Çantarán y Santa Bárbara que Truena, situadas en la falda del que, á pesar de su altura, se denomina modestamente Cerro de la Mesa, y que constituye la zona atribuída al cambriano en el plano, se observan las mismas ondulaciones de las pizarras, pero aflorando á la superficie, es decir, sin llevar superpuestos ni los depósitos triásicos ni los modernos.

Ya en las referidas dos minas las pizarras buzan hacia la montaña, ó sea al S., formando la rama N. de un otro sinclinal.

El manto, en general, en los sitios donde aflora la calafatita presenta una dirección E. O. y un buzamiento al Sur; pero estas direcciones y buzamiento presentan muchas excepciones de carácter local.

La aparición de la calafatita, hasta ahora, por lo menos, no parece subordinada á la existencia de alguna otra substancia. En la zona E. de la comarca que estudiamos se presenta como ganga, además de la arcilla que la acompaña siempre, mucho yeso. En la zona O. aparece algo menos esta substancia y más ocre y gredas. En una pequeña boldada de azufre muy puro, encontrada en la mina Este y

Otros Gallos Cantarán, se encontró á éste casi en contacto con la calafatita. En muchos sitios, y sobre todo en la mina Apacible, se observa mucho kaolín en el manto.

En las minas de las Balsas de Gádor el azufre se presenta acompañado de gredas y arcillas, y suele aparecer en su contacto caliza negra en pequeños guijarros, y á veces en polvo, que los mineros llaman requemados.

Es característico también de la calafatita el modo que tiene de presentarse dentro del manto. Siempre lo hace en forma de nódulos, que varían mucho de tamaño, desde el que puede pesar una tonelada, hasta el que pesa sólo gramos. Estos nódulos están separados por arcilla, yeso, etc.; unas veces están tan juntos, que parece forman una veta compacta, porque el espacio ocupado por las separaciones de los nódulos es insignificante, comparado con el ocupado por éstos; otras, por el contrario, están sumamente diseminados, teniendo que perforar varios metros de labor para encontrar alguno. Esta forma de nódulos en que aparece la calafatita es común á todas las labores y afloramientos hoy conocidos.

Recorriendo las minas de Levante á Poniente se observan los primeros afloramientos del manto en unos asomos calizos situados junto á la Rambla de la Hoya de Juan de Reyes. Entre esta Rambla y la nombrada del Mamón se han ejecutado dos labores que han descubierto una veta de calafatita de 0,50 metros de potencia, observándose, además, las grandes variaciones que experimentó la veta en su dirección é inclinación. Los nódulos de mineral aparecen allí separados por yesos y láguenas.

El manto vuelve á asomar en la Rambla del Mamón en el límite S. de la mina Carretero y García, donde presenta un frente de bastante espesor con pocas señales de mineral, por estar aquél construído casi exclusivamente por arcillas y yesos.

No sucede lo mismo con los trabajos realizados en la margen izquierda de dicha Rambla, en las proximidades del cerro del Mortero, donde se ha descubierto el manto en varios sitios debajo de los depósitos terciarios y modernos, presentado en todos ellos la veta de mineral buena poten-

cia y llegando en alguno á 1,20 metros. Aparecen, como siempre, algunos pliegues, aunque la tendencia del manto sea la de tener posición horizontal. En la mayoría de las labores la calafatita presenta color blanco, pero hay algunas vetas de color amarillo. Un pocillo abierto al O. de la referida Rambla del Mamón cortó el manto, pero la veta de calafatita sólo tenía unos centímetros de espesor.

En unos barrancos situados en las proximidades de la divisoria de las minas Carretero y García y San Ildefonso, en el paraje denominado La Viña, existen afloramientos en los que se han ejecutado varias labores que han seguido una veta de calafatita con potencia, dirección é inclinación sumamente irregulares, no siendo el mineral, como ya hemos dicho, de muy buena calidad.

