MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

CARACTERIZACION Y CATALOGACION DE LAS MATERIAS PRIMAS MINERALES UTILIZADAS PARA LA FABRICACION DE DETERGENTES,- FERTILIZANTES, AISLANTES Y REFRACTA- RIOS.

IGME

El presente estudio ha sido realizado por la Empresa Economía y Comercialización para la Minería y la Industria, S.A. (E.C.O.M.I.N.S.A.), en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España.

I N D I C E

	Página
I.- INTRODUCCION.PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO..	1
1.- ANTECEDENTES	2
2.- OBJETIVOS DEL TRABAJO	5
3.- METODOLOGIA DEL ESTUDIO	8
II.- DETERGENTES	11
1.- INTRODUCCION	12
2.- ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE LOS DETERGENTES.	15
2.1. Composición de los Detergentes	17
2.2. Procesos de fabricación	20
2.3. Materias primas	25
3.- ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR	30
3.1. Análisis a nivel mundial	32
3.2. Situación en España	39
4.- ESTUDIO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES	44
4.1. Sulfato sódico	46
4.2. Ceolitas	50
4.3. Cargas	54
5.- CONCLUSIONES, PREVISIONES Y TENDENCIAS	56
III.- FERTILIZANTES	60

.../...

1.- INTRODUCCION 61

2.- ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE FERTILIZANTES ... 64

2.1. Composición de los Fertilizantes 66
2.2. Procesos de fabricación 71
2.3. Materias primas 79

3.- ESTRUCTURA ECONOMICA 87

3.1. Análisis a nivel mundial 88
3.2. Situación en España 94

3.2.1. Abonos nitrogenados 94
3.2.2. Abonos fosfatados 98
3.2.3. Fertilizantes plásticos 101
3.2.4. Fertilizantes compuestos y complejos 105

4.- ESTUDIO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS. 108

4.1. Roca fosfatada 110
4.2. Piritas 113
4.3. Sales potásicas 115

5.- CONCLUSIONES, PREVISIONES Y TENDENCIAS 117

IV.- AISLANTES 120

1.- INTRODUCCION 121

2.- ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE AISLANTES 125

2.1. Productos Aislantes 127
2.2. Procesos de fabricación 131
2.3. Materias primas 138

2.3.1. Aislantes expandidos 138

.../...

2.3.2. Aislantes naturales..... 141
2.3.3. Fibras o hilables 142

3.- ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR 144

4.- ESTUDIO DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES 148

4.1. Arcillas 150
4.2. Perlita 155
4.3. Vermiculita 159
4.4. Diatomita 162
4.5. Amianto 164

5.- CONCLUSIONES, PREVISIONES Y TENDENCIAS 170

V.- REFRACTARIOS 174

1.- INTRODUCCION 175

2.- ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE REFRACTARIOS 178

2.1. Productos Refractarios 181
2.2. Procesos de fabricación 187
2.3. Materias primas 195

3.- ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR 204

3.1. Análisis a nivel mundial 205
3.2. Situación en España 208

4.- ESTUDIO DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES 218

4.1. Arcillas Refractarias 220
4.2. Bauxita 222
4.3. Caolín 224
4.4. Cromita 226

.../...

4.5. Cuarzo y cuarcita 228
4.6. Magnesita y dolomía 230
4.7. Olivino 232
4.8. Rocas silicoaluminosas 234

5.- CONCLUSIONES, PREVISIONES Y TENDENCIAS 236

VI.- CONCLUSION 244

BIBLIOGRAFIA 248

I.- INTRODUCCION. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.- ANTECEDENTES

Los antecedentes de este proyecto se basan en primer término en la ley, aprobada por el II Plan de Desarrollo Económico y Social, de 11 de Febrero de 1.969, cuyo artículo nº 6 establecía: "El Estado estimulará la investigación en todas sus modalidades, concentrando su esfuerzo con criterio selectivo, en la investigación aplicada y de desarrollo", concediendo especial atención a los recursos naturales mediante el Programa Nacional de Investigación Minera.

Con posterioridad, el Plan Nacional de la Minería, dentro del Programa de Investigación Geotécnica Nacional, elaboró el Mapa de Rocas Industriales junto con los trabajos monográficos de las sustancias más significativas de este tipo.

Los antecedentes más próximos se encuentran en el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales, que contempla objetivos básicos tales como: "La búsqueda de la economía absoluta y en divisas, y de la mayor seguridad posible, en lo relativo a cantidad, calidad y precio, en el abastecimiento de materias primas minerales a la industria, tratando de reducir nuestra dependencia del exterior y hacerla menos vulnerable". Asímismo, en la revisión del P.N.A.M.P.M. de Diciembre de 1.978, se encarga al I.G.M.E. la ejecución de pro-

.../...

gramas infraestructurales de investigación minera, abarcando, entre otros, el campo de los minerales y rocas industriales.- Dentro de este ámbito se han realizado trabajos monográficos, tanto económicos como técnicos, en diversos puntos y áreas de la geografía española.

El antecedente más inmediato se encuentra en el "Estudio económico, evolutivo y análisis del mercado de rocas industriales en el mundo", el cual constituye un análisis de la situación de la oferta/demanda de minerales y rocas industriales, apoyándose siempre en el concepto de "usos", del cual derivarán los tèrminos "precios" y "calidades", que se aplicarán a la fabricación de detergentes, fertilizantes, aislantes y refractarios.

2.- OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos básicos a alcanzar con el desarrollo de este proyecto son:

- Catalogación de los componentes minerales utilizados en la manufacturación de detergentes, fertilizantes, aislantes y refractarios.

- Caracterización de las propiedades básicas por las que son utilizadas.

- Análisis del consumo de las materias primas minerales catalogadas para estos productos.

Estos objetivos quedarán plasmados en los siguientes puntos:

- Confección de una lista de materias primas minerales utilizadas en la fabricación y manufactura de detergentes, fertilizantes, aislantes y refractarios.

- Características, tanto físicas como químicas, que deben poseer las materias primas minerales consumidas en los sectores de detergentes, fertilizantes, aislantes y refractarios.

.../...

- Análisis económico, incluyendo el comercio exterior, de las materias primas minerales empleadas en la fabricación de detergentes, fertilizantes, aislantes y refractarios.

Todo ello permitirá disponer de los conocimientos necesarios para orientar la exploración, investigación, etc. de los minerales en función de la situación del mercado nacional de estos productos.

3.- METODOLOGIA DEL ESTUDIO

La primera fase del estudio consistió en un primer esbozo del índice del proyecto, a fin de establecer los criterios básicos para la selección de la información recogida.

A continuación se procedió a la recopilación y estudio de información bibliográfica, con el fin de planificar la estrategia a seguir en una etapa posterior, consistente en visitar las instalaciones industriales, donde se corroboró y completó la información ya recopilada.

En la siguiente fase se procedió a ordenar, clasificar y analizar toda la información recogida, tanto bibliográfica como personalmente. A partir de estos datos se estableció, en primer lugar, la lista de todas las materias primas, minerales o no, empleadas directamente en la producción de detergentes, fertilizantes, aislantes y refractarios. En una etapa posterior se seleccionaron aquellas cuyo origen fuera mineral, quedando, de esta forma, confeccionada la relación de materias primas minerales utilizadas.

A continuación, se procedió a extractar toda la información referente a las características físicas y químicas que deberían cumplir estos minerales.

.../...

Realmente no ha existido una separación neta entre estas fases, pues se han realizado numerosas visitas, a medida que surgían dudas.

La siguiente fase, fué el análisis de todos los datos económicos disponibles, con el fin de comparar la situación española con la mundial, y muy especialmente con la Comunidad Económica Europea, siempre que fuera posible.

Por último, y en base a lo anteriormente estudiado, se procedió a la redacción de una serie de conclusiones sobre la situación general del sector y de los minerales utilizados.

II.- DETERGENTES

1.- INTRODUCCION

Si bien el diccionario incluye los jabones dentro de la definición de detergentes, la costumbre ha establecido una clara diferencia, no solamente entre ambos productos comerciales , sino también entre sus sectores de fabricación.

A modo de definición puede establecerse que, aunque los jabones ordinarios varían algo en composición química, son esencial y simplemente, las sales sódicas ó potásicas de varios ácidos grasos. Por otro lado, los detergentes son mezclas -- complejas de diferentes sustancias, escogidas para impartir una acción particular en la limpieza. Además los jabones dan precipitado, y por tanto no son eficaces, en aguas duras o - ácidas, mientras que los detergentes si que lo son.

A pesar de que los productos para lavar ya eran conocidos hace 2000 años, los detergentes propiamente dichos no se conocieron hasta la 1ª Guerra Mundial, experimentando una gran - expansión entre 1.940 y 1.965, como consecuencia de la 2ª -- Guerra Mundial, que obligó a derivar el uso de las grasas - usadas para lavar hacia otros destinos bélicos, desarrollando la tecnología necesaria para la implantación industrial a gran escala de detergentes sintéticos.

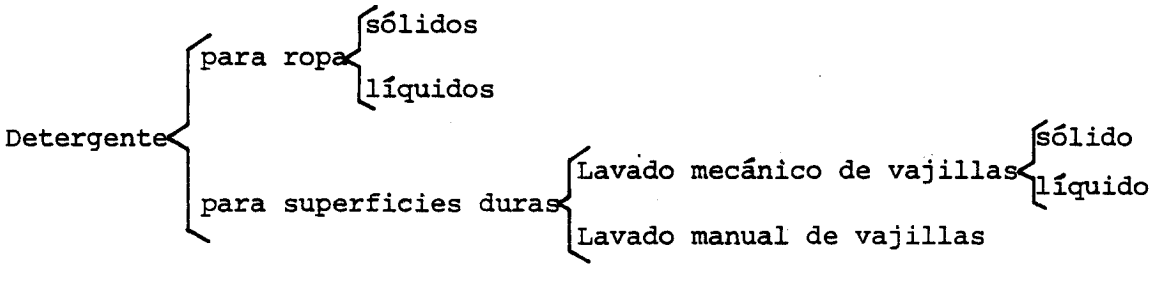
.../...

Así pues, el estudio que a continuación se realiza, analiza un sector industrial "muy joven" y de muy moderna implantación a nivel mundial, estando, por tanto, en perfectas condiciones de competitividad y desarrollo.

2.- ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE LOS DETERGENTES

En este punto se pretende dar una visión global de los aspectos tecnológicos de la fabricación de detergentes, a fin de proporcionar una cierta familiarización con los términos que se utilizarán a lo largo del estudio.

Para ello se comenzará por clasificar las diferentes composiciones detergentes en base a su uso final, con lo que pueden establecerse dos grupos diferentes: para ropa, y para superficies duras. Las primeras pueden ser sólidas o líquidas, -- mientras que las segundas pueden ser para lavado mecánico o manual. Los de lavado mecánico pueden ser, a su vez, sólidos o líquidos. En general los líquidos dan peor resultado que - los sólidos, especialmente con temperaturas bajas.



2.1. Composición de los detergentes.-

En la formulación de un detergente doméstico, se hallan incluidos una media de diez componentes, con funciones definidas, como se refleja en el cuadro n° 1, a fin de obtener un detergente equilibrado. El componente principal es el tensioactivo, generalmente un alquilaril sulfonato o una sal sulfatada de alcohol laurílico. Su misión es reducir la tensión interfacial entre la superficie a limpiar y la suciedad depositada. Pueden ser de cuatro tipos: aniónicos, catiónicos, no iónicos y anfóteros, y su contenido en un detergente oscila entre un 5% y un 30%.

Un ingrediente importante, al menos hasta el presente, es el radical fosfato (PO_4^{-3}). Su misión es la de un dispersor, suspensor, emulsionante, y tampón. Es decir, su misión es ayudar a la detergencia, y recibe el nombre de "builder". Cuando las leyes restringen su uso, las funciones que cumple han de ser asumidas por otros componentes, siendo el desarrollo más reciente, el uso de cambiadores de iones ceolíticos como "builders".

Otro constituyente importante, es una sal inorgánica (por lo general sulfato sódico, aunque ocasionalmente se use el cloruro). Su misión es también disminuir la tensión interfacial

.../...

CUADRO N° 1

COMPOSICION MEDIA DE DETERGENTES

INGREDIENTE	FUNCION	LAVADO DELICADO	LAVADO NORMAL	
			ESPUMA CONTROLADA	ESPUMA NORMAL
Tensioactivo	Remoción de suciedad grasa limpieza	25-40	8-20	20-35
Builders TPP	Remoción de suciedad inorgánica ayuda a la detergencia	2-30	30-50	30-50
Sulfato sódico	Cargas, con acción constructiva en aguas blandas	30-70	0-30	10-20
Sosa caustica	Carga, con algo de acción constructiva	0	0-20	0-5
Aditivos				
Silicato sódico con $1,6<SiO_2/Na_2O<2,45$	Inhibidor de corrosión con leve acción constructiva	0-4	6-9	4-8
Carboximetilcelulosa C.M.C.	Evita la redeposición de la suciedad	0-0,5	0,5-1,3	0,5-1,3
Tintes fluorescentes	Abrillantamiento óptico	0-0,05	0,05-0,1	0,1
Inhibidores del deslustre	Evitar el deslustre de los objetos de plata	0	0-0,02	0-0,02
Perfumes y, a veces, tintes o pigmentos	Mejorar las características estéticas del producto	0,1	0,1	0,1
Agua	Carga y ligante	1-5	2-10	3-10

pero esta vez, la existente entre el agua y la suciedad que se debe limpiar. También actuan como electrolito, acelerando el intercambio y la orientación de los extremos lipófilo e - hidrófilo del tensioactivo. Suele representar el 20% del detergente.

La metilcelulosa se añade, en un 1%, para impedir la redeposición de la suciedad una vez desprendida. La sílice, gene-- ralmente como silicato sódico, se añade para minimizar la co rrosión del recipiente de lavado. Suele estar presente en un 5%. A fin de incrementar la estabilidad de la espuma y evitar un sobreuso del detergente se añade un 3% de ácidos grasos.

Además se añade un 10% de perborato sódico, como agente blan queante. También se incluyen perfumes, agentes antioxidantes y tintes fluorescentes.

El contenido en sal inorgánica, se incrementa en los compues tos destinados a lavavajillas, limpieza de suelos y de máqui nas. Así, un compuesto para limpieza de suelos, contiene un - 60% de silicato sódico y un 10% de fosfato, en forma de tripolifosfato sódico (TPP).

Es común el uso de un 10% de carbonato sódico para ganar basicidad.

.../...

2.2.Procesos de Fabricación.-

Al hablar de procesos de fabricación, hay que aclarar que se refiere a la fabricación del producto en sí, y no a la de sus componentes.

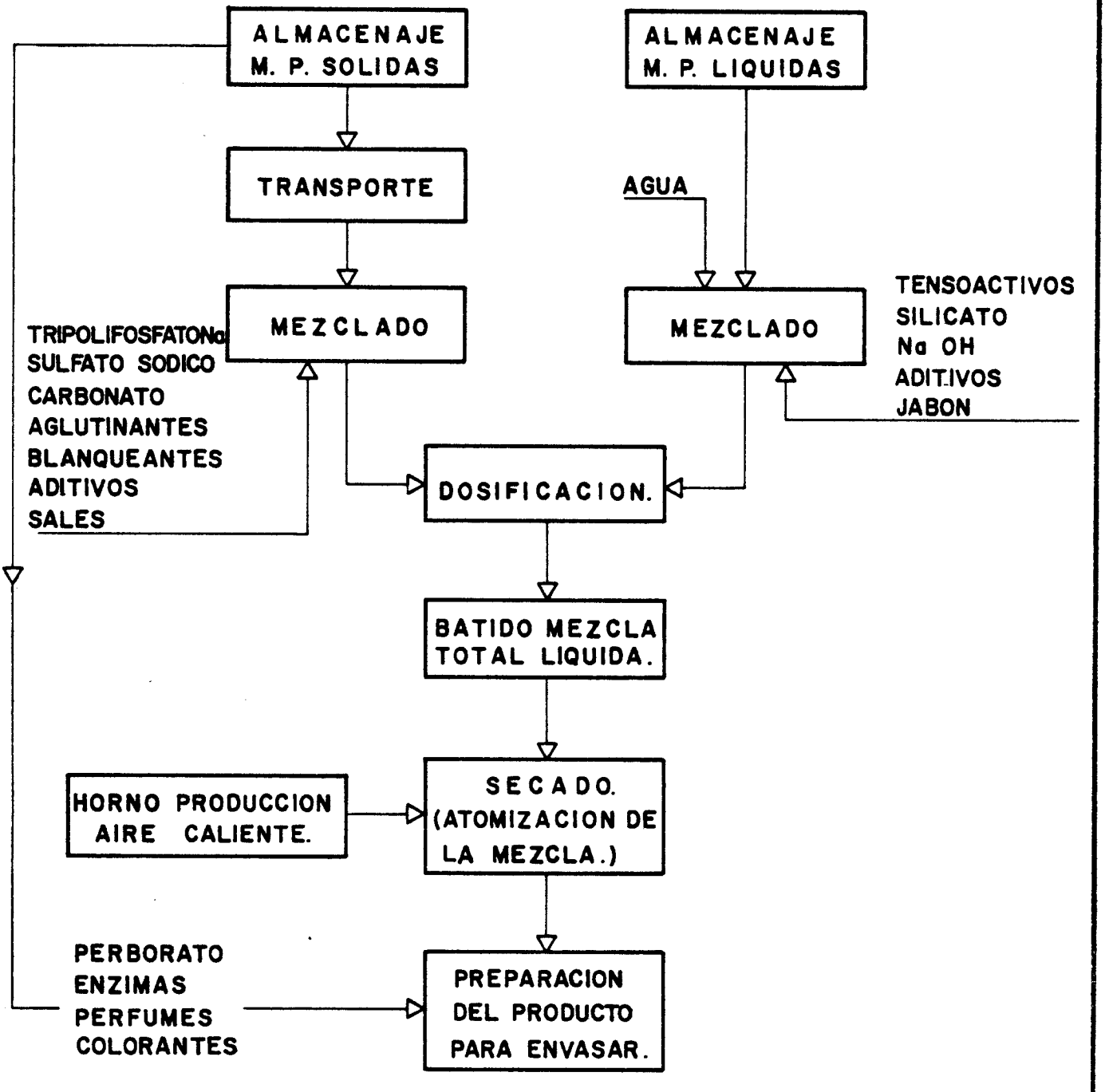
Existen diferentes procesos de fabricación, como por ejemplo, la atomización (fig.1), mezclado en seco (fig.2), evaporación con microondas, etc. , todos ellos para polvos. En la figura 3 se muestra un esquema de la fabricación de detergente en - pastillas.

De todos ellos el más utilizado, y con diferencia, es la atomización. En él, el tensioactivo neutralizado, junto con las dosis adecuadas de " builder" y aditivos, se mezcla con agua para formar una pasta. Esta pasta es bombeada hasta lo alto - de una torre de atomización (con un diámetro unas 10 veces inferior a la altura), donde unas boquillas pulverizan pasta detergente, con una concentración aproximada del 70%.

Por el fondo de la torre entra un gran volumen de aire caliente que,en su recorrido ascendente, se encuentra con el detergente que desciende, secándolo en forma de bolas huecas, lo que permite obtener un polvo de excelentes propiedades físicas. El - polvo procedente de la torre, se mezcla con el resto de los -

.../...

PROCESO PRODUCTIVO DE DETERGENTE SOLIDO POR ATOMIZACION

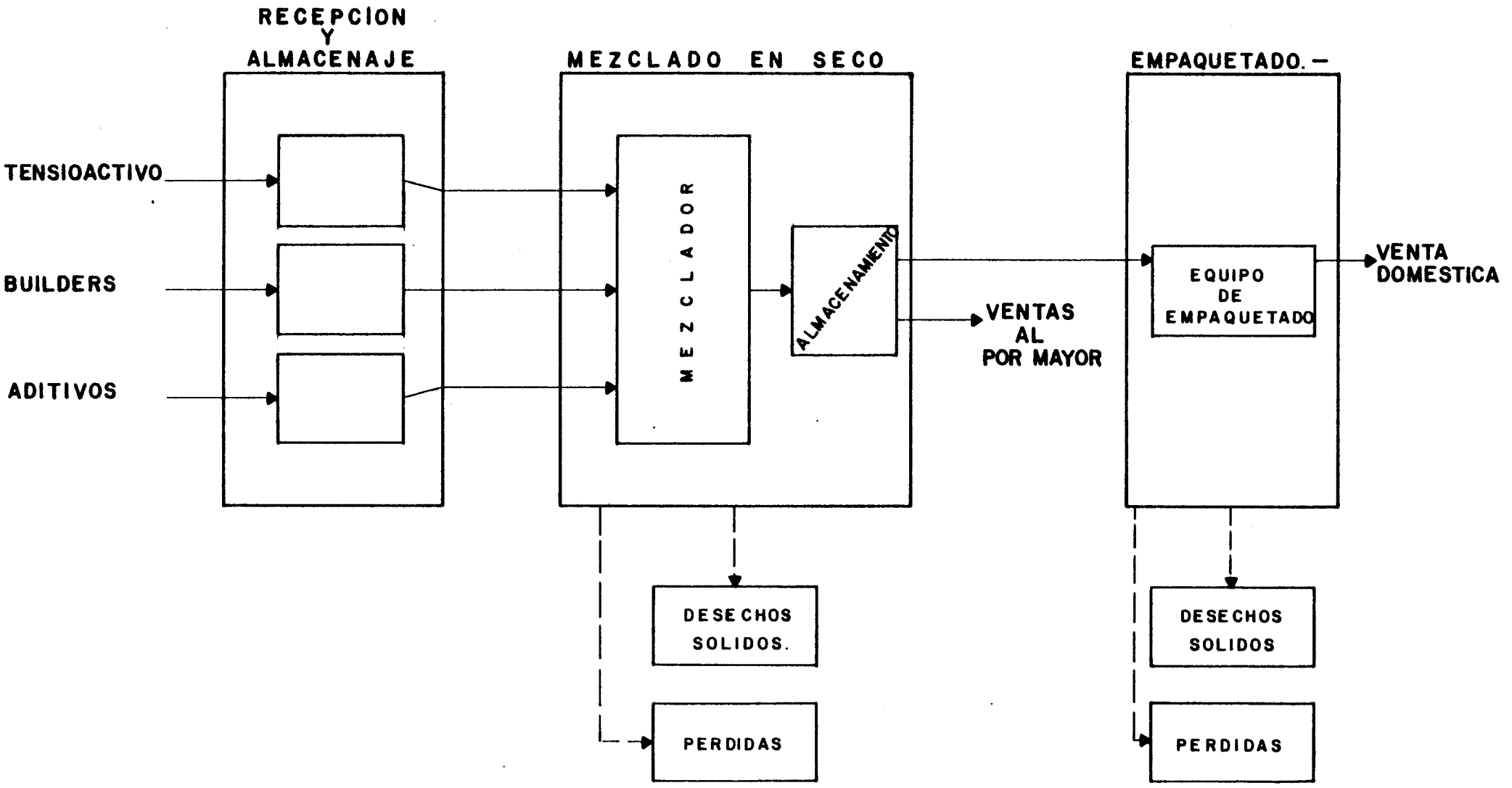


PARA 1Tm. DE PRODUCTO ENVASADO

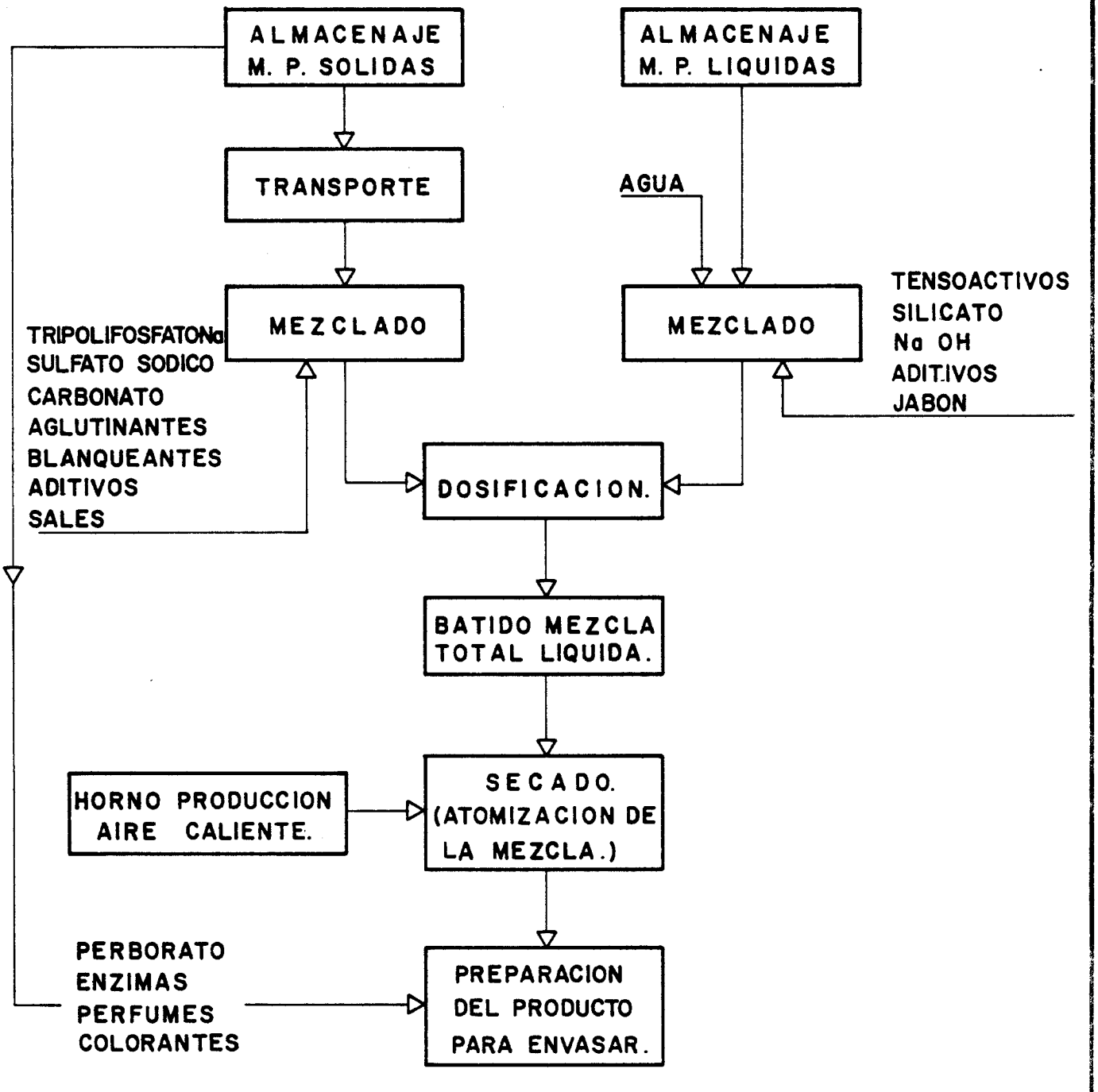
TENSIOACTIVO	300 Kg
SOLUCION de Na OH	200 Kg
SILICATO SODICO	125 Kg
T P P	500 Kg
ADITIVOS VARIOS	30 Kg
AGUA	500 Kg

FUENTE: CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA

MANUFACTURA DE DETERGENTES POR MEZCLADO EN SECO



PROCESO PRODUCTIVO DE DETERGENTE SOLIDO POR ATOMIZACION

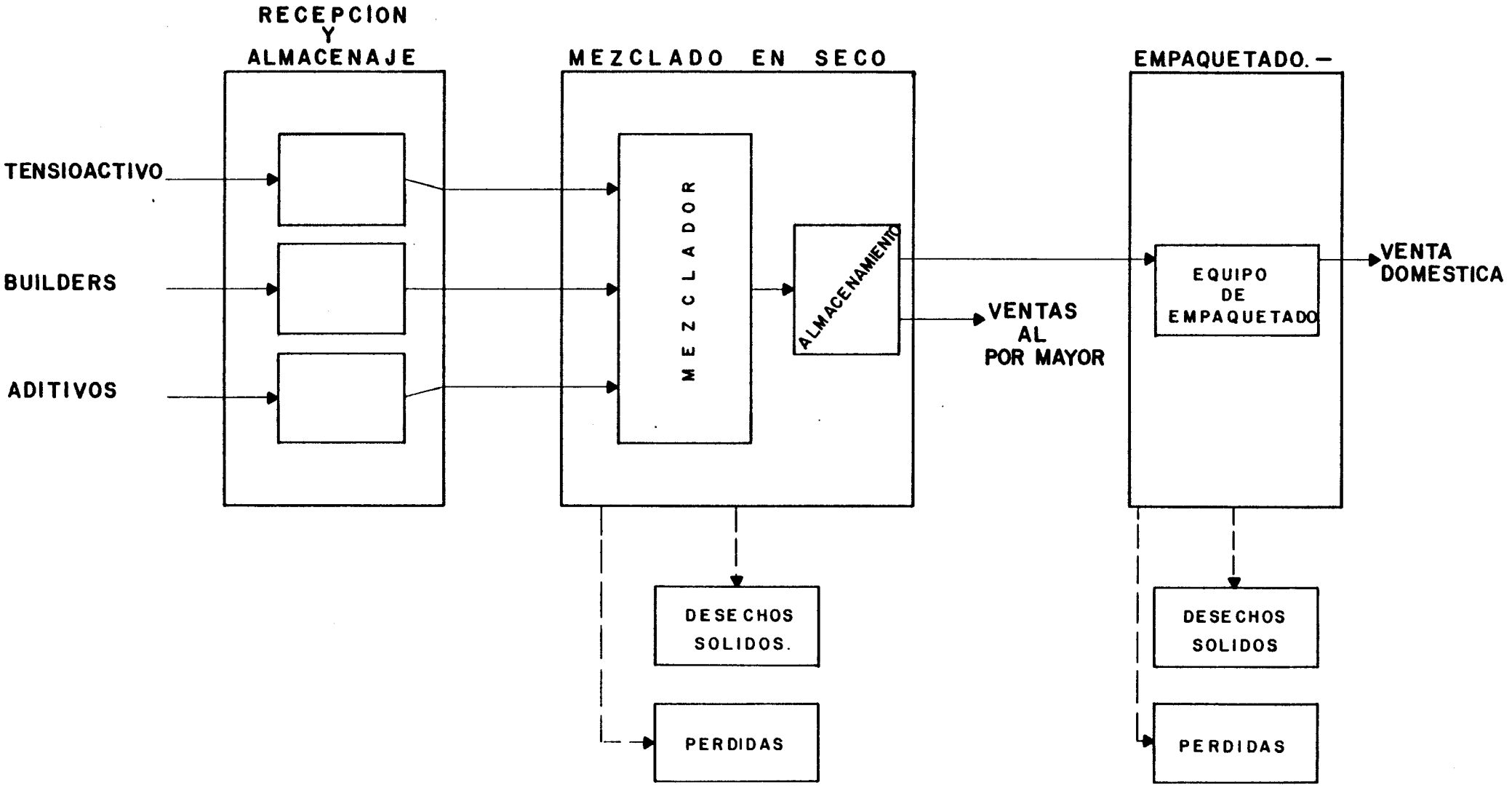


PARA 1Tm. DE PRODUCTO ENVASADO

TENSIOACTIVO	300 Kg
SOLUCION de Na OH	200 Kg
SILICATO SODICO	125 Kg
T P P	500 Kg
ADITIVOS VARIOS	30 Kg
AGUA	500 Kg

FUENTE: CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA

MANUFACTURA DE DETERGENTES POR MEZCLADO EN SECO



productos, que de mezclarse antes se descompondrían, y se - empaqueta.

2.3. Materias Primas.-

El fabricante de detergentes, por lo general, se limita a mezclar los compuestos que compra manufacturados.

Como se ha indicado anteriormente, la composición típica de un detergente puede ser:

Tensioactivo
Builder
Sal inorgánica
Silicato sódico
Acidos grasos
Perborato sódico
Perfumes
Antióxidantes
Tintes fluorescentes

Como se ve, gran parte de ellas son compuestos orgánicos procedentes de la petroquímica o de la transformadora, por lo que - quedan fuera de los objetivos de este estudio.

De los compuestos inorgánicos, también la mayoria proceden de la industria de la química básica y de la transformadora, siendo el sulfato sódico la única materia mineral comunmente utili

.../...

zada. También se debe destacar más moderadamente el uso de - zeolitas y,en menor medida y de una forma no precisada, los materiales usados como cargas.

A continuación se analizan brevemente estos tres tipos:

- Sulfato sódico

Es la única materia prima mineral utilizada en la fabricación de detergentes.Los minerales de los procede son glauberita y thernardita.Ambos son sulfato, sódico la thernardita y sódico-calcico la glauberita.

El sulfato sódico natural, encuentra competencia en el obtenido industrialmente como subproducto de las manufactu-- ras de rayón, ácido clorhídrico, sales de litio, etc.

Resulta irónico el que las consideraciones ecológicas han provocado, a la vez, una disminución del consumo de SO_4Na_2 en la fabricación del papel Kraft, y un aumento en el de - detergentes. Este aumento se debe a las restricciones im-- puestas a los "Builders" fosfatados, lo que está provocando su sustitución por sulfato sódico y/o por zeolitas.

.../...

- Zeolitas

Otro de los sustitutivos de los fosfatos como "Builder", - son las zeolitas. Estas son una familia de silicatos hidratados, y capaces de rehidratarse. Poseen, además, un elevado poder de cambio iónico, lo que las hace especialmente - adecuadas, como secuestradores de la dureza, siendo el 90% de las empleadas, de origen artificial.

En este caso, es necesario destacar la existencia de zeolitas naturales y artificiales, obtenidas estas últimas a - partir de arcillas y arenas por varios procesos industriales.

- Cargas

Como cargas se utilizan diversos minerales blancos e inertes, principalmente caliza y dolomía, que deben estar molidos para incorporarse al detergente.

Hay que destacar que no existen ni normativas ni datos sobre el consumo de estas cargas por lo que más adelante se indica.

- Otras materias primas minerales empleadas indirectamente

Se incluyen en este epígrafe, algunas materias primas minerales utilizadas en la fabricación de los componentes del detergente. Se contemplan roca fosfatada, piritas, arenas silíceas y sal común. Las dos primeras se emplean en la fabricación de T.P.P.

