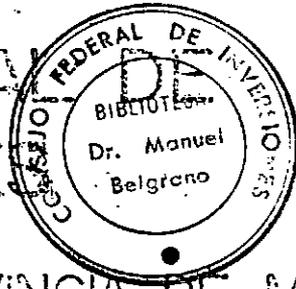


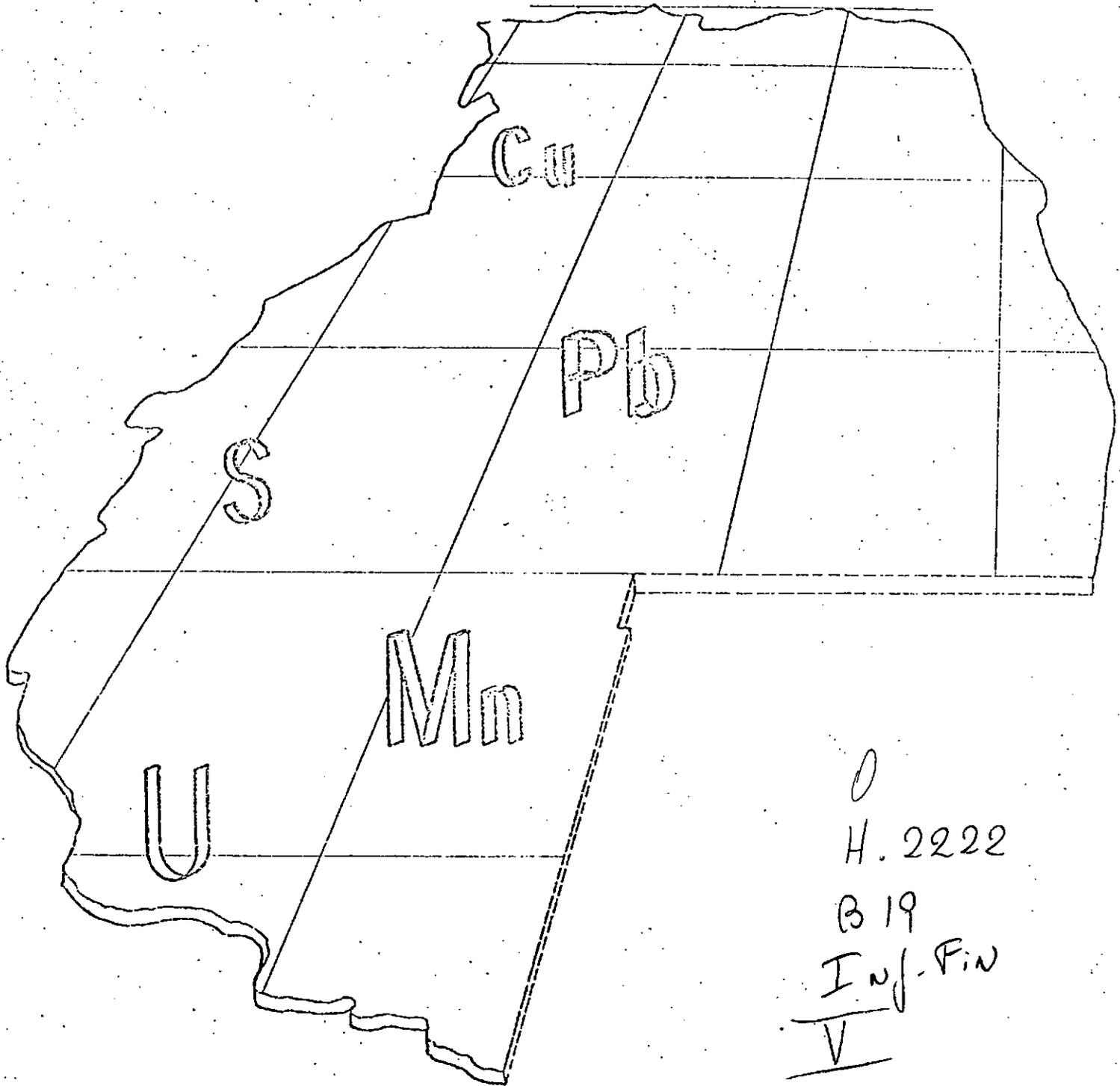
CONSEJO FEDERAL
INVERSIONES



25289

CATALOGADO

DIAGNOSTICO MINERO PROVINCIA DE MENDOZA



0
H. 2222
B 19
Inf. Fin
V

IANSA S.A.
CONSULTORES

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIAGNOSTICO MINERO DE LA
PROVINCIA DE MENDOZA

En memoria del Dr. Inocencio O. Bracaccini

1 9 8 0

RECONOCIMIENTOS

El personalizar nuestro agradecimiento puede hacernos caer en exclusiones injustas. Por esto queremos agradecer, en primer término, a todos aquellos que por alguna razón estuvieron relacionados con nuestro trabajo y nos brindaron su valiosa y / desinteresada colaboración.

Debemos destacar nuestro reconocimiento al Lic. Francisco Del Carril, del Consejo Federal de Inversiones y al Ing° Pablo Blum, Director de Minería de la Provincia de Mendoza, que a través del seguimiento y control permanente del estudio, aportaron sus valiosas críticas, siempre desde una perspectiva positiva, contribuyendo a los resultados logrados por este trabajo.

También agradecemos muy especialmente la valiosa colaboración prestada por la Dirección Nacional de Economía Minera, de la Secretaría de Estado de Minería de la Nación, en las personas del Director Nacional de Economía Minera, Dr. Pelayo Penas, del Dr. Massaccesi, Jefe del Departamento Sectorial de Desarrollo, y de las Dras. Beatriz Coira y Margarita Reynoso, quienes en los temas de su especialidad nos brindaran una inapreciable y permanente colaboración.