Ya en la mina San Ildefonso, y siguiendo una línea paralela al límite de las calizas, se han ejecutado una serie de calicatas y trabajos, en la que se observa el manto, presentando venas potentes de calafatita de una gran pureza. En dos trabajos existentes próximos al punto de partida de la referida mina, la veta de calafatita se presenta en uno de ellos compacta y con 1,20 metros de potencia, y en el otro se ha profundizado en trancada hasta 46 metros, encontrándose á esta hondura la veta con 0,40 de espesor.

En la parte Oeste de esta mina se hicieron antiguamente varios pocillos, con objeto de encontrar azufre, cortando el manto y extrayendo varios de los minerales que integran su composición. En esta zona la capa aumenta sus dislocaciones, siendo éstas tan frecuentes, que en todos los puntos donde aquélla se presenta son distintas su dirección, inclinación, buzamiento y potencia.

Ya hemos indicado más arriba las diferencias de potencia y calidad del mineral de la galería situada en la Rambla de Alquivira, que tiene una longitud de 54 metros. En la entrada de dicha galería se presenta el manto en la parte reconocida del siguiente modo: forman el muro ó yacente unas láguenas rojizas; lleva encima unas láguenas violáceas con yesos y calafatita. Se encuentra superpuesta una capa de mineral muy puro de dos metros de espesor. Encima se presentan unas láguenas amarillentas de un metro de espe-

sor, y luego el pendiente constituido por el conglomerado de que ya hemos hecho referencia anteriormente. El espesor de la veta de calafatita es aquí excepcional.

Se observa el manto al otro lado de la Rambla de Alquivira, y siguiendo á ésta aguas arriba, en las minas San Ildefonso y Emilia se ven una serie de trabajos y afloramientos á un lado y otro de la Rambla, que demuestran la continuidad del manto y de la veta de calafatita, aunque ésta presente espesores muy variables. Los pliegues son muy frecuentes, pero la tendencia de la capa en estos sitios es la de presentarse horizontal. En la labor situada en la mina Emilia se ve el mineral en contacto con las calizas triásicas. En el barranco del Caldero, sito también en la mina San Ildefonso, se han hecho labores. En una de éstas se siguió la capa de mineral horizontal, y de pronto tomó la posición vertical. El espesor de esa capa es en estos trabajos variable entre 0,10 y 1,10 metros. En el sitio donde alcanza este último espesor se observan tres vetas de colores blanco, amarillo y rojizo. En la parte alta y margen derecha de este barranco se presenta un mineral blanco formando bastante espesor dentro del manto, y que se aprovechó como material refractario.

Caminando desde el citado trabajo de la mina Emilia hacia el O., existe una zona sin reconocer, y en la que por estar el terreno completamente cubierto de depósitos modernos no se observan afloramientos.

En la mina Apacible y en la caducada Bilbao en Benahadux vuelve á aparecer el manto, aunque presentando otros caracteres; pues así como en las minas descritas la ganga principal es el yeso y arcillas, en la zona comprendida entre las minas Apacible y 2.º Gallito son los minerales de hierro, arcillas y kaolín. Estas dos minas fueron explotadas para la obtención de mineral de hierro y hoy se ven todavía algunas de sus labores. En una de ellas se presenta una capa de 2 á 3 metros de espesor de mineral blanco, que está constituido en su mayor parte por kaolín, aunque lleva algunas vetas y nódulos de buena calafatita. Encima se ven los minerales de hierro constituidos por hematites roja y parda, por bajo de la caliza que aquí es muy dolomítica y buza hacia el O. Pre-

senta las capas varias inflexiones y se la vuelve á ver en la rambla del Barrancón, constituida principalmente por mineral de hierro, aunque lleva vetas y nódulos de calafatita. En este sitio tiene la capa buzamiento al E.