Roca fosfatada: se emplea en la fabricación de ácido fosfórico, utilizado, a su vez, en la fabricación de tripolifosfato sódico, mediante una neutralización con sosa o sosa - caustica, y una posterior calcinación.

Piritas: el anhídrido sulfuroso desprendido al tostar las piritas, se emplea como base para la obtención de ácido -- sulfúrico, por el método de contacto o por el de cámaras . Este ácido se emplea para atacar la roca fosfatada, obte-- niéndo así el ácido fosfórico necesario para producir TPP. El $SO_4 H_2$ también se emplea en la sulfatación del tensioactivo.

Arenas silíceas: son la base de la fabricación del silicato sódico. Este se obtiene mediante una reacción de la sílice con $CO_3 Na_2$ (obtenido por el método solvay) a 1400°C.

.../...

El Si O_3 Na_2 puede añadirse directamente, o emplearse para sintetizar zeolitas.

Sal común: es la materia prima para la obtención de sosa - caustica por métodos electrolíticos. La sosa caustica se - añade directamente al detergente, o se utiliza como reacti vo en la síntesis de zeolitas.

3.- ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR

No se pretende, en este punto, hacer un estudio exhaustivo - de todos los parámetros económicos, sino simplemente anali-- zar aquellos factores que pueden indicar el posible desarro llo y tendencias futuras de este sector, lo que será de gran utilidad a la hora de sacar conclusiones.

Se procederá, en primer lugar, a analizar la situación a nivel mundial, para, en un segundo paso, compararla con la situación española.

Por supuesto, se hará especial hincapié en Europa, puesto -- que, dada nuestra situación, es de esperar un acercamiento - al resto de los países europeos, y en especial a los de la - comunidad económica europea.

3.1. Análisis a nivel mundial.-

En el cuadro nº 2 se reflejan los datos de producción de detergentes y polvos para lavado, facilitados por las Naciones Unidas en su "Anuario de estadísticas industriales".

Al estudiar estas cifras se ve que la producción está dominada por Europa y Norteamérica, que en 1.977 contaban con un 47,28% y un 27,08% respectivamente, de la producción mundial. Es de destacar que los EE.UU. son los grandes productores de Norteamérica, con más de un 80% de la producción en este área. A continuación viene Asia con un 11,36%, pero un 52,38% de esta cantidad corresponde al Japón.

Se ve que la producción de detergentes se centra en los países más industrializados, y tecnológicamente avanzados. Este hecho se ve confirmado, si se tiene en cuenta que el 73,78% de la producción europea corresponde a la Comunidad Económica Europea, mientras que los países del este solo han aportado un 6,60%.

En el cuadro nº 3 se dan los datos de producción "per cápita", en kilogramos por habitante y año (con datos de 1.977, salvo indicación en contrario). Se ve que a la cabeza figu-

.../...

CUADRO N° 2

PRODUCCION MUNDIAL DE DETERGENTES (en miles de toneladas)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
AFRICA	73,1	77,3	86,3	96,7	105,0	107,7	100,3	106,2	114,2	128,3
Argelia	13,8	15,6	18,1	19,5	21,5	25,1	18,7	19,5	21,8	23,1
Egipto	9,5	14,2	15,2	17,9	20,4	19,1	16,5	20,3	21,0	22,6
Costa de Marfil	1,1	1,2	-	-	1,7	2,3	2,9	3,3	3,5	8,0
Libia	5,9	5,6	6,6	6,4	9,1	9,9	10,2	11,1	12,8	17,2
Marruecos	7,6	9,7	10,9	-	-	-	-	-	-	-
Mozambique	0,6	1,2	1,1	1,3	2,1	2,6	2,8	-	-	-
Africa del Sur	-	15,5	17,8	19,3	19,0	14,3	12,3	13,0	12,8	11,5
Tunez	8,5	7,2	10,9	14,2	13,5	17,7	20,4	21,2	22,7	-
Tanzania	-	0,2	0,4	-	-	0,3	0,2	-	-	-
AMERICA DEL NORTE	2.655,9	2.751,5	2.849,9	2.795,5	2.830,1	2.842,9	2.889,3	2.930,6	2.992,2	3.002,3
Barbados	-	-	-	1,1	0,9	0,6	-	-	-	-
Cuba	4,1	14,6	12,2	18,1	20,0	21,4	19,1	25,9	26,3	21,8
Rep. Dominicana	1,5	1,3	1,8	2,5	2,7	2,2	4,9	4,1	4,3	-
El Salvador	-	-	3,0	5,1	7,9	10,1	12,3	9,5	9,0	12,4
Jamaica	3,2	2,2	4,1	3,8	5,2	4,7	5,1	5,1	60,1	8,3
Mejico	213,6	234,4	260,0	265,8	297,3	304,8	348,8	385,8	393,7	454,3
Panama	2,4	3,5	4,8	5,9	2,9	5,9	5,9	7,0	6,6	-
Estados Unidos	2.426,7	2.490,2	2.562,8	-	-	-	-	-	-	-
AMERICA DEL SUR	231,7	254,3	257,1	284,4	295,8	318,8	354,8	386,4	420,2	413,3
Argentina	-	-	48,3	40,6	38,1	29,8	36,8	49,0	44,0	32,1
Brasil	89,9	109,1	83,7	100,9	124,1	137,9	166,8	188,1	216,8	-
Chile	28,2	35,5	24,8	46,2	43,3	45,9	40,5	31,5	34,9	35,9
Colombia	27,0	32,4	29,0	-	38,7	39,3	-	-	-	-
Ecuador	0,2	1,1	1,3	2,1	2,7	3,5	2,8	3,3	-	-
Guayana	-	-	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	1,2	1,0	-
Venezuela	42,2	34,7	69,3	59,0	48,1	-	-	-	-	-
ASIA (excl. URSS)	595,8	690,8	797,0	889,7	983,1	1.101,6	1.076,4	1.008,9	1.146,1	1.260,0
Birmania	2,3	5,5	5,2	5,2	4,9	1,8	2,4	4,6	-	-
Chipre	-	-	-	-	4,6	3,5	4,3	3,0	3,6	4,0
India	18,7	22,9	31,4	53,7	61,8	69,1	84,7	75,2	79,7	104,3
Indonesia	0,2	-	2,6	6,1	12,9	24,4	-	33,6	33,6	37,1
Iran	29,8	43,4	60,0	69,5	72,9	75,2	78,0	94,0	110,6	-
Iraq	11,3	12,7	15,8	20,0	15,5	16,5	20,5	-	-	-
Israel	31,2	34,1	35,6	34,2	42,1	43,6	-	42,0	-	43,5
Japón	391,9	442,6	496,7	536,3	592,2	645,0	607,0	520,3	607,2	660,1
Corea, Rep. de	2,4	5,9	13,1	18,4	23,4	38,1	31,0	26,7	35,5	47,9
Rep.Dem.Popul.Lao	-	-	7,0	2,9	2,0	-	-	-	-	-
Filipinas	46,5	50,1	55,1	58,3	50,8	64,8	68,8	66,0	58,7	-
Arabia Saudi	4,0	3,4	3,1	3,8	6,9	6,6	6,8	6,8	6,7	7,1
Tailandia	23,8	27,2	27,1	32,2	40,0	46,6	40,7	50,6	53,6	-
Turquia	-	-	-	-	40,3	46,3	43,8	40,0	59,1	59,6
	1,1	5,7	8,7	9,8	11,9	15,9	-	-	-	-
EUROPA (excl. URSS)	3.163,3	3.552,8	3.829,3	4.120,5	4.320,5	4.697,7	4.901,7	4.792,6	5.128,5	5.241,0
	2.454,3	2.745,7	2.985,4	3.176,5	3.358,5	3.545,4	3.730,0	3.578,2	3.846,7	3.866,9
Bélgica	135,2	145,0	142,8	156,3	164,1	179,7	205,5	178,8	223,9	236,4
Dinamarca	77,6	98,3	100,5	108,6	114,6	125,7	118,9	132,5	146,8	152,7
Francia	274,3	404,1	8.486,9	511,0	538,2	533,9	581,9	539,2	490,8	490,5
Alemania, R.F.	892,1	905,5	1.071,7	1.194,1	1.260,9	1.336,1	1.384,7	1.346,8	1.463,6	1.437,2
Irlanda	13,1	9,8	11,5	11,8	-	12,0	-	-	-	-
Italia	352,0	382,0	415,0	436,0	453,0	471,0	468,0	431,0	-	-
Nueva Zelanda	167,0	190,0	295,0	217,0	225,0	248,0	251,3	250,0	250,0	247,0
Reino Unido	453,0	531,0	552,0	540,8	591,0	639,0	688,0	688,2	757,5	779,9
EFTA	261,8	279,7	288,2	312,5	344,7	369,6	395,4	388,0	406,9	437,1
Austria	66,3	64,7	69,6	73,9	81,2	87,2	91,0	90,7	97,4	92,1
Finlandia	24,8	28,8	36,7	37,8	34,2	35,0	39,2	34,7	33,3	-
Noruega	45,8	48,4	41,9	47,8	58,9	59,1	75,9	71,5	67,6	-
Portugal	27,2	30,0	31,3	38,6	41,6	50,3	47,7	55,9	59,5	48,0
Suecia	97,7	107,8	108,7	114,4	128,8	136,0	141,6	135,2	139,1	-
EUROPA DEL ESTE	220,8	230,1	238,1	240,6	245,1	278,3	298,4	302,6	318,4	346,0
Bulgaria	8,2	7,7	4,4	4,5	4,3	2.0	2,0	1,7	1,5	1,2
Checoslovaquia	52,5	58,1	52,1	54,6	59,5	57,3	61,6	64,9	67,6	71,2
Bulgaria	39,9	50,1	51,4	56,9	62,8	72,4	72,8	77,4	71,2	81,1
Polonia	114,3	107,8	122,2	116,1	107,5	133,1	146,1	147,0	154,3	172,8
Rumania	5,9	6,4	8,0	8,5	11,0	13,5	15,9	16,6	17,8	19,7
OTRA EUROPA	226,4	297,3	317,6	390,9	372,2	504,4	477,9	523,8	554,5	591,0
Grecia	44,4	53,0	55,6	63,4	69,9	83,7	86,2	89,4	112,4	-
España	118,1	155,6	163,5	209,4	168,9	268,0	252,9	274,3	288,5	-

.../...

PRODUCCION MUNDIAL DE DETERGENTES (en miles de toneladas)

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Yugoslavia	63,9	88,7	98,5	116,1	123,4	152,7	138,8	160,1	153,6	162,0
USSR	345,7	417,0	471,2	497,5	534,5	613,4	658,6	768,9	828,4	828,4
USSR	345,7	417,0	471,2	497,5	534,5	613,4	658,6	768,9	828,4	828,4
	9,7	13,4	14,2	16,5	14,5	85,6	85,6	18,6	26,2	24,3
	50,5	65,5	86,3	91,9	97,7	108,8	114,6	124,1	135,7	147,5
OCEANIA	134,9	156,1	158,8	167,6	106,2	188,9	213,6	205,7	217,3	214,7
Australia	121,7	143,3	147,1	155,9	176,0	178,2	201,5	194,4	208,7	205,8
Nueva Zelanda	13,2	12,8	11,7	11,7	10,2	10,0	12,1	9,3	8,6	8,9
TOTAL	7.200,4	7.899,8	8.451,6	8.851,9	9.255,5	9.871,0	10.194,7	10.201,3	10.847,4	11.084,0

FUENTE.- Yearbook of Industrial Statistics (U.N.S.O.)

CUADRO N° 3

PRODUCCION "PER CAPITA" (en Kg/hab. año)	
Dinamarca	29,94
Bélgica	24,12
R.F. Alemania	23,40
Holanda	17,76
Noruega (*)	16,90
Suecia (*)	16,75
Australia	14,59
Reino Unido	13,95
República de Corea	13,30
Austria	12,28
Grecia (*)	12,21
Israel	12,08
EE.UU. (↑)	11,64
Francia	9,23
Portugal	8,12
Hungria	7,65
Italia (↑)	7,62
Yugoslavia	7,46
Mejico	7,17
España	7,13
Finlandia (*)	7,08
Libia	6,61
Japón	5,83

FUENTE.- Elaboración propia

(*) Datos obtenidos con la producción de 1.976

(↑) Datos obtenidos con producciones anteriores a 1.976.

ran los países de la Comunidad Económica Europea. Por lógica, son estos mismos países los que dominan la exportación como queda reflejado en el cuadro nº 4. También controlan un elevado porcentaje de las importaciones, debido al intenso comercio mantenido entre ellos.

En el cuadro nº 5 se dan los incrementos medios acumulativos, referidos a los datos del cuadro nº 2. Salta a la vista el elevado crecimiento de este sector en España, solo comparable con el experimentado por la Unión Soviética. Por lo demás, salvo casos excepcionales, los mayores incrementos corresponden a las áreas menos desarrolladas por ser las que poseen mayor capacidad de crecimiento. Así tenemos el caso de Norteamérica, con un crecimiento muy inferior a la media, mientras que Asia presenta un crecimiento bastante elevado.

CUADRO N° 4

COMERCIO EXTERIOR DE DETERGENTES (VALORES EN PORCENTAJE DEL TOTAL MUNDIAL)

	IMPORTACIONES									EXPORTACIONES								
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Países desarrollados	71,0	70,6	71,6	71,6	72,7	72,3	67,6	69,7	67,3	93,1	92,6	93,5	92,1	94,1	94,2	92,5	92,9	92,9
Países no desarrollados	29,0	29,4	28,4	28,4	27,3	27,7	32,4	30,3	32,7	6,9	7,4	6,5	7,9	5,9	5,8	7,5	7,1	7,1
Africa desarrollada	1,1	1,3	1,3	1,1	1,2	1,9	1,0	1,0	0,9	0,2	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
Africa no desarrollada	8,4	8,0	7,5	7,3	7,1	6,4	9,2	8,5	10,1	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4
América desarrollada	6,8	6,6	7,2	7,2	6,9	6,5	6,6	6,9	7,6	16,8	16,7	15,5	14,7	14,5	14,0	13,3	13,9	12,0
América no desarrollada	9,8	11,0	10,2	10,3	9,3	9,5	9,5	8,6	8,3	2,1	2,2	1,9	2,1	2,0	2,1	2,5	2,2	2,6
Asia desarrollada	3,0	3,7	3,0	3,2	4,3	4,7	3,9	5,4	3,4	2,7	3,0	3,6	3,4	3,6	3,5	3,9	4,1	4,2
Asia no desarrollada	10,2	9,7	10,0	10,2	10,1	10,7	12,7	12,3	13,6	3,5	4,1	3,7	5,1	3,5	3,3	4,4	4,3	4,6
Europa	58,3	57,0	58,3	58,5	58,6	57,4	54,8	55,1	53,9	72,8	71,0	73,5	73,0	74,7	75,8	74,4	74,0	76,0
C.E.E. (9)	40,9	39,8	41,4	41,6	42,1	40,9	38,4	39,8	39,0	63,1	61,0	63,7	62,9	64,5	66,1	65,2	64,2	66,6
EFTA	14,7	14,4	14,5	14,5	13,6	13,5	13,7	12,8	12,3	9,1	9,0	9,0	9,1	8,9	8,0	7,6	8,2	7,5
Oceanía desarrollada	1,6	1,9	1,8	1,5	1,7	1,8	1,3	1,4	1,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6
Oceanía no desarrollada	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	1,0	0,9		0	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE.- Yearbook of International Trade Statistics (U.N.S.O.)

CUADRO N° 5

INCREMENTOS MEDIOS ACUMULATIVOS

País o área	%
Africa	6
Norteamérica	1,4
Sudamérica	7
Asia	9
Japón	6
Europa	6
Oceania	5
URSS	10
C.E.E.	5
Bélgica	6
Dinamarca	8
Francia	3
Rep. Fed. Alemana	5,5
Holanda	4
Reino Unido	6
EFTA	6
Europa del Este	5
España	12
MUNDIAL	5

FUENTE.- Elaboración propia

3.2. Situación en España.-

Los datos sobre la producción de detergentes en España, son bastante confusos, ya que en muchos casos, se confunden con los jabones, incluyendo estos en las estadísticas de aque-- llos, y viceversa. Otras veces se mezclan las cantidades pro ducidas con el valor de la producción. Se han tomado como ba se, los datos suministrados por la Dirección General de In-- dustrias Químicas y Textiles, del Ministerio de Industria, - en "La industria química española en 1.979". De acuerdo con ella se pueden dar los siguientes datos de producción (en to neladas).

Años / Producción	1975	1976	1977	1978	1979
Detergentes domésticos	274.284	288.530	260.800	358.600	396.900

Se ve que estas cifras coinciden con las suministradas por las Naciones Unidas, en los años que ambas tienen en común . De acuerdo con estos datos, el incremento medio acumulativo durante el periodo contemplado, ha sido de un 9,7% anual, lo que indica que el crecimiento se va haciendo menor, aunque - no llega todavía a los niveles europeos.

.../...

En cuanto a la producción "per cápita", la evolución ha sido la siguiente (en kg. por habitante y año).

68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
3,59	4,68	4,87	6,17	4,92	7,71	7,18	7,68	7,98	7,13	9,69	10,60

La tendencia es desigual, notándose un especial incremento en los dos últimos años. De todas formas, estas cifras están muy lejos de las de los países industrializados europeos.

En lo que respecta al comercio exterior, España es un país exportador, encontrándose mezclados los datos de la producción con el valor de la misma. Así mismo, existe una apreciable diferencia entre los datos facilitados por la Dirección General de Aduanas y la de industrias químicas y textiles.

El cuadro nº 6 muestra los datos facilitados en la estadística de comercio exterior.

En este cuadro se observa el ritmo creciente de las exportaciones, tanto en cantidad, como en valor. La importación muestra un ritmo muy desigual en cuanto a volumen, aunque en valor, tenga un ritmo creciente.

.../...

CUADRO N° 6

COMERCIO EXTERIOR DE DETERGENTES

	IMPORTACION		EXPORTACION	
	Toneladas	10^3 pesetas	Toneladas	10^3 pesetas
1974	13.034	793.473	5.500	220.198
1975	7.956	541.950	13.317	446.110
1976	10.253	770.246	17.525	670.553
1977	8.390	811.713	24.525	1.041.902
1978	11.161	1.060.118	27.149	1.320.227
1979	9.477	1.069.513	46.446	2.596.482

FUENTE.- Dirección General de Aduanas

A partir de estos datos puede calcularse el consumo aparente en estos años, así como un consumo "per cápita", lo que queda reflejado en el siguiente cuadro :

	1975	1976	1977	1978	1979
Consumo aparente (1)	268.923	281.528	244.665	342.612	359.931
Consumo "per cápita" (2)	7,53	7,79	6,69	9,26	9,61

(1) en toneladas métricas

(2) en kilogramos por habitante y año

En base a los datos reflejados en este punto, puede concluirse que el sector detergentes en España, es un sector en expansión, que debe seguir creciendo, a un ritmo cada vez menor, hasta alcanzar los niveles europeos, tanto en ritmo de crecimiento, como en producción y consumo.

Tanto en España, como a nivel mundial, el mercado de los detergentes se halla dominado por 4 grandes compañías multinacionales que son:

Lever (Holanda-Reino Unido)

Henkel (R.F. de Alemania)

.../...

Procter & Gamble (Estados Unidos)

Colgate-Palmolive (Estados Unidos)

Las filiales españolas de estas empresas ocupaban en 1.978 - los puestos 23, 28, 45 y 72 respectivamente, por su volumen de ingresos, dentro de las empresas químicas.

Además de estas, existen otras compañías que también fabri-- can detergentes, siendo la más importante S.A. Camp, compa - ñía española que ocupa el puesto 22 en la lista citada.

4.- ESTUDIO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

Se pasa, a continuación, a analizar una a una, las materias primas minerales utilizadas en la fabricación de detergentes.

Ya se hizo en el punto 2 un primer esbozo de cuales eran estas sustancias y de algunos de sus problemas. Se procederá ahora a detallar, dentro de los límites impuestos por la información disponible, todo lo que respecta a la situación de estos materiales, tanto a nivel mundial como nacional.

Dentro de estas materias primas se pueden hacer dos grandes grupos: los componentes "científicos", que juegan un papel activo dentro del detergente, y los materiales de carga. Estos últimos tienen una misión de relleno, por lo que en el presente estudio se dará una mayor preponderancia a las primeras.

4.1. Sulfato sódico.-

Es la principal materia prima mineral con función científica, por no decir la única. Se halla presente entre un 0 y un 50%, dependiendo del tipo y destino a que se dedique el detergente, siendo la media de un 30%. Tiene función de carga además de la de "builder".

El sulfato sódico puede ser sintético o natural. El primero se obtiene como subproducto de algunos procesos químicos, no siendo, por lo general, apto para este uso por tratarse de un material decahidratado. El segundo, por el contrario, es el más adecuado para la fabricación de detergentes, puesto que es un material anhidro, con una riqueza superior al 99%.

El principal uso del sulfato sódico es la fabricación de papel kraft. Este sector ha sufrido, y está sufriendo, fuertes ataques, principalemnte de tipo ecológico, a causa de su gran poder contaminante. Esto ha incidido, aunque muy indirectamente, sobre el sector detergente, puesto que, al disminuir el consumo de $SO_4 Na_2$ en el papel kraft, los productores se han visto obligados a reducir sus ventas, llegando, en algunos casos, al cierre de sus instalaciones, lo que ha forzado a los fabricantes de detergentes a procurarse -

.../...

el material en el extranjero. Afortunadamente, en la actualidad, la situación se ha normalizado, y todo el sulfato consumido es de procedencia nacional.

A continuación se indican las producciones de sulfato sódico (natural y sintético) de los principales países productores, según el Bureau of Mines, durante el año 1.978.

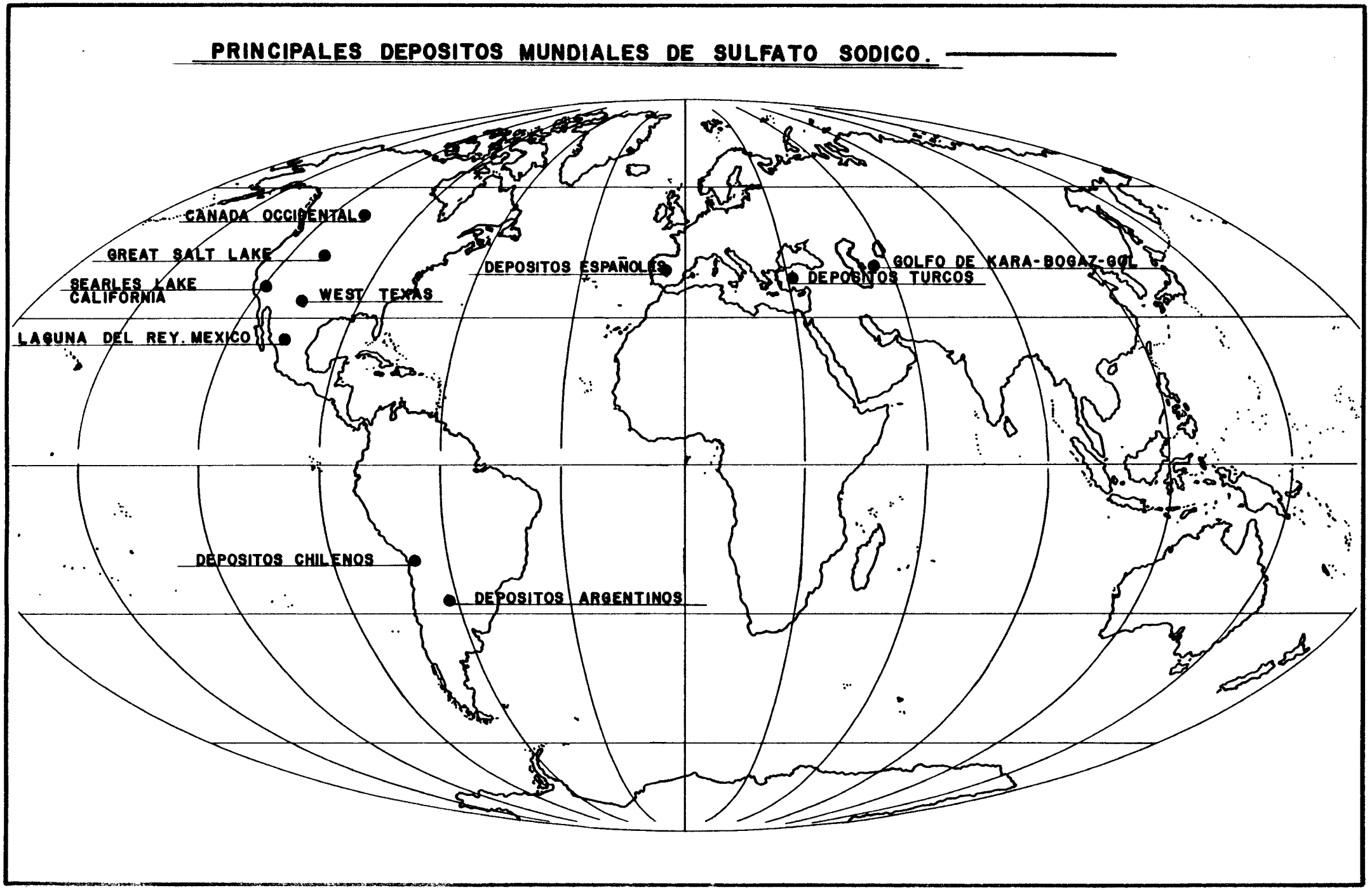
Estados Unidos	1.121.000 t.
U.R.S.S.	572.000 t.
Canada	377.000 t.
Japón	321.000 t.
España	311.000 t.
Bélgica	250.000 t.

Si se compara esta tabla con la figura nº 4, que representa los principales depósitos de $SO_4 Na_2$ en el mundo, puede observarse que, mientras EE.UU., URSS, Canada y España poseen extensos yacimientos naturales, Japón y Bélgica basan su producción en el $SO_4 Na_2$ sintético.

En lo que concierne a España, son dos los productores de sulfato sódico natural:

.../...

PRINCIPALES DEPOSITOS MUNDIALES DE SULFATO SODICO.



- Unión Salinera de España, S.A., en Villarrubia de Santiago (Toledo) con una capacidad de producción de 125.000 t. de thenardita por año.

- Crimidesa, en Cerezo del Río Tirón (Burgos) - con una capacidad de 130.000 t. de glauberita por año.

Como se ha indicado anteriormente, para que el sulfato sódico puede utilizarse en la fabricación de detergentes, ha de ser anhidro. Además ha de ir libre de residuos insolubles , siendo su nivel máximo de impurezas un 1,5% ó 2%, y el contenido en hierro entre 60 y 100 p.p.m. Desde un punto de - vista estético, debe tener color blanco para dar un aspecto agradable al producto terminado.

4.2. Zeolitas.-

Se ha apuntado con anterioridad la fuerte campaña desatada, desde los reductos ecologistas, contra los "builders" que contienen fosfato, a los que acusan de favorecer el crecimiento de algas verdes y la consiguiente eutroficación de las aguas.

Este hecho ha reconducido toda la investigación en este sector, hacia la búsqueda de posibles sustitutivos de los materiales fosfatados. En el estado actual de las investigaciones, no se espera encontrar un material capaz de sustituirlos por completo, orientandose hacia materiales alternativos, que reduzcan la proporción de fosfatos en los detergentes. En este sentido, son el $SO_4\ Na_2$ y las ceolitas los más adecuados para reemplazarlos.

Las ceolitas, tanto naturales como sintéticas, poseen un elevado poder de cambio iónico, lo que les hace especialmente útiles como secuestradores de dureza. En lo que respecta a las sintéticas, existe una gran variedad, con sus características adaptadas al uso a que se destinan, siendo esta la razón por la que la mayoría de las ceolitas consumidas son sintéticas.

.../...

Existen varios procesos para obtener ceolitas sintéticas, como el hidrogel, la conversión de arcilla, o el de "preforma" siendo el hidrogel el más importante (Fig. 5).

El cuadro n° 7 da las cantidades necesarias (en Kg.) para -- producir 1 tonelada de ceolitas de algunos tipos por este - proceso.

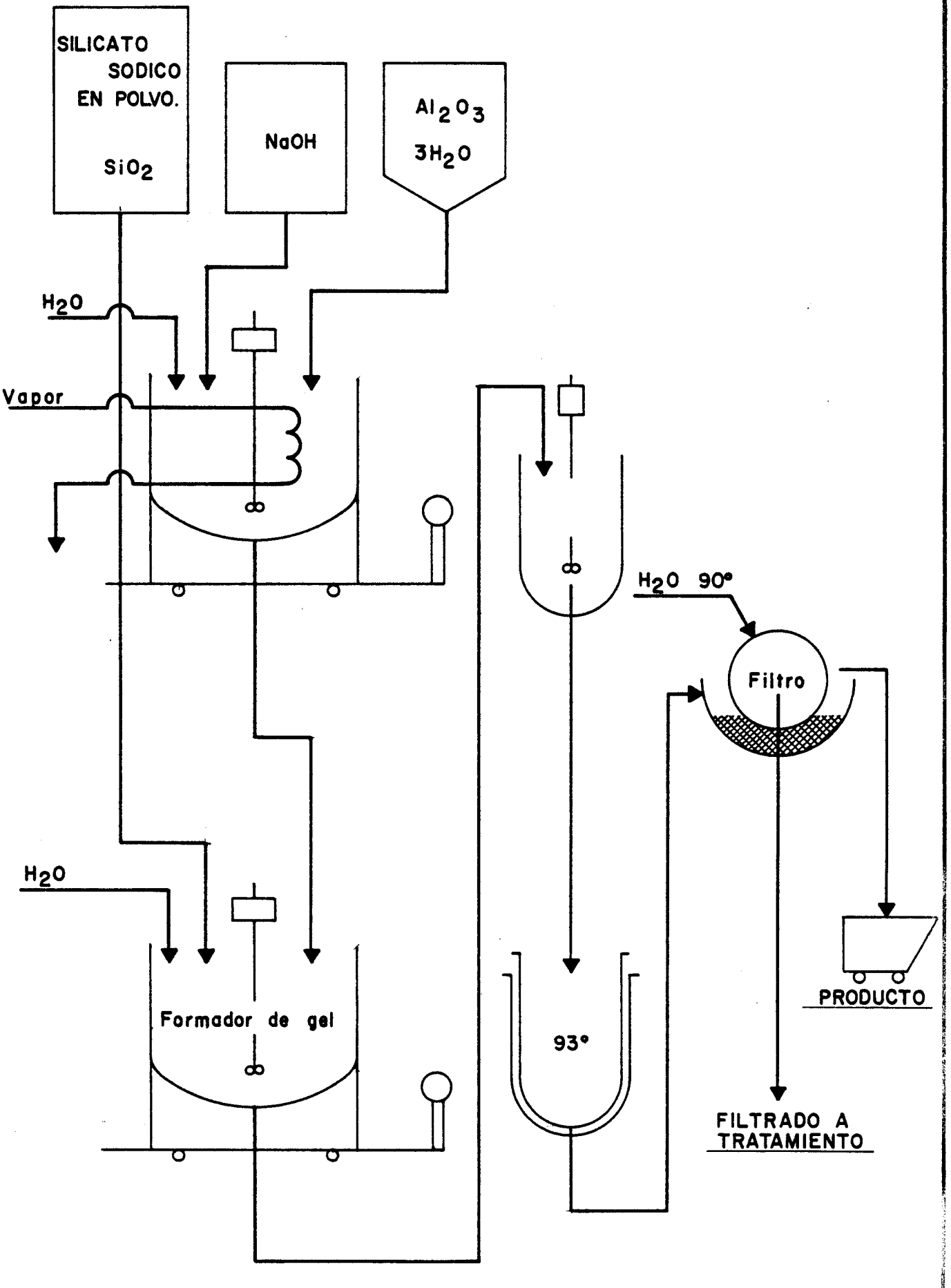
CUADRO N° 7

Tipo / Materia	4 A	13 X	Y
Silicato sódico	1.350	2.000	
Sílice en polvo			1.450
Alúmina trihidratada	575	500	340
Base (50% NaOH)	870	1.600	1.400
Agua	3.135	7.687	5.300

La investigación y tecnología de las ceolitas se encuentran especialmente avanzadas en los EE.UU. y Japón. En España, -- por el contrario, el interés por las ceolitas es relativamente reciente, hallandose en fase de investigación su posible aplicación a los detergentes. Esta investigación es dirigida

.../...

PROCESO HIDROGEL



por las grandes multinacionales que controlan el sector, en previsión de que se produzca en España una concienciación - ecológica, similar a la que ha tenido, y está teniendo lu - gar en numerosos países industrializados.

4.3. Cargas.-

Como cargas pueden emplearse gran cantidad de materiales, cuya única misión es hacer que el producto gane en peso y/o volumen, pero con un costo muy bajo. Es este un problema muy - complejo, que se estudia detalladamente en el proyecto "Especificaciones de uso para las rocas y otros minerales usados en cargas, filtros y pigmentos".

Ya se ha indicado que la misión última de las cargas brutas, es reducir los costos de producción, mediante la adición de un componente que no tenga ninguna influencia, ni negativa - ni positiva (es aquí donde reside la diferencia entre "carga bruta" y "carga científica"), sobre el producto final, y que además, sea barata.

De lo anteriormente expuesto, se deduce que los materiales - de carga para detergentes, deben ir molidos a un determinado tamaño y ser blancos, a fin de conferir un aspecto agradable al producto terminado, tema este muy importante a la hora de comercializarlo. Además deben ser hidrosolubles, puesto que, de ser insolubles, podrían dejar residuos sobre los tejidos lavados.

.../...

Es muy interesante destacar en este punto, que los fabricantes de detergentes, aseguran no utilizar ningún tipo de carga, aunque se sabe que las utilizan, llegando en algunos casos, a representar más del 50% en peso del producto vendido al consumidor. La utilización de alcoholes grasos en los detergentes está provocando la disminución del uso de cargas.

Por último, hay que citar que, en España, se utilizan calizas y dolomías como cargas, dada su abundancia, con lo que reunen el requisito de proximidad, reduciendo de esta forma el coste de transporte, al ser mínimas las distancias.