Por último nuestro reconocimiento a las siguientes Instituciones, que de una u otra manera aportaron su desinteresada cola

boración, la que contribuyó en forma significativa a enriquecer los alcances y cobertura de los temas analizados:

Banco Nacional de Desarrollo

Comisión Nacional de Energía Atómica

Dirección General de Fabricaciones Militares

Empresa de Agua y Energía Eléctrica

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA

Instituto Geográfico Militar

Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata

Yacimientos Carboníferos Fiscales

Yacimientos Petrolíferos Fiscales

EXPERTOS Y TECNICOS INTERVINIENTES

DIRECTOR DEL PROYECTO: Dr. Inocencio O. Braccacini (Q.E.P.D.)
Dr. Pedro Criado Roqué

Jefe Area Geológico-Minera: Lic. León A. Figueroa (*)

Jefe Area de Economía: Lic. José N. Bianciotto

Jefe Area de Sistemas: Lic. Juan A. Sabalain

Asesor Legal: Dr. Santiago Martinucci Yriart

Area Geológico-Minera:

I Expertos principales:

- Lic. Eduardo Espisua
- Ing. Robert Miller
- Dr. Carlos A. Di Persia
- Lic. Magdalena M. Koukharsky

II Técnicos auxiliares:

- Sra. Beatríz Coco
- Sr. Alejandro Pérez
- Sra. Edda Basiaco
- Sr. Néstor Werner
- Sr. Rubén J. González
- Sr. Arturo A. Serri
- Srta. Silvia M. Accorroni
- Sr. Claudio Parica
- Sr. Oscar López Gamundi
- Sr. Armando Bruera
- Sr. Daniel Pérez

(*): Desempeñó interinamente la Dirección del Proyecto, tras el fallecimiento del Dr. Inocencio O. Braccacini.