En la mina El Trovador hay varias labores efectuadas con objeto de explotar azufre y existen algunas instalaciones para su beneficio. Se presentaba el referido mineral en un conglomerado idéntico al que hemos citado al hablar de la mina San Ildefonso. En uno de los pozos, de bastante profundidad, debieron atravesar el conglomerado y llegar á la veta de calafatita, porque en la escombrera he podido recoger pedazos que tienen mucha ley en sulfato potásico. Como cuando se hicieron los trabajos sólo explotaban el azufre, al perder el conglomerado suspendieron la perforación del pozo.

Vuelve á asomar la capa en la mina Cuatro Amigos á bastante distancia de las calizas triásicas, debiendo su aparición á las grandes honduras de los barrancos señalados en el plano.

El manto se presenta en esos barrancos casi horizontal y la veta de calafatita tiene un espesor variable y se halla muy mezclada con arcillas amarillentas y rojizas. El mineral, como siempre, forma nódulos. Se han efectuado trabajos en esta mina que demuestran la continuidad del manto. En una roza abierta donde no existía afloramiento se ha descubierto el manto horizontal con vetas y nódulos de calafatita.

En la mina Montero, junto á la carretera de las Balsas, se ven las manchas blancas y amarillentas que indican el paso del manto. En esta misma mina y debajo de las calizas se han hecho excavaciones buscando hierro que han descubierto la existencia de la calafatita blanca mezclada con arcilla y hematites.

En la mina Otro Gallito se han arrancado excelentes muestras de calafatita.

En la mina La Papa se han hecho bastantes labores mineras para arrancar ocres, tanto amarillos como rojos, que han servido para poner el manto de manifiesto. Su buzamiento varía mucho, como si obedecieran sus cambios á inflexiones que en conjunto parecen determinar un buzamiento hacia el

Norte porque vuelve á asomar en la carretera de las Balsas que se encuentra bastante mas baja que los trabajos mineros. La importancia de estos pliegues han dejado al descubierto las pizarras que señalamos en el plano y que consideramos cambrianas. Aquí la capa yace debajo de las calizas y en algunos sitios en contacto inmediato. Presenta una gran diversidad de aspecto y se encuentra ya formando el mineral una veta de 30 centímetros entre arcilla y buzando al E. ya formando nódulos y vetillas entre arcillas y kaolín. En la vuelta que hace el monte por delante de la rambla de las Balsas se ven indicios del paso de la capa.

En toda la zona que ocupan las pizarras satinadas que hemos atribuído con desconfianza al cambriano no se ven indicios de mineral y no vuelve á aparecer hasta la mina Este y Otros Gallos Cantarán. Casi en la unión de los dos barrancos que integran la rambla de Morales se ve la capa en una extensión de 60 metros. Forman el muro láguenas y pizarras satinadas y encima se ven pizarras violáceas. Se encuentran superpuestas arcillas con mineral blanco y amarillo. Aparece encima una capa de mineral blanco de cerca de un metro de espesor y superpuesto un mineral rosado, que ha dado en los análisis una fuerte proporción de sulfato potásico. Forma el techo de la capa la caliza que se encuentra en contacto inmediato.

En la falda del cerro denominado del Pozo, en las minas Este y Otros Gallos cantarán y Eloyna, se han efectuado sobre el manto algunos trabajos constituídos principalmente por trancadas y algunas galerías. En alguno de ellos se llegó á profundidades de 54 metros. Se encontró algo de calafatita, pero en pequeñas vetas y de poca ley. Lo que se halló fué una bolsada de azufre de gran pureza, mezclado con lo que hemos dicho que constituían los requemados y con una piedra que parece toba. Siguiendo la línea de afloramientos por la mina Santa Bárbara, hacia el O. se realizan algunos trabajos sobre el manto, que por no estar más que iniciados en mi visita, no puedo dar cuenta del resultado.

