

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

00071

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

ESTUDIO ECONOMICO Y TECNOLOGICO PARA EXPLOTACION Y APROVECHAMIENTO DE LAS ROCAS INDUSTRIALES

ESPECIFICACIONES Y CLASIFICACION DE LAS ROCAS INDUSTRIALES

Tomo III

TALCO Y PIROFILITA



00071

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA.

ESTUDIO ECONOMICO Y TECNOLOGICO PARA
EXPLOTACION Y APROVECHAMIENTO DE -
LAS ROCAS INDUSTRIALES

Especificaciones y Clasificación de las Rocas -
Industriales.

TOMO III

4

Diciembre, 1973

00071

El presente estudio ha sido realizado por la empresa
FRASER ESPAÑOLA, S. A. , en régimen de contrata-
ción con el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE
ESPAÑA.

00071

TALCO Y PIROFILITA

INDICE

	<u>Pág.</u>
1. <u>INTRODUCCION</u>	1.
1.1. Variedades de talco	1.
1.2. Pirofilita y sus variedades	4.
1.3. Otro término en uso	5.
1.4. Composición química de los talcos explotados	5.
1.5. Composición química de las pirofilitas explotadas	5.
1.6. Localización, forma y origen de los yacimientos - de talco y pirofilita	10.
1.7. Explotación del talco	14.
1.8. Preparación del talco comercial	15.
2. <u>PROPIEDADES</u>	22.
3. <u>CLASIFICACIONES INTERNACIONALES</u>	25.
4. <u>USOS Y APLICACIONES INDUSTRIALES</u>	28.
4.1. Usos cerámicos	28.
4.1.1. Refractarios	29.
4.1.2. Usos eléctricos y electrónicos	30.
4.1.3. Usos en azulejos, pavimentos y aparatos sanitarios	32.
4.1.4. Otros usos cerámicos	33.
4.2. Pinturas	33.
4.3. Uso en papel	34.
4.4. Uso en techado	34.

	<u>Pág.</u>
4.5. Uso en cauchos sintéticos	35.
4.6. Uso en cosméticos y limpieza	35.
4.7. Industria textil	36.
4.8. Uso en fabricación de insecticidas	36.
4.9. Otros usos	37.
5. <u>ESPECIFICACIONES PROPIAS PARA CADA USO</u>	39.
5.1. Especificaciones de compuestos cerámicos	40.
5.1.1. Especificaciones para compuestos re- fractarios	41.
5.1.2. Especificaciones para usos eléctricos y electrónicos	41.
5.1.3. Especificaciones para usos en azulejos, pavimentos y utensilios.	42.
5.2. Especificaciones para uso en pinturas	42.
5.3. Especificaciones en la fabricación de papel	45.
5.4. Especificaciones para uso en techado	45.
5.5. Especificaciones exigidas para el caucho	46.
5.6. Especificaciones para usos en cosméticos y lim- piezas	46.
5.7. Especificaciones en la industria textil	46.
5.8. Especificaciones en los insecticidas	47.
5.9. Especificaciones como espolvoreador	47.

	<u>Pág.</u>
6. <u>PORCENTAJES DE UTILIZACION POR INDUSTRIAS</u>	48.
7. <u>PRODUCTOS SUSTITUTIVOS</u>	50.
8. <u>CLÁSIFICACION EN FUNCION DE LOS USOS</u>	52.
9. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	53.

INDICE DE CUADROS

	<u>Pág.</u>
Cuadro nº 1: Análisis químicos de talcos explotados en - USA.	6.
Cuadro nº 2: Composición química de talcos comerciales	7.
Cuadro nº 3: Composición química de las pirofilitas explo- tadas. (Análisis de seis muestras de distintos tipos)	8.
Cuadro nº 4: Composición química de las pirofilitas expor- tadas en varios yacimientos del mundo.	9.
Cuadro nº 5: Resultados obtenidos en Denver (Colorado), - USA, en la preparación del talco comercial.	21.
Cuadro nº 6: Clasificación del talco por análisis químico.	26.
Cuadro nº 7: Clasificación del talcos por análisis granulo- métrico	27.
Cuadro nº 8: Modelo de consumo nacional en 1971	48.
Cuadro nº 9: Modelos de consumo de distintas partes del - mundo.	49.

INDICE DE FIGURAS

Figura nº 1: Diagrama de proceso de una planta de molien- da de talco.	18.
Figura nº 2: Esquema de separación por flotación del talco	29.

1. INTRODUCCION

Dado el sentido eminentemente práctico de estas monografías, se va a hacer el estudio conjunto del talco y la pirofilita, así como sus variedades, ya que sus aplicaciones industriales tienen muchos puntos de coincidencia, aun cuando las calidades de los productos obtenidos de la segunda roca son peores que los de la primera. Estos productos son comercializados y utilizados bajo la denominación genérica de TALCO.

El talco como roca comercial incluye todas las que tienen en su composición por lo menos un 50% de talco mineral, siendo éste un silicato magnésico hidratado procedente, o bien de la alteración de los silicatos de magnesio, o bien de un metasomatismo de las calizas con entrada de ácido silícico y magnesia.

La pirofilita explotada comercialmente se trata de una roca cuyo componente básico es el mineral pirofilita, que es un silicato hidratado de aluminio formado por alteraciones hidrotermales de rocas ácidas o por metasomatismo de tobas volcánicas ácidas y brechas.

1.1. Variedades de talco

A continuación, se describen las más importantes con sus nombres más comunes:

a) Talco

Mineral puro y blanco de fórmula teórica $H_2 Mg_3(SiO_3)_4$, al que corresponde un 63,5% de SiO_2 , 31,7% de MgO y 4,8% de H_2O .

b) Esteatita

Variedad masiva y compacta, compuesta en general, de talco (sin granos visibles) y pequeñas cantidades de cloritas, serpentinas, magnesita, antigorita, enstatita y, en algunas ocasiones, también cuarzo, magnetita y pirita.

Esta misma denominación se le ha dado recientemente a un tipo especial de talco puro que contiene un máximo del 1,5% de CaO , 1,5% de FeO y Fe_2O_3 y un 4% de Al_2O_3 , y que sirve para la fabricación de aislantes de alta frecuencia.

c) Jaboncillo de sastre

Es un término amplio usado para denominar diversos productos. -
Virtualmente, el jaboncillo de sastre comercial está constituido -
por rocas talcosas metamórficas altamente ferruginosas, que con-
tienen un 50-80% de talco mineral mezclado con diversas propor-
ciones de clorita, anfíbol, piroxeno, mica, pirita, cuarzo, calcita,
dolomita, magnetita y otros carbonatos.

d) Talco macizo

Variedades compactas en bloques de talco que se cortan en configuraciones apropiadas, incluyen bloques de esteatita, jaboncillo de sastre, etc.

e) Cal francesa

Este fenómeno fue, en un tiempo, muy usado para designar el talco, sin embargo su uso está desapareciendo rápidamente. En la actualidad es una variedad blanda de talco macizo.

f) Agalita

Es un talco fibroso que procede de Nueva York. En la actualidad, se aplica comercialmente este término a una variedad de talco molido.

g) Pizarra talcosa

Es una pizarra compuesta de talco, más o menos puro, cuyas horas pueden ser extraordinariamente finas. Las pizarras talcosas han sido impropiamente denominadas como talco.

Son rocas pizarrosas típicas que contienen fundamentalmente talco y, como componentes accesorios, magnesita, sericita, clorita, etc.

h) Talcocita

Es una variedad de las pizarras talcosas; se compone de escamas de talco con gran cantidad de cuarzo.

i) Asbestino

Es una variedad fibrosa de talco mezclado con tremolita que se obtiene de depósitos del estado de New York. Las fibras de tremolita pueden constituir del 20 al 40% del mineral, siendo el resto es camas de talco.

El asbestino comercializado en USA consiste aproximadamente en un 85% de silicato hidratado de aluminio, un 10% de silicato cálcico y 2,4% de carbonato cálcico.

1. 2. Pirofilita y sus variedades

Dado que la pirofilita y sus variedades tienen aplicaciones industriales semejantes a las del talco, se describen a continuación estas rocas.

a) Pirofilita

Es un silicato hidratado de aluminio, de fórmula teórica $H_2Al_2(SiO_3)_4$, que contiene un 66,7% de SiO_2 , 28,3% de Al_2O_3 y 5% de H_2O . Ha sido incluida a veces entre las esteatitas, en función de sus usos.