Area de cartografía:

Sr. Eduardo Bonnassiolle

Sr. José Vicente Alonso

Area Economía Minera:

Ing° Jorge Luis Correa

Lic. Jorge Barrera

Lic. María Cristina Klimcza

Area de Sistemas:

Lic. Nélide F. Lugo

Srta. Cecilia Marollo

Sr. Diego Feld

Edición y Compaginación:

Sra. Susana Mirta Carmona

INFORME ECONOMICO

INDICE ANALITICO

	pag.
CAPITULO I - INTRODUCCION	2
Consideraciones generales	2
Conclusiones	4
CAPITULO II - INDUSTRIA	10
1. Lineamientos metodológicos	10
2. Industria extractiva y de tratamiento	15
2.1. Extracción manual por mineral	15
2.1.2. Análisis de los datos	19
2.2. Extracción anual por mineral y vaciamiento	24
2.2.1. Análisis de la extracción por departamentos	44
2.3. Reservas de minerales	47
2.3.1. Minerales con producción actual significativa	51
2.3.2. Minerales con producción actual paralizada o no significativa	58
2.4. Tecnología de extracción	71
2.5. Ley y variedad de los minerales	96
2.6. Insumos utilizados y costos operativos	107
2.6.1. Costos de operación en galería	107
Costos directos	109
Costos indirectos	113
Costos totales	116
2.6.2. Costos de operación a cielo abierto	117
2.7. Ubicación y características de las plantas de tratamiento provinciales. Grado de integración con la industria extractiva	119
2.8. Financiamiento y régimen de promoción	126
2.9. Caracterización del empresario minero	130
2.9.1. Categorías de empresarios y/o productores	130

2.9.2.	Rasgos que caracterizan al empresariado minero	135
2.9.3.	Criterios de racionalidad	136
	Conocimientos de las reservas	136
	Insumo de tecnología	136
	El empresario y la competencia	137
	La disponibilidad de transporte	138
	Actitudes en relación al agrupamiento	138
2.9.4.	Espectativas referidas a la expansión de actividades	140
2.9.5.	Como se juzgan a si mismos	140
2.9.6.	De las formas simples de explotación hasta las empresariales	141

CAPITULO III - MANO DE OBRA OCUPADA

1.	Mano de obra ocupada en el sector minero provincial	144
1.1.	Evolución anual de la mano de obra ocupada por tipo de mineral extraído	149
1.2.	Tendencias de la mano de obra por minerales y categorías ocupacionales	150
1.3.	Personal en la industria extractiva y en la industria de tratamiento	153
1.4.	Índice de ocupación	161
1.5.	Escasez de mano de obra	165
1.6.	Niveles de remuneración ofrecidos	168
1.7.	Condiciones sociales de la mano de obra	176
1.7.1.	Vivienda	176
1.7.2.	Situación educacional	179
1.8.	Seguridad e higiene en el trabajo	182
1.8.1.	Seguridad e higiene en yacimientos	183
1.8.2.	Seguridad e higiene en plantas	183
1.8.3.	Servicios sociales	185
1.9.	Conclusiones	186

CAPITULO IV - MERCADO Y COMERCIALIZACION

1.	Análisis histórico de la producción de minerales de Mendoza y de la demanda nacional	191
	Amianto	191
	Azufre	193
	Baritina	195
	Bentonita	196
	Caliza	197
	Minerales de cobre	199
	Fluorita	200
	Manganeso	201
	Talco	202
	Yeso	204
	Uranio	206
2.	Modelo de proyecciones de la demanda	227
2.1.	Enfoque metodológico	227
2.2.	Secuencia de elaboración del modelo	230
2.3.	Resultados de la aplicación del modelo	243
	Baritina	244
	Bentonita	251
	Caliza	257
	Fluorita	262
	Talco	267
	Yeso	272
	Amianto	278
	Azufre	283
	Cobre	286
	Manganeso	290
	Plomo	293
	Uranio	296
3.	Estructura de la comercialización de minerales	302
3.1.	Grupo A	302
3.2.	Grupo B	304