Ya hemos dicho que en las minas de las Balsas de Gádor se explota azufre. Esta explotación, que comenzó el año 1875, tuvo épocas muy florecientes. Hoy se sigue explotando,

aunque no con tanta intensidad. Se perforaron numerosos pozos y galerías y se hicieron costosas instalaciones de desagüe, extracción y beneficio. La cantidad de calafatita que se pudo extraer de estas minas es imposible hoy de determinar, por no poder averiguar lo que contienen las escombreras. Desde luego se arrancó algo de calafatita, pero las condiciones en que se presenta allí el manto no son análogas á como se le ha descubierto en aquellos sitios donde con mas potencia y continuidad se presentó el referido mineral.

El azufre allí extraído tiene, en general, aspecto negruzco, que puede ser debido á los hidrocarburos.

GEOGENIA DE CRIADERO

La dolomitización muy profunda de las calizas de la sierra de Gádor, la formación de grandes lentejones de yeso, la presencia de minerales de azufre, plomo, cinc, etc., que abundan tanto en la referida sierra, son fenómenos todos que acompañan á la formación de este criadero y que parece tener con él una estrecha relación.

No pueden atribuirse estos metamorfismos á la presencia de rocas eruptivas, que no se encuentran en la sierra más que en asomos de poca importancia y que sólo producen alteraciones locales y á corta distancia. Hay que relacionar, á mi juicio, estos metamorfismos con la presencia en la sierra Penibética de numerosos manantiales termo-minerales muy cargados de sales de magnesia y de bastante temperatura (38° á 46°) y que alguna de ellas (1) todavía presenta ácido sulfúrico libre. La actividad hidrotermal aun existente en esta zona nos hará comprender las acciones enérgicas que realizarían al esparcirse en otros tiempos y la influencia que debieron ejercer en la constitución de las capas que atravesaban.

Unida la acción hidrotermal á las mil causas propias de aquella época, como mayor la temperatura del globo, el calor producido por la presión de las capas superiores, etc., originaron todos estos fenómenos de que hemos hablado y entre ellos

(1) La fuente de la Familia en término de Gádor.—Sr. Botella: reseña físico-geológica de la provincia de Almería. Tomo IX del *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*.

la formación del criadero de calafatita. Fenómenos todos que debieron realizarse mucho antes de que se formaran los depósitos terciarios que recubren la base de la sierra y creemos que poco después de efectuarse el depósito de las calizas triásicas.

Pudo haber después manifestaciones de acciones hidrotermales, pero cuando ya estaban agotados los elementos metalíferos; resultando que para la industria la acción principal la debieron realizar por aquella época.

¿Cómo se formó el criadero? Si en donde hoy aparece la calafatita existía una roca feldespática, la aparición de manantiales sulfurcosos por las grietas de las rocas permeables y encima de las pizarras que no lo son ocasionó la transformación del gas sulfuroso en ácido sulfúrico y éste la descomposición de los feldespatos, produciendo kaolín y calafatita. Si aquella roca tenía mica, también pudo ser atacada produciendo óxidos de hierro; si había excesos de gases sulfurcosos, pudo traer consigo depósito de azufre. Las calizas fueron descompuestas, produciendo yeso. El cuarzo, que en algunos sitios se encuentra en la roca en contacto con el criadero, en otros, en forma de sílice gelatinosa, pudo ser disuelta por aguas aciduladas.

Considerando la geogenia de este criadero, nos lleva á la idea de que no debe ser muy profundo, aunque sí muy extenso; pero de todos modos es imposible dar idea de la cantidad de mineral allí existente, hasta que no se hagan muchas labores de investigación y los análisis correspondientes, pues siendo un criadero que presenta el mineral en forma de nódulos y vetas dentro de la capa sin obedecer á ley alguna, sólo en el reconocimiento de muchos puntos de ésta se puede fundamentar una cubicación.

BENEFICIO DEL MINERAL

Procedimiento Calafat.—Al Sr. Calafat se debe el procedimiento para beneficiar el mineral, y á él debemos también muchos de los datos que á continuación expresamos. Tres son las principales operaciones que hay que efectuar: calcinación, lixiviación y evaporación.