5.- CONCLUSIONES, PREVISIONES Y TENDENCIAS

El mercado de detergentes es un mercado muy desigual, dado - que los detergentes pueden considerarse como un termómetro - del nivel de vida, y por tanto del grado de desarrollo de -- una sociedad. Esto se ve reflejado en los cuadros de producción incluidos en el punto 3.

En base a esto se puede predecir un incremento, estabilizado entre un 2% y un 5% aproximadamente, en los países industrializados, mientras que en los países subdesarrollados el incremento ha de ser mucho mayor. Ya se ha visto que el incremento ponderado en España es de un 9,7% anual. Es de esperar que el consumo de detergentes, continue creciendo a este ritmo, hasta alcanzar un consumo por habitante, similar al de - los demás países desarrollados.

En lo referente a las materias primas minerales contempladas en este estudio, se puede decir lo siguiente:

Sulfato sódico: Es de suponer que su evolución sea similar a la de los detergentes en general. A largo plazo cabe esperar un incremento en su consumo relativo, debido a la reducción de los "builders" fosfatados y su sustitución por $SO_4\ Na_2$. -

.../...

Los problemas de este mineral pueden proceder del papel - kraft, puesto que, en España, consume un 65% de la produc-- ción de sulfato sódico, mientras que en detergentes solamente se emplea un 20%. Por tanto el problema consiste en conseguir que las explotaciones sean rentables con un nivel de ventas del 35% de su producción actual, o buscar usos alternativos de este material, capaces de absorber la producción actualmente destinada a la fabricación del papel kraft.

Aparte de esto, las reservas son más que suficientes para cubrir la demanda nacional, no siendo previsible una necesi - dad de importación.

Ceolitas: El consumo de ceolitas por la industria de los detergentes, es muy reciente, no habiendo datos disponibles . A pesar de ello, es lógico pensar que este consumo vaya a - más, a medida que avance la investigación.

Las ceolitas son consideradas, actualmente, como un excelente "builder" no fosfatado, por lo que, es un material a tener en cuenta al considerar el futuro de este sector, en el que se tiende, como se ha indicado repetidamente, hacia formulaciones detergentes libres de fosfatos, o con bajo contenido en el mismo.

.../...

Los fabricantes españoles de detergentes, no emplean ceolitas en ninguno de sus procesos. A pesar de ello, no sería descabellado considerar la posibilidad de investigar las ceolitas en España, en previsión de la demanda de este material, que lógicamente se ha de producir en el futuro.

Cargas: Se ha indicado que, como carga, puede emplearse cualquier material inerte, molido, blanco, y de bajo costo. Esto hace que la investigación de las cargas pierda, en parte, su interés, pues en caso de necesidad, existen gran cantidad de materiales que cumplen estas especificaciones, y que pueden sustituir a los que se emplean en la actualidad.

III.- FERTILIZANTES

1. INTRODUCCION

La porción inorgánica o mineral de los nutrientes que precisa una planta procede del suelo. Esta porción representa, por lo general, menos del 5% del peso de la planta, y, dado que el suelo carece usualmente de ella, debe ser proporcionada por los fertilizantes. La correcta fertilización de un suelo para mejorar su contenido mineral y su productividad, es la base de la industria de los fertilizantes.

Hasta aproximadamente 1.900, la demanda de mayores cosechas se solucionó mediante la simple puesta en cultivo de nuevas tierras agrícolas. Desde ésta fecha, se han hecho grandes progresos en la mejora de las cosechas, mediante la fertilización y el perfeccionamiento de los sistemas de cultivo. Actualmente, la importancia de la industria de los fertilizantes en la economía y la prosperidad, es un hecho ampliamente reconocido.

El crecimiento de la industria en términos de toneladas de fertilizantes producidos, ha sido fenomenal, especialmente entre 1.950 y 1.970, como queda reflejado en el cuadro nº 1, referido a los EE.UU.

CUADRO Nº 1

CONSUMO TOTAL DE

NUTRIENTES

AÑO	Toneladas de N, P_2O_5, K_2O
1.920	1.145.000
1.930	1.526.000
1.940	1.766.000
1.950	4.058.000
1.960	7.464.000
1.970	16.068.000
1.972	17.228.000

FUENTE: Statistical Reporting Service.

2. ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE FERTILIZANTES

El sector fertilizantes, comprende la fabricación de abonos propiamente dichos, y los productos intermedios que intervienen en el proceso de obtención de aquellos.

De una forma muy general podemos clasificar a los abonos como orgánicos y minerales.

Los abonos orgánicos, productos que se agregan al suelo llevando materia orgánica, son pobres en elementos fertilizantes, pero sirven de eficaz enmienda de las propiedades mecánicas y físicas de los suelos, aumentando su poder retentivo para el agua y el poder absorbente de los elementos fertilizantes de diversos abonos minerales solubles, obstaculizando su pérdida a través del terreno.

En cuanto a los abonos minerales, de acuerdo con los elementos primarios que contienen podemos clasificarles en:

- Nitrogenados.
- Fosfatados.
- Potásicos.
- Complejos y compuestos.

2.1. Composición de los Fertilizantes.-

Se entiende por fertilizante, cualquier materia orgánica o inorgánica, natural o sintética, que suministra a las plantas uno o más de los elementos químicos necesarios para su crecimiento normal. Estos elementos reconocidos como esenciales para el crecimiento de la planta se dividen en macronutriente y micronutriente.

Los macronutrientes son necesarios en unas cantidades relativamente más grandes y son:

a) Carbono, hidrógeno y oxígeno que son suministrados por el aire y el agua.

b) Nitrógeno, fósforo y potasio considerados como nutrientes o elementos principales.

c) Calcio, magnesio y azufre denominados nutrientes o elementos secundarios.

Los micronutrientes, o también llamados oligoelementos son sustancias minerales que se aplican en cantidades mucho más pequeñas y en casos de verdadera necesidad. Estos elementos son: boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, cinc, etc..

.../...

Los fertilizantes son materias que contienen, al menos uno de los nutrientes primarios en una forma asimilable o adecuada - para las plantas.

Los abonos nitrogenados, fosfatados y potásicos son aquellos que contienen uno de los nutrientes principales.

Los abonos complejos son aquellos que contienen dos o tres de los elementos principales,combinados químicamente durante el proceso de producción. La riqueza de estos abonos se expresa por tres números acompañados o no por las tres letras N.P. K indicativas de procentaje de los elementos fertilizantes: Nitrógeno, fósforo y potasio por éste orden. Sus riquezas quedan expresadas en nitrógeno, en P_2O_5 y en K_2O.

Además existen los abonos compuestos, que contienen más de - un elemento principal, mezclando mecánicamente diversos constituyentes simples.

A continuación se adjunta un cuadro con los fertilizantes -- más significativos.

CUADRO Nº 2

PRINCIPALES FERTILIZANTES

ABONO	RIQUEZA MINIMA
NITROGENADOS	
.Nitrato de cal	15%
.Nitrato sódico	15%
.Nitrato amónico	32%
.Nitrato amónico-cálcico	20%
.Sulfato amónico	20%
.Nitrosulfato amónico	25%. De ellos, al menos el 5% en forma nítrica.
.Cianamida de cal	18%. Del cual el 75%, - por lo menos, de N.cianamídico.
.Urea	45%
.Agua amoniacal	20%
.Soluciones nitrogenadas	20%
.Amoníaco anhidro	80%
FOSFATADOS	
.Superfosfato de cal	16%
.Idem doble o enriquecido	25%
.Idem triple o concentrado	36%
.Escorias de desfosforación	14%
.Fosfato bicálcico	36%
.Fosfato natural o tricálcico	25%
POTASICOS	
.Cloruro de potasa	50%
.Sulfato de potasa	47%
.Sales brutas de potasa	18%

FERTILIZANTES COMPUESTOS

N.P.K., N.P., N.K. Y P.K.

DENOMINACION	Riqueza mín. total (% referido a peso) de elementos nutritivos.	Riqueza mín. (% referido a peso) de cada elemento nutritivo.
Fertilizante o abono compuesto, nitrofosfo-potásico (NPK)	Suma de N., P_2O_5 y K_2O: 22%	4%
Fertilizante o abono compuesto, nitrofosrado.	Suma de N. y P_2O_5: 20%	4%
Fertilizante o abono compuesto nitropotásico (NK)	Suma de N. y K_2O: 20%	4%
Fertilizante o abono compuesto, fosfopotásico (PK)	Suma de P_2O_5 y K_2O: 20%	4%

FUENTE: Divulgación de abonos.

PRODUCTOS ORGANICOS

Denominación del tipo	Riqueza mín.(%en peso)de elementos nutritivos.Forma de expresión.Solubilidades.
Fertilizante o abono orgánico.	N.orgánico,2%,del cual,al menos,el 80% insoluble en agua.Suma de contenidos de N.total y K_2O total,6%. Materia orgánica,35% sobre materia seca.
Fertilizante orgánico mineral.	Contenido mínimo de N.orgánico,1%, del cual,al menos,el 80% insoluble en agua.Materia orgánica,15% sobre materia seca.En cuanto a los contenidos mínimos de elementos nutritivos se regirán por las mismas normas que los fertilizantes o abonos compuestos.Materia orgánica,15% sobre materia seca.
Compost.	Materia orgánica,25%;N.orgánico --0,5%,del cual,al menos,el 80% insoluble en agua.Ambos materia seca.
Turba.	Materia orgánica 80%.Contenido,máximo de ceniza,40%.Ambos sobre materia seca.
Enmiendas orgánicas	Materia orgánica,15%,del cual,al -menos,el 80% insoluble en agua.Ambos sobre materia seca.

FUENTE: Divulgación de Abonos.

2.2. Procesos de Fabricación.-

Los abonos nitrogenados basan su producción a partir de las - naftas.

La nafta es un producto derivado del refino del petróleo,y como tal se puede considerar íntegramente de importación. A partir de ella y por transformaciones sucesivas, se obtiene amoníaco, urea o ácido nítrico, que pasan a la fabricación de estos abonos.

En lugar de las naftas, se puede emplear como materia prima,- gas natural o eventualmente gases de recuperación de la industria siderúrgica, gas de coquería por ejemplo con una relación hidrógeno-carbono superior a la de las naftas, con lo -- que el consumo energético es menor.

Apróximadamente el 3% de gas natural y el 0,5% de derivados - petrolíferos se utilizan en la fabricación de fertilizantes.

Los abonos fosfatados basan su producción en los depósitos de rocas fosfatadas y en el uso de ácido sulfúrico, al reaccio-- nar y obtenerse ácido fosfórico que pasa a la fabricación de - estos abonos.

.../...

La roca fosfatada, es importada en su totalidad del N. de Africa, destinándose más del 80% a la producción de fertilizantes.

El ácido sulfúrico, se produce en su mayor parte a partir de la tostación de las piritas tan abundantes en el país. Un 15% aproximadamente del total, procede de las industrias metalúrgicas primarias del cobre y cinc, que lo obtienen como subproducto.

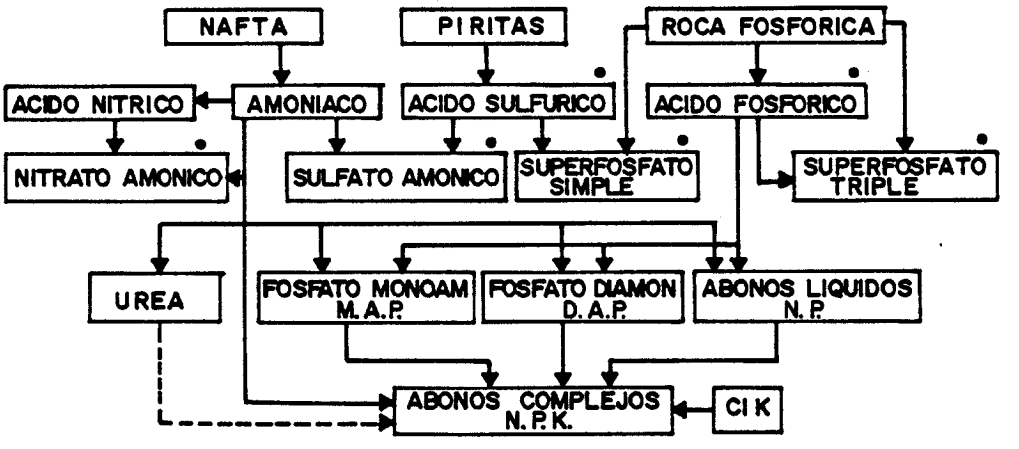
El ácido sulfúrico también se emplea para la producción de abonos potásicos, destinándose el 80% de su producción a éste sector, porcentaje muy alto comparado con el correspondiente a Norteamérica y Europa Occidental que es de un 40%.

Los abonos potásicos basan su producción a partir de las sales potásicas, materias primas de origen español, de las cuales se destinan el 95% para éste sector.

Los procesos de obtención de éstos productos y los intermedios (ácido sulfúrico, fosfórico, nítrico y amoníaco) son diversos según la materia prima y el producto final. En el esquema adjunto se puede observar un diagrama de las principales líneas de proceso.

.../...

Figura I



• Todos los productos marcados pueden emplearse en la fabricación de complejos para obtener las distintas graduaciones.

PRODUCCION DE FERTILIZANTES

Fuente: Centro de Estudio de la Energia

Se incluyen a continuación una serie de diagramas en los que se muestran algunos pasos intermedios del esquema anterior.

Figura 2

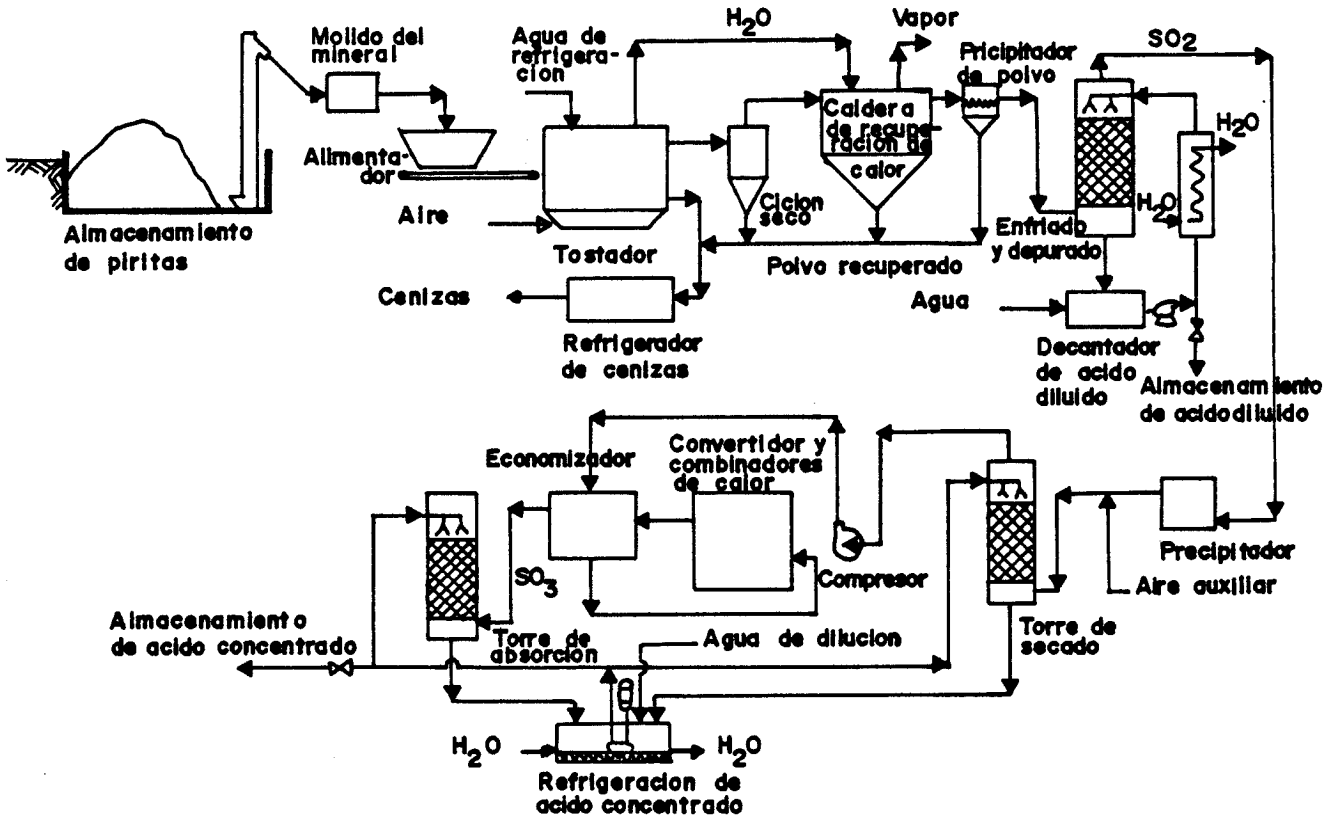
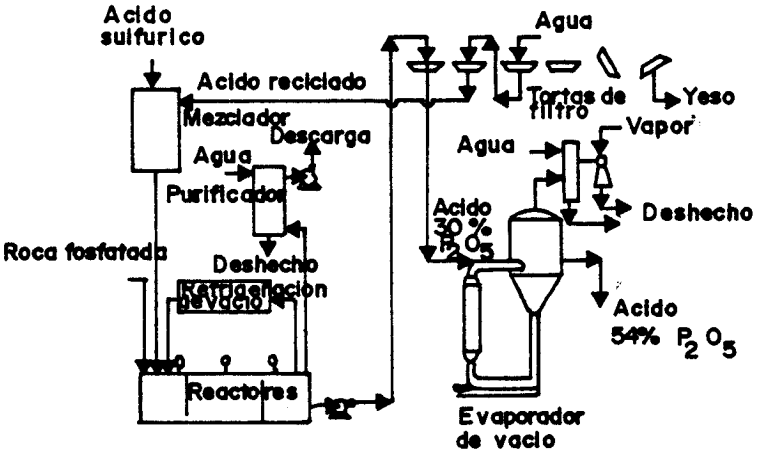


DIAGRAMA DE LA PRODUCCION DE SO_4H_2 A PARTIR DE PIRITAS

Figura 3



OBTENCION DE PO_4H_3 POR VIA HUMEDA

MANUFACTURA DE SUPERFOSFATO TRIPLE GRANULAR .

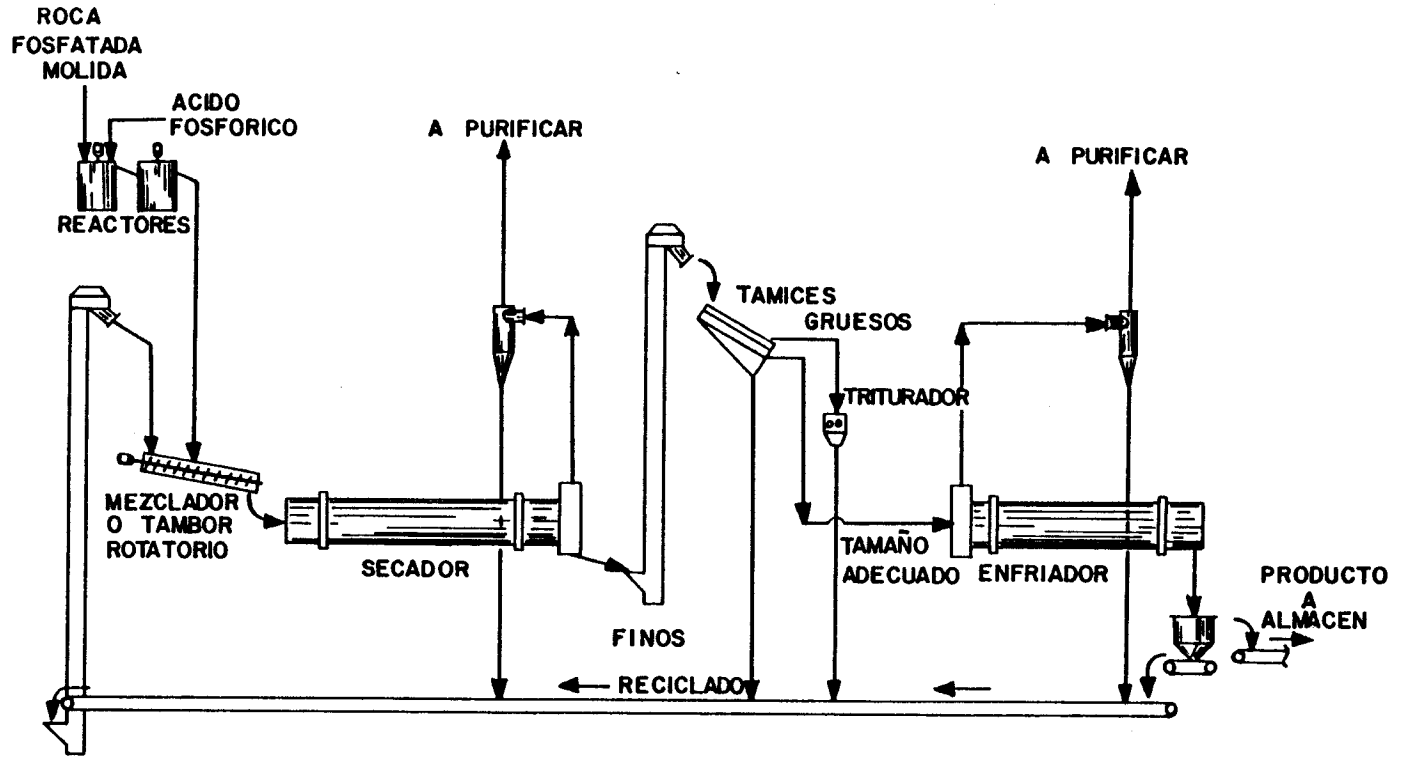


Figura 4

MANUFACTURA DE SUPERFOSFATO SIMPLE .

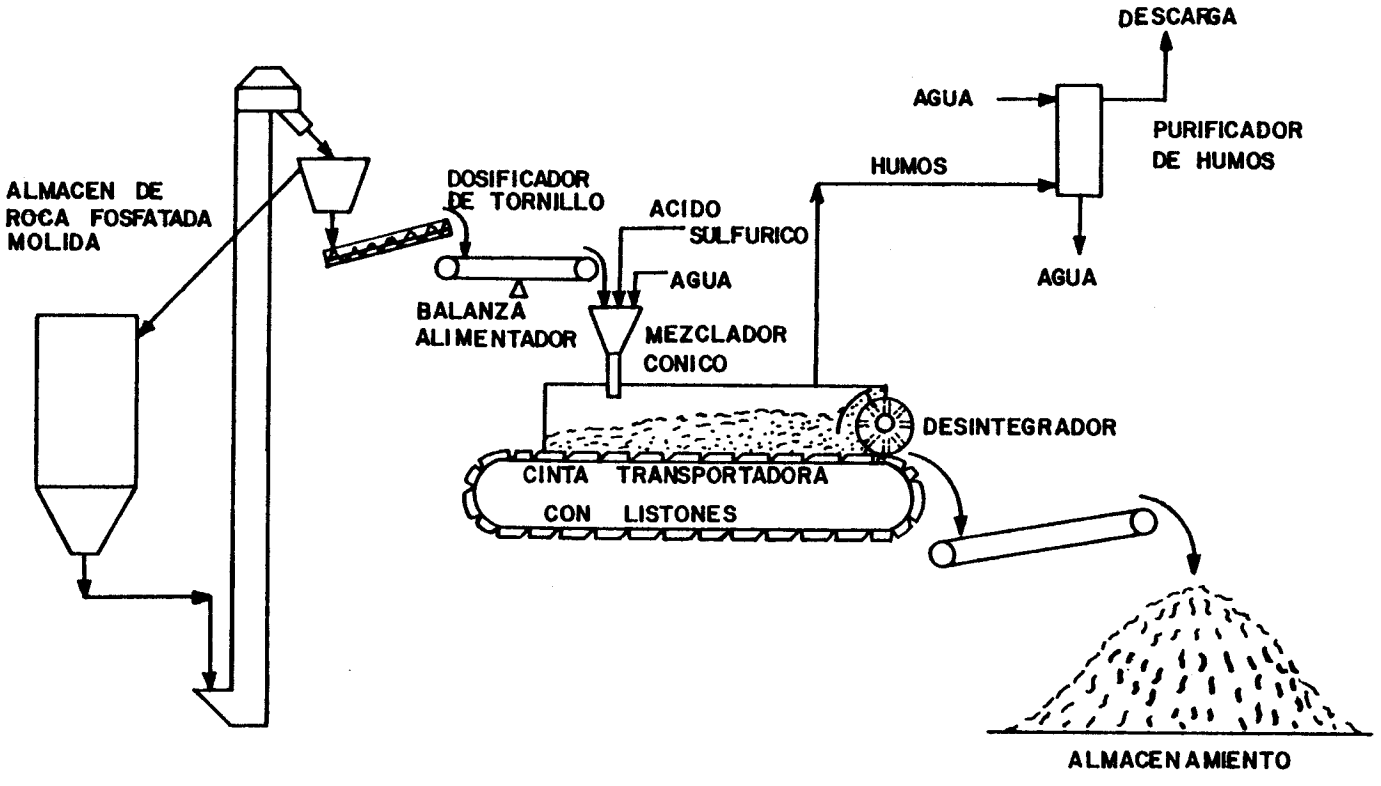
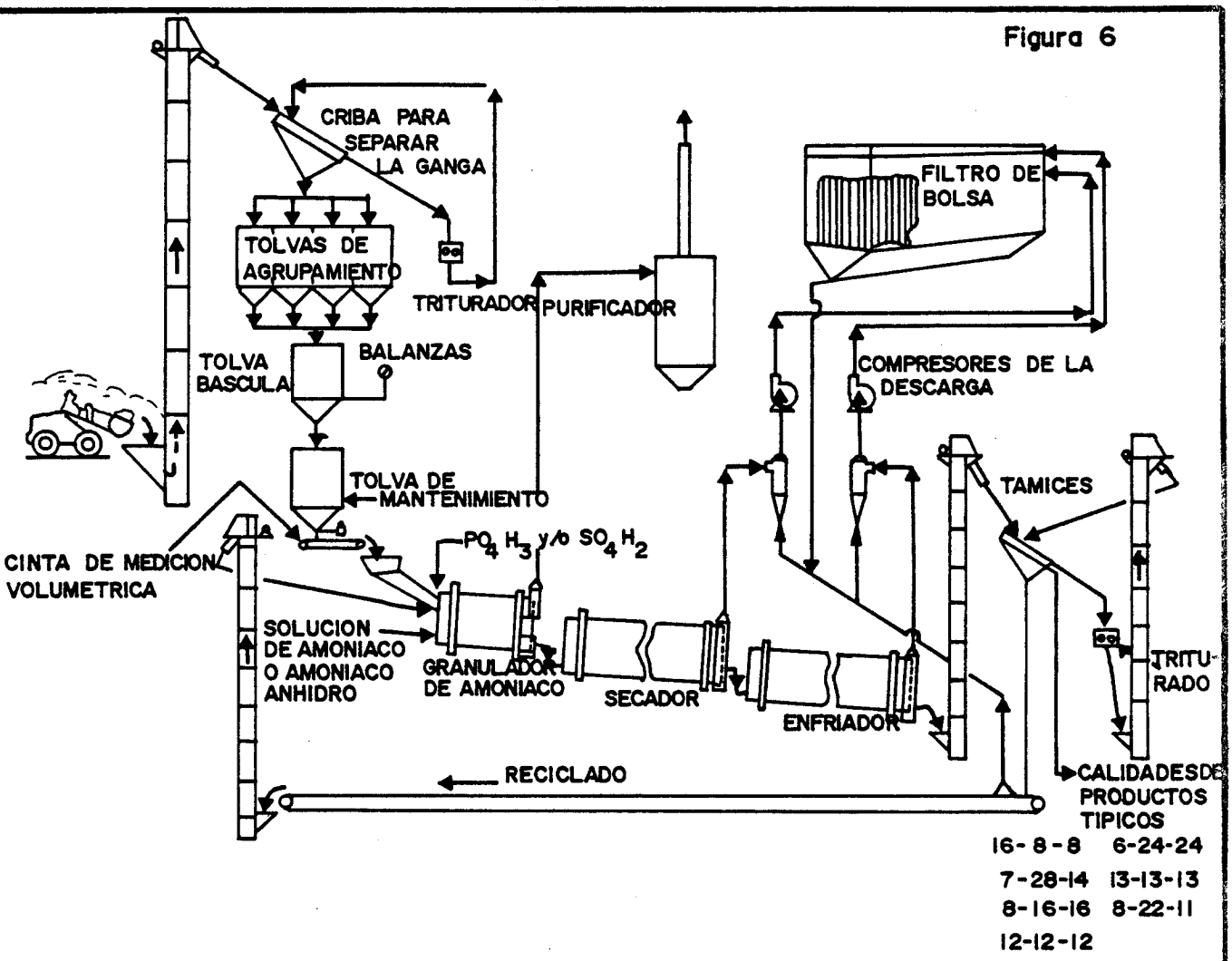


Figura 5

Figura 6



MANUFACTURA DE MEZCLAS NPK

Figura 7

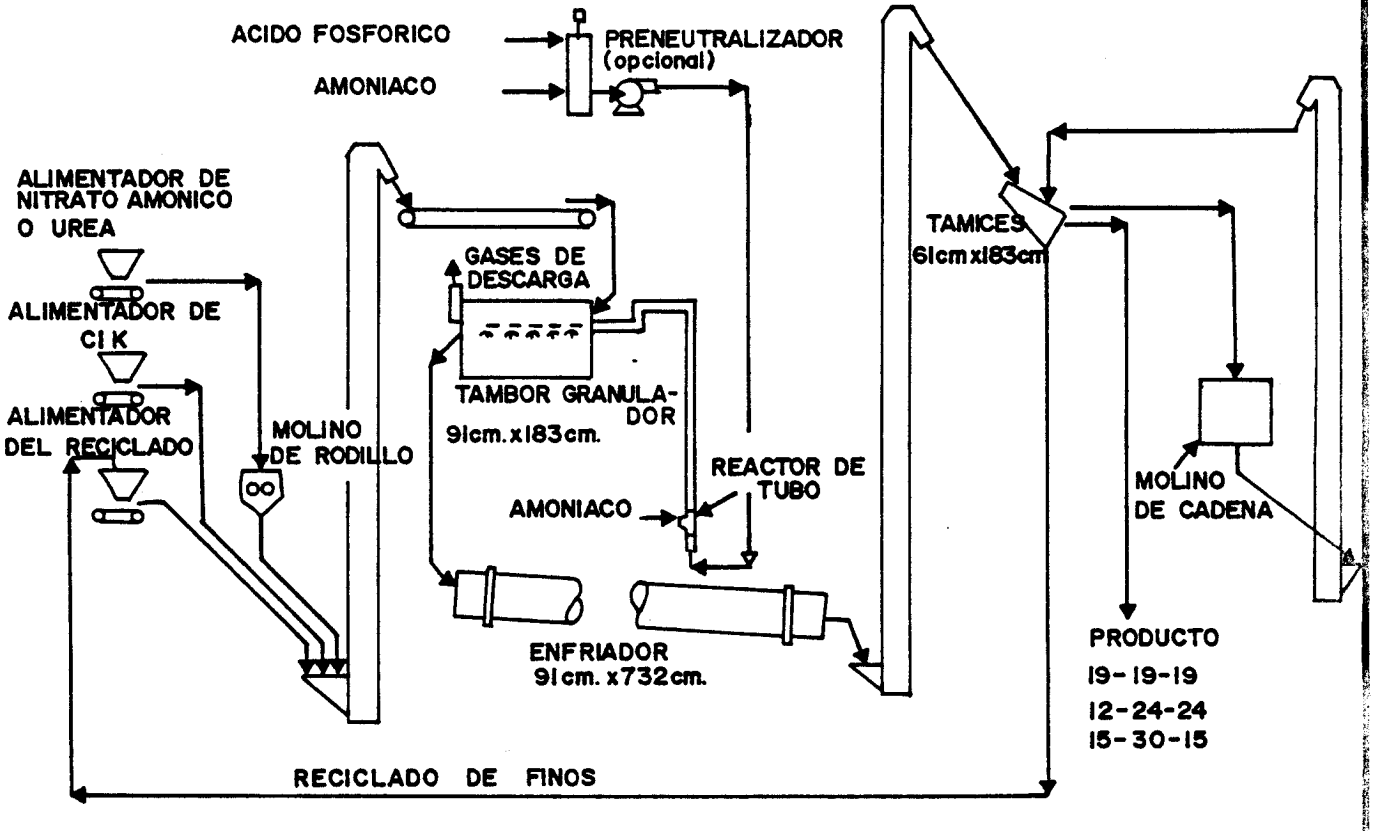


DIAGRAMA DE UNA PLANTA PARA FERTILIZANTES NPK

2.3. Materias Primas.-

El sector fertilizantes, consume cuatro materias primas fundamentales:

- Naftas (producto derivado del petróleo)
- Rocas fosfatadas.
- Piritas.
- Sales potásicas.

Existen además otras serie de sustancias minerales cuyo consumo es bastante menor:

- Caliza, dolomía.
- Yeso.
- Turba.
- Diatomita.
- Vermiculita.
- Perlita.

Muchas de estas materias actúan como material inerte desde el punto de vista de fertilización o simplemente como acondicionadores de suelo.

No se han considerado los minerales a partir de los cuales,

.../...

se obtienen los micronutrientes (Boro, Manganeso, Molibdeno, etc...) por ser muy escaso su consumo.

- Naftas

Las naftas son productos de gran importancia en la fabricación de abonos nitrogenados, constituyendo su materia prima base.

- Rocas Fosfatadas

Las rocas fosfatadas están formadas principalmente por fosfatos tricálcicos de reducidísima solubilidad en el agua.

El fósforo ejerce funciones de gran importancia en el desarrollo de las plantas: forma parte de sus tejidos, favorece la floración etc. Además, los beneficiosos efectos del fósforo se extienden también a las raíces de las plantas.- Gracias a él, el sistema radicular se hace más potente logrando un mejor aprovechamiento del agua de los mismos.

- Piritas

El ácido sulfúrico es el producto que reacciona con la ro-

.../...

ca fosfatada para producir el ácido fosfórico, según ésta reacción:

$$9CaO3P_2O_5CaF_2 + 10H_2SO_4 + 20H_2O \longrightarrow 10(CaSO_4 2HO) + 6H_3PO_4 + 2HF.$$

Las ventajas del ácido sulfúrico frente a otros ácidos para el ataque de la roca fosfatada son varias: En primer lugar, salvo ciscunstancias especiales, es más barato, sobre todo por ión hidrógeno contenido. En segundo lugar, la sal de calcio producida es sulfato cálcico, muy poco soluble en el ácido fosfórico, y por tanto fácilmente separable por filtración.