Existen buenas razones para pensar que gran parte del mineral comercializado últimamente como talco es, en la actualidad, pirofilita. Su variedad comercial contiene materias inútiles, así como cuarzo en una proporción 10-30% y sericita en un porcentaje indeterminado.

b) Wonderstone

Es un término aplicado a los bloques macizos de pirofilita extraída en la República Sudafricana. Contiene un 90% de pirofilita, un 9% de cloritas y un 1% de rutilo.

c) Agalmatolita y pagodita

Son variables de pirofilita compacta procedentes de China y Corea; se usan en la fabricación de ornamentos labrados.

1. 3. Otro término en uso

Existe otro término que, por su marcada relación con el talco, es - obligado mencionar:

Lava:-

Usado frecuentemente en el comercio para designar el bloque de talco, o bien el producto acabado del mismo.

Frecuentemente, el término lava se confunde con el de esteatita.

La lava es también sinónimo de talco calcinado, de gran aplicación industrial. Existe una variedad de gran uso comercial, procedente - de la mezcla de talco molido y silicato sódico.

1. 4. Composición química de los talcos explotados

En el cuadro nº 1 se da una tabla de análisis químicos efectuados en minas de talco de USA, la cual servirá para fijar ideas sobre las composiciones naturales más comunes.

El cuadro nº 2 orienta sobre la composición química de algunos talcos comerciales.

1. 5. Composición química de las pirofilitas explotadas

El análisis de los componentes de seis muestras de distintos tipos es el que figura en el cuadro nº 3. Finalmente, en el cuadro nº 4 se relaciona la composición química de las pirofilitas explotadas en varios yacimientos del mundo.

CUADRO Nº 1.ANALISIS QUIMICO DE TALCOS EXPLOTADOS EN USA

Constituyentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	59,80	66,23	60,48	41,02	61,35	39,54	59,61	57,40	62,65
Al ₂ O ₃	0,57	1,05	0,82	4,23	4,42	3,72	1,65	1,29	0,31
Fe ₂ O ₃	0,05	0,13	0,10			3,62			
				5,85	1,68			0,86	1,51
FeO	0,15	0,22	4,59			7,12	0,92		
MnO	0,39	0,16	0,09			1,60		trazas	
CaO	6,80	2,26	0,02	4,76	0,82	5,93	0,84	13,55	trazas
MgO	27,45	25,71	28,52	28,60	26,03	24,84	30,01	23,91	30,23
Na ₂ O+K ₂ O			0,03			0,08	0,26	0,44	0,20
SO ₃	0,07	0,01							
Pérdidas por calentamiento	4,75	3,86	4,94		5,10	5,04		2,20	4,95
				15,51			5,94		
H ₂ O	0,45	0,25				0,02		2,12	4,87
CO ₂	1,18	0,56				9,50			0,27
Total	101,66	100,84	99,59	99,97	99,40	100,91	99,23	99,57	100,04

1. Análisis de muestras medias de la zona de talco explotada en Talcville (Nueva York)
2. Análisis de muestras medias de la zona de talco explotada en Fowler.
3. Rocas de talco esquistoso de la mina Waterbury, en Moretown(Vermont)
4. Talco blanco procedente de Murray County (Georgia)
5. Talco de la mina Hewitt (Carolina del Norte)
6. Talco masivo de Schuyler (Virginia)
7. Esteatita de la mina Talc City de Inyo County (California)
8. Talco altamente tremolítico de la mina Silver Lake de San Bernardino County (California)
9. Esteatita explotada en la mina Yellowstone de Ennis (Montana)

CUADRO N.º 2.COMPOSICION QUIMICA DE TALCOS COMERCIALES

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>
Sílice, SiO ₂	61,00	57,00	38,40	61,54	58,93	60,34	42,73	57,40
Oxido ferroso, FeO	0,03	0,03	5,21	-	3,29	0,85		
Oxido férrico Fe ₂ O ₃	0,84	0,99	0,91	0,76	0,29	0,23	4,93	0,86
Alúmina Al ₂ O ₃	2,36	6,38	1,74	1,74	3,59	1,77	1,17	1,29
Cal, CaO	0,56	0,56	1,22	1,81	0,72	0,64	0,10	13,55
Magnesia, MgO	33,75	32,70	31,98	30,09	29,27	31,14	33,16	23,91
Sosa Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	0,44
Potasa K ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-
Anhidrido carbónico CO ₂			16,26		0,50	0,78	4,74	-
Agua por encima de 105°C.	1,03	1,83	3,58	3,65	3,08	5,20	12,95	2,20
Total	100,00 (x)	100,00 (xx)	99,30	99,59	99,67	100,95	99,78	99,57 (xxx)

- A. El mejor talco blanco. Luzenac, Francia
 B. Segundo talco blanco. Luzenac, Francia
 C. Talco gris. Productos molidos, Norwegian Talc. Co. Noruega.
 D. El mejor talco blanco. Media de cinco análisis. Mautern, Austria.
 E. Talco gris. Productos molidos. Miass, URSS.
 F. Talco superfino para cosmética. Italia.
 G. Talco gris. Producto según sale de la mina. Johnson, USA.
 H. Talco tremolítico. Silver Lake. California, USA

(x) También contiene: humedad 0,17%, indeterminados 0,26%, manganeso 21 p. p. m. y cobre 6 p. p. m.

(xx) También contiene: humedad 2,17%, indeterminados 0,34%, manganeso 34 p. p. m. y cobre 6 p. p. m.

(xxx) También contiene: humedad.

COMPOSICION QUIMICA DE LAS PIROFILITAS EXPLOTADAS

(análisis de seis muestras de distintos tipos)

<u>Constituyentes</u>	<u>(1) a.</u>	<u>(2) a.</u>	<u>(3) a.</u>	<u>(4) a.</u>	<u>(5) a.</u>	<u>(6) b.</u>
Sílice	76,32	73,50	70,26	69,90	69,38	83,34
Alúmina	19,80	22,53	24,95	25,13	26,02	13,93
Hierro	0,18	0,09	0,08	0,07	0,08	0,13
Calcio	0,14	0,08	0,16	0,16	0,14	0,42
Magnesio						
Potasa	0,27		0,13	0,00	0,00	0,00
Sosa	0,07	0,06	0,31	0,08	0,24	0,18
Pérdidas	3,44	3,95	4,32	4,67	4,50	2,20
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Total	100,22	100,21	100,21	100,01	100,36	100,24
	=====	=====	=====	=====	=====	=====
Pirofilita	66	79	85	88	89	48
Cuarzo	31	21	12	11	9	51
Sericita	3		3	1	2	1

a. - Pirofilita

b. - Con cuarzo granular

CUADRO Nº 4

COMPOSICION QUIMICA DE LAS PIROFILITAS EXPLOTADAS EN VARIOS YACIMIENTOS DEL MUNDO.

	<u>Carolina U. S. A.</u>				<u>Japón Okayama</u>	<u>New- foundland Alta calid.</u>	<u>India Hamirpur</u>	<u>Corea del Sur Vando</u>	<u>Australia Back Creek N. S. W.</u>
	<u>Alta calidad</u>	<u>Calidad para esmaltes</u>	<u>Calidad cerámica</u>	<u>Calidad Pirax</u>					
SiO ₂	57,58	71,70	76,40	78,05	54,09	63,36	64,50	66,07	73,10
Fe ₂ O ₃	0,33	-	-	-	0,20	0,64	0,23	0,53	0,30
Al ₂ O ₃	33,31	24,10	20,05	17,56	36,09	30,16	28,30	27,09	21,95
CaO	trazas	0,10	trazas	0,16	-	nada	0,43	0,36	trazas
MgO	trazas	-	trazas	0,04	-	trazas	trazas	0,07	trazas
Na ₂ O	0,06	0,20	0,21	0,26	-	-	-	0,60	-
K ₂ O	3,90		0,05	1,39	-	-	trazas	0,10	-
Pérdidas - por calen- tamiento.	5,56	3,80	3,33	2,35	8,70	5,07	6,67	5,43	3,76
Total	100,74	100,00	100,17	99,84	99,08	99,23	100,13	100,25	99,86

1.6. Localización, forma y origen de los yacimientos de talco y pirofilita.

Los yacimientos de talco explotables comercialmente se sitúan, en gran medida, en el precámbrico; se encuentran en zonas de rocas ultrabásicas metamórficas o de calizas dolomíticas metasomatizadas. El producto obtenido de estas últimas es el de mejor calidad y está asociado a la tremolita, actinolita y minerales relacionados con éstos. Por lo general, los yacimientos suelen ser lenticulares, en capas y con anchura máxima de 40 m.

Así son los yacimientos de Carolina del Norte, Ontario, Nueva York, Georgia, California, Baviera y Austria conocidos por su importancia.

El talco europeo también se encuentra intercalado en gneis y esquistos. Gillson sostiene la teoría de que procede de reemplazamientos de capas incluidas en las calizas magnesianas.