La calcinación tiene por objeto: 1.º Deshidratar el mineral. 2.º Hacer desprender el ácido sulfúrico correspondiente al sulfato de alúmina, permaneciendo fija la sal potásica. La temperatura á que hay que someter el mineral es la del rojo sombra fuerte.

Esta operación no puede llevarse á una temperatura inferior al rojo sombra, porque quedaría mucho sulfato potásico sin descomponer, ni tampoco puede pasarse de ella, porque se formaría aluminato potásico.

El producto calcinado contiene, pues, sulfato potásico, alúmina y las impurezas que contuviese el mineral. Este producto pasa después á la lixiviación, ó sea la operación que tiene por objeto disolver el sulfato potásico, dejando insoluble la alúmina.

La cantidad de agua necesaria químicamente es de cinco metros cúbicos por tonelada de sulfato potásico próximamente; pero en la práctica resultará más. Si la disolución estuviese ácida, se puede remediar prácticamente agregándole un pico de cal ó caliza, que sólo tiene un pequeño inconveniente, el de aumentar las impurezas de la alúmina; pero como lo que hay que agregar de cal (si es preciso agregar) es muy pequeña cantidad, es insignificante la ley que pierde dicho mineral.

Las aguas con el sulfato en disolución son llevadas á las balsas de evaporación. Como el clima de los alrededores de Almería es sumamente cálido, no hay necesidad de que exista otro agente evaporador que el calor solar. La evaporación media en Almería la suponemos de seis milímetros en veinticuatro horas. Después de evaporada el agua se seca la sal obtenida, y ya está dispuesta para la venta.

El sulfato potásico que se vende en el comercio, cuando cumple con las condiciones impuestas, contiene de esta substancia 90 por 100, siendo lo restante impurezas. Dada la ganga que acompaña á este mineral, y teniendo en cuenta que la sal potásica es la única sal soluble que se puede formar, creemos que no contendrá más impurezas que las sales que lleve en disolución el agua en que se disuelva, y que, por tanto, siempre contendrá de sulfato potásico mayor cantidad del 90 por 100.

Lo que no se ha disuelto en el lixiviador estará formado por la alúmina y por las impurezas que contenga el mineral. La alúmina al tratarla por el lixiviador absorbe un 15 por 100 de agua, perdiendo ley, aunque aumenta la cantidad del mineral. De modo que de 100 kilogramos de mineral ya lixiviado y muy puro que sólo tuviera el 2 por 100 de impurezas, se obtendrían 115 kilogramos de mineral de 83 por 100 de alúmina.

Si tuviese el 50 por 100 de impurezas, la ley sería de 43 por 100, y ya hemos dicho que las bauxitas oscilan entre el 40 y 60 por 100, y rara vez llegan á 80 por 100.

Teóricamente en la calcinación se desprende anhídrido sulfúrico, que se combina inmediatamente con el agua, formando ácido sulfúrico. El beneficio de esta substancia se reducirá principalmente á su condensación por los procedimientos utilizados en la industria, y después á su concentración, porque saldría del horno muy diluído. Según ya hemos dicho, refiriéndonos al análisis del Sr. Giral, con un mineral puro, de una tonelada de mineral bruto, se obtendrían 313,80 kilogramos de ácido sulfúrico; pero en la práctica no se obtendría tanto: 1.º, porque el mineral no sería tan puro, y 2.º, porque no se podrían evitar las pérdidas que acompañan á las operaciones industriales, de modo que descontando un 30 por 100 por esos conceptos, se obtendrían de la tonelada de mineral aproximadamente 220 kilogramos de ácido puro, ó sean 420 kilogramos de ácido de 50°52.

Resulta que como elementos necesarios para la obtención del sulfato potásico, sólo se necesita carbón y agua. Nosotros calculamos que se necesita del primero un 20 ó 25 por 100 del mineral en bruto, y del segundo unos seis ó siete metros cúbicos por tonelada calcinada.

Las instalaciones para la obtención del sulfato potásico están constituídas por hornos, lixiviadores y balsas. La forma de los primeros debe ser objeto de estudios muy determinados, y de la que dependerá en gran parte el éxito de la operación.