- Sales Potásicas

El diccionario define así a la potasa: "Nombre del carbonato potásico. Se usa también para designar cualquier compuesto que contenga potasio. Sin embargo los productos comerciales son en realidad cloruro y sulfato potásico. Las producciones y consumos de potasa suelen expresarse en toneladas K_2O. Este es un compuesto que no existe ni como mineral natural ni como producto fabricado, pero que se utiliza para definir el contenido en potasio de los diferentes compuestos.

.../...

Las plantas absorben el potasio como ión K^+, favoreciendo la formación de hidratos de carbono (azúcares, almidón, féculas...) función especialmente beneficiosa para los cultivos que contienen estos cuerpos en gran proporción (patata, remolacha...)

- Caliza y Dolomía

La caliza y dolomía se definen como rocas sedimentarias en cuya composición se encuentran los minerales calcita (CO_3 Ca) y/o dolomita (CO_3Ca-CO_3Mg).

La caliza y dolomía desempeñan en los suelos dos importantes funciones. Actúa como enmienda de ellos y proporciona, calcio y magnesio a los cultivos. El ión calcio confiere a las paredes de las células su dureza y el ión magnesio es un componente esencial de la clorofila.

Los materiales que proporcionan caliza para fines agrícolas, están tan difundidos que se encuentran en casi todas partes.

- Yeso

Es una sal cálcica formada por evaporación de aguas mari-

.../...

nas o continentales, que responde a la fórmula $SO_4Ca.2H_2O$

El yeso usado en agricultura cumple dos misiones importantes:

1) Aporta azufre a las plantas, elemento necesario para las proteínas.
2) Actúa como enmienda en los suelos, contribuyendo a solubilizar el fósforo, corrige su basicidad y mejora las malas calidades de los suelos salinos. Los cultivos que tienen su óptimo de producción en terrenos ácidos, son los que agradecen más la aportación de éste mineral.

-Turba

Las turbas son productos casi totalmente formados por materia orgánica, que se encuentra en la naturaleza en yacimientos denominados turberas.

Las turbas tienen un elevado poder de adsorción para el agua, hasta dieciocho veces su peso, mostrando tal resistencia a abandonarla, que, aún exponiéndola largo tiempo a la acción del sol, retiene en su interior del 25 al 30% del agua.

.../...

Las turbas constituyen un buen producto para agricultura, - pues además de aportar el nitrógeno que lleva consigo en -- proporción del 0,8% al 5%, desempeña un gran papel como en-- mienda de los suelos al darles soltura y elevando su poder - retentivo para el agua.

- Diatomita o Trípoli

Comercialmente se utiliza indistintamente los nombres de -- trípoli, diatomita, tierra de diatómeas, Kieselgur, tierra - de infusorios y harina fósil para designar dos tipos de ro- cas de origen distinto (trípoli y diatomita), cuyas propie- dades y aplicaciones son análogas.

El trípoli es una roca sedimentaria, depositada por la mete- orización de calizas silíceas y que está compuesta casi en- teramente de finos granos de sílice. La diatomita es una ro- ca también sedimentaria, compuesta de esqueletos silíceos de plantas acuáticas denominadas diatoméas.

Es un producto inerte, poroso, absorbente y con mala conduc- tividad térmica, que encuentra su mejor campo de aplicación en la filtración.

.../...

En la fertilización suele utilizarse como carga en abonos - complejos aprovechando su poder antiaglutinante. Los "ate-- rronamientos" originados en los fertilizantes por absorción de agua por higroscopicidad son mitigadas con la carga diatomítica que llevan.

- Vermiculita

Silicato laminar hidratado de magnesio-aluminio-hierro de - composición variable.

Es un material ligero, no combustible, inerte, no abrasivo, y con gran poder de absorción para fluidos, que hace de él un producto de interés tanto para construcción y aislamiento como en agricultura.

En agricultura encuentra su aplicación como acondicionador de suelos, carga y elemento antiglutinante para abonos.

- Perlita

Petrográficamente la perlita es una roca vidriosa, volcánica y riolítica que tiene un lustre perlado. Químicamente - es un silicato de aluminio amorfo y metastable.

.../...

Aunque sus principales aplicaciones se concentran en los campos de aislamiento y como medio filtrante, en agricultura,- aprovechando que es químicamente inerte, que no altera el - Ph del suelo y que retiene el agua,se utiliza como acondi-- cionador de suelos.

3. ESTRUCTURA ECONOMICA

3.1. Análisis a nivel Mundial.-

Los datos sobre producción de fertilizantes son bastante confusos, dado que no existe un criterio fijo. Estas cifras se encuentran unas veces como tonelaje total producido, y otras como cantidad de nutriente contenido. Por otro lado, ciertos países dan cifras globales de producción, mientras que otros los desglosan según los diferentes tipos de fertilizantes. Esto puede dar lugar a confusiones, como por ejemplo, el pensar que los Estados Unidos no producen fertilizantes complejos, como podría deducirse del cuadro nº 4, cuando la realidad es que la producción de éste tipo de fertilizantes se halla incluida en el cuadro nº 3.

En el cuadro nº 3, se puede observar que la URSS y América del Norte son los dos gigantes, con un 23,84% y un 28,89% del total mundial. De ésta última cifra, los Estados Unidos controlan un 63,98%, que representa al 18,48% de la producción mundial.

En lo que a Europa respecta, su producción es un 27,02% de la mundial, de la cual un 43,35% corresponde a la C.E.E. y un 44,79% a los países del este. España produce un 4,69% de Europa que representa un 1,27% de la mundial.

.../...

CUADRO Nº 3

PRODUCCION MUNDIAL DE FERTILIZANTES (EXCLUIDOS LOS MULTINUTRIENTES)

	1.968	1.969	1.970	1.971	1.972	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977
AFRICA	994	1.070	1.188	1.376	1.648	2.079	1.707	1.726	1.820	2.102
NORTEAMERICA	18.297	18.435	20.023	20.522	23.241	24.227	26.292	26.760	25.536	28.462
.Estados Unidos	14.261	14.127	14.745	15.605	15.916	16.829	17.569	16.997	16.499	18.210
SUDAMERICA	386	416	481	666	743	861	959	1.074	1.144	1.310
ASIA (exc. URSS)	6.051	6.692	7.512	8.511	9.488	10.863	12.068	13.013	13.574	15.226
C.E.E.	10.788	11.199	10.878	10.980	11.532	11.723	12.672	12.406	10.974	11.539
.Belgica	405	619	607	584	618	643	645	622	565	-
.Dinamarca	91	98	101	98	103	107	101	101	93	83
.Francia	3.929	4.052	4.004	4.210	4.389	4.338	5.018	3.772	3.095	3.032
.Alemania Federal	3.487	3.544	3.528	3.457	3.523	3.684	3.873	3.396	3.014	3.365
.Irlanda	145	165	180	193	206	221	249	188	189	179
.Italia	1.198	1.223	1.080	1.032	1.114	1.071	1.126	1.076	1.046	1.037
.Luxemburgo	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2
.Holanda	925	1.050	989	1.028	1.114	1.327	1.267	1.430	1.170	1.100
.Reino Unido	608	446	387	376	463	330	391	484	34	49
EFTA	1.155	1.199	1.020	915	967	1.022	984	927	951	895
EUROPA DEL ESTE	6.403	7.042	7.620	8.024	8.287	8.781	9.649	10.778	11.397	11.291
OTROS EUROPEOS	1.710	1.802	1.887	1.918	2.020	2.074	2.047	1.912	2.159	2.263
.España	1.181	1.227	1.250	1.266	1.346	1.335	1.295	1.163	1.383	1.248
U.R.S.S.	10.204	10.728	13.095	14.664	15.924	17.420	19.344	21.990	22.583	23.485
OCEANIA	1.296	1.285	1.294	1.161	1.279	1.503	1.787	1.227	1.042	1.317
TOTAL	57.284	59.868	64.998	58.737	75.130	80.553	87.510	91.813	91.180	98.520

FUENTE: Yearbook of Industrial Statistics (U.N.S.O.)

UNIDAD: Miles de Toneladas.

CUADRO Nº 4

PRODUCCION MUNDIAL DE FERTILIZANTES MULTINUTRIENTES

	1.968	1.969	1.970	1.971	1.972	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977
AFRICA	12	7	11	16	19	27	24	20	28	29
AMERICA	72	77	72	78	88	98	95	81	141	106
ASIA (exc. URSS)	911	998	1.412	1.438	1.498	1.693	1.739	1.852	1.936	2.022
C.E.E.	3.170	3.385	3.388	3.697	3.610	3.767	3.779	3.704	3.206	3.734
.Bélgica	281	263	268	382	386	392	386	383	301	175
.Dinamarca	54	60	63	70	68	67	66	81	74	114
.Alemania	1.458	1.530	1.610	1.646	1.562	1.663	1.725	1.595	1.337	1.498
.Italia	613	603	587	589	581	606	559	587	481	638
.Holanda	177	179	188	205	219	245	295	244	164	-
.Reino Unido	587	750	672	805	794	794	748	814	-	-
EFTA	461	521	753	873	938	1.069	1.004	1.032	931	1.093
EUROPA DEL ESTE	-	41	91	205	244	351	491	778	889	953
OTROS EUROPEOS	122	187	362	531	624	714	812	828	696	947
.España	113	173	231	337	389	479	542	578	411	589
TOTAL	4.748	5.216	6.089	6.838	7.021	7.719	7.944	8.295	7.827	8.884

FUENTE: Yearbook of Industrial Statistics (U.N.S.O.) UNIDAD: Miles de Toneladas de N, P_2O_5 y K_2O contenidos

Todo lo anteriormente expuesto se ha calculado en base a los datos del cuadro nº 3.

El cuadro nº 5, da el consumo por habitante y año en 1.977 de algunos países.

Es de destacar que el consumo español se sitúa alrededor de la media de los países industrializados, si se excluyen algunos países muy destacados como Dinamarca, EE.UU. y Francia.

Los incrementos experimentados en los últimos años, reflejados en el cuadro nº 6, indican que mientras los países industrializados muestran una tendencia a estabilizar, o incluso, reducir, sus producciones, los países de economía centralizada experimentan grandes incrementos, sólo comparables con los de los países subdesarrollados.

CUADRO Nº 5

CONSUMO DE FERTILIZANTES

(Kg.POR HAB.)

Alemania, R.F.	55,1
Alemania, R.D.	99,6
Bélgica	48,1
Canadá	64,4
Dinamarca	135,9
EE.UU.	86,1
Francia	96,7
Holanda	45,0
Italia	30,5
México	17,0
Reino Unido	36,0
Suecia	63,9
Turquía	30,8
U.R.S.S.	69,6
España	44,3

FUENTE: Anuario del Mercado español 1.980. Banesto

CUADRO Nº 6

INCREMENTOS MEDIOS ACUMULATIVOS

AFRICA	8,7
AMERICA DEL NORTE	5,0
EE.UU.	2,75
SUDAMERICA	14,5
ASIA	10,8
C.E.E.	0,75
BELGICA	4,2
DINAMARCA	-1
FRANCIA	-2,8
ALEMANIA,R.F.	-0,4
IRLANDA	2,4
ITALIA	-1,6
LUXEMBURGO	0,0
HOLANDA	1,9
REINO UNIDO	-3,2
EFTA	-2,8
EUROPA DEL ESTE	7,1
OTROS EUROPEOS	3,2
ESPAÑA	0,6
U.R.S.S.	9,7
OCEANIA	0,2
TOTAL	6,2

FUENTE: Elaboración Propia.

3.2. Situación en España.-

Para facilitar el análisis se desglosará según los tipos de fertilizantes, aunque existe gran confusión, debido a que los abonos complejos forman unas veces un grupo aparte y otras se les distribuye entre los otros 3.

3.2.1. Abonos nitrogenados.-

Los datos se refieren a toneladas de nitrógeno contenido, por lo que no son comparables con los estudiados en el punto 3.1.

A continuación se da la producción con los incrementos en los últimos años.

PRODUCCION DE ABONOS NITROGENADOS

UNIDAD: t. de N.

	1.975	1.976	1.977	1.978	1.979
TOTAL.....	874.614	939.142	986.922	1023.841	1012.002
Incremento en %.....	+13,5	+7,4	+5,1	+3,7	-1,2

.../...

Se observa que el ritmo de crecimiento se va haciendo menor,- llegando a ser negativo en el último año contemplado.

En lo que respecta a las importaciones y exportaciones, los - datos suministrados por la dirección general de aduanas que-- dan reflejadas en el cuadro nº 7.

Queda claro que es un sector deficitario, sin una tendencia - definida y notables variaciones en las importaciones, y con - un fuerte descenso de las exportaciones en el último año.

Los consumos también muestran una variación desigual, como se refleja a continuación.

CONSUMO DE NITROGENADOS

	1.975	1.976	1.977	1.978	1.979
Totales	750.794	749.272	847.154	808.398	905.138
Incremento en %	-	-0,2	+13,1	-4,57	+12
"Per cápita"	21,2	20,73	23,17	21,85	24,17
		-1,38	+11,77	-5,70	+10,6

En la figura nº 8 se muestra la evolución general del mercado de éste tipo de fertilizantes.

.../...

CUADRO Nº 7

COMERCIO EXTERIOR DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

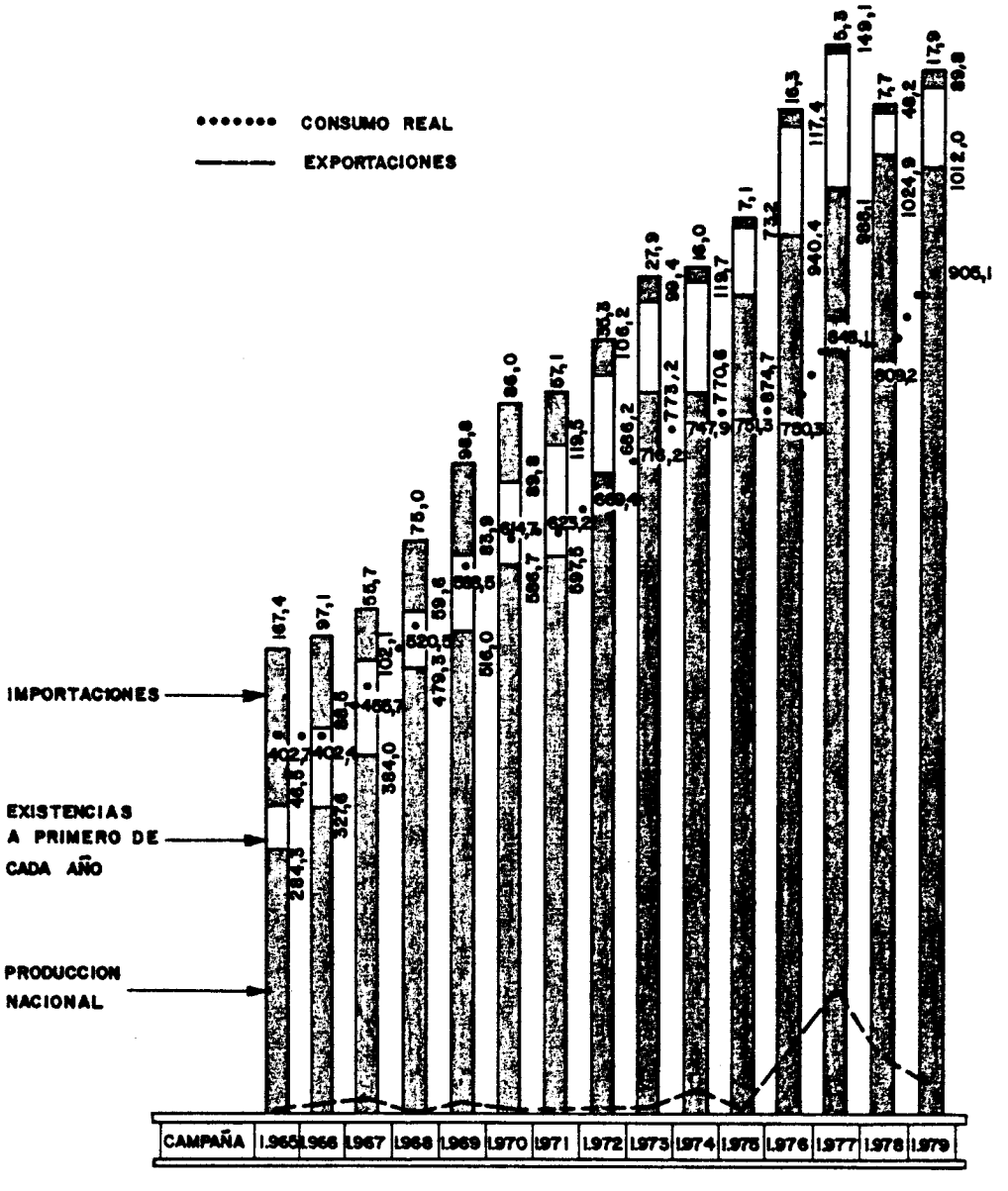
	IMPORTACION		EXPORTACION	
	Toneladas	10^3 pesetas	Toneladas	10^3 pesetas
1.975	108.748	764.342	14.818	89.632
1.976	190.610	955.283	190.029	970.835
1.977	117.701	662.873	300.316	2020.344
1.978	104.846	777.635	311.253	565.100
1.979	228.061	1952.229	77.752	

FUENTE: D.G. de aduanas.

Figura 8

EVOLUCION DEL MERCADO ESPAÑOL DE FERTILIZANTES NITROGENADOS

(Incluido Complejos en miles de toneladas) .



3.2.2. Abonos Fosfatados.-

La figura nº 9 da una idea de como ha evolucionado el mercado de fertilizantes fosfatados en España. En ella se observa que tras un período de crecimiento en los últimos años muestra -- una serie de altibajos.

En lo que respecta al comercio exterior, y excluyendo los complejos, se nota una fuerte tendencia descendente de las exportaciones, como puede apreciarse en el cuadro nº 8.

El consumo, que se refleja a continuación expresado en P_2O_5 - contenido, es variable de un año a otro, no pudiendo apreciarse una tendencia por la escasez de datos.

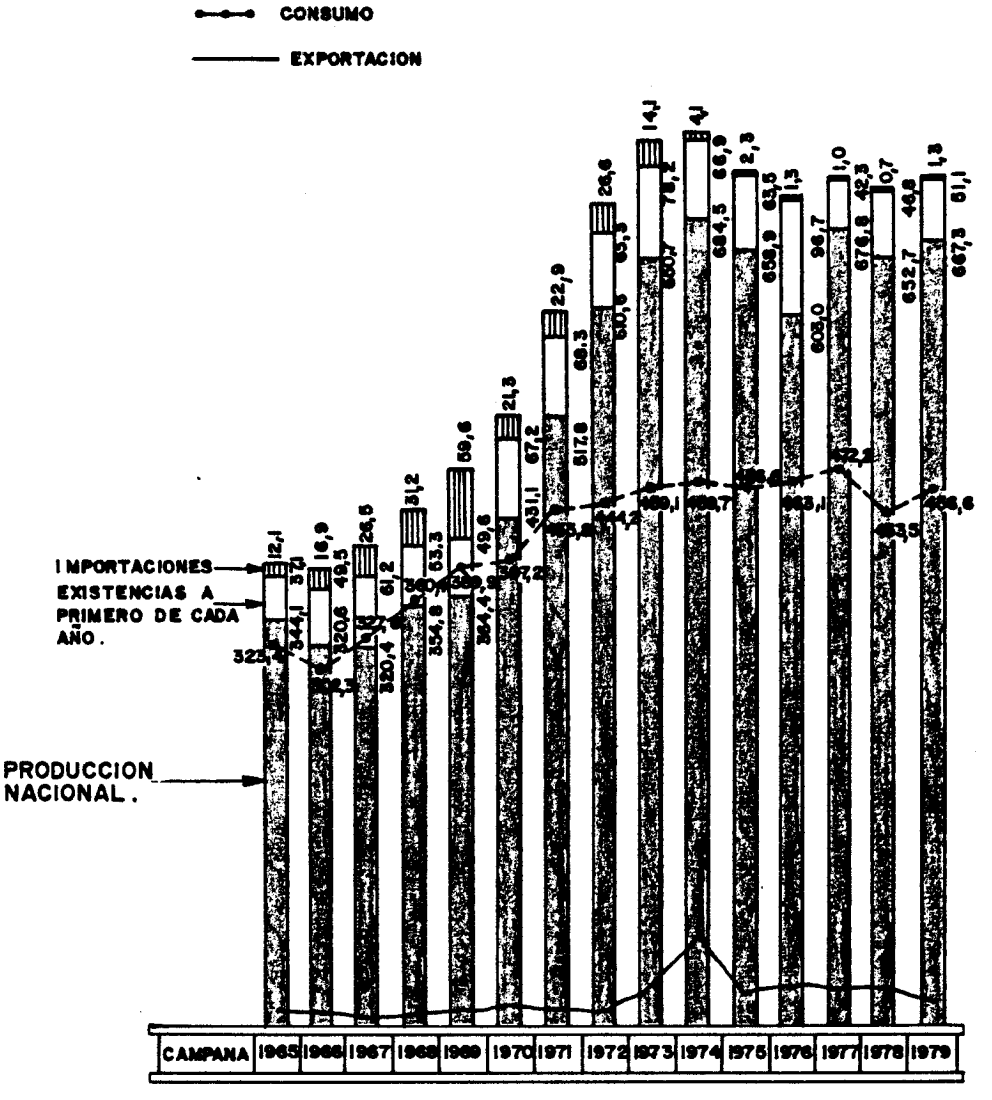
CONSUMO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

	1.977	1.978	1.979
TOTAL (t)	472.204	433.485	456.613
INCREMENTO %		-8,2	+5,3
"PER CAPITA" (Kg/HAB.)	12,91	11,71	12,19
INCREMENTO %		-9,3	+4,1

Figura 9

EVOLUCION DEL MERCADO ESPAÑOL DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

(Incluidos Complejos en miles de toneladas)



CUADRO Nº 8

COMERCIO EXTERIOR DE ABONOS FOSFATADOS

AÑOS	IMPORTACIONES		EXPORTACIONES	
	Toneladas	10^3 pesetas	Toneladas	10^3 pesetas
1.975	18.031	85.767	153.854	891.831
1.976	17.959	72.224	119.537	502.091
1.977	26.668	179.937	56.028	248.091
1.978	9.835	76.967	17.133	83.015
1.979	15.552	97.112	4.107	45.037

FUENTE: D.G. de Aduanas.

3.2.3. Fertilizantes Potásicos.-

En el cuadro nº 9 se dan todos los datos que sobre abonos potásicos proporciona la Federación empresarial de la industria química española.

Puede observase en estos datos, que el sector sufre ciertas oscilaciones, sin que pueda notarse una clara tendencia.

En el siguiente cuadro10 se dan los datos sobre el comercio exterior que proporciona la Dirección General de Aduanas en su estadística de comercio exterior de España.

Se observa aquí, si se prescinde de 1.975, un claro aumento de las importaciones, mientras que las exportaciones se mantienen, aunque parece que tienden a aumentar.

Extrapolando los datos del cuadro nº 9, se puede calcular un consumo "per cápita", resultados que se reflejan a continuación. (cuadro nº 11)

CUADRO Nº 9

ABONOS POTASICOS

AÑOS	Producción t. de abono.	Producción t. K_2O	Consumo ton. K_2O	Exportación ton. K_2O
1.970	884.037	520.892	240.710	288.429
1.971	856.761	504.801	265.000	241.511
1.972	901.370	532.869	307.500	227.624
1.973	800.108	473.059	327.800	155.870
1.974	663.051	395.766	286.873	127.791
1.975	763.894	459.417	328.142	80.379
1.976	888.771	533.882	295.622	241.513
1.977	937.412	562.793	288.740	290.352
1.978	1020.382	612.575	281.964	219.281
1.979	1112.356	667.559	298.805	312.537

FUENTE: Feique.

CUADRO Nº 10

COMERCIO EXTERIOR DE FERTILIZANTES POTASICOS

AÑOS	IMPORTACION		EXPORTACION	
	Toneladas	10^3 pesetas	Toneladas	10^3 pesetas
1.975	84.763	477.375	127.982	742.089
1.976	5	270	408.630	1808.173
1.977	37	790	492.764	2144.138
1.978	1.252	16.250	404.741	2082.685
1.979	3.117	19.858	677.503	3531.646

FUENTE: D.G. de aduanas.

CUADRO Nº 11

CONSUMO DE FERTILIZANTES POTASICOS

	1.970	1.971	1.972	1.973	1.974	1.975	1.976	1.977	1.978	1.979
TOTAL	408.523	449.765	520.149	554.424	480.616	545.617	492.132	480.938	469.675	497.900
INCREMENTO %	-	+10,1	+15,6	6,6	-13,3	+13,5	-9,8	-2,27	-2,34	+6,0
"PER CAPITA"	12,16	13,25	15,15	15,95	13,64	15,28	13,62	13,15	12,69	13,30
INCREMENTO %	-	+9,0	+14,3	+5,3	-14,5	+12,0	-10,9	-3,5	-3,5	+4,8

3.2.4. Fertilizantes Compuestos y Complejos.-

Los datos sobre éste tipo de abonos son dispersos e incompletos, ya que en muchas ocasiones se les incluye con los simples. A continuación se incluyen en los cuadros nºs 12 y 13, algunos datos sobre producción, consumo y comercio exterior de estos materiales.

En cuanto a los productores de fertilizantes, la figura 10, muestra la localización de las principales factorías, con los productos más destacados que salen de ellas.

Los principales productores son:

- Unión Explosivos Rio Tinto
- S.A. Cros
- Empresa nacional de fertilizantes (Enfersa)

Aunque ninguna de las tres se dedica exclusivamente a la producción de fertilizantes, se puede decir que en 1.979 ocupaban los puestos 1º, 3º y 8º respectivamente, dentro del ranking de empresas químicas españolas.

CUADRO Nº 12

DATOS DE PRODUCCION Y CONSUMO

AÑOS	Producción	Consumo t. de abono	Consumo t. de N.conte.	Consumo t. de P_2O_5con.	Consumo t. de K_2O contenido.
1.975	2003.489	1927.736	168.650	287.821	216.093
1.976	2041.938	2009.149	180.093	309.371	234.120
1.977	2207.319	2105.194	194.433	325.629	244.096
1.978	2286.157	2060.615	185.269	324.236	234.005
1.979	2273.369	2106.446	189.913	332.792	239.607

CUADRO Nº 13

COMERCIO EXTERIOR DE FERTILIZANTES

COMPUESTOS Y COMPLEJOS

AÑOS	IMPORTACION		EXPORTACION	
	Toneladas	10^3 pesetas	Toneladas	10^3 pesetas
1.975	1.861	34.402	12.738	113.193
1.976	49.473	481.755	109.699	774.735
1.977	36.232	372.422	153.163	1305.151
1.978	15.199	239.368	181.449	2143.421
1.979	23.176	376.090	120.690	1166.340

LOCALIZACION DE LAS FABRICAS DE FERTILIZANTES

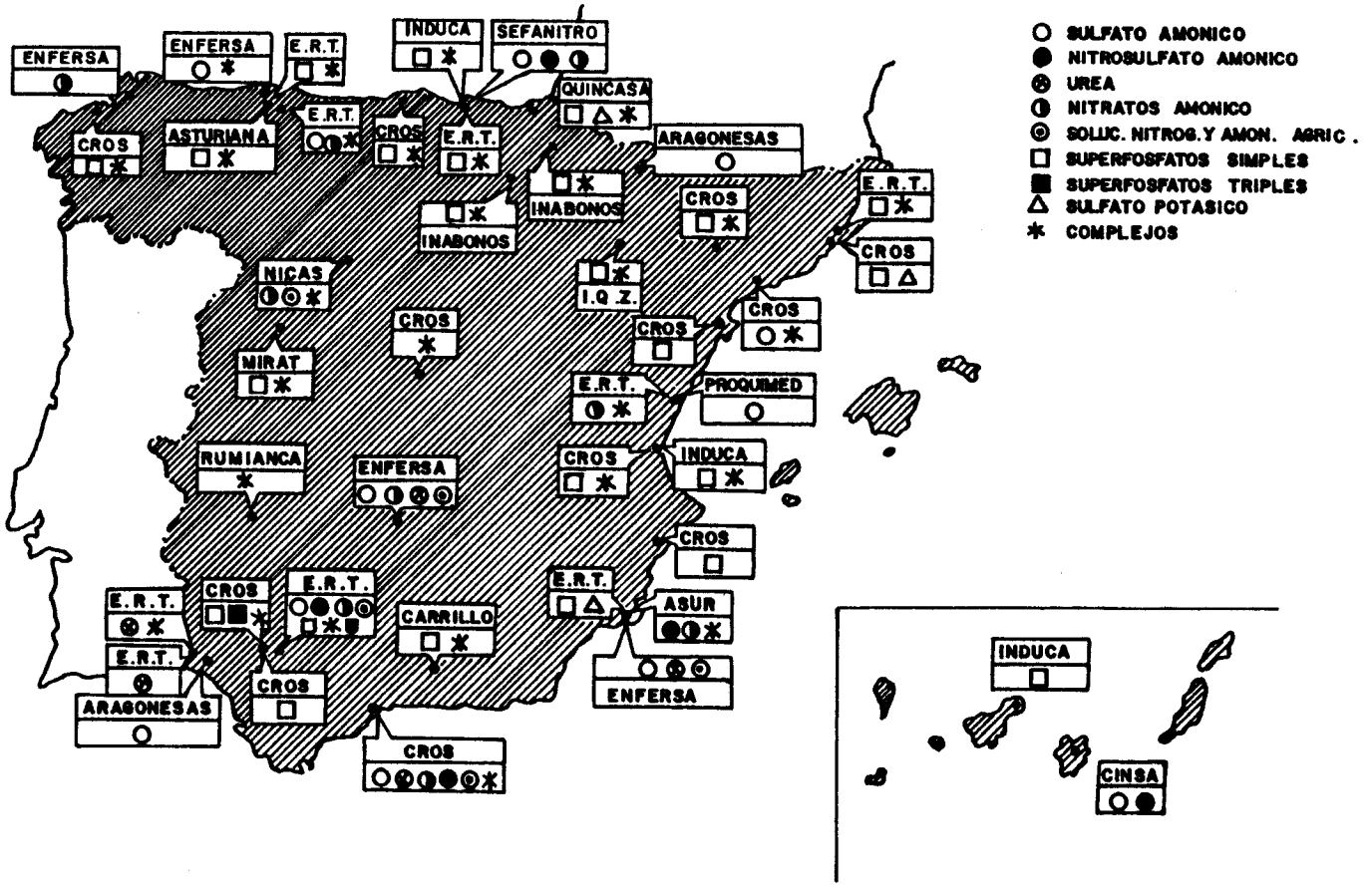


Figura 10

4. ESTUDIO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

En el punto 2.3. se ha dado una relación de las materias primas minerales utilizadas para la fertilización de los suelos. De todas ellas, hay una parte que se emplean como cargas inertes, o como agentes acondicionadores del suelo, mejorando sus propiedades físicas y/o químicas.

En éste apartado se prescindirá de aquellas sustancias empleadas como cargas o como acondicionadores. Por supuesto, tampoco se tratará de las naftas ya que no son un producto mineral. - Este apartado se reduce, por tanto a estudiar la roca fosfatada, las piritas, y las sales potásicas, como materias primas, de la fabricación de fertilizantes propiamente dichos.

4.1. Roca Fosfatada.-

Aunque prácticamente la totalidad de la roca se ataca con ácido sulfúrico diluído, para producir ácido fosfórico, producto base para la fabricación de abonos fosfatados, puede también utilizarse como fertilizante directamente, cumpliendo las siguientes características:

- Riqueza mínima en P_2O_5 —— 25%
- Granulometría ——— 90% pasaría por tamiz, 12,5 μ de malla y el 99% por el de 63 μ

En España todo el fosfato se importa de Marruecos, siendo los países del Norte de Africa, Florida (USA) y la URRS donde están localizadas las mayores reservas del mundo.

Actualmente no existe ningún yacimiento español en explotación. Hace años se extraían fosfatos en la provincia de Cáceres, con una riqueza baja, alrededor del 40% en mineral, que armaban en sílice. También se hicieron unas tentativas de explotación en la provincia de Murcia. Esto representa un serio hándicap, dado que se depende totalmente del suministro exterior, hasta el extremo de que la mayor parte de las instalaciones, están adaptadas a las calidades suministradas por Marruecos.

.../...

Con respecto a las características exigidas y como cifras extremas, se puede decir que, los fosfatos comercializados, oscilan entre el 65% y 85% de contenido en $(PO_4)_2Ca_3$.En nuestro país, los fosfatos importados actualmente contienen riquezas comprendidas entre el 70 y 75% de $(PO_4)_2Ca_3$, que en términos de P_2O_5 da una composición media durante el último año que oscila alrededor de las cifras siguientes:

P_2O_5	OCa	Fe	Al_2O_3	MgO	F	SiO_2
31,5%	49%	0,18%	0,38%	0,71%	3,89%	3,16%

Este fosfato, es molido de manera que el 99% pase por la malla 100, destinándose el 90% para la fabricación de abonos.

Cuanto mayor sea la relación CaO/P_2O_5 mayor consumo de ácido sulfúrico se producirá en la fabricación del ácido fosfórico.

La sílice, tiene un efecto beneficioso, pues con el flúor, elemento inevitable en el mineral, forma fluosilicatos que impiden la formación de FH, ácido corrosivo. Desgraciadamente para nosotros, nuestros fosfatos, de alto contenido en cuarzo, presentan dos problemas fundamentales: En primer lugar, la extracción se hace penosa tanto por su dureza como por las enfermedades que puede producir; en segundo lugar la cantidad

.../...

de energía consumida para la molienda, es muy elevada.

El contenido en alúmina e hierro no es aconsejable que superen cifras del 2% respectivamente,pues en la fabricación del fertilizante forma fosfatos insolubles(retrogradación), no absorbibles por la planta con la consiguiente pérdida de P_2O_5.