Son muchos más los yacimientos encontrados entre rocas ultrabásicas que los procedentes de las calizas; sin embargo, en cantidad de mineral, son mucho más importantes los segundos que los primeros.

Como gran parte de las rocas ultrabásicas han sufrido serpentización o esteatificación (formación de talco), o ambos procesos, se en-

cuentran en ellas invariablemente concentraciones de talco, y otro silicato magnésico hidratado semejante a él.

La distribución de los yacimientos de talco en el mundo es; a lo largo del eje de los Apalaches; desde el Canadá hasta las Carolinas; en el - escudo Canadiense; en las rocas plegadas de la parte occidental del - continente americano; en las masas metamórficas de los Alpes y los Pirineos; en el Piamonte italiano; en las regiones del escudo ruso; - en Escandinavia; en Africa del Sur; en la India; en Manchuria; en Chi - na y en Japón.

El talco más fino para tocador es el que se encuentra en los Alpes y en los Pirineos, en dos capas intercaladas con esquistos y pizarras.

El origen de la esteatita color claro de Göpfersgrün, en la Fichtelge - birge, se halla en la aureola de contacto de un granito al atravesar la dolomía.

En las calizas existentes en el estado de Nueva York, aparecen piza - rras talcosas junto a tremolitas en formas masivas.

En Cerisan, Rumanía, aparece en rocas del triásico y parece tratar - se de un proceso metasomático de las calizas.

En la estepa de Kirguises (URSS) aparece acompañado de pórfidos.

El talco del Norte del Pirineo aparece en lentejones entre gneis y calizas.

Dentro de las pizarras talcosas, hay diversos tipos de orígenes: en el tipo Mautern las iniciales pizarras se transformaron en otras talcosas, en las que aparecen enclaves de magnesita y lentejones de domia y cuarzo filoniano.

En Oberdorf, junto a Bruck, aparece claro el aporte de silicio procedente del exterior de las pizarras. Aparece pseudomorfosis de talco en las magnesitas pobres en hierro.

En los Urales y en Italia aparece encajado en serpentinas.

En Austria y en Hirt (Corintia) procede de la serpentina y tiene un pequeño contenido en níquel.

En rocas eruptivas ultrabásicas, el olivino y piróxeno, debido a la presencia de CO_3H_2 termal, al bajar la temperatura pasan a anfíboles, talco y carbonatos con o sin clorita.

En el macizo cristalino de los Alpes Orientales el talco se formó por metasomatismo.

En España la localización de los yacimientos de talco o sus variedades es la siguiente:

León: Puebla de Lillo y Valdeluquero

Gerona: Figueras, Marsanet de Cabreyns, Junquera, Bajol y Darminos.

Málaga: Mijas, Ojén y Benahavis

Barcelona: Piera y Campellas

La Coruña: Moeche, Curtis y Sobrado de los Monjes

Badajoz: Egea

Almería: Lújar

La pirofilita generalmente se encuentra en depósitos estratificados, normalmente en zonas que han sido sometidas a metamorfismo. Es comúnmente coloreada, crema o blanca, y puede encontrarse en tres formas: a) foliada, de grano fino y de fracturada pizarrosa; b) como pequeños cristales granulares, radiados, entremezclados con agujas; c) en masa compacta, con los cristales más pequeños que en b), pero con disposición similar.

La pirofilita se encuentra, por lo general, asociada con grandes proporciones de minerales sin valor comercial, como el cuarzo y mica sericítica, los cuales interesa que estén en la menor cantidad posible.

Hace relativamente pocos años que se les ha dado a los depósitos de pirofilita la importancia comercial que tienen. La principal producción está en los condados de Moore y Randolph de Carolina del Norte (U. S. A.). Otros centros de producción son: Graville, Orange, Alamace y Montgómery, todos ellos en Carolina del Norte, en el área de Pensilvania de Carolina del Sur y en California. También se encuentran yacimientos en China, Rusia, Suecia, Luxemburgo, Bélgica, - Brasil y Japón.

1.7. Explotación del talco

Los afloramientos de talco en muchos de los distritos productores de los Estados Unidos atrajeron el interés y la atención de los indios y de los colonizadores blancos. La explotación de estos depósitos, bajo un punto de vista minero, no comenzó en los grandes distritos orientales hasta el último cuarto del siglo diecinueve. El primer talco extraído y molido en los Estados Unidos, cerca de Balmat, fue en 1876. La mayor parte de los depósitos del Este de California fueron localizados entre 1930-1950.

Antes de 1930 las operaciones de explotación se hacían en pequeña escala y con un limitado respaldo financiero. Los trabajos de exploración estaban destinados, generalmente, a determinar la forma, tamaño y distribución del depósito conocido, y no a la localización de nuevas reservas.

Actualmente abundan las perforaciones para la búsqueda del talco, especialmente cerca, o incluso dentro, de los distritos con yacimientos explotables. En los últimos años fueron perforados de 1.500 a 4.500 m anuales en el distrito de Nueva York.

Aproximadamente la mitad se efectuó en búsqueda de depósitos deducidos por consideraciones geológicas, y asentados debajo de superficies cubiertas por terreno de acarreo de aluviones y glaciares.

En algunas partes de este distrito, la asociación de minerales de Zn y Pb con masas de talco ha facilitado la localización de talco comercial cuando se investigaban los metales, o viceversa.

No se puede definir un sólo método para la explotación del talco, sino que en cada ocasión se adopta el que más aconsejen las circunstancias. Se suele hacer o bien a cielo abierto, o por métodos subterráneos. Más del 60% de la producción mundial de talco, pirofilita y variedades es obtenida por este último tipo de explotación. La entrada a la mina puede ser por socavón, por plano inclinado o por pozo vertical; cuando se ha realizado en el mismo mineral, hay que cuidar mucho la entibación por la tendencia natural de estos materiales al deslizamiento.

La mecanización en las minas subterráneas no está generalizada, aunque en los últimos años se han utilizado equipos diesel de explotación y transporte en una de las mayores minas de California, donde existe un filón de talco de aproximadamente 4,5 m de potencia con 13° de inclinación.

Cuando el talco va a ser usado en forma de bloques o cortado en tizas no se suelen utilizar explosivos, con objeto de evitar el destrozo de las grandes masas, que pueden ser cortadas en el exterior. Aproximadamente el 75% del talco extraído es inadecuado para este fin, en parte por las materias duras que dificultan su aserrado, pero, principalmente, por las fisuras y grietas que producirían la rotura de las planchas.

1.8. Preparación del talco comercial

El talco, pirofilita y variedades necesitan una serie de tratamientos porque su presentación natural no sirve para una utilización específica; por tanto, antes de su venta, debe ser transformado, aunque algunos consumidores prefieren comprarlo en bruto y prepararlo para sus propias necesidades.

Una reducida cantidad (menos del 0,25%) es aserrado en prismas rec tangulares, para obtener tizas de marcar. La operación se efectúa - mediante el empleo de sierras circulares, semejantes a las utilizadas en carpintería.

En general, la preparación del talco consta de una molienda, seguida de flotación o separación por aire.

El mineral de algunos depósitos es cribado en seco o lavado en cribas giratorias para remover los finos y, posteriormente, pasa sobre cintas transportadores para facilitar, mediante un escogido manual, la - eliminación de grandes trozos de esteril o de mineral de baja ley.

Posteriormente, el mineral debe ser secado, cuando es necesario, - pues la humedad puede reducir en un 30% la capacidad de molienda. La primera trituración se hace mediante machacadoras de mandíbulas y, posteriormente, se pasa a un molino giratorio con bolas o rodillos. Se usan trituradoras de martillos, con o sin separación por aire, para - mayores reducciones de tamaño del mineral, llegando hasta 420 - 149_μ

Los molinos de rodillos, trabajando en circuito cerrado con separa - ción por aire, son los más satisfactorios para conseguir que los talcos blancos y pirofilita lleguen a tamaños de 149-44_μ. Estos molinos están, unas veces, equipados con cámaras de combustión, con - lo cual se consigue simultáneamente un secado y molido: otras, con separadores magnéticos; y otras, con ambos.

Para materiales más abrasivos, como el talco extraído en Nueva York o la pirofilita utilizada en cerámica, la molienda es efectuada en molinos recubiertos de cuarcita o sílice, y con piedras de cuarcita como elemento molturante. Estas trituraciones se suelen efectuar en circuito cerrado y con separadores por aire.