Respecto á los lixiviadores, habrá que instalar juegos

completos de seis ú ocho, con objeto de ir saturando las aguas que por ellos circulen.

Las balsas de evaporación tendrán que ser de poco fondo y mucha superficie, y existirán también varios juegos de ellas, con objeto de que cuando en unas se esté el líquido evaporando, en otras se estén llenando y en otras extrayendo la sal.

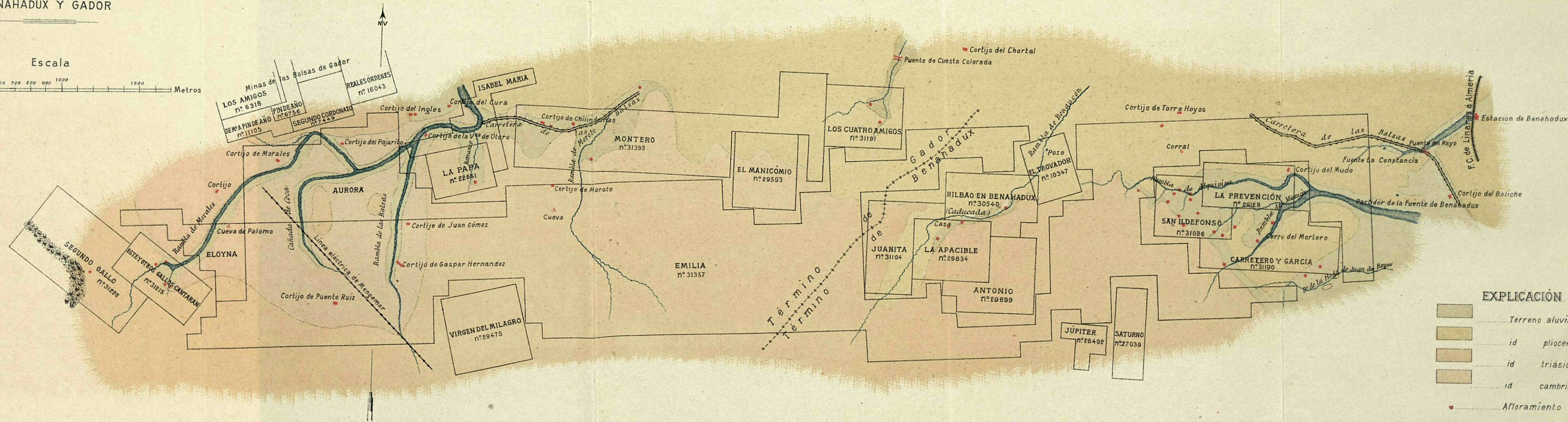
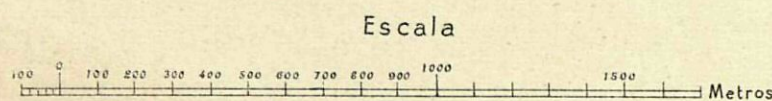
Seerá conveniente situar estas instalaciones á distintos niveles, con objeto de que las aguas circulen sin necesidad de elevadoras y sólo por su propia densidad.

El mineral de alúmina resultante del beneficio de la calafatita, que constituye una bauxita, puede venderse como tal, ó extraer el aluminio, para lo que serían precisos todas las instalaciones que tan costosa industria trae consigo.

Respecto á la fabricación de ácido sulfúrico, habrá que emplear aquellos aparatos que se utilizan en la industria á que dan origen para la captación de gases y para la ulterior concentración.

BOSQUEJO GEOLÓGICO

de la zona donde radican
los principales afloramientos de
CALAFATITA
en los términos municipales de
BENAHADUX Y GADOR



EXPLICACIÓN.

[Light brown box]	Terreno aluvial
[Yellowish box]	id plioceno
[Orange box]	id triásico
[Dark orange box]	id cambriano
[Red dot]	Afloramiento