El contenido en magnesio también favorece la retrogradación, - aunque son permisibles límites más amplios.

4.2. Piritas.-

Aunque éste epígrafe se ha titulado piritas, sería más correcto referirse a los sulfuros complejos, dado que son estos los que se someten a tratamiento para la recuperación de los metales contenidos. El hierro obtenido de estos minerales no es apto para la siderúrgia, debido a su contenido en azufre. Dependiendo de su contenido en Ca, Pb,y Zn, pueden quemarse directamente, o después de someterlas a una flotación para recuperar los metales contenidos. La pirita, flotada o no, se tuesta, con el consiguiente desprendimiento de SO_2. Este SO_2 se hidrata para obtener ácido sulfúrico, que representa el 90% de éste ácido obtenido en España.

El 80% del ácido sulfúrico se dedica, en España, a la obtención de ácido fosfórico con una riqueza del 28% al 30% de P_2O_5.

El futuro de éste uso de las piritas es incierto, dado que las medidas entipolutantes que se están imponiendo en todo el mundo, exigen un riguroso control del SO_2 vertido a la atmósfera. Este SO_2 se recupera en forma de SO_4H_2, por lo que constituye un subproducto de gran parte de la industria.

Actualmente se está desarrollando el proyecto AIPSA para el -

.../...

aprovechamiento integral de las piritas, y se mantienen conversaciones con la C.E.E. para estudiar las posibles inversiones, y el aprovechamiento de estas piritas a nivel europeo, con vistas a la entrada de España en el mercado común.

4.3. Sales Potásicas.-

Las sales potásicas, tal como aparecen en los yacimientos, -- (carnalita, silvanita, kainita, etc...) se utilizan a veces - como abono natural, especialmente la silvinita. Para ello su - riqueza mínima debe ser de 18% de K_2O soluble con un contenido máximo de un 10% de Sodio. Prácticamente no existe comer-- cio de estas sales, que se emplean siempre para purificar con objeto de enriquecer el K_2O del producto.

La purificación de estas sales brutas proporciona el cloruro - potásico. Se fabrica con riquezas del 50 y del 60% en K_2O. El cloruro del 50% se suele emplear para uso directo, mientras - que el del 60% sirve como materia para la fabricación de sulfato potásico (previo tratamiento con sulfúrico) o para la fabricación de abonos complejos.

El sulfato potásico debe tener una riqueza mínima del 47% en - K_2O y su contenido en cloro no debe ser superior al 3%.

Los yacimientos españoles estan concentrados en dos zonas geográficas: Cataluña y Navarra. Estos yacimientos presentan la - misma estructura, silvanita situada sobre una capa de sal común y sobre aquella carnalita. La silvanita lleva como principal - impurificación cloruro sódico, su pureza oscila entre el 60 y -

.../...

el 65%, alcanzando en ocasiones el 99%. Según el Plan Nacional de la Minería, el total de reservas españolas se cifra en 168, 53 millones de t. K_2O, de las cuales 100 millones pueden considerarse como seguras o probables, con lo cual no es de esperar que existan problemas de abastecimiento.

La principal utilización de la potasa es como fertilizante. -- Más de un 95% de la producción se destina a éste fin. El resto se utiliza principalmente en la industria química. Respecto a - los posibles sustitutos, prácticamente no existen ya que el potasio es necesario no sólo para el crecimiento de las plantas, sino como elemento regulador de la acción de otros elementos - químicos sobre los terrenos. Unicamente se podrían emplear como sustitutos algunos compuestos de sodio, pero con un rendi-- miento mucho más bajo.

5. CONCLUSIONES, PREVISIONES Y TENDENCIAS

El consumo de fertilizantes en España, está un poco por debajo de la media de la C.E.E. (~62Kg/hab.). Esto, unido a la tendencia generalizada hacia la estabilización de las producciones parece indicar que se trata de un sector con pequeñas perspectivas de crecimiento.

En base a ésta perspectiva, es lógico que la demanda de materias primas se mantenga también estable en los niveles actuales. De todas formas, cabría establecer algunas puntualizaciones respecto a las materias primas minerales.

Roca fosfatada: es una fuente insustituible de fósforo, y que procede en su totalidad de Marruecos. Este es el hecho a destacar y el principal problema que presenta este sector, puesto que no es conveniente depender de un suministrador único . Por éste motivo, la mayoría de los consumidores verían con buenos ojos el hallazgo de depósitos de éste mineral en España. Pero ya se ha dicho que la mayoría de las instalaciones españolas se hallan adaptadas a las calidades suministradas por Marruecos, con lo que habría que encontrar un mineral similar al marroquí, o bien hacer una reconversión con el consiguiente gasto que esto representaría, sólo abordable en el caso de que el yacimiento presentase una calidad adecuada y una

.../...

capacidad suficiente para garantizar el abastecimiento durante un largo período de tiempo, para poder amortizar la inversión.

Piritas: El futuro de este mineral como base para la obtención de ácido sulfúrico es incierto, puesto que este mismo ácido es un subproducto de aquellas industrias que vierten SO_2 como resultado de procesos de combustión. Su futuro se cifra en los resultados del proyecto AIPSA.

Sales Potásicas: Al igual que el fósforo, el potasio es un nutriente imprescindible, siendo las sales potásicas la principal fuente de este elemento.

Todo el consumo es de procedencia nacional, quedando un margen para la exportación. Es este un mineral que no presenta ningún tipo de problemas, estando asegurado su abastecimiento.

IV.- AISLANTES

1. INTRODUCCION

La crisis del petróleo de 1.973 marcó el inicio de una nueva era, con el encarecimiento progresivo de la energía, que a - su vez despertó un interés creciente por el ahorro de la - misma.

Después de la industria y el transporte, el sector que mayor consumo de energía registra es el doméstico, que ha experi-- mentado en España un importante incremento situándose aproxi madamente en un 10% de la demanda total.

Y sin embargo, ese índice de consumo podría reducirse consi- derablemente por un ahorro de energía en la edificación me-- diante el aislamiento térmico.

Estudios técnico-económicos realizados en nuestro país, ofre cen como resultado que puede obtenerse hasta un 35% de aho-- rro de energía en el sector, sin disminuir los servicios pres tados a los usuarios.

Para ello se estimaron necesarias una planificación adecuada y la aplicación de una política energética nacional que per- mita el ahorro de energía.

.../...

Las necesidades de energía en los edificios de nuestro país - afectan a un sector cuyo crecimiento potencial es enorme y -- donde sus especiales características determinan que aproximadamente el cincuenta por ciento del consumo de energía en edificación está destinado a las instalaciones de calefacción, - climatización y agua caliente sanitaria.

En base a ello y con independencia de los equipos que constituyen dichas instalaciones, el factor principal para reducir, la demanda neta de energía de un edificio consiste en que el - medio físico que separa el ambiente exterior del interior evite las ganancias o pérdidas de calor cuando éstas sean desfavorables. Es decir, el aislamiento térmico del edificio y la - permeabilidad de puertas y ventanas exteriores.

Ya hace más de seis años, las autoridades españolas decidieron crear una Comisión integrada por representantes de organismos públicos y entidades privadas interesados en el sector energético, para la reducción de una norma básica de aislamiento térmico en la edificación.

Los trabajos de ésta Comisión, culminaron en el Real Decreto, 2429/79 del 6 de Julio, por el que se aprobaba la Norma básica de la edificación.

.../...

Al igual que en anteriores ocasiones, se dará en primer lugar una visión general del sector a fin de familiarizar con la nomenclatura utilizada. A continuación se revisarán las estructuras económicas, para finalizar con un análisis más detallado de las principales materias primas minerales utilizadas.

2. ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE AISLANTES

Todos los usos del aislamiento térmico han estado directamente vinculados a la construcción, a pesar de que su uso en la construcción residencial es relativamente reciente.En los últimos años se está alterando esta dependencia en una considerable - extensión, esperándose en la próxima década, que la velocidad de crecimiento exceda en un 10% aproximadamente, a la velocidad de crecimiento de la industria de la construcción.

Por supuesto, lo anteriormente expuesto, afecta, a los países industrializados, dado que los países "en vías de desarrollo" no se ven tan afectados por las necesidades de confort como - los primeros.

2.1. Productos Aislantes.-

Con fines generales, material aislante puede ser cualquier - sustancia que proporcione una barrera entre un entorno humano y una condición no deseada. Más de acuerdo con éste pro-- yecto, se pueden definir como materiales que proporcionan una barrera acústica y/o térmica a las temperaturas medias encontradas en el hogar y la industria.

La solución tradicional para el aislamiento, consistía en añadir, al cerramiento de ladrillo, bloque etc., un material, aislante adosado al mismo, o en el interior de la cámara de - aire. Esto es necesario dado el excaso poder aislante de los materiales de costrucción usuales. Actualmente existen materiales de costrucción que tienen por sí solos propiedades aislantes.

El papel esencial de un material aislante, es evidentemente ofrecer una buena resistencia térmica a la transmisión del calor, pero también se le exigen una serie de complementos o cualidades que van en función de los imperativos de empleo.

A continuación se enumeran los más destacados:

- Buena resistencia mecánica.
- Sin modificación de su estructura en función de las - temperaturas de empleo.

.../...

-Sin envejecimiento en el tiempo.

-Ausencia de acción corrosiva sobre materiales que van a estar en contacto con él.

-Ausencia de reacciones químicas con los materiales en - que se va a encontrar en contacto (problema ligado con el anterior.)

-Resistencia a los diferentes agentes de destrucción (imputrescibilidad, resistencia a roedores y parásitos etc.)

-Para ciertas aplicaciones, ininflamables o autoextinguibles.

-Buen comportamiento fónico.

El primer material que se aplicó para el aislamiento, fue el corcho debido a sus óptimas propiedades. La carestía de la - mano de obra, y la combustibilidad de éste material, provoca, la aparición de fibras minerales para el aislamiento. Posteriormente, fueron los derivados del petróleo (poliestireno, poliuretano,etc.), los que entraron en el mercado de los aislantes. Frente a éstos últimos,las sustancias , perlita, vermiculita, diatomeas etc., presentan las ventajas de permanencia,- resistencia al fuego, y baja absorción de vapor de agua, mientras existe el problema de no transporte debido a su costo y su gran volumen.

Los materiales aislantes se pueden clasificar partiendo de su

.../...

origen, su estructura o su temperatura de utilización. La clasificación aquí adoptada, será una mezcla de las dos primeras, estableciendose una primera diferenciación entre aislantes de origen vegetal, productos sintéticos, y aislantes de origen mineral. Estos últimos se pueden reclasificar en expandidos, naturales, y fibras o hilables. La figura nº 1 representa ésta clasificación:

- MATERIALES AISLANTES
  - Aislantes de origen vegetal.
    - Corcho
    - Balsa
    - Madera (fibras y virutas)
    - Fibras vegetales (lino, coco, etc.)
    - Paja
    - etc.
  - Productos sintéticos.
    - Espuma de urea-formal
    - Espuma de PVC
    - Poliestireno expandido
    - Polietileno
    - Poliuretano
    - Resinas de fenolformaldehido.
  - Aislantes de origen mineral.
    - Expandidos
      - Arcilla expandida
      - Perlita expandida
      - Vermiculita expandida.
    - Naturales
      - Diatomita
      - Silicato cálcico
    - Fibras o hilables
      - Amianto
      - Lomas minerales
      - Fibra de vidrio

Figura nº 1.- Clasificación de aislantes.

.../...

En la figura n° 2, muestran las temperaturas máximas de uso - de algunos materiales aislantes de origen mineral.

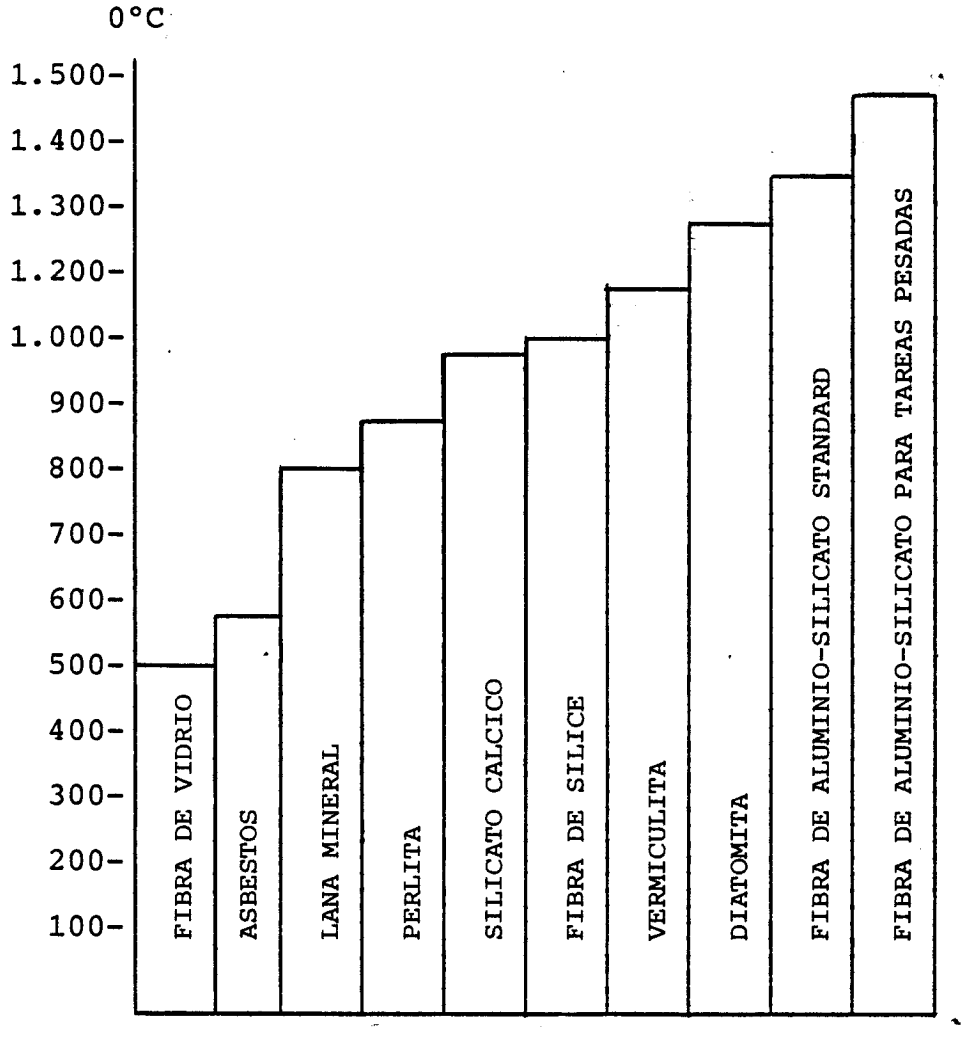


Figura n° 2.- Temperaturas máximas de uso

FUENTE.- "Industrial Minerals".

2.2. Procesos de Fabricación.-

Dada la variedad de productos aislantes no se puede hablar de un proceso de fabricación de los mismos, ya que no puede ser - igual la fabricación de un aislante expandido que el de una - fibra.

La fabricación de aislantes expandidos consiste, esencialmente, en la preparación de la mezcla para, a continuación someterla a un calentamiento, produciéndose la expansión. Por último tras enfriarlo se procede a la clasificación del producto. Las figuras nos 3 y 4 muestran los diagramas de los procesos de expansión de las arcillas, y de la perlita.

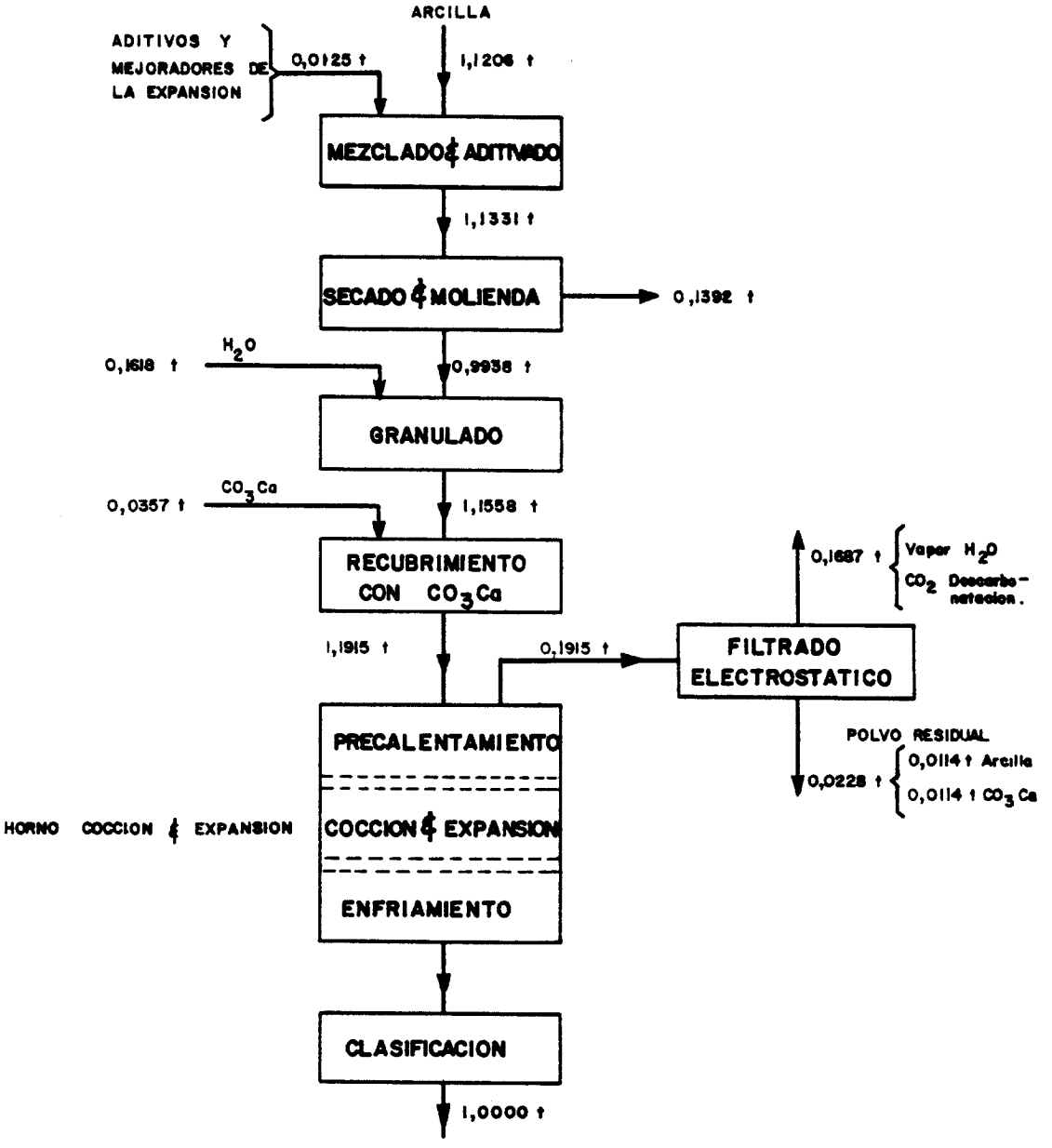
La expansión no es un problema sencillo. En efecto, son numerosos los factores que concurren simultaneamente, haciendo difícil la comprensión de sus influencias.

La expansión es originada por un desprendimiento gaseoso en - el seno de una materia más o menos viscosa , debido a una serie de reacciones químicas, provocadas por un aumento de temperatura. Los gases que provocan la expansión son gases carbónicos y anhídridos sulfurosos y sulfúricos. Pequeñas cantidades, más o menos esféricas, se forman en la masa en estado viscoso, dándole una estructura celular.

.../...

Figura 3

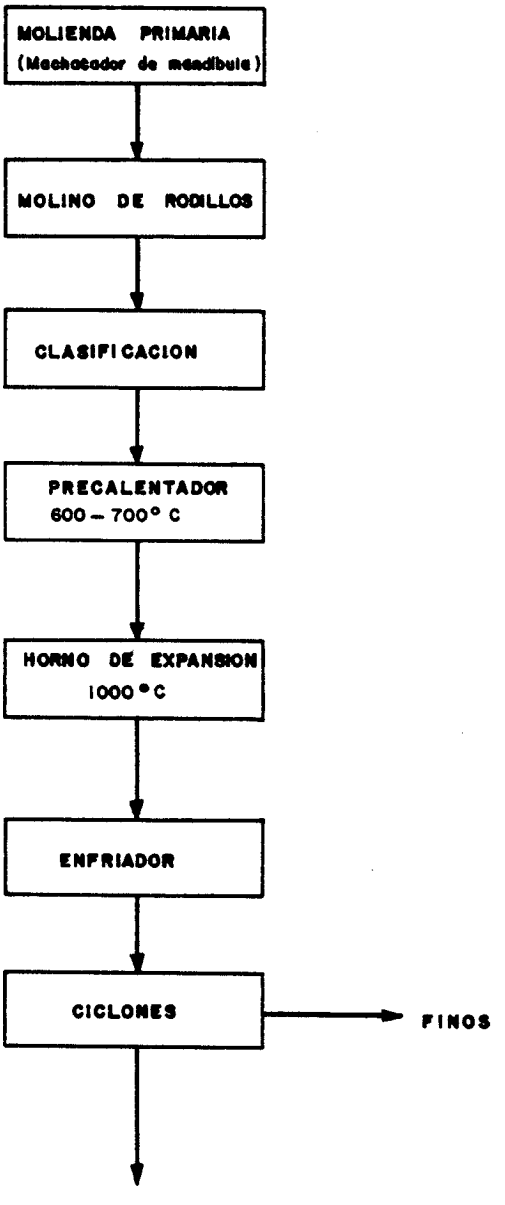
PROCESO DE FABRICACION DE ARCILLA EXPANDIDA.



Fuente: Centro de Estudio de la Energia

Figura 4

EXPANSION DE LA PERLITA .



Los factores que intervienen en la expansión son: la viscosidad y la tensión superficial de la masa en vías de fusión, y los desprendimientos gaseosos en el interior de esta masa.

Las condiciones requeridas para la expansión son, entonces:

- Presencia de minerales o consituyentes orgánicos, susceptibles de provocar desprendimientos gaseosos a la temperatura de fusión.
- Aparición de una fase en la que la viscosidad sea suficientemente alta, para aprisionar los gases que se desprenden.

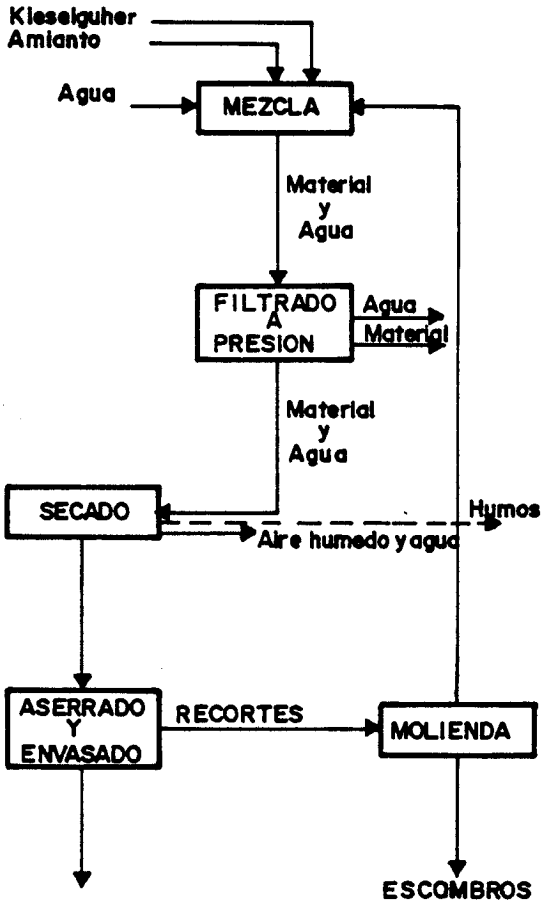
Es pues, preciso, que haya cierta concordancia, entre la fusión y los desprendimientos gaseosos. Por otra parte, la vitrificación de la superficie exterior del grano, debe ser lo suficiente para que ésta piel esté tanto cerrada, como exenta de poros.

Entre los aislantes naturales se encuentra el silicato cálcico que se prepara mediante una reacción entre diatomita y amianto, y cuyo esquema de fabricación se representa en la figura, nº 5.

La figura nº 6, muestra un esquema de la producción de fibras de vidrio. Este proceso consiste, esencialmente, en una fu--

.../...

Figura 5

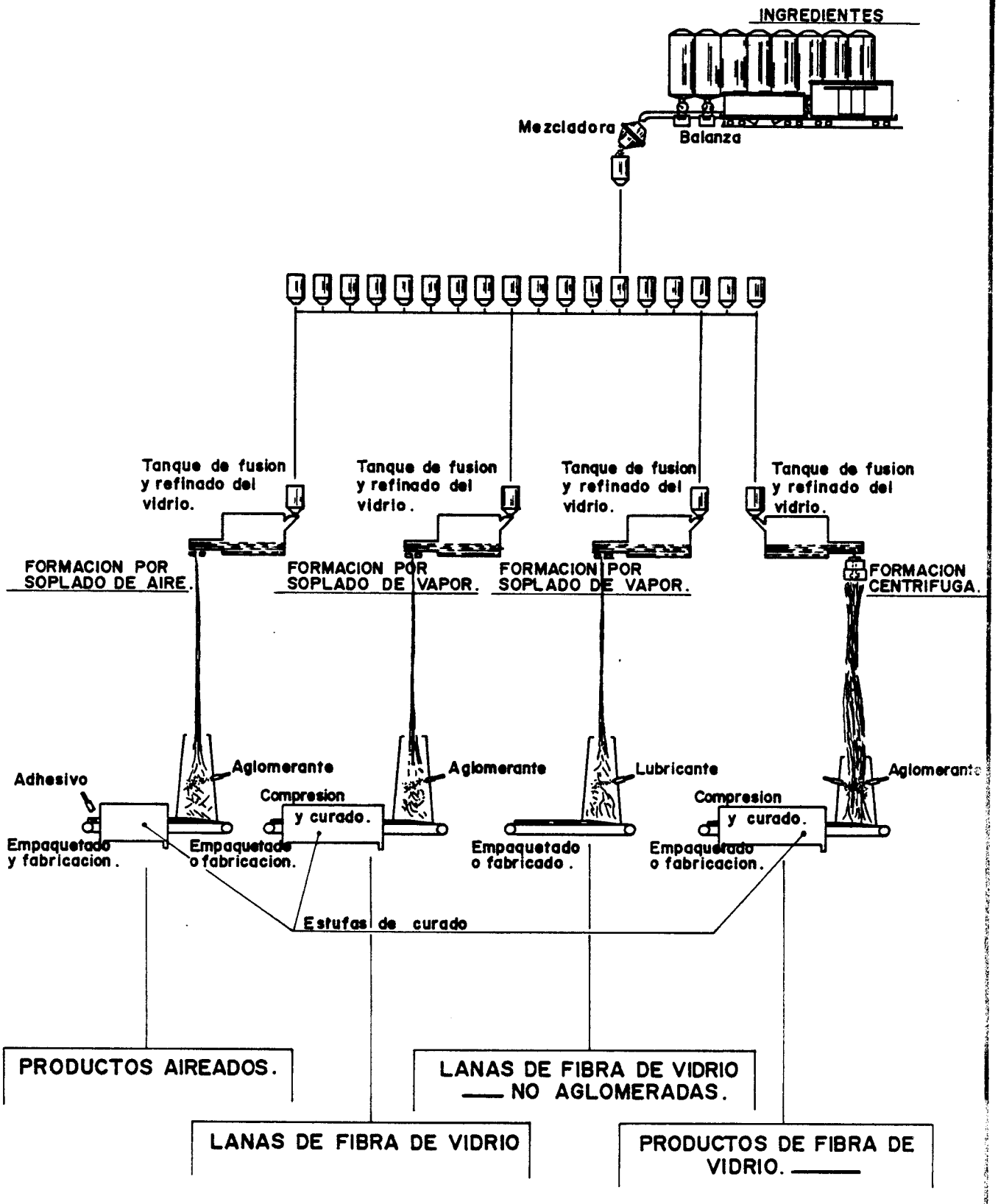


FABRICACION DE AISLANTES DE SILICATO CALCICO

Fuente: Centro de Estudio de la Energia

Figura. 6

DIAGRAMA DE LA PRODUCCION DE FIBRA DE VIDRIO.



sión del vidrio para someterlo a un hilado, sea por soplado o centrífugo. Las fibras producidas se aglomeran o no, según los productos, y se les da la forma.

2.3. Materias Primas.-

Para mayor comodidad, se abordará éste apartado por dos tipos de aislantes.

2.3.1. Aislantes expandidos.-

Su capacidad de aislamiento se debe a la gran cantidad de aire que contienen en su estructura, adquirido durante el proceso de expansión. Es, con mucho, el grupo de aislantes minerales más importante. Se incluyen en él arcillas, perlita y vermiculita.

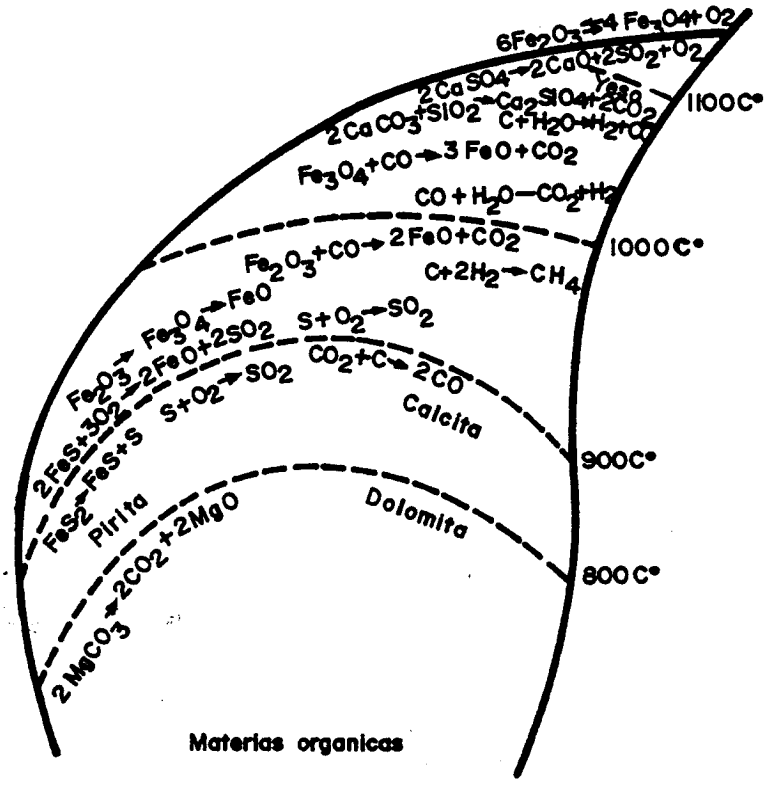
Las arcillas se emplean en la construcción residencial una vez expandidas.

En la figura nº 7 se ilustran las reacciones que producen desprendimientos gaseosos en el horno. Esta reacciones no se producen con la atmósfera circundante, sino que la expansión se realiza en el interior del grano, protegido del exceso de aire del horno por su piel.

La perlita es una roca de origen volcánico del grupo de las "riolitas". Es un silicato alumínico, con impurezas de sosa, potasio y cal, que toma forma de lava vidriosa de brillo perlado, presentándose en bolas formadas por escamas concéntri-

.../...

Figura 7



REACCIONES QUE PRODUCEN DESPRENDIMIENTOS GASEOSOS DURANTE LA COCCION

Fuente: B.R.G.M.

cas, separadas por numerosas figuras en forma esférica, con - un contenido del 2 al 6% de agua.

En un sentido más comercial, las perlitas pueden considerarse como cualquier vidrio volcánico, susceptible de ser hinchado, en un grado aceptable mediante un calentamiento rápido. Por - tanto, la mayoría de los yacimientos de pumitas pueden incluir se como perlita.

La utilización de la perlita para aislante, se debe a la propiedad que tiene, como ciertas arcillas de expandirse con un calentamiento rápido. En efecto el 2-6% de agua que contiene, no desaparece por simple secado, sino a la temperatura de ablandamiento de la roca (900-1000ºC), provocando un importante hinchamiento.

Las vermiculitas son silicatos micáceos de hierro, magnesio y aluminio, de composición variable. Comercialmente, son cual-- quiera de estos silicatos que posean suficiente capacidad de expansión, mediante un calentamiento, para formar un producto altamente poroso.

La propiedad en que se basa la expansión de este material que lo hace poco pesado y con elevado valor aislante, reside en - la deshidratación. En efecto, las láminas de vermiculita están

.../...

separadas por partículas de agua que, bajo el efecto del ca-- lor, se transforma en vapor que provoca la exfoliación.

2.3.2. Aislantes Naturales.-

Se incluyen en este epígrafe, los aislantes que no son ni expandidos ni hilados. Comprende los materiales que son diatomita y silicato cálcico.

Comercialmente, se utilizan indistintamente los nombres de -- diatomita, trípoli, tierra de diatoméas, kieselgur, tierra de infusorios y harina fósil, para designar dos tipos de roca de origen distinto (diatomita y trípoli), cuyas propiedades y -- aplicaciones son análogas. La diatomita es una roca sedimentaria, compuesta de esqueletos silíceos de plantas acuáticas denominadas diatomeas. El trípoli es también una roca sedimentaria, depositada por meteorización de calizas silíceas, y está compuesta casi enteramente de finos granos de sílice.

Es un producto inerte, poroso, con mala conductividad térmica indestructible, no atacado por el tiempo, y con un alto punto de fusión (debido a su elevado contenido en sílice), propiedades que le confieren aptitudes óptimas para su uso como ais-- lante de altas temperaturas.

.../...

En cuanto al silicato cálcico, cabe citar que es un producto artificial com buenas propiedades como aislante de altas temperaturas. Para su fabricación se emplean las materias primas minerales, que son asbestos y diatomita.

Sus principales aplicaciones se encuentran en centrales térmicas y nucleares, y en aislamientos de barcos.

2.3.3. Fibras o Hilables.-

Dentro de éste apartado se incluyen aquellos materiales que se presentan en forma de filamentos, más o menos gruesos y más o menos largos, cuya capacidad de aislamiento se debe al aire que queda retenido entre sus fibras. Quedan comprendidos, por tanto, el amianto y todas las fibras sintéticas (fibra de vidrio, lanas minerales, etc). De ellos, solamente se tratarán los asbestos, puesto que los demás son, en esencia, productos manufacturados (como vidrio, escorias, etc), a los que se ha conferido una estructura filamentosa por diferentes procedimientos.