La energía producida por fluidos en movimiento (aire, agua, o vapor), generalmente llamada micronizante, se utiliza para obtener un producto de tamaño más fino que el obtenido por procedimientos corrientes. En el micronizado, los granos de alimentación caen, a través de una abertura central, a una cámara de acero, y, allí, son sometidos a un intenso bombardeo mutuo, debido al impulso a altas presiones de aire o vapor, introducidos a través de boquillas situadas en el perímetro de la cámara. De esta forma se consiguen tamaños de 1 a 20 micras e incluso menores. El producto obtenido se conoce con el nombre de talco micronizado.

Una vez reducido el talco a la granulometría deseada, se le separa de las impurezas que pudieran acompañarle. Esta separación puede efectuarse por aire o por flotación. A continuación se incluyen dos diagramas de procesos; uno de molienda y posterior separación del mineral por aire (fig. 1.) y otro de separación por flotación de un mineral acompañado de Ni y Co. (Fig 2.).

Con respecto a este último proceso conviene indicar que el talco más limpio es el obtenido utilizando solamente aceite de creosota y alcoholes espumantes; no obstante, para obtener una buena recuperación es necesario generalmente añadir reactivos tales como petróleo sulfonado o cadenas cortas de aminas.

Fig. nº 1

DIAGRAMA DE PROCESO DE UNA PLANTA DE MOLIENDA DE TALCO

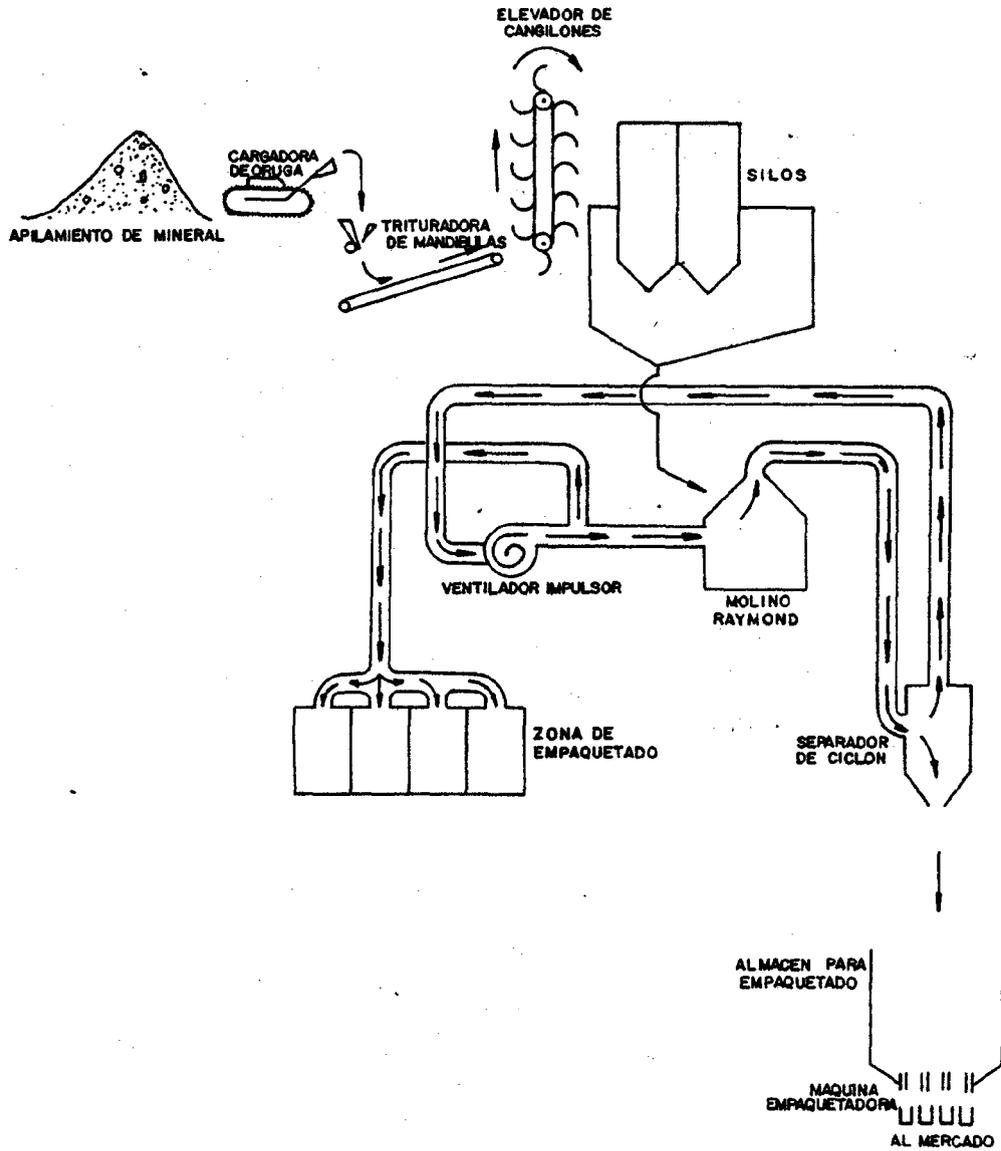
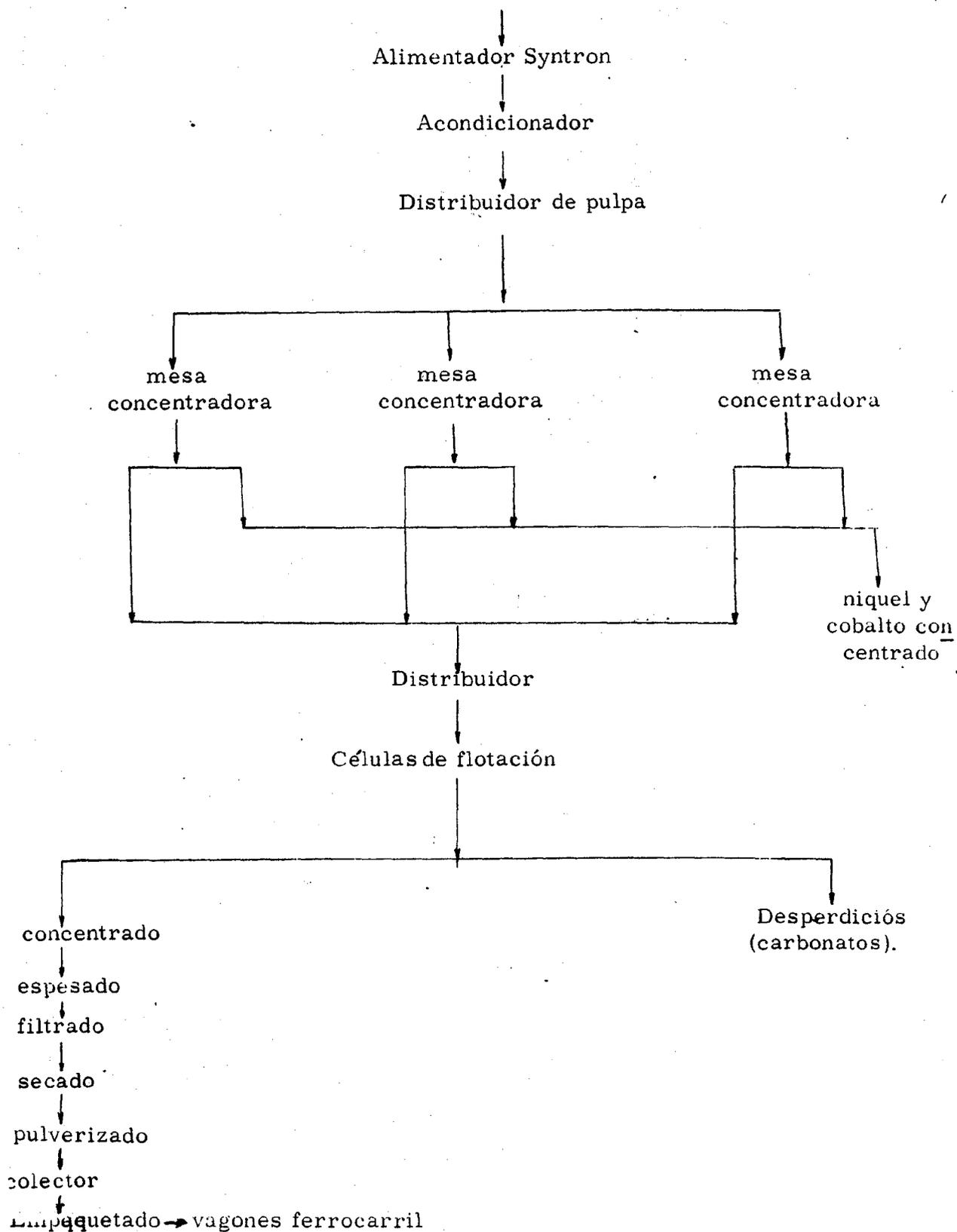


Fig. nº 2.

ESQUEMA DE SEPARACION POR FLOTACION

Alimentación procedente de molienda en seco



Como ejemplo de los resultados obtenidos mediante la separación por flotación, se indican los correspondientes a una planta de este tratamiento, instalada en Denver (Colorado) (Cuadro nº 5.). En dicha planta emplean como agente tensoactivo o mojante, generalmente, el sulfonato alquílico de sodio, obtenido del petróleo. En ocasiones añaden como dispersante silicato de sodio.

CUADRO Nº 5.RESULTADOS OBTENIDOS EN DENVER (Colorado), USA, EN LA PRE-
PARACION DEL TALCO COMERCIAL

<u>Mineral</u>	<u>Talco</u>	
Descripción de la mena	Mena de talco conteniendo calcita, tremolita, hierro y otras impurezas.	
Ensayo de la mena, aproximadamente.	Oxido de hierro	3%
	Alúmina	7%
	Oxido de calcio	12%
	Sílice	47,5%
	Oxido de magnesio	14%
	Pérdidas calentamiento	16%
Método o proceso	Flotación Denver "Sub-A"	
Reactivos kg/t de mineral	Concentrado, 48% en peso	
	MgO	26,8%
	SiO ₂	55,2%
	CaO	3,7%
	Al ₂ O ₃	6,7%
	Fe ₂ O ₃	1,7%
	Pérdidas por calentamiento	5,7%
	Tensoactivo	0,3
Sosa comercial	0,9	
Datos generales	pH, 8	
	Molido - 100 mallas.	
	El tipo de producto depende de sus características físicas, como color, textura y finura.	
	Concentración por flotación, aceptable.	

2 PROPIEDADES

Se estudian a continuación las propiedades más importantes de los talcos y pirofilitas, desde el punto de vista industrial, y, también, se citan las industrias que aprovechan tales características

- Color

El color del talco puede ser: verde manzana, blanco, gris, amarillo rojizo (debido a los óxidos del hierro) y azulado.

El blanco es el más solicitado y, por tanto, el de mayor cotización.

El color es importante para la fabricación de pigmentos para pinturas y blanqueadores de laboratorio.

- Dureza

El talco es un mineral muy blando (nº 1. Escala Mohs). Esta propiedad lo hace idóneo para la talla de figuritas, fabricación de lápices marcadores (dada la facilidad con que se corta), así como para la obtención de polvo utilizado en distintas industrias, tales como la de cosmética.

- Untuosidad

Es una de las propiedades más interesantes con vistas a su utilización. En realidad lo más importante es que en el talco se combinan la baja dureza y la gran untuosidad, por lo cual se utiliza -

para: hacer tizas para marcar metales, jaboncillos de sates, -
cosméticos, extendedores de pintura, lubricación, composición y
satinación del papel, evitar adherencias entre planchas de chapa,
plásticos y moldes en general, industria textil, etc.

- Punto de fusión:

El talco tiene un punto de fusión de 1.400°C. A temperaturas -
comprendidas entre 380° y 500°C se elimina el agua en exceso,
Entre 800° y 840°C el agua de cristalización se pierde, y el tal-
co se disocia en enstatita (SiO_3Mg) y sílice (SiO_2) amorfa, sien-
do esta reacción endotérmica. A mayor temperatura la enstatita
pasa gradualmente a clinoenstatita, y la sílice amorfa pasa a -
cristobalita (ambos minerales sufren este cambio antes de los -
1.300°C).

- Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es muy baja y, por este motivo, tiene
gran aplicación en la fabricación de aislantes eléctricos.

- Conductividad térmica

La conductividad térmica del talco es baja, por tanto se tiene muy
en cuenta en la fabricación de aislantes térmicos, bien cortado -
en bloques o bien molido y mezclado con otros componentes para
hacer ladrillos.

- Absorción de líquidos y aceites

Debido a su buena absorción es muy utilizado como material de -
relleno en insecticidas, pinturas, cosméticos, crema blanca para
calzado, etc.

- Ataque por ácidos

El talco es inatacable por los ácidos, lo cual favorece sus posibilidades de utilización.

- Aglomerabilidad

Debido a sus propiedades antiaglomerantes, es muy empleado en la fabricación de abonos.

Todo esto, con respecto a las propiedades del talco que, en general, son las mismas que las de las pirofilitas, siendo, por tanto, también comunes sus aplicaciones. A continuación se describen las características distintas de estas últimas.

- Dureza

Está comprendida entre 1 y 2

- Comportamiento con la temperatura

Calentando la pirofilita entre 400 y 700°C pierde agua y, aunque aparentemente no varía su estructura, sin embargo, examinándola con Rayos X, se ve que existe una separación de las capas de silicato de aluminio y una pequeña dilatación lineal. A 800°C pasa a $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$, que es estable hasta los 1.100°C; pero, por encima de esta temperatura, se disocia en mulita, y el resto de cuarzo pasa a cristobalita.

- Ataque por ácidos

La pirofilita es atacable por el ácido sulfúrico.

3. CLASIFICACIONES INTERNACIONALES

Al igual que en la mayor parte de las rocas industriales, no existe - para el talco y la pirofilita ninguna clasificación general aceptada en todo el mundo, sino que cada país tiene las suyas propias, en algunos casos normalizadas y en otros no; se dan casos donde esta clasificación se efectúa más por una serie de acuerdos consagrados por el uso que por una disposición científica o legal.

Sin embargo, debido a la influencia decisiva que sobre el mercado de cualquier roca o sustancia mineral tienen las bolsas de Londres y - Nueva York, es conocida en todo el mundo la clasificación usada por ellas, resultando prácticamente la más empleada en el campo de las operaciones de compra-venta de talco en bruto o semielaborado. Esta clasificación es:

Clasificación de talco en las bolsas de Londres y Nueva York.

Noruego en bruto

Noruego micronizado

Francés molido fino

Italiano calidad cosmética

Chino

Talco para carga

Talco para pinturas y cerámica

Talco micronizado

En posteriores fases del presente proyecto, esta clasificación se completará con las de los países de mayor importancia industrial (prácticamente los únicos que la tienen legislada).

Como ejemplo se incluye la clasificación efectuada por "Talcos de Luzenac" para sus calidades comerciales. Esta clasificación se basa en la combinación de las características químicas (cuadro nº 6) y granulométricas (Cuadro nº 7.)

CUADRO Nº 6

	<u>ANÁLISIS QUÍMICO</u>		
	00SP	0	2
Sílice	57,5-59,9	46,0-48,9	48,2-51,3
Magnesio	31,4-32,3	32,0-32,4	30,9-31,8
Aluminio	1,3- 3,1	9 -10,3	6,6- 9,7
Oxido férrico	0,6- 0,8	1,2- 1,5	1,5- 2,2
Calcio	0,3- 0,8	0,4- 0,5	0,3- 0,8
Anhídrido titánico	0,0- 0,1	0,1- 0,1	0,2- 0,3
Anhídrido fosfórico	0,0- 0,1	0,1- 0,2	0,2- 0,2
Azufre	0,0- 0,1	0,0- 0,1	0,0- 0,1
Pérdida al fuego	5,1- 6,5	7,8- 9,1	7,6- 9,0

Solubilidad en H₂O < 0,05 %

Hierro soluble en H₂O < 0,002 %

Solubilidad en ClH < 2 %

Arsénico < 0,4 ppm.

CUADRO Nº 7.ANALISIS GRANULOMETRICO

	Standard	20/CTM	15/CTM	10/CTM	Steamic	Extra Steamic
50 μ >	99,2%					
30 μ >	90 %					
20 μ >	78 %	99,7				
15 μ >	64 %	96,7	99,7			
10 μ >	49 %	87,3	94,7	99		
5 μ >	22 %	45,4	61,6	73	85	95
2 μ >	9 %	16,7	22,4	25	40	50
1 μ >	3 %	7,9	9,3	12,1	16	19

El análisis granulométrico de la finura superior a 30 μ , se efectúa mediante tamiz. Para la finura inferior a 30 μ , el análisis granulométrico se efectúa mediante la pipeta de Andreasen.

La combinación de ambas clasificaciones dan las calidades comerciales (por ej: 20/CTM/00SP, Seamatic 0, etc.).

4. USOS Y APLICACIONES INDUSTRIALES

Las primeras aplicaciones de los materiales de este grupo dependían directamente de las facilidades de extracción existentes, y su utilización estaba limitada por el bajo desarrollo industrial de entonces.

Primitivamente el talco era empleado en la fabricación de amuletos, materiales de construcción, utensilios, estufas de cocina y aislantes térmicos.

A finales del siglo XIX, la utilización del talco fue extendida a la fabricación de fregaderos, cubas, crisoles, hornos de cocción, ladrillos refractarios y en la calefacción de los vagones de ferrocarril.