Amianto y Asbestos son dos términos comerciales de uso internacional, que sirven para designar un grupo heterogéneo de silicatos con una característica común: se desintegran fácilmente en fibras.

.../...

Aparte de esta propiedad se puede indicar que tienen puntos de fusión muy altos, conductividad calorífica baja, y elevada resistencia dieléctrica, propiedades que, junto a un gran poder refractario, hacen de este material un gran aislante. Además, salvo alguna variedad, es muy resistente a la acción de los ácidos, álcalis y demás productos químicos.

3. ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR

Al contrario, que los dos sectores analizados con anterioridad, detergentes y fertilizantes, que constituyen dos apartados muy destacados de la industria química, los aislantes no pueden incluirse dentro de ningún subsector específico. Por éste motivo no existen datos de ningún tipo sobre la producción, consumo y comercio de estos materiales como un todo.

El no disponer de datos sobre la producción y consumo de estas sustancias, hace imposible analizar su situación actual, así como predecir su comportamiento en el futuro.

Se dan a continuación los datos que sobre comercio exterior, proporciona la Dirección General de Aduanas y que quedan reflejados en los cuadros nºs 1, 2 y 3 para las diferentes partidas.

La partida 68.07 incluye: "lanas de escorias, de roca y otras lanas similares. Vermiculita dilatada, arcilla dilatada, y productos minerales similares dilatados. Mezclas y manufacturas de materias minerales para usos calorífugos o acústicos". De la que se excluyen los amiantos. La partida 69.01 incluye: "ladrillos, baldosas, losas y otras piezas calorífugas, fabricadas con harinas silíceas fósiles y otras tierras silí--

.../...

ceas análogas Kieselgur, tripolita, diatomita, etc."

En el cuadro nº 1 se observa que, mientras las importaciones oscilan, las exportaciones llevan un ritmo creciente, a pesar de lo cual seguimos siendo deficitarios. Dentro de ésta partida se incluye la perlita, de la cual, según datos de un productor, se importan en la actualidad 40-50.000 t/año y se exportan, una vez expandidos 16-20.000 t. Si se tiene en cuenta que en España no se produce perlita, se puede estimar el consumo aparente en 20-34.000 t./año.

Las importaciones globales se mantienen, quizás con una ligera tendencia a disminuir, mientras que las exportaciones sufrieron un fuerte incremento en 1.978. Hay que indicar que en éstos cuadros no están incluídos los asbestos, que es el mineral industrial que más desequilibra nuestra balanza de pagos.

CUADRO Nº 1

Partida 68-07	IMPORTACION Toneladas	IMPORTACION 10^3 pesetas	EXPORTACION Toneladas	EXPORTACION 10^3 pesetas
1.975	5.048	143.964	1.552	32.905
1.976	7.351	235.253	936	24.133
1.977	6.175	281.699	1.856	47.462
1.978	4.812	281.947	4.040	74.129
1.979	5.043	277.347	4.559	119.448

==========

CUADRO Nº 2

Partida 69-01	IMPORTACION Toneladas	IMPORTACION 10^3 pesetas	EXPORTACION Toneladas	EXPORTACION 10^3 pesetas
1.975	1.549	29.783	118	1.786
1.976	741	15.121	339	3.250
1.977	729	18.398	63	876
1.978	522	12.975	288	10.662
1.979	704	51.126	163	41.123

==========

CUADRO Nº 3

SUMA	IMPORTACION Toneladas	IMPORTACION 10^3 pesetas	EXPORTACION Toneladas	EXPORTACION 10^3 pesetas
1.975	6.597	173.747	1.670	34.691
1.976	8.092	250.374	1.275	27.383
1.977	6.904	300.097	1.919	48.338
1.978	5.334	294.922	4.328	84.791
1.979	5.747	328.473	4.722	160.571

4. ESTUDIO DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

A continuación se procederá a analizar las principales mate-- rias primas minerales utilizadas en la fabricación de aislantes térmicos y acústicos.

Al igual que en muchos otros apartados, el consumo de minerales de esta industria puede ampliarse, ya que existen una serie de ellos que se emplean indirectamente, como pueden ser - todos los utilizados en la fabricación del vidrio, o se aplican a usos muy restringidos y específicos. En este apartado - se incluyen los empleados de forma general, que son: arcillas, perlita, vermiculita, diatomita y asbestos.

4.1. Arcillas.-

Ya se indicó que las arcillas se utilizan tras ser sometidas a un proceso de expansión.

La composición química ideal de una arcilla para expandir, viene reflejada en los diagramas triangulares de Riley y Wilson - que muestra la figura nº 8 y puede ser:

Al_2O_3	----------	16 a 20%
SiO_2	----------	50 a 65%
Fe_2O_3	----------	5 a 9%
CaO	----------	1 a 4%
MgO	----------	1,5 a 3,5%
Alcalis	----------	1,5 a 4,5%
SO_3	----------	0 a 1,5%
S	----------	0 a 1,5%

Pérdida al fuego. 6 a 8% (de las cuales del 1 al 3,5% son materias orgánicas).

Un análisis medio de las arcillas empleadas en España puede - ser:

SiO_2	----------	50-55%

.../...

DIAGRAMAS TRIANGULARES DE RILEY Y WILSON .

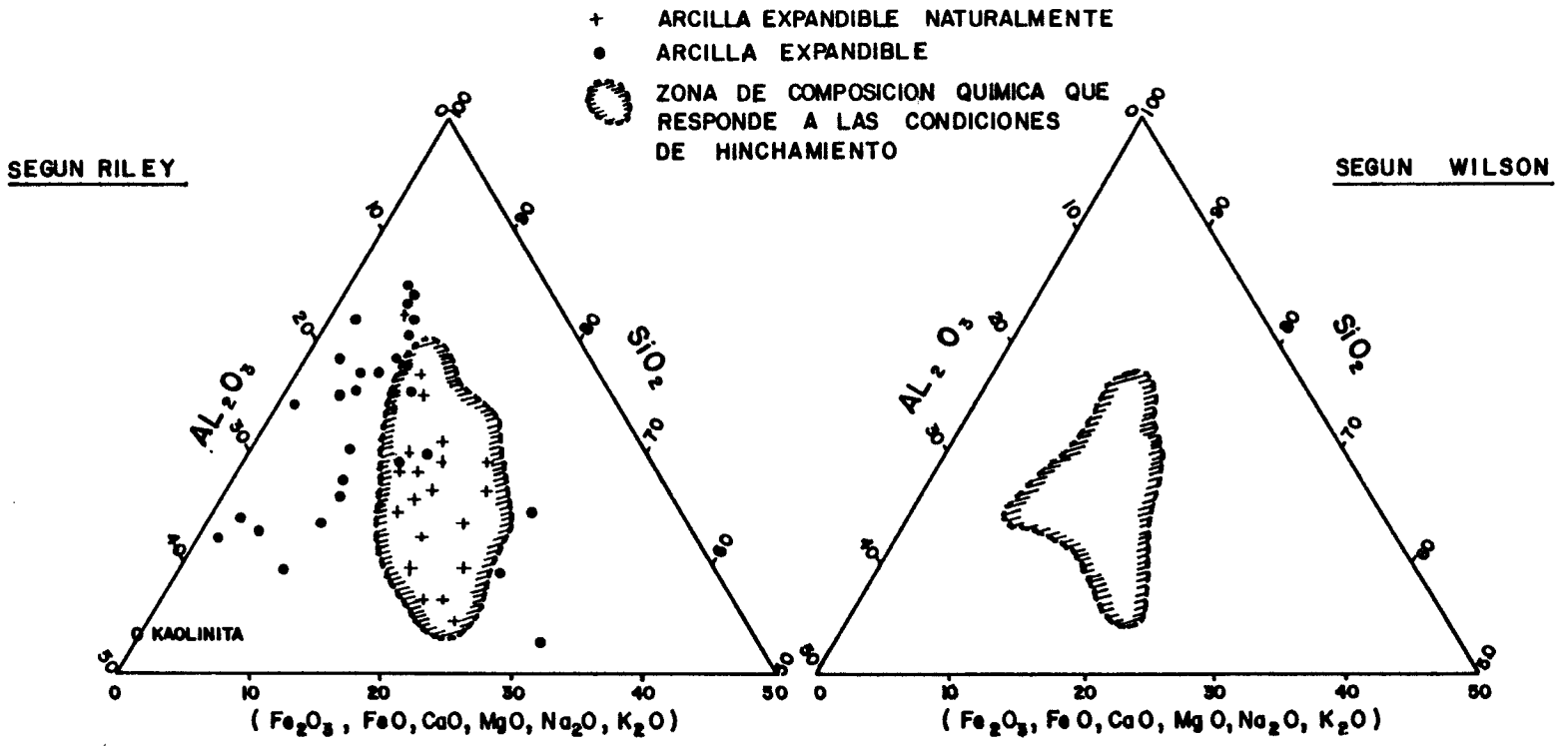


Figura 8

Al_2O_3 ---------- 20-25%

Fe_2O_3 ---------- 8-9%

CaO+MgO ---------- 6-7%

K_2O+Na_2O ---------- 3-4%

que como se ve, salvo en la alúmina, cae dentro de los márge-- nes de expansibilidad.

La granulometría también desempeña un gran papel en el fenóme- no de la expansión. Si hay una cantidad importante de gruesos, existe una gran permeabilidad de la arcilla al gas. Si por el - contrario hay demasiados finos, se producen explosiones en el - calentamiento debido a la eliminación del agua.

Según algunos especialistas(rusos en particular), es recomenda ble respetar las siguientes reglas:

- menos del 30% de elementos mayores de 0,05mm., con menos del 15% de esta cantidad mayor de 2,5 mm.
- al menos 70% de elementos menores de 0,05mm. con al me- menos el 40% de esta cantidad menor de 0,005mm.

Modificando proporciones, es posible trasformar ciertas arci-- llas y así volverlas expansibles.

.../...

Respecto a la temperatura de fusión, se puede regular añadiendo ciertos fundentes (cal, magnesia, óxido de hierro, álcalis). Este problema es particularmente importante, pues los desprendimientos de gas se producen a temperaturas constantes, y se debe regular la viscosidad de la arcilla en función de esas temperaturas.

Respecto a los fundentes, se da el caso, como en las arcillas de Barcelona, carentes de hierro, de tener que añadir cenizas de pirita.

La vitrificación de la piel del grano no ocurre más que cuando se alcanza la temperatura de fusión. En este momento, la viscosidad es, algunas veces, demasiado alta para que la expansión tenga lugar.

Ciertas arcillas contienen álcalis (Sodio y Potasio) dando mezclas demasiado viscosas. Inversamente, las que contienen calcio y magnesio dan mezclas de débil viscosidad, y el gas puede escaparse antes de la vitrificación. Se puede estimar que para una buena vitrificación la relación $\frac{K_2O+Na_2O}{CaO+MgO}$ debe ser superior a 1. La alúmina y la sílice aumentan la viscosidad de la masa fundida.

.../...

Cuando estas proporciones no son respetadas, es preciso corregirlas para tener una expansión y una vitrificación correctas. Para ello se emplean los agentes de adición. De estos, los más utilizados son los que actúan a la vez, como agente productor de gas y como fundente: Pirita, yeso, carbón pulverizado, fuél, lejías sulfíticas etc. Los mayores inconvenientes de estos aditivos son su precio y, sobre todo, las consecuencias económicas que arrastra en el proceso de fabricación(dosificación y difícil mezcla con la arcilla).

El principal productor español de arcilla expandida es Arlita S.A.

4.2. Perlita.-

Aunque la composición química no es indicativa de su utilidad una vez expandida, un análisis de varias perlitas ha dado una composición media de:

SiO_2	73,2%
$Al_2(+P_2O_5+MnO)$	13,08%
K_2O	4,44%
Humedad perdida a 800/900ºC	3,83%
Na_2O	3,31%
Fe_2O_3	0,89%
CaO	0,72%
MgO	0,18%
TiO_2	0,09%
SO_3	0,04%
Humedad perdida a 105ºC	0,2%

La perlita consumida en España se importa de Grecia, y tiene una composición media de:

SiO_2	75%
Al_2O_3	15%
K_2O	4%
Na_2O	4%
MgO	1%
TiO_2	1%

.../...

aumentando su volúmen de 15 a 20 veces a una temperatura próxima a los 1000ºC.

El tamaño de los granos debe estar comprendido entre 0,2 y 1,6 mm., llegando a 6-7mm. una vez expandida.

Después de la molienda y la clasificación, se efectúa la expansión en hornos cilíndricos verticales. Los mecheros están en la parte baja, y el mineral entra por el centro. Una corriente de aire, arrastra el mineral hacia la parte alta del horno hasta un refrigerado constituído por tubos de aleta, pasando posteriormente a un ciclón donde se separan los finos.

Se obtiene así un polvo blanco, ligero, insensible a la humedad, químicamente neutro, incombustible, de gran duración, formado por granos de diámetro de algunos mm. (1-4), cuyas paredes están formadas por un vidrio de débil espesor, y en cuyo interior existe aire deshidratado.

Para la fabricación de 1 Tm. de perlita expandida, se parte de 1,4-1,5 Tm. de perlita natural, debido a las diversas pérdidas que existen en la fabricación: destrucción por hinchamiento demasiado fuerte, partículas no expansibles, finos, etc.

A los granos de perlita a veces se les añade arcilla, para dar

.../...

consistencia a costa de perder parte de su capacidad como aislante.

Los finos pueden emplearse como cargas para pinturas, jabones especiales y plásticos. En agricultura se utiliza también como soporte de abonos y como acondicionador de suelos.

En España, su mayor aplicación la constituye el filtrado. También se emplea como aislante, tanto en la construcción como en la industria(barcos, tuberías, conducciones, tanques de combustible, etc.). Un modelo de consumo español podría ser:

Filtrado --------- 70%
Aislamiento ------ 27%
Varios ----------- 3%

La perlita es una sustancia que compite con otros muchos productos minerales en sus aplicaciones más importantes.

En aplicaciones de aislamiento, en el campo de la construcción, su producto más competitivo es la vermiculita. También se pueden utilizar agregados ligeros,tales como piedra pómez, arcilla, escorias y pizarras expandidas, y cenizas volcánicas cuando interesen más los bajos costes o la mayor resistencia estructural que la menor densidad proporcionada por la perlita.

.../...

También son competidores, con fines de aislamiento, las fibras de vidrio, lana mineral, diatomita, asbestos, celulosa, etc.

Actualmente en España se importan 40-50.000 t/año, al precio - de 30-40 dólares/t., de las cuales entre 16 y 20.000t. se ex-- portan una vez expandidas.

Las empresas que producen perlita expandida son:

-Perlita española S.A.
-Dicalite española.
-Compañía española de carbones activos (C.E.C.A.)

En España en las zonas de Tenerife, Ciudad Real, y Gerona,existen yacimientos de puzolanas volcánicas, no extrayéndose mineral para este uso.

4.3. Vermiculita.-

La composición media de la vermiculita extraída del yacimiento de Palabora en el Transvaal es la siguiente:

SiO_2	----------	39,37
MgO	----------	23,37
Al_2O_3	----------	12,08
Fe_2O_3	----------	5,45
FeO	----------	1,17
CaO	----------	1,46
H_2O	----------	11,38

La clasificación de calidades de las vermiculitas de Palabora, se realiza de acuerdo con el Sistema Internacional de unida -- des, basada en el sistema métrico, y son las siguientes:

Designación	Grado	Tamaño máximo(mm.)
Premium	6	16
Large	4	8
Medium	3	4
Fine	2	1
Superfine	1	-
Micron	0	0,5

.../...

El mineral procedente del yacimiento sufre, primeramente, un molido que consiste en una trituración, secado, cribado y separación, almacenando el mineral por gradación específica. - Posteriormente se transporta hasta las plantas de procesa--- miento, donde se produce la exfoliación en horno en un tiempo relativamente corto, a una temperatura de 800 a 1.100ºC.- El producto así obtenido se emplea en dos sectores principalmente: construcción y agricultura.

La perlita puede ser un sustituto de la vermiculita en las - aplicaciones de aislamiento en la construcción. También, cuando el bajo coste o la mayor resistencia estructural importan más que la baja densidad de la vermiculita, pueden emplearse arcilla expandida o pizarra. Otros materiales alternativos - para el aislamiento incluyen fibra de vidrio, lana de esco-- ria, espumas de poliestireno y poliuretano, y fibra de pulpa de madera tratados con productos químicos resistentes al fuego. Aunque estos materiales poseen excelentes propiedades -- térmicas, la combustibilidad y salubridad de alguno de ellos no están determinados totalmente.

En España se conoce la existencia de depósitos de aluviones - en la provincia de Málaga, que actualmente no se explotan,-- estando ligado nuestro consumo, al mercado internacional, -- sustancialmente con Sudáfrica, pues el otro gran productor -

.../...

(EE.UU.) consume toda su producción.

El precio es función de la granulometría, estando alrededor - de las 3.000 Pts/m^3 la de 0,5mm. y 2.800 Pts/m^3 la de 0,3mm.

En España los principales productores de vermiculita son:

- Asfaltex S.A.
- Perlite española S.A.

4.4. Diatomita.-

Un análisis de la diatomitas comercializadas, daría los siguientes resultados, variando en función de la calidad:

SiO_2	70-82%
Al_2O_3	1,3-1,8%
Fe_2O_3	0,5-0,6%
MgO	0,3-0,5%
K_2O	0,1-0,2%
Na_2O	0,06-0,18%
CaO	4,2-9,3%
Humedad	5%
Densidad	135-190 g./l.

En cuanto a la granulometría el 100% es inferior a 200 micras.

Como se ha visto ya, la diatomita puede emplearse directamente (en forma de ladrillos, polvo, o barnices) o, como materia prima para la obtención de silicato cálcico.

La diatomita utilizada en la fabricación de aislantes es de procedencia nacional. Los principales depósitos en explotación se encuentran en Jaén, Albacete, Alicante y Sevilla.

.../...

Después de extraído de la mina, se somete a una trituración y molienda, donde los finos impalpables se utilizan como carga - para fungicidas e insecticidas.

El resto de polvo molido, se aglomera por medios mecánicos a alta presión, sometiendoles luego a un tratamiento térmico, - perfectamente controlado, que no destruye la estructura básica de la diatomea, consiguiéndose aumentar su propiedad natural.

Mezclandola con arcilla en distintas proporciones, para darla consistencia, se consiguen productos que aumentan su densidad y su resistencia mecánica, a combio de perder parte de su capacidad aislante.

4.5. Amianto.-

Las mejores variedades para estos usos son la antofilita, el crisótilo, la amosita y tremolita. En el cuadro siguiente se reflejan algunas características de estas sustancias:

CUADRO Nº 4

	Composición esencial.	Densidad	Punto de fusión.	Resistencia al calor
Antofilita	Silicato de Mg con Fe.	2,85-3,1	1.468ºC	Muy buena
Crisótilo	Hidrosilicato de Mg.	2,4-2,6	1.521ºC	Buena. Se torna quebradiza a altas temperaturas.
Amosita	Silicato de Mg y Fe, más hierro que la amosita.	3,1-3,25	1.399ºC	Bueno. Se torna quebradiza a altas temperaturas.
Tremolita	Silicato de Ca y Mag.	2,9-3,2	1.315ºC	Entre aceptable y buena.

Al igual que la diatomita puede utilizarse directamente, o como componente de la fabricación de silicato cálcico.

De todas las clasificaciones comerciales, se considera la más importante para el crisótilo,(95% de la producción mundial),- la de Quebec Asbestos Mining Association, conocida como Quebec

.../...

Screen Test, en la que se basan las cotizaciones de la bolsa - de Nueva York y Londres.

La fibra de crisótilo queda aquí dividida en 9 grupos, según - su longitud.

Grupo nº 1: (Sin cribado)

Crudo nº 1: Está formado por fibra cruzada, clasificada,- con más de 3/4 de pulgada.

Grupo nº 2: (Sin cribado)

Crudo nº 2: Fibra cruzada clasificada con una longitud entre 3/4 y 3/8 de pulgada.

Grupo nº 3: (Referido normalmente a fibras textiles)

(resultado mínimo del cribado de 16 onzas)

	1/2 pulgada	4 mesh.	10 mesh.	Cajón
3D	10,5	3,9	1,3	0,3
3F	7	7	1,5	1
3K	4	7	4	1
3R	2	8	4	2
3T	1	9	4	2
3Z	0	8	6	2

.../...

Grupo nº 4: Fibra para fibrocementos y laminados.

	1/2 pulgada	4 mesh.	10 mesh.	Cajón
4D	0	7,0	6,0	3,0
4H	0	5	8	3
4J	0	5	7	4
4K	0	4	9	3
4M	0	4	8	4
4R	0	3	9	4
4T	0	2	10	4
4Z	0	1,5	9,5	5

Grupo nº 5: Siempre referido a fibras cortas para papel y a veces a fibras cortas para laminados.

5D	0	0,5	10,5	5
5K	0	0,5	12,0	4
5M	0	0	11	5
5R	0	0	10	6

Grupo nº 6: Estucos y plásticos.

6D	0	0	7	9

.../...

Grupo nº 7: Deshechos.

	1/2 pulgada	4 mesh.	10 mesh.	Cajón
-D	0	0	5	11
-F	0	0	4	12
-H	0	0	3	13
-K	0	0	2	14
-M	0	0	1	15
-R	0	0	0	16
-T	0	0	0	16
-RF y 7 TF	0	0	0	16
-W	0	0	0	16

Los grupos 8 y 9 consisten en arenas y gravas.

Como aislante, puede emplearse fibras de media pulgada aproximadamente con un aglomerante inorgánico, pudiendose cubrir por otro material, como por ejemplo estuco. El metro de Londres posee este tipo de aislantes en las paredes de los túneles.

La calidad utilizada para la fabricación de silicato cálcico es la 4T.

Se debe indicar, por la repercusión que tiene sobre la producción de asbestos, que las industrias que la utilicen como ma-

.../...

teria prima, deberán estar bien ventiladas, pues el contacto prolongado con esta fibra puede producir asbestosis y mesotelo ma, dos enfermedades de tipo tumoral, conocidas como cáncer de pleura y peritoneo. Es por tanto probable, que la legislación que regula estas contaminaciones pueda conducir a la proscrip ción de algunas utilizaciones del asbesto .

Por otro lado, como en la fabricación de silicato cálcico se manipula mezclada con agua no presenta riesgos para la salud humana. En este material, además de sus propiedades aislantes, el amianto da consistencia al silicato cálcico,siendo necesa-- rios, por cada tonelada de aislante, 1,14t. de diatomita y 65K. de asbestos. No obstante la repercusión económica de este últi mo, dentro del capítulo de materias primas, es bastante impor- tante.

El 80-90% del consumo de asbestos en España se utiliza en la industria del fibrocemento, frente al 65-70% de otros países más industrializados. Se importa de varios países, entre los que destacan Canadá, Sudáfrica e Italia. Es, junto con los fosfatos, el mineral industrial que más desequilibra nuestra balanza de pagos.

Se ha llevado a cabo por el IGME, una investigación en los ma cizos ultrabásicos, con indicios asbestíferos en Málaga y Gali

.../...

cia. Las fibras son cortas y el contenido bajo. Puede haber una esperanza de explotación en Sierra Nevada, aunque la fibra es corta.

La fibra de vidrio, los silicatos artificiales, la fibra de aluminio etc. pueden sustituir a los asbestos como aislantes térmicos.

5. CONCLUSIONES. PREVISIONES Y TENDENCIAS.

Ya se ha visto que los aislantes no se incluyen en ningún sub sector específico, encontrando aplicación en gran cantidad de los mismos.

Es precisamente a causa de esta diversidad de aplicaciones, - así como al creciente interés por el ahorro de energía, por lo que se espera que el consumo de aislantes continue cre--- ciendo.

Desde el punto de vista de los minerales aislantes, la competencia es muy dura con aquellas de origen orgánico, dado que - la gran ventaja que presentaban sobre ellos, la incombustibili dad, está siendo alcanzada mediante el uso de aditivos que, - si bien no evitan la combustión la retardan notablemente.

Por supuesto, si el gasto de energía de la fabricación del -- aislante, es superior a la ahorrada mediante su utilización, no tendría sentido el uso de estos materiales.

Prácticamente, cualquier arcilla puede hacerse expansible, - mediante el uso de los aditivos adecuados, lo que hace que - este material no presente problemas en cuanto a su abasteci- miento. Por supuesto, el hecho de añadir aditivos, aumenta -

.../...

los costos del producto.

La perlita y la vermiculita son dos minerales muy similares - en sus aplicaciones, por lo que suelen compartir el mercado.- No existe en España producción de minerales de perlita y vermiculita, aunque si existe una industria dedicada a la expansión de los mismos que debe proveerse en el exterior. Los productores, considerarían interesante el hallazgo de depósitos - explotables , lo que les permitiría dejar de depender de proveedores extranjeros.

En cuanto a la diatomita utilizada en la fabricación de aislantes, es de procedencia nacional, aunque se importan ciertas cantidades para otros usos. Es un material que no presenta problemas en su abastecimiento.

Los asbestos son, junto con la roca fosfatada, el mineral industrial que más contribuye a desiquilibrar nuestra balanza - de pagos. De hecho, el P.N.A.M.P.M. los contempla como sustancias prioritarias. Es necesario decir que el hallazgo de yacimientos de asbestos de calidad en España, sería muy bien recibido por la industria.

Otro aspecto a tener en cuenta en los asbestos, es su carácter cancerígeno, lo que hace que haya que extremar las medi--

.../...

das durante su manejo. Por esta misma causa, puede llegar a - prohibirse el uso de asbestos en algunas aplicaciones.

V.- REFRACTARIOS

1.- INTRODUCCION

Donde quiera que se utilicen altas temperaturas, sea en un horno de acería o en una chimenea casera, se necesita algún tipo de recubrimiento refractario, para contener y controlar el calor y sus efectos. La principal característica de un producto refractario industrial, es que debe soportar, no solamente el calor, sino también el ataque químico, abrasión, impacto, y choque causados por las fuerzas térmicas.

Dado que más del 90% de las materias primas utilizadas en la fabricación de refractarios, son de origen mineral, se consideró interesante el estudio de la problemática actual de este sector, a fin de establecer una posible línea de actuación del IGME.

Para ello, y como en anteriores ocasiones, se procederá a analizar la industria de producción de refractarios, así como su estructura económica, tratando de destacar aquellos aspectos que se consideren más interesantes.

A continuación se procederá a estudiar, una a una, las principales materias primas minerales. Por último se dará una serie de conclusiones y recomendaciones, que puedan servir de

.../...

base para la elaboración de un plan de actuación sobre las materias primas minerales más necesitadas.

2.- ANALISIS DE LA INDUSTRIA DE REFRACTARIOS

El uso de refractarios se halla extendido a gran número de - sectores, pues son utilizados siempre que se necesite tratar con temperaturas elevadas. De aquí que el principal consumi dor de refractarios, sea el sector siderúrgico. Así, en los altos hornos se utilizan refractarios silicoaluminosos, de - sílice, grafito, carburo de silicio y dolomía. En las ace-- rias, se usa dolomía temperizada, magnesita-grafito y magne- sita alquitranada.

También se utilizan en las fundiciones y en los tratamientos térmicos.

Otro sector consumidor es el cementero donde se consumen mate riales directamente aglomerados, en la zona de combustión, y refractarios aislantes, en los precalentadores. Se está empe zando a comercializar, un ladrillo con el anverso de alta -- alúmina, y el reverso aislante.

Además, se pueden citar como sectores tradicionalmente consu midores de refractarios, los siguientes :

- Metalúrgia no férrea (fundiciones de aluminio, cobre ,

.../...

cinc, etc.).

- Vidrio (fusión y esmaltado).

- Cerámico (ladrillos, tejas, refractarios, etc.).

- Procesado de minerales (caliza y dolomía, bauxita y -- magnesia).

- Químicas y petroquímicas (papel, azúcar, resinas, refino de petróleo, y fertilizantes).

2.1. Productos Refractarios.-

Según la definición de la ASTM, los refractarios son "Mate-- riales, generalmente no metálicos, utilizados para resistir altas temperaturas". Si se tiene en cuenta que, además de - las altas temperaturas, un refractario ha de soportar otra - serie de ataques, de naturaleza tanto física como química,se ve la necesidad de que el refractario reuna una serie de pro piedades, que le hagan apto para su utilización. Estas pro-- piedades son :

- Refractariedad:

  Según el ASTM es, "en los refractarios la capacidad de mantener el grado deseado de identidad física y química a altas temperaturas y en el ambiente y condiciones de uso".

- Resistencia a la compresión:

  Suele disminuir a medida que aumenta la temperatura, - no habiendo proporcionalidad entre el aumento de esta y la disminución de aquella. Es por esto por lo que en frio, deben tener una resistencia mucho mayor, tanto a

.../...

la compresión, como la abrasión.

- Refractariedad bajo carga constante:

Se entiende por tal, la temperatura a la cual el refractario alcanza un determinado porcentaje de deformación cuando está sometido a una carga constante.

- Variación de dimensiones:

Todos los productos refractarios experimentan una variación de sus dimensiones al ser sometidos a temperaturas altas.

- Resistencia al choque térmico:

Se entiende por tal el cambio brusco de temperatura. Esta variación lleva asociados cambios bruscos de volumen, lo que puede conducir a la fractura, o incluso pulverización, del refractario.

- Capacidad de absorción de agua:

Es la relación entre el agua absorbida hasta la satura-

.../...

ción, y el peso en seco de un determinado material.

- Porosidad:

Está directamente relacionada con otras propiedades físicas, incluida la resistencia al ataque químico. Se considera de dos tipos: la total (relación entre el volumen de poros y el del material) y la abierta (relación entre el volumen de poros comunicados al exterior y el del material).

- Densidad:

Es la relación entre la masa y el volumen del material.

Los ensayos para la determinación de estas propiedades, se hallan contemplados en las normas UNE 61033, 61034, 61035, 61036, 61038, 61039, 61040, 61041 del Iranor.

Dada la gran variedad de fuerzas agresivas con que se encuentran, existe una amplia gama de productos refractarios. En la norma UNE 61001 se da una clasificación de refractarios atendiendo a la composición de estos.

.../...

* Refractarios de muya alta alúmina

$Al_2O_3 \geqslant 56\%$

Productos de corindón

Productos de hidróxido de aluminio -- (bauxita, etc).

Productos de silimanita

Productos de mullita

Productos de alúmina pura.

* Refractarios de alta alúmina

$45\% < Al_2O_3 < 56\%$

* Refractarios aluminosos

$43\% < Al_2O_3 < 45\%$

$41\% < Al_2O_3 < 43\%$

$39\% < Al_2O_3 < 41\%$

$35\% < Al_2O_3 < 39\%$

$30\% < Al_2O_3 < 35\%$

* Refractarios silicoaluminosos

$10\% < Al_2O_3 < 30\%$

.../...

* Refractarios de semisílice

$Al_2O_3 < 10\%$ $SiO_2 < 93\%$

A partir de arenas arcillosas o mezclas de arcilla y cuarzos.

Productos siliciosos naturales

* Refractarios de sílice

$SiO_2 > 93\%$

* Refractarios básicos

De magnesia	$MgO > 80\%$
De magnesia-cromo	$5\% < Cr_2O_3 < 18\%$
De cromo-magnesia	$18\% < Cr_2O_3 < 32\%$
De forsterita	
De dolomía	
De espinela	
De cromita	$Cr_2O_3 > 32\%$

* Refractarios que contienen carbono

A base de coque o antracita

A base de grafito

* Refractarios a base de carburo de silício

C Si > 50%

.../...

* Refractarios que contienen circonio

  A base de óxido de circonio (circona)

  A base de silicato de circonio (circón)

* Refractarios especiales

  A base de carburos distintos del de silício

  A base de nitruros

  A base de boruros

  A base de siliciuros

  A base de óxidos altamente refractarios

  Compuestos metalocerámicos (Cermets)

La norma ISO 1109 da una clasificación muy similar a esta, - con pequeñas variaciones en algunos porcentajes.

2.2. Procesos de Fabricación.-

Esta gran variedad de productos, genera diferentes procesos - de fabricación. De todas formas, se puede trazar un esquema - general, en el que se representan tanto los productos conformados, como los no conformados. Este esquema está expresado - en la figura 1. En la figura 2 y siguientes, se representan - diferentes esquemas de fabricación de refractarios, alumino-- sos y básicos (fig. 2), ladrillos refractarios (fig. 3) y de dolomía (fig. 4), así como de dolomías y magnesitas (fig.5).

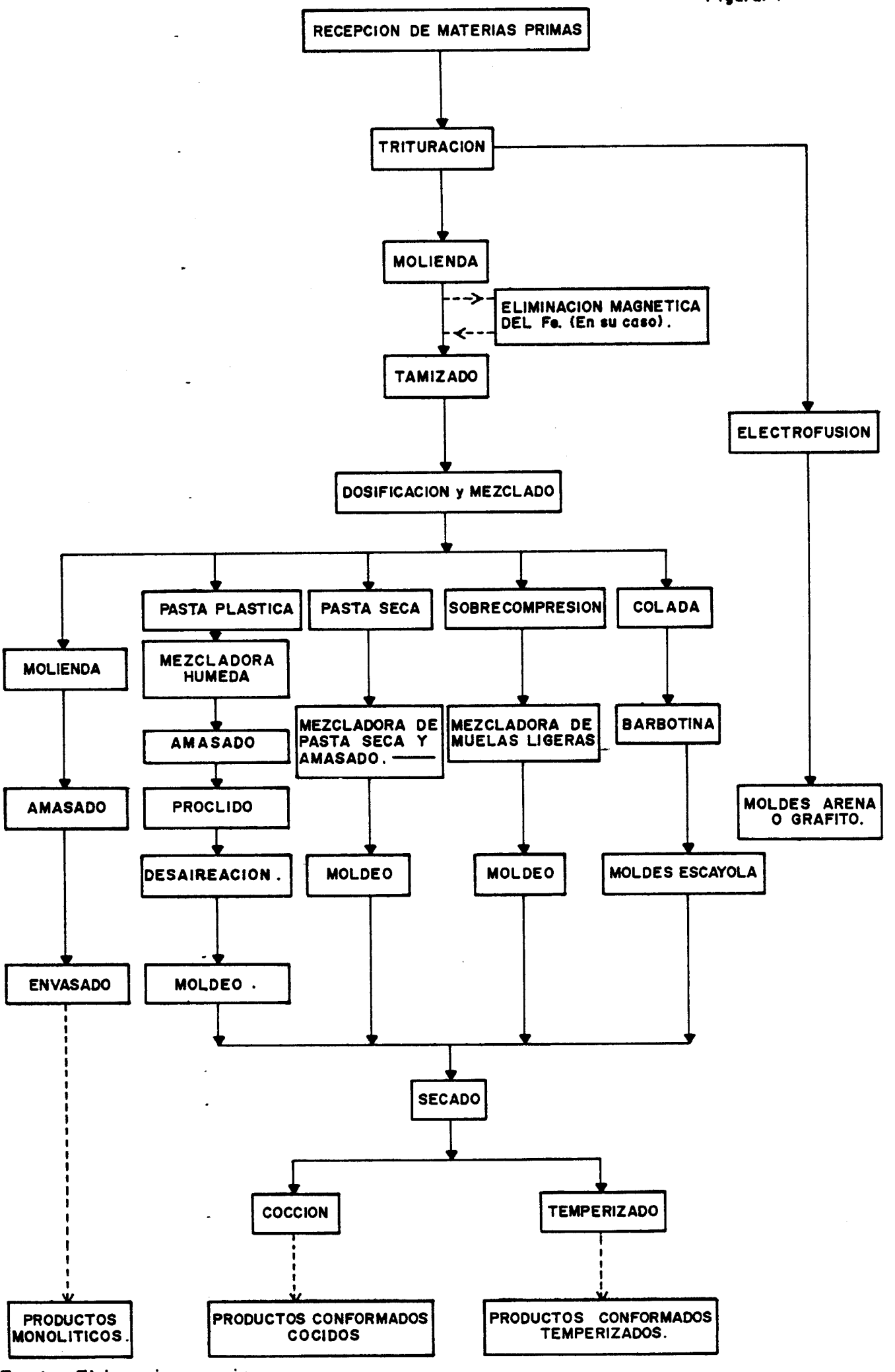
Se pueden, pues, establecer los siguientes pasos:

- Molido.- El tamaño de las partículas es uno de los factores más importantes a la hora de conseguir mezclas -- densas. Se hace necesario por tanto, un cuidadoso cribado, separación, y reciclado. Esto es fácil de realizar con materiales cristalinos, pero se hace difícil con materiales de gran plasticidad.

- Mezclado.- Su función es distribuir el material plástico, de forma que recubra los constituyentes no plásticos, a fin de proporcionar un lubricante durante el moldeo y permitir la unión de la masa.

.../...

Figura. I



Fuente: Elaboracion propia.

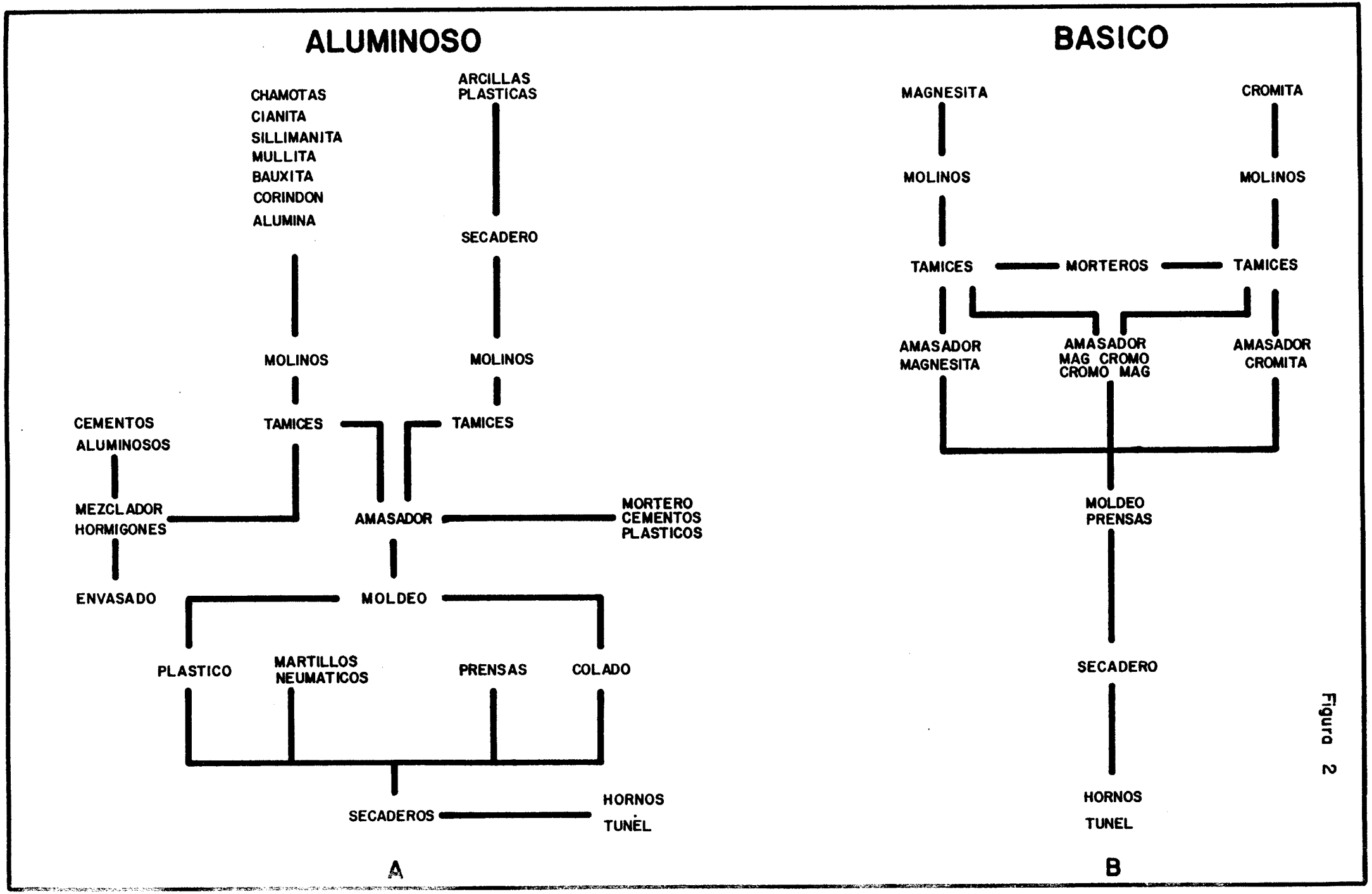
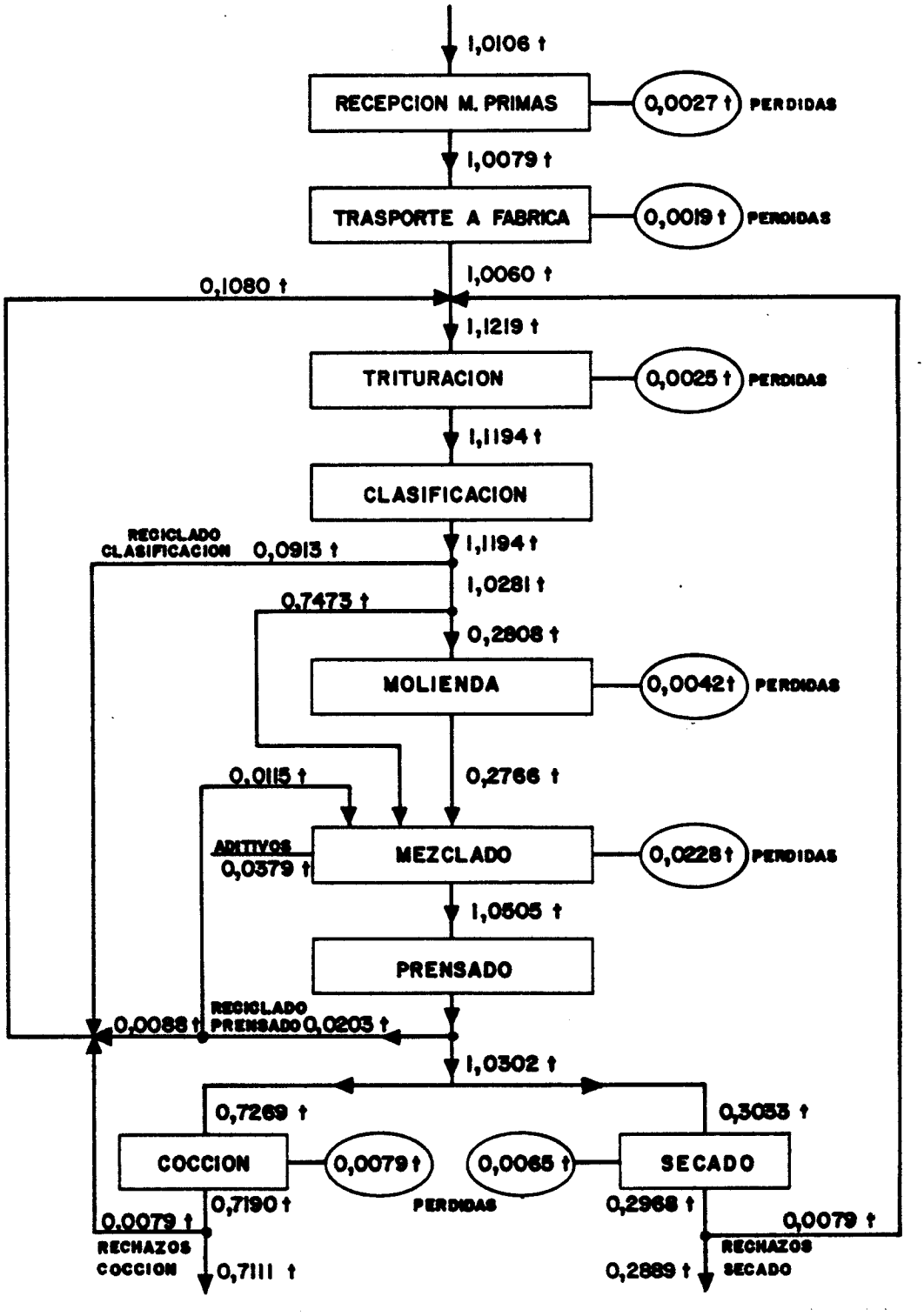

ALUMINOSO
CHAMOTAS
CIANITA
SILLIMANITA
MULLITA
BAUXITA
CORINDON
ALUMINA
ARCILLAS PLASTICAS
SECADERO
MOLINOS
MOLINOS
CEMENTOS ALUMINOSOS
TAMICES
TAMICES
MEZCLADOR HORMIGONES
AMASADOR
MORTERO CEMENTOS PLASTICOS
ENVASADO
MOLDEO
PLASTICO
MARTILLOS NEUMATICOS
PRENSAS
COLADO
SECADEROS
HORNOS TUNEL
A
BASICO
MAGNESITA
CROMITA
MOLINOS
MOLINOS
TAMICES
MORTEROS
TAMICES
AMASADOR MAGNESITA
AMASADOR MAG CROMO CROMO MAG
AMASADOR CROMITA
MOLDEO PRENSAS
SECADERO
HORNOS TUNEL
B

Figura 2

Figura 3

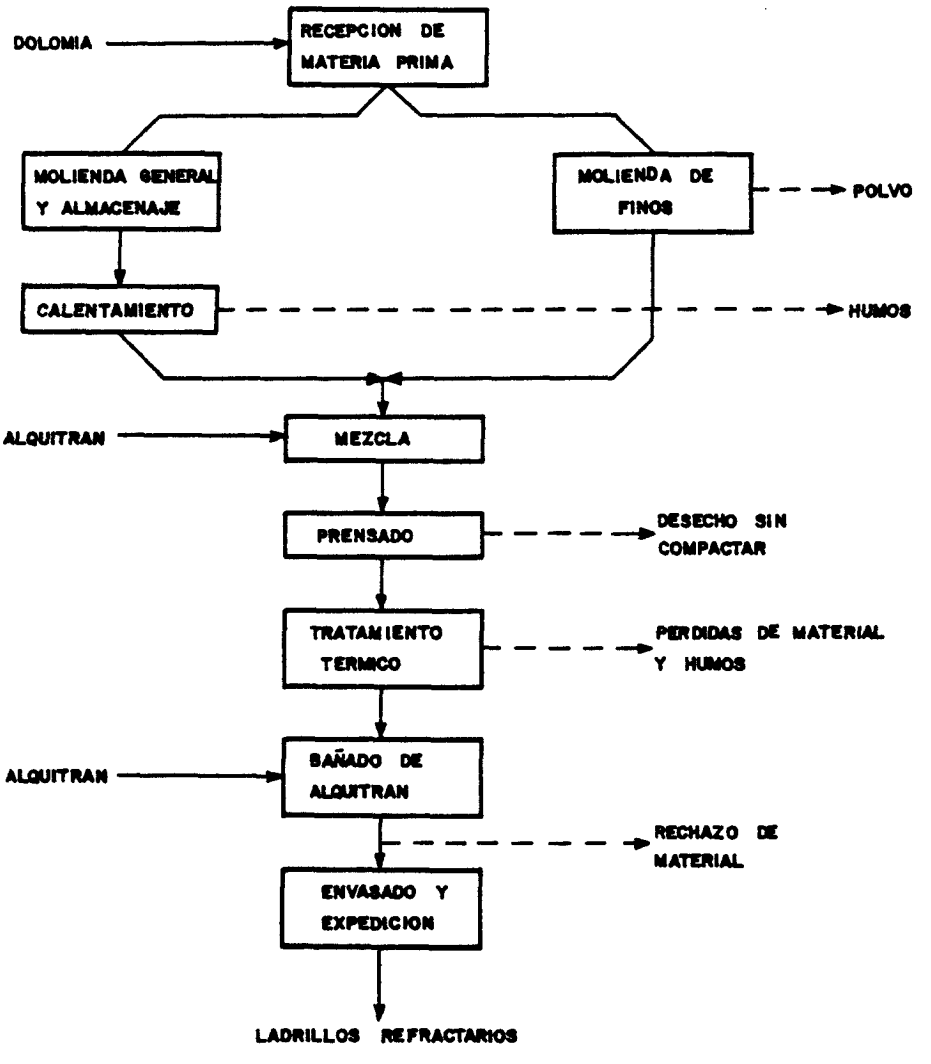
PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLOS REFRACTARIOS. DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIAS.



PARA UNA TONELADA COMPUESTA DE PRODUCTO FINAL = { 0,7111 t productos cocidos; 0,2889 t productos secados }

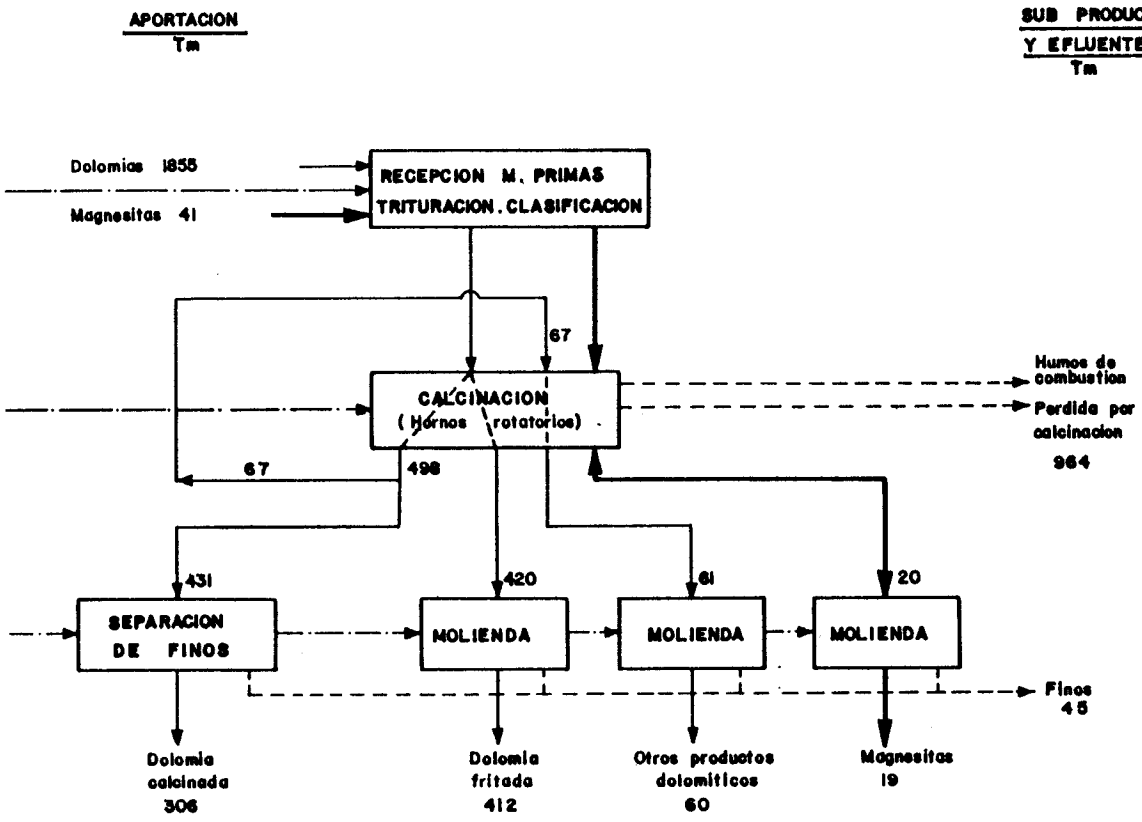
Fuente: Centro de Estudios de la Energia

LADRILLO REFRACTARIO . PROCESO PRODUCTIVO DE DOLOMIA .



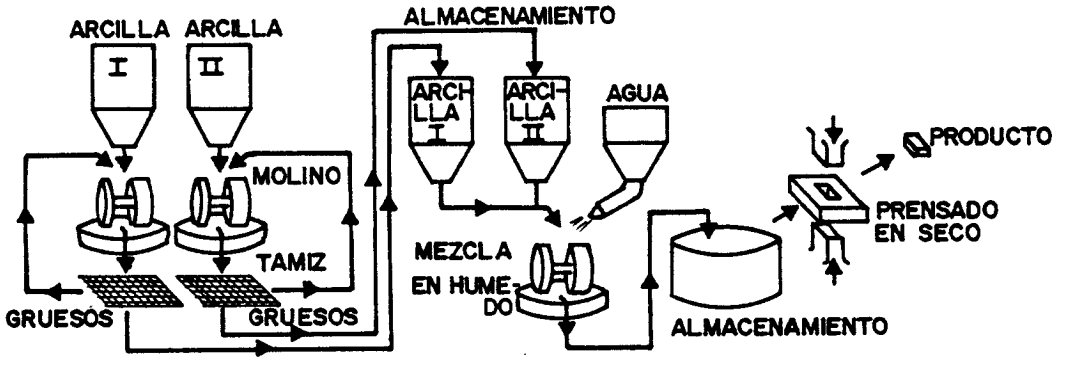
Fuente: Centro de Estudios de la Energia

DOLOMIAS Y MAGNESITAS. PROCESO PRODUCTIVO .



Fuente: Centro de Estudios de la Energia

Figura 5



ESQUEMA DEL PRENSADO EN SECO

- Moldeo.- El proceso más empleado es el prensado en seco, con prensas mecánicas. Este proceso requiere desgasificar la mezcla antes del prensado, y se encuentra esquematizado en la figura 6.

- Secado.- Su misión es eliminar el agua añadida antes del moldeo para desarrollar la plasticidad. En algunos casos se suprime, a causa de la reducción en tamaño que supone, con las consiguientes tensiones internas.

- Cocido.- Se puede realizar en hornos tunel, de tiro invertido, etc. Es en este paso donde se desarrollan un enlace permanente (por vitrificación parcial) y las formas minerales estables. En primer lugar, se eliminan los carbonatos, y por último, se oxida el hierro ferroso.

2.3. Materias Primas.-

El sector de refractarios se nutre, de manera casi exclusiva, con materias primas minerales, que pueden utilizarse directamente, o bién después de sufrir algún tipo de proceso. Este sería el caso del caolín, transformado en chamota (fig. 7).

Se da a continuación una lista de las materias primas minerales empleadas en la fabricación de refractarios:

- Arcillas refractarias
- Bauxita
- Caolín
- Circonio
- Cromita
- Cuarzo y cuarcita
- Magnesita y dolomía
- Olivino
- Rocas silicoaluminosas

Al comparar esta lista con la clasificación de refractarios , se observan numerosas ausencias (nitruros, boruros, etc.). Esto se debe a que son materiales procedentes de la industria transformadora. Un caso aparte es el corindón, que se ve des-

.../...

Fuente: Centro de Estudios de la Energía

PROCESO DE FABRICACION DE CHAMOTA. DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIA POR TONELADA DE PRODUCTO

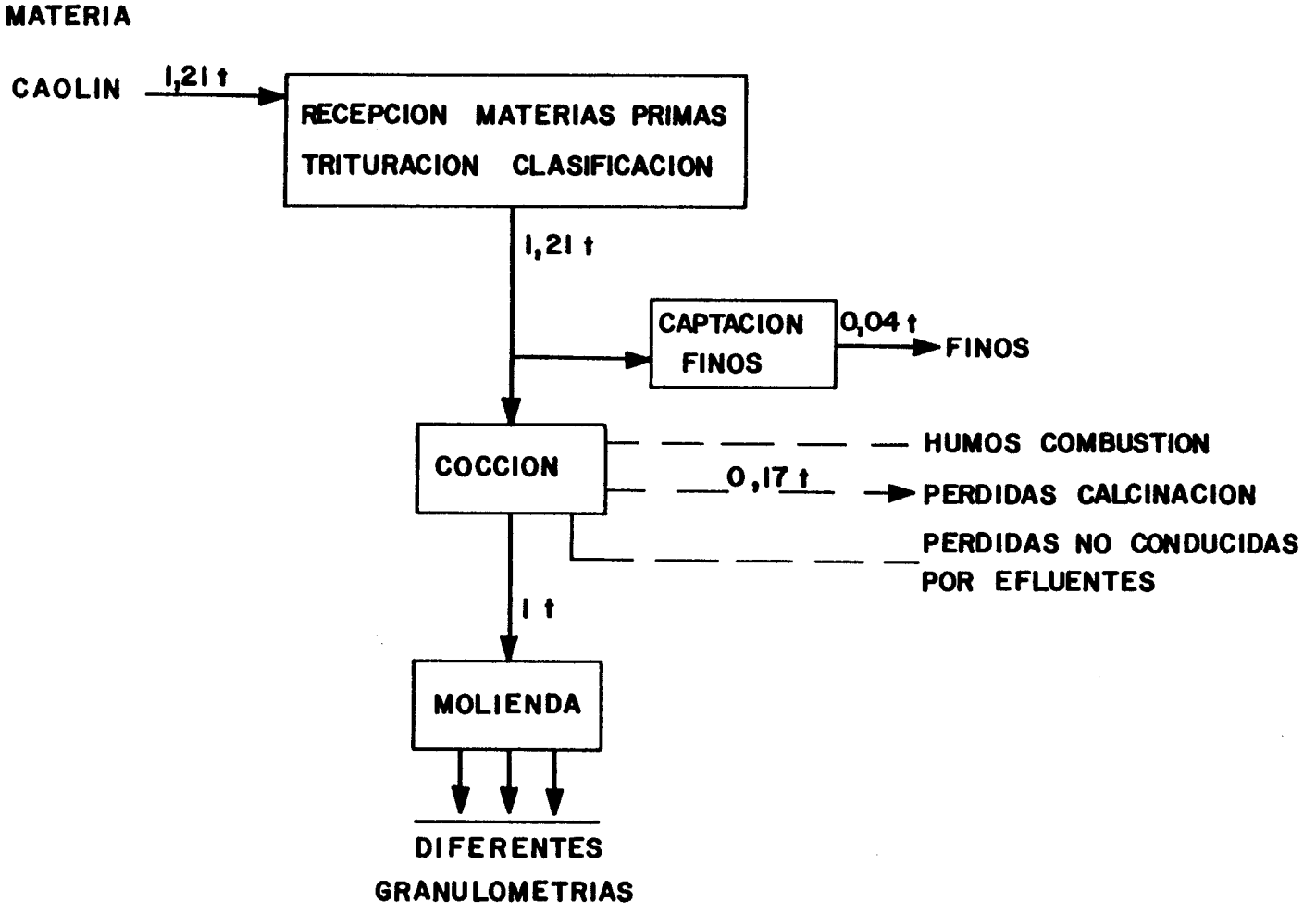


Figura 7

plazado de sus usos en refractarios, por la alúmina fundida obtenida en hornos eléctricos, no utilizandose en la actualidad.

- Arcillas refractarias

En el sentido estricto del término, no puede darse una definición de arcillas, puesto que las arcillas son un amplio grupo de sustancias, de diversas composición, características y propiedades. De todas formas, suelen definirse como: agregados minerales de aspecto terroso y grano muy fino (menor de 1/256 mm $\simeq$ 4 micras), fácilmente triturables y pulverizables, compuestos principalmente por un grupo de minerales cristalinos de origen metamórfico, llamados minerales arcillosos, cuya composición química es la de silicatos hidratados de aluminio, magnesio, o mixtos.

Las arcillas se utilizan en la fabricación de refractarios dado que, una vez cocidos, presentan una refractoriedad bastante buena. Se suelen utilizar principalmente, en la fabricación de refractarios aluminosos, silicoaluminosos y de semisílice. A pesar de ello, aunque fueran muy utilizadas, en la actualidad se utilizan principalmente como aglomerantes.

.../...

- Bauxita

La bauxita se puede definir como roca constituida princi-- palmente por hidratos de aluminio. Se trata, pués, de una roca heterogénea, en la que entran a formar parte gibbsita, bohemita, diásporo y algo de cliachita junto con algunas - impurezas.

La bauxita se utiliza, mezclada con un aglomerante, en la fabricación de refractarios por su contenido en alúmina, - utilizándose, en especial, para la fabricación de los productos de hidróxido de aluminio, pertenecientes a los re-- fractarios de muy alta alúmina. Otra gran ventaja de la - bauxita en la fabricación de refractarios, es su inactividad química frente a las escorias y productos que se obtienen a altas temperaturas.

- Caolín

El Consejo Nacional de Minería definió, el 3 de Enero de - 1957, el caolín como "toda sustancia que después de sometida a tratamiento adecuado, tenga una composición de 33% a 40% de alúmina, 45% a 60% de sílice, 11% a 14% de agua, menos del 2% de óxidos de hierro, menos del 3% de otras impu

.../...

rezas, sin láminas de mica ni pirita, y con la blancura -- apropiada".

El caolín tiene un punto de fusión elevado siendo ésta la principal característica por la que se usa en refractarios. Las mejores calidades tienen un color blanco, que les hace útiles para cerámica y para cubrir y satinar papel.

- Circonio

El circón y la baddeleyita son las dos menas de circonio - comercialmente explotables.

El circón es un silicato de circonio (SiO_4Zr), y suele llevar algo de hafnio sustituyendo al circonio (hasta un 14%). La baddeleyita, por su parte, es un óxido de circonio que, aunque se usa como mena, solamente se encuentra comercialmente disponible en un yacimiento de Brasil. Para la fabricación de refractarios se emplea la circonia, que no es -- más que un óxido de circonio (ZrO_2).

- Cromita

Se trata de la única mena importante de cromo. Su composi-

.../...

ción teórica es $FeCr_2O_4$, y pertenece al grupo de las espinelas. El mineral lleva además porcentajes variables de aluminio y magnesio.

La cromita se utiliza para la fabricación de refractarios básicos, donde suele utilizarse mezclado con la magnesita, dando lugar a toda una serie de productos en función del contenido relativo en óxidos de cromo y magnesio, es decir, de la dosificación.

- Cuarzo y Cuarcita

Tanto el cuarzo como la cuarcita, son materiales muy ricos en sílice. El cuarzo es, en realidad, sílice pura cristalizada, con mayor o menor grado de impurezas. La sílice presenta tres formas cristalinas, que son cuarzo, tridimita, y cristobalita. El cuarzo calentado a 1470°C se transforma gradualmente en cristobalita, la cual, a su vez, se convierte lentamente en tridimita a 870°C-1470°C.

La cuarcita no es más que una arenisca metamorfizada de alta pureza en sílice.

.../...

- Magnesita y Dolomía

La magnesita es una roca compuesta por carbonato de magnesio (CO_3Mg), que puede presentar impurezas como sílice, - hierro, arcillas, calizas, etc.

La dolomía es una roca sedimentaria, con un alto contenido en dolomita (CO_3Ca CO_3Mg), estando compuesta, la dolomía propiamente dicha, por más del 90% de dolomita, y menos de 10% de calcita.

Al igual que el caolín, no se utilizan directamente, si no que han de sufrir un proceso antes de pasar a la fabrica-- ción.

La figura 8 muestra un diagrama de este proceso que, en - síntesis, no es más que una calcinación por la que se desprende el CO_2, resultando materiales más densos. Se puede decir que la materia prima es el óxido de magnesio.

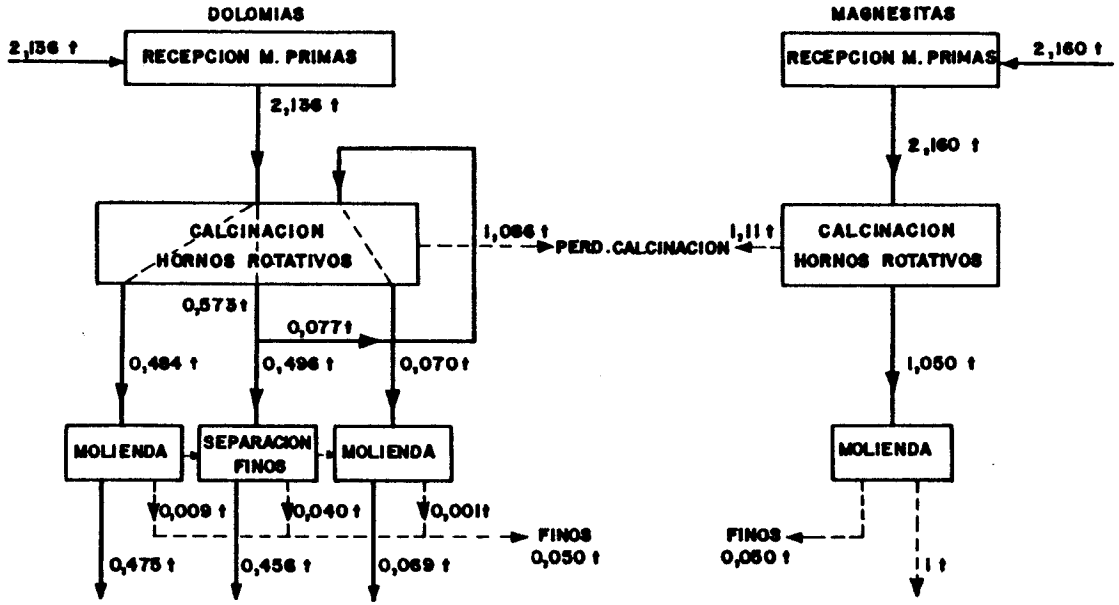
- Olivino

Reciben el nombre de olivinos, una serie isomorfa de silicatos de magnesio de hierro.

.../...

Fuente: Centro de Estudios de la Energía

PROCESO DE FABRICACION DE DOLOMIAS Y MAGNESITAS. DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIA POR TONELADA DE PRODUCTO



PARA UNA TONELADA COMPUESTA DE PRODUCTO FINAL = { 0,475 t DOLOMIA FRITADA; 0,0456 t DOLOMIA CALCINADA; 0,069 t OTROS PROD. DOLOMITICOS } | PARA UNA TONELADA DE MAGNETITA CALCINADA MOLIDA

Figura 8

Quizá fuera más adecuado hacer referencia a la dunita, puesto que ésta es el nombre de una roca muy rica en olivino -- (> 90%). Pero, a pesar de ello, la dunita y el olivino tienen usos industriales muy diferentes, siendo, desde el punto de vista de los refractarios, el olivino el único importante. Y de estos, es la forsterita (término de la serie - más rico en magnesio) la más útil.

- Rocas silicoaluminosas

Se da el nombre genérico de rocas silicoaluminosas, a un - grupo de minerales que responden a la fórmula común $Al_2 O_3$ Si O_2 diferenciándose en el tipo de cristalización.Comprende de los siguientes: Silimanita, andalucita, cianita. Además se incluyen en este grupo, la dumortierita y el topacio, - que, a pesar de tener diferente composición química, también pueden transformarse en mullita por calcinación. Aún así, son las tres primeras, las que presentan mayor inte-- rés industrial desde el punto de vista de los refractarios.

3. ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR

3.1. Análisis a nivel Mundial.-

Las principales concentraciones de producción de refractarios están localizados, naturalmente, en los países industrializados, y especialmente en aquellos cuya producción de hierro y acero es elevada. Las mayores cantidades se producen, con diferencia, en Europa occidental(especialmente en la R.F. de Alemania, Italia, el Reino Unido y Francia), Estados Unidos y Japón. Se sabe que los países del este producen grandes cantidades de refractarios, pero se conocen pocos detalles de esta producción, con la notable excepción de Yugoslavia. Los países de Sudamérica, y especialmente Brasil, se están convirtiendo en notables productores y exportadores de refractarios. En Africa el único productor de cantidades apreciables es Sudáfrica. Y en Asia y Oceanía, si exceptuamos Japón, India y Australia.

El cuadro nº 1, da las producciones durante los años 1.978 y 1.979 de los principales productores. En él destaca el incremento experimentado en Europa, debido principalmente a los refractarios básicos y especiales.

Tanto Estados Unidos como Japón, destinan la mayor parte de su producción a consumo interior, pues sus cifras de importación y exportación son muy bajas. No ocurre lo mismo con Euro

.../...

pa que controla (sobre datos de 1.978) el 52,2% de la importación mundial, y el 80,6% de la exportación.