En la actualidad, los usos del talco y pirofilita han aumentado considerablemente, coincidiendo diversos autores en la existencia aproximada de 60 campos de aplicaciones diversas.

4.1. Usos cerámicos

Gracias a las inmejorables propiedades que confiere a los compuestos cerámicos, sus aplicaciones actuales en este tipo de industria se han incrementado grandemente.

En general, el talco molido tiene una gran influencia en el comportamiento de los compuestos cerámicos. Si contiene gran cantidad de cal y bajo contenido de hierro, aparece un estrecho margen de temperatu-

ras de vitrificación. Por otra parte, si se presenta un elevado contenido de alúmina, el compuesto tiene una baja temperatura de cocción.

El talco molido sirve para incrementar la resistencia mecánica y la transparencia de los compuestos cerámicos.

4.1.1. Refractarios

Los bloques de esteatita compacta sirven para la elaboración de productos refractarios, siendo configurados por torneado y aserrado.

Mediante una posterior cocción a 1.000°C , se transforma en un compuesto con cristales incrustados de clinoenstatita, de gran dureza y pequeñas contracciones, denominado frecuentemente "lava"

Ultimamente se ha incrementado a gran escala la fabricación de "lava sintética" a partir de una mezcla de talco molido y silicato sódico; éstos son secados a 300°C y, posteriormente, cocidos.

La lava sintética tiene un coeficiente de contracción mayor que la lava producida a partir de esteatita compacta, por lo que para compuestos de alta precisión es más recomendable esta última. La lava artificial posee un color blanco, a diferencia de la natural que suele tener coloración rojiza.

El talco molido, mezclado con arcilla y posterior cocido, vitrifica transformándose en cordierita ($2 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$). Tiene un bajo coeficiente térmico de dilatación, propiedad fundamental de los

compuestos refractarios. La mezcla ideal para la formación de cordierita consta de un 70% de talco y un 30% de caolín.

El jaboncillo de sastre se utiliza como revestimiento refractario en estufas, hogares y en hornos de fundición, particularmente en aquellos empleados para la recuperación alcalina en el proceso de fabricación de papel Kraft.

La pirofilita, mediante cocción, se transforma fundamentalmente en "mulita", producto esencial de los compuestos refractarios (ver monografía del grupo de la silimanita).

Se elaboran refractarios de alta calidad conteniendo pirofilita, a partir de un 75-90% de pirofilita comercial y arcilla aglomerante. Con esta mezcla se consiguen refractarios con un alto punto de fusión, no aparecen contracciones, no existen fracturas astillosas al cambiar bruscamente la temperatura y son resistentes a la acción de las escorias.

La pirofilita también se utiliza para cajas refractarias destinadas a cocer loza. La talcocita, que es una pizarra talcosa con mezcla de escamas de talco y cierta cantidad de cuarzo, se emplea en productos refractarios para hornos y hogares.

4. 1. 2. Usos eléctricos y electrónicos

Las porcelanas eléctricas tienen como componente fundamental la cordierita; se añaden frecuentemente pequeñas cantidades de feldespato para aumentar la amplitud de temperaturas de vitrificación.

La cordierita está caracterizada por tener un reducido coeficiente térmico de dilatación, y se utiliza fundamentalmente en aisladores eléctricos que tengan que resistir elevadas temperaturas.

Con esta misma finalidad se emplea un compuesto vitrificado elaborado a partir de talco molido, arcilla aglomerante y pequeñas proporciones de carbonato sódico y feldespato para producir una buena vitrificación a 1.400°C, siendo la clinoenstatita $Mg SiO_2$ el principal elemento obtenido.

Para aisladores eléctricos se utiliza pirofilita y la variedad denominada wonderstone.

Las bujías de encendido, se hacían antiguamente con mezclas de porcelanas corrientes. Hoy en día, han sido mejoradas con la introducción de ciertas cantidades de talco que aumentan notablemente su resistencia mecánica y eléctrica a altas temperaturas.

Para paneles de distribución e interruptores se utiliza el jaboncillo de santre.

Para aisladores electrónicos se usa fundamentalmente lava elaborada a partir del bloque de esteatita que, a su vez, necesita operaciones mecánicas de cortadura y fresado. En electrónica se utiliza en placas separadoras y revestidas, y en rejillas separadoras en radio transmisión de alta frecuencia.

El bloque natural de esteatita forma parte de los minerales considerados por algunos países como estratégicos y críticos almacenables; para ser aceptados como tales necesitan unas condiciones mínimas - muy rigurosas, por lo que muchos yacimientos no son válidos para estos objetivos, lo que motivó en USA el desarrollo de un compuesto denominado phosphate-bonded-talc. Dicho compuesto está formado a partir de un aglomerado de talco molido y ácido fosfórico, y tiene las mismas aplicaciones industriales que la lava.

Para filamentos de caldeo, se utiliza la cordierita altamente absorbente.

4.1.3. Usos en azulejos, pavimentos y aparatos sanitarios

El jaboncillo de sastre se emplea en la fabricación de pavimentos antiácidos, fragaderos, cisternas y desagües.

La clinoenstatita tiene un aumento de volumen, debido a la humedad, relativamente baja y un pequeño coeficiente térmico de dilatación. Es un material ideal para ser usado a temperaturas reducidas. Tiene gran aplicación en la fabricación de azulejos, aumentando su resistencia al agrietamiento.

La pirofilita se usa en la fabricación de aparatos sanitarios, aumentando su resistencia mecánica y mejorando de una forma notoria su resistencia al agrietamiento. En azulejos, su utilidad es menor.

4.1.4. Otros usos cerámicos

- Se utiliza pirofilita, como componente aluminico, en la elaboración de cristales.
- Para la fabricación de esmaltes se emplea talco molido.
- Para banquetas de laboratorio se utiliza jaboncillo de sastre.
- Se utilizan bloques de talco en la fabricación de espitas para mecheros de gas.
- Para aumentar la transparencia y tenacidad de las porcelanas se emplea talco molido.

4.2. Pinturas

El talco molido se usa principalmente en pinturas como producto inerte extensor y de carga.

El talco laminar se usa también como extensor y como pigmento.

La variedad fibrosa del talco tremolítico, conocida con el nombre de asbestina, se emplea como agente de suspensión con el fin de evitar la sedimentación y también para reforzar la película de pintura, particularmente en aquella que tenga que soportar altas temperaturas.

El talco molido sirve para reducir el riesgo de grietas en las películas de pintura.

En pinturas de poca visibilidad con fines bélicos, como por ejemplo - en la marina, se utiliza una mezcla de talco fibroso y en escamas.

La pirofilita se emplea, generalmente, como material de carga, extensor y pigmento.

La pizarra talcosa, finamente granulada, también se emplea en la fabricación de pinturas.

4.3. Uso en papel

El talco molido se utiliza para dar opacidad a los papeles, siendo ésta una de sus mayores ventajas respecto a otros compuestos empleados como carga. Es de notar que produce un alto grado de retención - en el producto acabado. Para papeles de gran calidad, sólomente se - emplea el de color blanco, con poca cantidad de óxido de hierro (máximo 1-2%) y prácticamente exento de mica y carbonato cálcico.

La pizarra talcosa, mediante elaboración previa, se usa en gran canti- dad para la fabricación del papel.

También se emplea para materiales de gran calidad la pirofilita como material de carga.

4.4. Uso en techado

El talco molido utilizado para fabricar papeles destinados a techar - tiene la particularidad de ser un talco de baja calidad, toscamente mo-

lido y de coloración grisácea. El producto acabado suele ser un material inerte que resiste altas temperaturas y proporciona una capa de revestimiento contra las inclemencias atmosféricas.

La pirofilita se usa como material de carga.

4.5. Uso en cauchos sintéticos

El talco molido se utiliza en una amplia gama de artículos, especialmente válvulas semiduras.

También se usa la pizarra talcosa, como material de carga, en la fabricación de gomas sintéticas.

Para materiales de caucho blandos se utiliza la pirofilita.

4.6. Uso en cosméticos y limpieza

Fundamentalmente se emplea el talco molido en una amplia gama de productos, así como jabones, colorete, polvos higiénicos, cremas, etc.

La pirofilita se utiliza en la preparación de polvos higiénicos.

La pizarra talcosa se emplea para la fabricación de cosméticos y jabones.

4.7. Industria textil

El talco molido se utiliza fundamentalmente en esta industria como material de carga y blanqueado.

La pirofilita se usa en el acabado de textiles, particularmente en cordelería.

La pizarra talcosa se usa para el apresto de telas.

4.8. Uso en fabricación de insecticidas

La pirofilita finamente molida se utiliza en insecticidas (DDT 666) y fungicidas.

Actúa principalmente como diluyente y extensor. Su pH, prácticamente neutro, y el ser químicamente inerte, blando y no higroscópico hacen de la pirofilita un compuesto idóneo para esta finalidad. Es compatible con insecticidas ácidos y alcalinos.

Se pueden efectuar grandes almacenamientos de pirofilita para preparar insecticidas sin pérdida de efectividad alguna. Cuando el insecticida es expulsado hacia el exterior, se carga electrostáticamente y aparece una atracción hacia el envés de la hoja de la planta fumigada cubriéndola rápidamente.

El talco molido se usa en insecticidas como espolvoreador.

4.9. Otros usos

Gracias a la untuosidad y absorción de los materiales de este grupo, tienen gran aplicación para:

- Espolvoreo de minas con pirofilita molida.
- Absorbente; en algunos explosivos se utiliza talco molido.
- Preparación y limpieza de cacahuets, arroz y cebada; se usa talco molido y pirofilita molida.
- Absorción de olores procedentes de alimentos; se utiliza talco molido.
- Espolvorear heridas de los animales; se emplea talco molido.
- Abonos simples y complejos, empleando talco molido, como antiaglomerante.
- Evitar adherencias de superficies en los procesos de fabricación siguientes: chicle, acero, linóleo, cuero, vidrio, clavos, empleando talco molido.
- Evitar adherencias a la piel de guantes sanitarios; se utiliza talco molido.
- La preparación de insecticidas, sobre todo en aquellos que con tienen D. D. T. ; se emplea talco molido debido a su carácter no abrasivo y fluyente.

- Como material de relleno, el talco molido se emplea en la preparación de: argamasa, masilla de vidrieros, linóleo, asfaltos, grasas y crema para el calzado.
- Para filtrar el agua se utiliza talco molido.
- Como material blanqueador se emplea talco molido.
- Para objetos de adornos se utiliza talco compacto.
- En productos farmacéuticos se utiliza en pequeñas cantidades talco molido de gran pureza.

5. ESPECIFICACIONES PROPIAS PARA CADA USO

Ante el gran número de variedades existentes y diversidad de composiciones mineralógicas de las rocas objeto de la presente monografía, es conveniente citar unas propiedades generales (estudiadas en el capítulo 2.), que recojan las características más importantes de estos compuestos. Así, servirán de base para las especificaciones propias a medida que dichas propiedades se concreten para cada uso específico. Estas son:

- Análisis químico completo
- Sustancias solubles en ácidos
- Color
- Brillo
- Valor del pH
- Densidad real
- Densidad aparente
- Granulometría
- Cantidad retenida por un tamiz
- Tamaño medio de partícula
- Tipo y forma de partícula
- Absorción de aceite

No se han encontrado apenas especificaciones propias de la pirofilita, investigación que se llevará a cabo en las sucesivas fases del presente proyecto, siendo válidas en la actualidad las especificaciones propias del talco cuando la pirofilita actúe como elemento sustitutivo y no existe ninguna alusión a composición química indeseable.

5.1. Especificaciones de compuestos cerámicos

Las especificaciones más utilizadas en el comercio se basan en las siguientes propiedades generales:

- Máximo permisible de impurezas
- Contracciones térmicas
- Propiedades dieléctricas
- Coloración después de la cocción

Se acepta universalmente que la finura del talco para productos cerámicos exige un 100% inferior a 149μ . Las especificaciones del talco y pirofilita molidos para porcelanas requieren un contenido mayor del 6% de CaO para ser preferibles a la cal en su utilización en artículos de color blanco.

Para talcos tremolíticos de New-York y California, se exige para su utilización en compuestos cerámicos:

50% o más de tremolita
 menos del 25% de talco
 4 : 10% de cal viva

proporción $\frac{1}{4}$ de $\frac{\text{cal viva}}{\text{Oxido de magnesio}}$

Estas especificaciones generales para compuestos cerámicos varían según la aplicación posterior de dichos compuestos.

5.1.1. Especificaciones para compuestos refractarios

La pirofilita empleada en refractarios no debe contener más del 4% de sericita, dado que es un activo fundente.

En la presente etapa de este estudio no se tienen datos de las especificaciones requeridas por el talco para compuestos refractarios.

5.1.2. Especificaciones para usos eléctricos y electrónicos

Algunas firmas requieren para porcelanas eléctricas:

- 30% de MgO
- 50% de máximas pérdidas por ignición
- inferior al 5% de cal, alúmina, óxido de hierro y álcalis

Las especificaciones, según Bureau of Mines para la fabricación de aisladores eléctricos exigen:

- Fe_2O_3 1,5% máximo
- CaO 1,5% "
- Al_2O_3 4% "
- El total de los minerales distintos al talco no debe exceder del 5:10% y preferiblemente del 1 : 2%
- El CaO no es deseable, puesto que es un fundente activo una vez sobrepasada la temperatura crítica.
- Debido a su acción abrasiva, la tremolita no debe sobrepasar del 1%.
- Después de un cocido a 1.000°C durante una hora, el material no debe ser más oscuro que el normalizado existente en California.

El uso de cada bloque de esteatita vendrá determinado por su calidad, tamaño y tratamiento mecánico normalizado.

Para rejillas separadoras en transmisores de alta frecuencia, el bloque de esteatita requiere:

- bajo contenido de carbonato cálcico y hierro, una buena textura compacta y resistente, baja contracción térmica y estar libre de grietas finas, granos de impurezas y de pirita.

Para filamentos de caldeo, la cordierita altamente adsorbtiva no debe contener CaO.

5.1.3. Especificaciones para usos en azulejos, pavimentos y utensilios.

En la preparación de azulejos, se exige un contenido mayor del 6% CaO para ser un sustitutivo más aceptable que la cal en artículos de color blanco, requerimiento ya mencionado anteriormente para compuestos cerámicos, pero que adquiere gran importancia en los azulejos.

Para pavimentos y aparatos sanitarios no se tiene ninguna especificación en el presente estudio.

5.2. Especificaciones para uso en pinturas

Las propiedades más importantes en las que se basarán las especificaciones propias de uso en pinturas son: color, absorción y finura.

El talco de color diferente al blanco no es generalmente deseable para uso en pinturas, excepto para las de baja visibilidad; por esta razón, el talco de gran blancura es el más cotizado.

La existencia de sulfato cálcico en el talco no es deseable para la utilización en pinturas.

Generalmente, el talco produce un efecto mate, por lo que no es aconsejable en pinturas brillantes.

Para pinturas blancas y tintes de gran calidad se exige talco de gran blancura y de una finura que requiere una micronización previa.

Para el uso del talco como extensor, las especificaciones S. A. B. S. (South African Bureau of Standards Specification) 410-1952 requieren:

- un mínimo del 75% de sílice más óxido de magnesio
- la cantidad de alúmina no debe exceder del 2%
- la humedad y materias volátiles a 105°C no deben exceder del 1%.
- las pérdidas por ignición a 1.000°C durante 20 minutos no deben exceder del 7%.
- un 100% a través de 200 mallas (abertura 74 μ) y no más del 1,5%, debe quedar retenido en un tamiz de 325 mallas (abertura 44 μ).

Para el uso del talco como pigmento de gran calidad, la ASTM D-605-53-T (American Society of Testing Materials) exige:

(MgO) óxido de magnesio	24: 32%		
(SiO ₂) sílice	50: 65%		
(CaO) Cal viva	9 % como máximo		
SiO ₂ + MgO + CaO	88 % como mínimo		
(CO ₂) anhídrido carbónico	1 % como máximo		
(Al ₂ O ₃ + F ₂ O ₃) Alúmina más Oxido Férrico	6% como máximo		
Pérdidas por ignición	7%	"	"
Humedad y otras sustancias volátiles	1%	"	"
Materia soluble en agua	1%	"	"

Para el uso del asbestino como material de suspensión en pinturas - se requiere, según las especificaciones B. S 1795-1952:

- Sustancias solubles en agua 0, 5% máximo
- Las pérdidas en peso de sustancias volátiles a 98-102°C no deben exceder del 0, 75%.
- Las partículas retenidas en un tamiz de 240 mallas (abertura - 68 μ), no deben exceder del 0, 5%.

El uso del asbestino para pinturas sometidas a altas temperaturas exige un bajo peso específico y un buen color blanco.

El talco ordinario en escamas usado en la fabricación de pinturas sometidas a altas temperaturas exige un bajo peso específico y un buen color blanco.

El talco ordinario en escamas usado en la fabricación de pinturas, - tiene una absorción de aceite que en el ensayo B. S. correspondiente varía entre 27 y 34 según su finura; el índice de refracción es de -

1,59 y el pH tiene un valor de 8 - 10. Es de notar que, con la misma finura, la absorción de aceite aumenta con la pureza.