CUADRO Nº 1

PRODUCCION DE REFRACTARIOS (MILES DE TONELADAS)

	EUROPA		USA		JAPON		
	1.978	1.979	1.978	1.979	1.977	1.978	1.979
Refractarios de alta alúmina	495	560	85	93	157	152	159
Refractarios de arcilla	1.900	2.014	305	324	875	824	835
Refractarios de sílice	118	91	207	208	61	54	59
Refractarios básicos y especiales	951	1.444	179	181	503	523	560
Refractarios aislantes	98	107	47	49	44	40	42
Refractarios no conformados	1.788	2.113	2.069	2.023	870	827	865
TOTAL	5.350	6.329	2.892	2.878	2.510	2.420	2.520
Incrementos	+18,30		-0,48		-3,59	+4,13	

FUENTE: Industrial Minerals.

3.2. Situación en España.-

El sector de refractarios en España tiene una capacidad de producción de 700.000 t/año, de las cuales 560-600.000 son de material conformado-cocido y 150.000 de material no conformado.- Esta producción la aportan 53 sociedades o empresas situadas,- preferentemente, en Asturias, Vizcaya, Galicia, Cataluña, Valencia y Aragón. La cocción se efectúa en 32 hornos tunel, 8 - hornos anulares o circulares, y alrededor de 70 hornos intermitentes.

La producción en 1.978 fue de 410.000, lo que supone una disminución del 2,3% respecto al año anterior.

El cuadro nº 2 da algunos datos sobre producción, así como los incrementos experimentados.

La producción durante el primer semestre de 1.979 fue de 175.- 300 t. (14,64% menos que el mismo período de 1.978) desglosados en:

-Alta alúmina ..... 24.000 t.
-Aluminosos y sílice-
aluminosos ..... 91.300 t.
-Básicos ..... 30.170 t.

.../...

CUADRO Nº 2

PRODUCCION NACIONAL DE REFRACTARIOS

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
CON ALTO CONTENIDO EN ALUMINA.....	33.907	35.169	43.755	47.842	54.291	45.839	40.931	45.000
ALUMINOSO Y SILICOALUMINOSO.....	253.986	244.504	260.007	252.532	241.439	223.365	223.925	195.000
SILICE Y SEMISILICE..	22.253	20.964	17.236	16.759	17.664	11.530	9.151	10.000
BASICO.....	54.217	56.305	58.176	64.787	67.199	66.706	71.974	65.000
ESPECIALES Y AISLANTES.....	9.943	10.593	10.852	16.640	16.832	13.187	15.334	15.000
NO MOLDEADOS.....	37.527	37.336	38.691	38.642	39.387	37.635	58.369	80.000
TOTAL.....	411.023	404.816	428.717	437.202	436.812	398.262	419.689	410.000
INCREMENTOS (%)		-1,5	+5,9	+2,0	-0,09	-8,8	+5,4	-2,3

FUENTE: Sociedad española de cerámica y vidrio.

-Especiales y aislantes ..... 8.150 t.

-No moldeados ..... 80.000 t.

El cuadro nº 3, da una idea de la distribución por provincias de la producción y de las empresas en 1.977.

La producción distribuída según el tamaño de las empresas en - 1.978 fue la siguiente:

	Nº EMPRESAS	PRODUCCION	% DEL TOTAL
Empresas grandes	17	345.000	84
Empresas medianas	6	37.000	9
Empresas pequeñas	30	29.000	7

Se observa en el cuadro anterior que 23 empresas (43% del total) fabrican el 93% de la producción nacional. Otro hecho a observar es la utilización de la capacidad productora, que es de un 64% sobre el material cocido, mientras que en el primer semestre de 1.979 cayó hasta un 58%.

En lo que respecta a la calidad de los productos españoles, - se puede decir que es buena y perfectamente homologable con -

.../...

CUADRO Nº 3

PRODUCCION NACIONAL DE REFRACTARIOS AÑO 1.977

DISTRIBUIDA POR PROVINCIAS

	Nº EMPRESAS	TOTAL	% de la producción nacional
OVIEDO	13	173.741	41,39
VIZCAYA	5	69.304	15,08
PONTEVEDRA	3	33.748	8,04
LA CORUÑA	2	30.000	7,15
VALENCIA		25.145	5,99
BARCELONA	11	21.260	5,06
GUIPUZCOA	4	20.538	4,19
TERUEL	2	12.776	3,04
ZARAGOZA	3	9.042	2,15
TARRAGONA	3	8.368	1,99
SANTANDER	3	8.337	1,98
CASTELLON	1	7.285	1,74
SEVILLA	1	2.711	0,65
SEGOVIA	1	2.200	0,52
MADRID	1	840	0,20
VALLADOLID	1	394	0,09
TOTALES	56	419.689.100	(%)

FUENTE: S.E.C.V.

los refractarios extranjeros. Existen unas normas UNE para materiales refractarios con niveles de especificaciones y exigencias similares a las normas extranjeras.

La producción española, siempre según datos de 1.978, cubre la casi totalidad de las necesidades y demanda interior; cifrada en 434.000 t. (353.000 t. de conformados y 81.000 de no conformados), quedando un 20/25% que, en condiciones normales, puede dedicarse a la exportación. En la actualidad es un 40/45%. Los únicos refractarios de los que no existe producción nacional, son los electrofundidos, los de carbono, y algunas especialidades como ciertos cementos y sílice fundida.

En cuanto a las materias primas, es evidente que es necesario importar algunas, aunque otras puedan encontrarse en España (arcillas, caolines, cuarzos, etc). Fundamentalmente se importan bauxita, cromita, magnesia, mineral de circonio, etc. Las materias primas representan, aproximadamente el 40% de los costes de producción.

Los datos sobre comercio exterior son variables, e incluso contradictorios. Como ejemplo se dan los datos de la A.N.F.R.E. para 1.978, según los cuales, se exportaron 9.300 t. por un valor de 177 millones de pesetas, mientras que se importaron 10.000 t. valoradas en 665 millones de pesetas. Esto su--

.../...

pondría una reducción de las exportaciones del 66,5% respecto a 1.977.

En el contexto europeo, España ocupa el 5º lugar en produc--- ción detrás de Alemania, Gran Bretaña, Francia e Italia.

En el cuadro nº 4 se reflejan las cantidades de materiales de cantera destinados a producir refractarios según la estadística minera de España.

Por último se dan en el cuadro nº 5, las cifras de importación y exportación, dadas por la D.G. de Aduanas y en la que se incluyen las siguientes partidas:

68.16.01	Ladrillos de magnesita sin cocer.
68.16.09	Manufacturas refractarias aglomeradas químicamente pero sin cocer.
68.16.11	Manufacturas refractarias electrofundidas.
68.16.91	Ladrillos de magnesita recubiertos.
69.02	Ladrillos, losas, baldosas y otras piezas análogas de construcción, refractarios.
69.03	Los demás productos refractarios.

Como resumen puede decirse que la producción se mantiene constante, con pequeños altibajos, estando centrada en las proxi-

.../...

CUADRO Nº 4

Material \ Año	1.975	1.976	1.977	1.978	1.979
Arcilla	192.132	132.771	92.183	93.010	99.771
Arenisca	13.104	13.883	9.173	4.537	5.003
Cuarcita	9.238	10.420	16.115	14.662	12.828
Dolomía	390.061	296.887	412.663	440.032	352.039
Sílice	19.106	20.362	27.079	20.465	18.046

CUADRO Nº 5

COMERCIO EXTERIOR DE REFRACTARIOS

Partidas Arancelarias	IMPORT.		EXPORTA.	
	Tonela.	10^3 peset.	Tonelad.	10^3 peset.
68.16. 01	4.613	126.354	73	1.301
68.16. 09	2.258.	41.096	2.792	28.894
68.16. 11	3.229	263.655		
68.16. 91	43	1.451	0,023	10
69.02.	30.399	970.385	13.310	181.569
69.03.	5.067	389.933	3.417	112.478
TOTAL 1.975	45.609	1792.874	19.592	324.252
68.16. 01	2.174	82.927		
68.16. 09	2.325	61.494	2.214	30.181
68.16. 11	3.145	269.185		
68.16. 91	20	970	0,018	4
69.02.	22.184	754.100	11.861	186.861
69.03.	3.846	354.938	3.689	156.103
TOTAL 1.976	33.694	1523.614	17.764	373.149
68.16. 01	591	28.584	102	2.073
68.16. 09	1.521	68.130	1.506	25.615
68.16. 11	3.238	318.098	0,072	30
68.16. 91	3	985	16	312
69.02.	19.012	903.409	20.579	399.153
69.03	5.097	540.853	5.494	215.269
TOTAL 1.977	29.462	1860.059	27.697	642.452
68.16. 01	184	12.548	381	2.284
68.16. 09	1.261	38.569	2.856	66.263
68.16. 11	4.019	550.452	2	359
68.16. 91	0,010	37		
69.02.	16.482	933.538	25.372	579.684
69.03.	4.487	569.717	7.016	280.246
TOTAL 1.978	26.433	2104.861	35.627	928.836
68.16. 01	156	8.004	140	4.652
68.16. 09	750	28.940	8.071	198.334
68.16. 11	3.608	480.910	376	12.431
68.16. 91	-	-	-	-
69.02.	21.072	1009.794	21.092	411.319
69.03.	5.033	696.440	9.982	325.047
TOTAL 1.979	30.079	2224.088	39.661	951.783

FUENTE: Estadística de comercio exterior.

midades de las empresas siderúrgicas. En cuanto al comercio - exterior se nota una tendencia al autoabastecimiento, disminu yendo las importaciones e incrementando las exportaciones.

Por último, y en el cuadro nº 6, se dan los consumos aparen-- tes, y "per cápita", calculados a partir de los datos de los - cuadros 2 y 5. Se observa que, a pesar de ciertas oscilacio-- nes existe una tendencia a la baja. Hecho que se achaca a una crisis generalizada del sector.

Los principales productores españoles son:

- Sociedad general de productores cerámicos S.A. (Procersa)- (varios)
- Didier S.A. (varios)
- Aristegui material refractario (básicos)
- Productos dolomíticos S.A. (básicos)

CUADRO Nº 6

CONSUMOS APARENTES

	1.975	1.976	1.977	1.978
Consumo aparente (en toneladas métricas)	462.829	414.192	421.454	400.806
Consumo "per cápita" (en Kilogramos/hab.)	12,96	11,46	11,53	10,83

4. ESTUDIO DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES

Ya se ha indicado anteriormente que este sector se nutre principalmente de materias primas minerales. En el punto 2.3. se -- dió una relación de estas con algunos datos sobre su empleo.- Ahora se tratará de ampliar esta imformación.

4.1. Arcillas Refractarias.-

A pesar de la dificultad para difinirlas, las arcillas como roca industrial reunen una serie de propiedades, que les hacen útiles como materias primas. Estas son: capacidad de cambio iónico, poder de decoloración, poder de absorción, plasticidad, contracción y porosidad en el secado, resistencia mecánica en seco (cohesión), y propiedades en la cocción, contracción en la cocción, resistencia a la flexión del material cocido y fusibilidad. Como es lógico, las más interesantes para este apartado son las últimas.

Este tipo de arcillas son muy abundantes, hallándose sus yacimientos ampliamente esparcidos a lo largo del mundo entero.

En los últimos años ha disminuido el consumo de arcillas refractarias. Este descenso puede achacarse al desarrollo de nuevos materiales aluminosos más duraderos, o a la aparición de nuevos procesos para la fabricación de acero, que requieren ladrillos básicos en lugar de los de tipo de alúmina.

Por supuesto, la especificación primordial que se les exige es la resistencia a las altas temperaturas, debiendo evitarse toda impureza que rebaje el punto de fusión. Además, debe eliminarse cualquier recorte en la plasticidad de la arcilla.

.../...

La sílice libre que pueda encontrarse en las arcillas refractarias, además de actuar como fundente, perjudica la resistencia a la flexión y a la compresión.

Los metales alcalinos también actúan como fundentes, debiendo estar el contenido en K_2O y Na_2O entre el 0,16 y el 0,5%.

El hierro en forma de pirita es perjudicial, puesto que se descompone, se funde, u no se difunde, dando lugar a boquetes o agujas en las piezas refractarias.

Tanto el calcio, como el magnesio, en forma de carbonato o sulfato, no perjudican, siempre y cuando el contenido sea inferior al 1%

El titanio debe estar por debajo del 3%, aunque a veces, se les añade algo de óxido de titanio para mejorar la calidad de las arcillas.

La pérdida por calcinación ha de estar alrededor del 15-16%.- En cuanto a las arcillas importadas de Inglaterra, como aglomerantes cerámicos de baja temperatura, se les exige una cierta plasticidad y que homogeinice bien. Siendo su precio de unas 6 ₧/kg., mientras que las nacionales oscilan entre 1 y 2 ₧/kg.

4.2. Bauxita.-

La bauxita es una sustancia amorfa, terrosa o arcillosa, pero no plástica. Siendo más densa que la mayoría de las arcillas.

La composición química es alúmina (Al_2O_3), monohidratada, en el caso de diásporo y de la bohemita (forma γ), y trihidratada en el caso de la gibbsita (forma γ), y la cliachita (forma α). Las principales impurezas que contiene la bauxita son sílice, hierro y titanio, aunque también puede contener, vanadio, cromo, carbono, flúor, galio, miobio y cerio.

Por lo general, los depósitos de bauxita se encuentran en regiones tropicales y subtropicales, siendo los principales países productores, Australia, Guinea, Jamaica, Surinan, Grecia, Guayana, Francia y Estados Unidos por éste orden.

La bauxita para refractarios ha sufrido un fuerte incremento durante la última década. Este crecimiento puede ser frenado, durante los próximos años, por el desarrollo de nuevos productos; nitruros y boruros de titanio y circonio.

Para su uso en refractarios, la bauxita se debe calcinar para eliminar el agua. Así mismo, el contenido en hierro debe ser inferior al 3%, dado que disminuye el punto de fusión, y produce deformaciones. Los óxidos de metales alcalinos y alcali-

notérreos, actúan como fundentes por lo que han de mantenerse en proporción inferior al 1%.

Por otro lado, y dado que facilita las operaciones de prensado, es conveniente el uso de bauxitas densas, siendo el diásporo la variedad más utilizada.

En cuanto a la sílice, se pueden admitir bauxitas con un contenido de hasta un 11%.

Una bauxita, que se pueda calcinar para ser utilizada en la fabricación de refractarios debe tener una composición similar a la que se indica a continuación:

Al_2O_3	alrededor del 58%
Fe_2O_3	menor del 3%
SiO_2	menor del 5%
TiO_2	menor del 3%
Na_2O+K_2O	menor del 0,2%

El contenido medio en alúmina, una vez calcinada, debe ser del 90%.

La bauxita consumida en España se importa en crudo de la Guayana a 26 pesetas/kg., y se calcina aquí.

.../...

4.3. Caolín.-

El caolín es un tipo de arcilla rica en caolinita, que es un silicato de alúmina ($2H_2O.Al_2O_3.2SiO_2$).

Es una importante materia prima en diversos sectores, como - construcción, cerámica, refractarios, químico (catalizadores, pinturas, plaguicidas, papel), etc.

Como ya se ha dicho, el caolín no se utiliza directamente, - si no que se transforma previamente en chamota, mediante una cocción a 1.050ºC. La figura nº 7 muestra un esquema de la - producción de chamota a partir del caolín. Siendo el precio - de aquella de unas 8₧/kg.

Se utiliza pricipalmente es la fabricación de refractarios - aluminosos.

Puesto que se trata de una arcilla, podría aplicarse al caolín lo dicho para las arcillas refractarias, el caolín aparece como subproducto.

Además de tener un elevado punto de fusión, el caolín debe - estar libre de toda materia que actúe como fundente. Así, debe ir libre de alcalinos y alcalino-térreos, así como de óxi

.../...

dos de calcio, magnesio e hierro, no debiendo, el total de impurezas, sobrepasar un 3,5-4%. La pérdida por calcinación, debe estar alrededor del 8-10%.

4.4. Cromita.-

La cromita tiene un punto de fusión relativamente elevado --- (1.770ºC) lo que la capacita para su uso en refractarios.

Los refractarios de cromita tienen su principal aplicación en el procesado de hierro y acero, aunque también se emplea en - refino de aleaciones no férreas, vidrio y cemento.

Los principales yacimientos de cromita se hallan en: Filipi-- nas, Rodesia, y Sudáfrica.

Durante los últimos años, se ha producido un incremento en la relación magnesio/cromo de los refractarios básicos. Se espera que esta tendencia hacia una disminución del consumo de -- cromita en refractarios, continue durante los próximos años.

La evolución hacia el uso de refractarios de magnesia y dolomía en la industria del hierro y el acero, es debido a los -- nuevos procesos que se están implantando. Por otro lado, no - se espera que el uso de refractarios de cromita en hornos de - refino de cobre, o de manufactura de vidrio y cemento sea capaz de contrarrestar la disminución.

La cromita de calidad refractaria se caracteriza por un conte

.../...

nido en óxido de cromo y aluminio no inferior al 60%, debiendo oscilar alrededor de:

30-50% de CrO_3

13-30% de AlO_3

12-16% de Hierro (1)

14-20% de MgO

1-6% de SiO_2

1% de CaO

(1) El contenido en hierro, no suele mediarse en forma de óxido, si no en forma de Hierro metal.

Esta cromita se importa de Turquía y Sudáfrica siendo su precio de 14-15 pesetas/kg.

Otra especificación de la cromita en refractarios, va referida a la granulometría, puesto que el material se clasifica por tamaños, mezclándose posteriormente porciones adecuadas de las diferentes granulometrías (finos, gruesos y medios).

4.5. Cuarzo y Cuarcita.-

Los ladrillos de sílice tienen una temperatura de fusión de la más bajas existentes entre los refractarios. Los materiales de sílice presentan, además, otro problema, que es la inversión - entre las formas α y β (de baja y alta temperatura) del cuarzo y la cristobalita. Esta inversión, provoca la exigencia de un - rígido control del proceso de cocción, ya que va acompañada de un marcado cambio en los coeficientes de expansión térmica, lo que confiere cierta tendencia a la fractura, cuando estos la-- drillos se calientan rápidamente a bajas temperaturas.

Ambos se emplean para hacer refractarios de sílice y semisílice.

En los últimos tiempos se ha producido un descenso en el consumo de refractarios de sílice, debido inicialmente al paso de - procesos ácidos o básicos quedando los refractarios de sílice - para los techos, de donde, a su vez fueron desplazados por los refractarios básicos y de alta alúmina. Debe esperarse por tanto, que el consumo de sílice en refractarios, se mantenga constante, e incluso que disminuya.

Las exigencias para la fabricación de ladrillo de sílice son: contenido mínimo de SiO_2 97%; Al_2O_3 menos del 1% (a ser posible

.../...

menos del 0,5%) y álcalis menos del 0,2%. En especial debe evitarse la presencia de aluminosilicatos alcalinos (feldespato,-mica, etc, puesto que reducen la refractariedad del ladrillo.

Para conseguir una porosidad menor se hacen mezclas de diferentes granulometrías.

En algunos casos se pide sílice pura (99%) micronizado a 325 - mallas.

4.6. Magnesita y Dolomía.-

Tanto la magnesita como la dolomía, son materiales ricos en magnesio, y por tanto, se utilizan para la fabricación de refractarios básicos, que a su vez, se usan en hornos metalúrgicos y de vidrio.

Al hablar de la cromita, ya se indicó que la tendencia durante los últimos años, ha sido hacia un incremento de la relación magnesio/cromo en los refractarios básicos. Esto puede conducir a un incremento en el consumo, que a su vez, se vea frenado por la implantación de equipamientos con una menor necesidad de reemplazar los refractarios, dada su mayor duración

Como ya se ha indicado, la dolomía y la magnesita se utilizan en la fabricación de refractarios básicos, por lo que deben tener un contenido mínimo de magnesio.

El contenido de MgO, una vez calcinada la magnesita, es del 90-98%. La relación cal/sílice, ha de estar comprendida entre $0,5 < CaO/SiO_2 < 2$.

La dolomía ha de estar libre de cal, puesto que, al hidratar-

.../...

se, aumenta de volúmen, y puede llagar a romper el ladrillo.

El precio de la magnesita, según su calidad y procedencia, varía entre 21 y 44 pesetas/kg. La dolomía varía según el grado de manufactura oscilando entre: 9-10 (fritada); 10-12 (aceitada) y 30-35 (en ladrillos).

4.7. Olivino.-

El olivino puede utilizarse directamente en la fabricación de refractarios, cuando es de elevado contenido en forsterita. Pero lo más usual es mezclar el olivino con magnesita calcinada a muerte y un aglomerante.

Una de las grandes ventajas del olivino como refractario, es que apenas presenta cambios de volúmen con la cocción.

Los refractarios básicos de forsterita no reaccionan con la sílice hasta los 1.450ºC, ni con el hierro fundido hasta los --- 1.800ºC.

Los yacimientos más importantes de la dunita se encuentran en Noruega, Canadá, España y USA.

Como ya se ha indicado, los refractarios de forsterita reaccionan con la sílice por encima de los 1.450ºC, por lo que es conveniente sustituirlos por los de cromita.

Una condición primordial para que el olivino se pueda utilizar en la fabricación de refractarios es que tenga un contenido en hierro inferior al 7%, es decir, que sea prácticamente forsterita, y, además que este hierro no se encuentre en forma de com

.../...

puestos silíceos.

Se puede dar, como análisis medio el siguiente:

MgO	50%
Fe_2O_3	7%
Al_2O_3	3%
CaO	1,5%

4.8. Rocas Silicoaluminosas.-

Todos estos minerales tienen la propiedad común de transformarse en mullita mediante un proceso de calcinación, siendo la mullita, el material empleado directamente en la fabricación del refractario. Son, pues, materias utilizadas en la fabricación de refractarios de alto contenido en alúmina.

La industria de refractarios consume más del 80% de la producción de rocas silicoaluminosas.

Los principales países productores de rocas silicoaluminosas son: la República Sudafricana, la India, y los Estados Unidos, siendo los sudafricanos los que presentan mayor calidad.

En los países donde la producción no es suficiente, o no tienen la calidad necesaria, se tiende a sintetizar la mullita mediante la reacción de sílice con alúmina, a altas temperaturas. Pero, de todas formas, esta mullita sale más cara que la natural, aunque no se descarta la posibilidad de su abaratamiento, con el subsiguiente desplazamiento de la natural en los mercados.

En cuanto a las condiciones que se les exigen, no existe ninguna normativa oficial, siendo los intercambios entre comprador y vendedor una función de las exigencias particulares.

.../...

No ocurre lo mismo en los Estados Unidos y el Reino Unido,-- donde existen estrictas especificaciones, tanto en composi-- ción química, como en granulometría. Se da a continuación, y a título meramente inducativo, las especificaciones del B.S.-I.

Al_2O_3	59%
Fe_2O_3	2%
TiO_2	2%
SiO_2	39%
Total impurezas	3,5%

En cuanto al tamaño, al menos el 10% debe superar la média - pulgada.

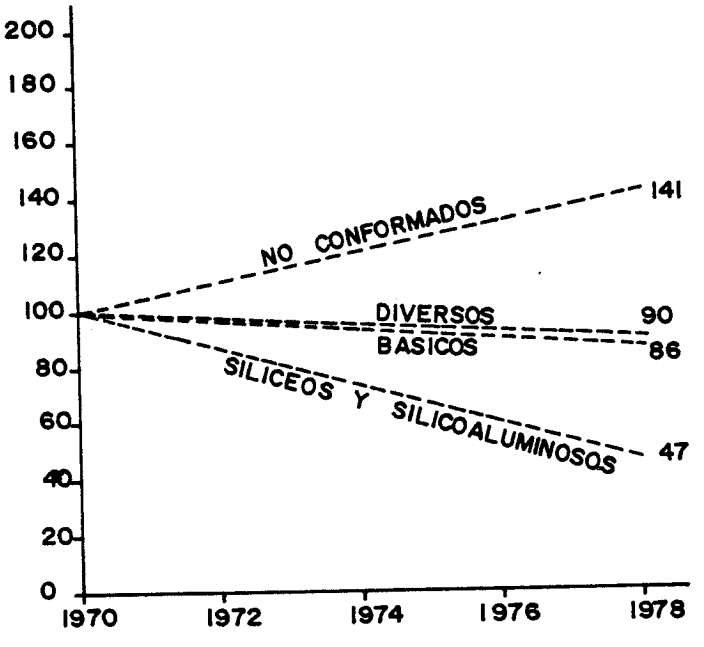
5. CONCLUSIONES. PREVISIONES Y TENDENCIAS

Durante la década de los setenta, el sector refractario ha sufrido una contracción global a nivel mundial. Esto ha supuesto una disminución media en la producción, de un 20%, sobre los valores de 1.970, para Europa, y de un 30% o más, para el Japón. Esta disminución no ha afectado por igual a todas las calidades (como queda reflejado en la figura nº 9), ni a los sectores consumidores, puesto que se registró una disminución en siderúrgia, metalúrgia no férrea, química, petroquímica y energía. Vidrio, cal y cemento incrementaban su consumo de refractarios, mientras que el cerámico se mantenía estable.

La siderúrgia es, con mucho, el principal consumidor de refractarios. Dentro de ella, se han producido algunos hechos que influyen negativamente sobre el consumo de refractarios.- Entre ellos cabe destacar: el menor uso de los hornos Martín-Siemens, el empleo de paneles refrigerados en los hornos eléctricos, y el empleo masivo de reparaciones por gunitado. Otro aspecto influyente es la tendencia a usar refractarios cada vez más resistentes, aunque más caros, con lo que se consigue:

- Mayor productividad, con menos paradas para reparar o reponer el refractario.

.../...



VARIACIONES CUANTITATIVAS DE LA PRODUCCION EUROPEA DE REFRACTARIO (Total 1.970=100, total 1.978=80)

Fuente: S. E. C. V.

- Temperaturas más altas, pues resiste mayores ataques.

- Menor consumo específico, con menor incidencia sobre -- los costes del productq.

En lo que respecta a los consumos específicos son muy varia--- bles. En la siderúrgia se pueden dar los siguientes valores: - 1 kg/t. de arrabio en el campo de colada, 0,3 kg/t. de arrabio en las cucharas, y entre 2 y 5 kg/t. en las cucharas de los fo sos de colada. El consumo en las cementeras depende de diver-- sas variables, entre ellas el diámetro del horno.

Queda claro que la industria de refractarios está en crisis y recesión tanto a nivel nacional como europeo. Entre otros, pue den citarse los siguientes problemas:

- Continuación de la crisis en el sector siderúrgico, prin cipal consumidor de refractarios.

- Disminución progresiva del consumo específico de refrac tario por t. de acero.

- Infrautilización de la capacidad productora (entre el 60, y el 70%).

.../...

- Reducción de dicha capacidad con el cierre de fábricas.

- Alza continuada de los costes de fabricación con especial incidencia de los costes energéticos, y reducida posibilidad de absorber estos incrementos aumentando la producción.

- Competencia muy dura llegando incluso a la venta por debajo del precio de coste, lo que impide el aumento de tarifas para absorber el incremento de los costes.

- Y por último, las exigencias cada vez más estrictas de los clientes (garantía de utilización y empleo, control de calidad y fabricación, aprovisionamiento diario,etc.) y del gobierno (medidas de seguridad, antipolutantes, de salud pública, etc.)

En cuanto a las causas, una son coyunturales (principalmente la crisis económica, y la siderúrgia en particular) y otras estructurales (cambio tecnológico, disminución del consumo específico). Resumiendo podemos citar como problemas estructurales los siguientes: Minifundio empresarial; elevada capacidad de producción; pequeño tamaño de la empresa; escasa relevancia del sector a nivel nacional; falta de tecnología propia; y fal

.../...

ta de canales de comercialización. Como problemas coyunturales cabe destacar: falta de liquidez; baja productividad; demanda - contraída, exceso de personal; y elevado coste de la seguridad social.

En lo referente a las materia primas, se puede decir lo siguiente:

Los refractarios basados en arcillas reúnen las característi-- cas de comportamiento medianamente bueno, bajo precio, y am--- plia difusión, por lo que se utilizan siempre que las condiciones lo permitan. Sin embargo, las condiciones de trabajo, cada vez más rigurosas, empleadas actualmente, no permiten a estos - refractarios cumplir las tareas que se les encomiendan. Por ésta razón se hallan en declive en lo que concierne a su importancia relativa dentro de la industria de los refractarios.

La bauxita se utiliza para la fabricación de refractarios de - alta alúmina, y, por tanto, es de esperar que se vea envuelta - en la recesión general de los refractarios ácidos. Sin embargo, y a corto plazo, es, junto a las rocas silicoaluminosas, aluminosilicato cuyo futuro parece más despejado.

Todo lo dicho para las arcillas podría aplicarse a los caoli-- nes, ya que es la caolinita el componente principal de las ar-

.../...

cillas refractarias.

Los refractarios de circonio no se utilizan actualmente en -- nuestro país, pero dadas sus excelentes cualidades, se puede - esperas un inicio de demanda aunque no demasiado grande. En - cuanto el resto del mundo, los japoneses son los que ha estudiado más a fondo éste material, y poseen la mejor tecnología.

Ya se ha visto que la tendencia actual dentro de los refracta rios básicos, es hacia una mayor relación magnesio/cromo, por lo que el consumo de cromita en refractarios debe disminuir.

El cuarco y la cuarcita se emplean para la producción de re-- fractarios de sílice. Siendo el uso de ésta, el que ha experi mentado mayor declive en las dos últimas décadas, hasta el ex tremo de que su uso en las acerías ha desaparecido.

La magnesita y la dolomía son, como base de los refractarios - básicos, los que tienen mejores perspectivas de futuro, por - no decir que son los únicos con espectativas de crecimiento,- dado que los cambios tecnológicos en la industria los han beneficiado claramente.

El olivino, a pesar de ser un material básico, no ha sido nun ca muy utilizado, dado que, ésta posee una vida más larga lo - que le hace preferible a los ladrillos de olivino.

.../...

En cuanto a las rocas silicoaluminosas, presentan la misma - problemática que el resto de las materias primas para refrac tarios ácidos. A pesar de ello, y dentro de sus posibilida-- des, son de los menos afectados por la recesión.

En resumen, la siderúrgia es el principal cliente de los re- fractarios, y su recesión les ha afectado notablemente, pro- vocando una recesión global del sector. Otro factor que ha - influído, son los cambios tecnológicos que han inducido un - desplazamiento hacia el uso de refractarios básicos, y dentro de estos, hacia los de mayor contenido en magnesio. Como con secuencia, las únicas materias primas minerales de las que - se pueden esperar un crecimiento, son la magnesita y la dolo mía, no estando asegurado en ningún caso éste crecimiento a causa de la crisis general del sector.

VI.- CONCLUSION

Este punto trata de resumir y reordenar todas las conclusiones dadas en cada uno de los diferentes sectores.

El primer hecho a destacar es la independencia de los dos primeros productos entre sí, y con respecto a los dos últimos. - Sin embargo estos dos últimos se hallan íntimamente relacionados, ya que los refractarios pueden considerarse, burdamente, como aislantes de temperaturas muy elevadas, existiendo una categoría, los refractarios aislantes, que actuan como puente entre ambos productos. Por tanto, se procederá a formar tres grupos, constituidos por detergentes el primero, fertilizantes - el segundo, y aislantes y refractarios el tercero.

Detergentes: es un producto con expectativas de crecimiento, - no existiendo, por el momento, ningún problema de abastecimiento. La única posibilidad de intervención, radica en las zeolitas, naturales o sintéticas, dadas las grandes posibilidades que existen de reducción en el uso del tripolifosfato a causa de su elevado poder contaminante.

Los fertilizantes son un producto sin grandes expectativas de crecimiento, aunque sí se espera que continue creciendo a ritmo lento. Su abastecimiento de materias primas está asegurado,

.../...

salvo en el caso de la roca fosfatada, materia prima común - con los detergentes, que debe ser importada, siendo, junto - con los asbestos, el mineral industrial que más desequilibra nuestra balanza de pagos. Sería interesante el hallazgo de - yacimientos explotables.

Los aislantes y refractarios, pese a ser uno la superación - del otro, no tienen más que las arcillas en común. La mayor parte de los materiales consumidos en su producción, han de - ser importados. Mientras que los aislantes representan un -- mercado de expansión, los refractarios están en plena rece-- sión. Este es el motivo de que las materias primas minerales deban tratarse por separado.

Los aislantes presentan dos materiales sobre los que se espera un crecimiento, perlita, vermiculita, y un tercero, los asbestos, cuyo crecimiento puede verse afectado por sus características cancerígenas.

Existen además otros dos, arcillas y diatomita, que son de - procedencia nacional y no presentan problemas de abasteci-- miento.

En refractarios, por el contrario, todas las materias pri--

.../...

mas ven disminuir su consumo, con excepción de las empleadas para refractarios básicos que contengan magnesio, es decir,- magnesita y dolomía. De ambos productos existen yacimientos en España, siendo el único problema existente, la calidad del material producido.

Por último, y como problema común, cabe citar la falta de -- constancia en la calidad del material suministrado por los - productores españoles, siendo preferible, en algunos casos, importarlo.

BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE ANDRES, J.

- Divulgación de Abonos.

BUREAU OF MINES

- Mineral facts and problems.

CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA

- Situación energética en la industria (síntesis)
- Técnicas energéticas en la industria.

CHEMICAL TECHNOLOGY REVIEW

- Detergent manufacture including zeolite builders and other new materials.

DIRECCION GENERAL DE ADUANAS

- Estadísticas de comercio exterior de España.

DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIAS QUIMICAS Y TEXTILES

- La industria química en España 1.979.

.../...

FEDERACION EMPRESARIAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA ESPAÑOLA(FEIQUE)

- La industria química en cifras.
- La industria química en España en 1.979.

INDUSTRIAL MINERALS

- Raw materials for the refractories industry.
- Revista mensual.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

- Estudio básico para marcar una política de investigación - de rocas de aplicación industrial.
- Estudio económico y tecnológico para la explotación y aprovechamiento de las rocas industriales.
- Monografías de rocas industriales.
- Monografías de sustancias minerales.

LEFOND, S.J.

- Industrial mineral and rocks.

MINERAL RESOURCES CONSULTATIVE COMMITTEE

- Mineral dossiers.

.../...

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

- Estadística minera de España.

SHREVE, B.N. & BRINKS, J.A.

- Chemical process industries.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

- Fertilizer manual.

UNITED NATIONS STATISTICS OFFICE

- The growth of world industry
- Yearbook of international trade statistics.