El talco tremolítico explotado en New-York y California requiere, para su uso en pinturas, las mismas especificaciones que para los compuestos cerámicos en general; éstas son:

un 50%, o más, de tremolita

menos del 25% de talco

4 : 10% de cal viva

proporción $\frac{1}{4}$ de $\frac{\text{Cal viva}}{\text{óxido de magnesio}}$

5.3. Especificaciones en la fabricación de papel

El talco molido requiere para esta utilización: un bajo contenido de carbonato cálcico, con un máximo permisible del 4% y con un límite superior de óxido de hierro del 2%.

Para papel de gran calidad se exige talco de gran blancura, granulometría muy fina, prácticamente exento de mica y carbonato cálcico y un máximo permisible de óxido de hierro que varía entre el 1 y 2%.

5.4. Especificaciones para uso en techado

En el presente estudio no existen datos que puedan aportar especificación alguna

5.5. Especificaciones exigidas para el caucho

Las finuras exigidas en el talco molido para la preparación del caucho son:

100%, a través de un tamiz de 100 mallas (abertura 149μ), y un residuo no mayor del 0,1%, a través de un tamiz de 200 mallas (abertura 74μ).

5.6. Especificaciones para usos en cosméticos y limpiezas

El talco debe tener una finura del 100%, inferior a 100 mallas y un 98%, inferior a 200 mallas.

Debe estar exento de variedades granulares o fibrosas, y ricas en tipos laminares. La cantidad de carbonatos debe ser mínima y es recomendable que tenga buenas propiedades deslizantes y coloración blanca.

5.7. Especificaciones en la industria textil

El talco molido no debe contener impurezas duras tales como el cuarzo y la caliza, que pueden ocasionar desperfectos en las cuchillas y agujas de la maquinaria. Debe tener una buena coloración blanca, suave tacto graso, y humedad inferior al 0,5%.

5.8. Especificaciones en los insecticidas

La única especificación requerida para este uso indica que el talco molido debe pasar el 100% a través de un tamiz de 200 mallas (apertura 74 μ) y tener una densidad aparente de 2,4 gr/cm³.

5.9. Especificaciones como espolvoreador

En el presente estudio sólomente se tienen datos acerca de las especificaciones propias, requeridas por el talco molido utilizado como espolvoreador, cuando se emplea en la fabricación de cosméticos, especificaciones ya mencionadas anteriormente.

6. PORCENTAJES DE UTILIZACION POR INDUSTRIAS

La escasez de datos relativos a la utilización de talco y pirofilita, en España no permite la realización de un modelo de consumo detallado, siendo el que aparece en el cuadro nº 8 el único obtenible de la Estadística de Producción Industrial de 1971.

CUADRO Nº 8.

MODELO DE CONSUMO (1971)

Insecticidas	33 %
Pinturas, barnices, tintas y material de escritorio	6 %
Perfumes, jabones de tocador y detergentes	11 %
Productos farmacéuticos	4 %
Otros	46 %

Se ha considerado de gran interés incluir los modelos de consumo de Japón, Estados Unidos y Canadá, y Europa Occidental a fin de poder establecer comparaciones con el correspondiente español.

(Cuadro nº 9.)

CUADRO Nº 9.MODELO DE CONSUMO DE DISTINTAS PARTES DEL MUNDO

	Japón	Estados Unidos y Canadá	Europa Occidental
Cerámicas	67%	28 %	2 %
Insecticidas	14%	7 %	-
Papel	9%	7 %	17 %
Pinturas y plásticos	2%	19 %	30 %
Cartón alquitranado	-	-	20 %
Industria del caucho	-	-	10 %
Cosmética	-	2 %	15 %
Otros	8%	37 %	6 %

7. PRODUCTOS SUSTITUTIVOS

En la actualidad no se conoce ningún sustitutivo de los materiales estudiados en la presente monografía que sirva para todas las aplicaciones industriales mencionadas anteriormente. Es de notar que gran parte del talco comercializado hoy en día para gran número de usos es pirofilita, aunque existe una tendencia a disminuir la utilización de ésta cuando se emplea en la preparación de papel, techado y revestimiento de hornos.

En general, el talco ofrece una gran competitividad con otros minerales inertes (yeso, caolín, barita, kieselgur, attapulgita, bentonita, mica, cianita, cuarzo y wolastonita) que dependerá de las posibilidades de extracción en una región determinada, precio y comportamiento frente a cada uso específico.

- La pirofilita utilizada en compuestos cerámicos que contenga más del 15% de sericita se sustituye frecuentemente por peder - nal y, en pequeñas cantidades, por feldespato, en la fabricación de porcelanas, utensilios y azulejos.

El talco y la pirofilita molidos, empleados en la fabricación de compuestos refractarios, pueden ser sustituidos por silimanita, arcilla y bauxita.

En la preparación de azulejos, la utilización de feldespato es preferible a la de pirofilita, ya que aminora las contracciones, alabeos y el agrietamiento debido a cambios térmicos rápidos.

Se consideran buenos sustitutivos del bloque de esteatita, en aplicaciones electrónicas, al phosphate-bonded-talc (aglomerado de talco y fosfatos), ya mencionado anteriormente, phosphate-bonded synthetic mica (aglomerado de mica sintética y fosfato) y mica prensada en caliente.

- En la preparación de pinturas, cuando el talco actúa como extensor ó relleno, se sustituye en muchas ocasiones por blanco de España y yeso.

- Para la industria textil, el caolín es el mejor producto sustitutivo del talco, por sus buenas propiedades de blandura y untuosidad.

- Para aplicaciones en techado, el principal competidor del talco es la mica molida.

- El talco y la pirofilita utilizados como diluentes neutros para insecticidas, pueden ser sustituidos por caolín, tierra de batanes, diatomeas y otros.

- El talco usado como espolvoreador en la preparación de abonos, con el fin de evitar su aglomeración, es sustituido frecuentemente por la attapulgita o kieselgur por su gran poder de absorción.

8. CLASIFICACION EN FUNCION DE LOS USOS

Figurará en una fase posterior del proyecto.

9. BIBLIOGRAFIA BASICA

- . Industrial Minerals and Rocks de Seeley W. Mudd; editado por The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers (A.I.M.E.)
- . Mineral Facts and Problems del Bureau of Mines. Editado por United States Department of the Interior.
- . Minerals for the Chemical and Allied Industries. Escrito por Sydney J. Johnstone. Editado por Barnes & Noble.
- . Minerals Yearbook, de la Oficina de Minas del Departamento del Interior de Estados Unidos.
- . Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico, de Alan M. Bateman. Editado por Ediciones Omega.
- . Tratado de Mineralogía de F. Klockmann y F. Ramdohr. Editado por Gustavo Gili, S. A.
- . Programa Nacional de Explotación Minera. Ministerio de Industria. Dirección General de Minas.
- . Yacimientos y criaderos, de W.E. Petrascheck. Editado por Ediciones Omega.
- . Mineral Processing Flowsheets. Editado por la Denver Equipment Company, de Denver (Colorado).
- . Refractarios, de F. H. Norton. Editorial Brume.

- . Talcs for Use in Radio-Ceramic insulators por A. Klinefelter y otros, y editado por Amer. Inst. Min.
- . Block Talc por J. E. Eagle y editado por Bull. Ameri. Ceram. Soc.
- . Phosphate Bonded Talc, A superior Block Talc Substitute por J. E. Comeforo, J. J. Breedlove and H. Thurnauer, Editado por Amer. Ceram. Soc.
- . Properties of Reconstituted Block Talc Bonded with Magnesium Oxy-Chloride Cement, escrito por H. P. Hamlin and T. A. Klinefelter y editado por U. S. Bureau of Mines.
- . Survey of the suitability of Domestic Talc for High Frequency - Insulators, por T. A. Klinefleter, S. Speil and S. Gotteib editado por U. S. Bureau of Mines.
- . Talc Steatite, Soapstone and Pyrophyllite escrito por F. Canavan y editado por Min. Res. Australia.
- . Talc and Soapstone escrito por A. E. J. Engel and L. A. Wright
- . Testing Talc for Use in Dinnerware por W. D. Spore y editado por Bull. Amer. Ceram. Soc.
- . Property Measurement at High Temperatures por Kingery W. D. John Niley Sons Inc. New York.
- . Mac Clellan, Robert, S. Gouverneur Talc Co's Dry Blending Method for Finely Ground Material. Min. Eng.
- . Clemmer J. B. and S. R. B. Cooke. Flotation of Vermont Talc-Magnesite Ores. Bu. Mines Rept.