3.3.	Grupo C	309
3.4.	Grupo D	312
4.	Usos de los minerales	330
4.1.	No metalíferos	330
	Bentonita	330
	Baritina	332
	Grafito	336
	Fluorita	340
	Asfaltita	346
	Talco	346
4.2.	Metalíferos	348
	Cobre	348
	Hierro	349
	Manganeso	351
4.3.	Rocas de aplicación	354
	Arcilla	354
	Caliza	357
	Yeso	357
5.	Mercado externo	360
5.1.	Yeso	361
	Introducción	361
	Usos principales	362
	Producción mundial por países	365
	Alemania Occidental	368
	Australia	368
	Austria	369
	Brasil	370
	Canada	370
	Estados Unidos de Norte América	372
	España	373
	Francia	374
	Gran Bretaña	374
	India	375
	Japón	375

	México	376
	U.R.S.S.	376
	Comercio internacional	378
	Precios	380
	Conclusiones	382
5.2.	Talco	383
	Introducción	383
	Usos principales	383
	Producción mundial por países	384
	Austria	388
	Brasil	388
	Canada	389
	China	391
	Corea del Sur	391
	Estados Unidos de Norte América	393
	Finlandia	393
	Francia	393
	India	394
	Italia	395
	U.R.S.S.	396
	Comercio internacional	396
	Precios	399
	Conclusiones	400
CAPITULO V - IDENTIFICACION Y ANALISIS DE PROYECTOS		
1.	Introducción	404
2.	Fluorita	410
3.	Baritina	416
4.	Minerales oxidados de cobre	419
5.	Minerales de uranio	423
6.	Asfaltitas	426
7.	Turba	435
CAPITULO VI - INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE		
1.	Introducción	437

2.	Infraestructura vial y ferroviaria	438
3.	Tonelaje transportado por mineral	449
4.	Flujos de transporte de las cargas minerales	459
4.1.	Cargas transportadas dentro de la Provincia	459
4.2.	Cargas transportadas fuera de la Provincia	464
4.3.	Transporte ferroviario	465
5.	Parque de transporte automotor	478
6.	Parque ferroviario	481
7.	Frecuencias	483
8.	Fletes y tarifas	484
9.	Planes viales relacionados con el sector	487
10.	Promoción y financiamiento para caminos mine- ros	489

CAPITULO VII - INFRAESTRUCTURA ENERGETICA

1.	Introducción	491
2.	Energía eléctrica y actividad minera	492
3.	Generación	493
3.1.	Servicios públicos	493
3.2.	Autogeneración	499
4.	Transporte y distribución	504
4.1.	Lineas de transmisión	504
4.2.	Estaciones transformadoras de rebaje	506
5.	Consumo de energía eléctrica	509
6.	Tarifas eléctricas	513
7.	Polos de desarrollo eléctrico	515

CAPITULO VIII - ANTEPROYECTOS DE INVERSION

1.	<u>Anteproyecto Bentonita</u>	
	Introducción	517
	Origen geológico	521
	Usos principales	527
	Especificaciones técnicas y ensayos	540
	Productos competitivos	550

Paises productores y comercio internacional	551
Tecnologías de extracción y de procesamiento	554
Mercado nacional	557
Dimensionamiento de planta	564
Ingeniería del proceso	566
Inversiones estimadas	570
Costos operativos proyectados	570
Ingresos previstos	573
Evaluación económica	575

2.

Anteproyecto Yeso

Introducción	579
Origen geológico y variedades	583
Cocción del yeso	587
Usos principales	592
Especificaciones técnicas y ensayos	603
Productos competitivos	612
Paises productores y comercio internacional	614
Tecnologías de extracción y procesamiento	621
Mercado nacional	625
Usos del yeso cocido y localización de la demanda	629
Variedades y precios	631
Situación de la industria del yeso en Mendoza	632
Oferta provincial y demanda nacional proyectada	633
Dimensionamiento de una planta de procesamiento de yeso y fabricación de productos premoldeados	634
Selección del tamaño económico	636
Localización	638
Ingeniería del proceso	639
Descripción del proceso sugerido	639
Capacidades	644

Ensayos tecnológicos necesarios	646
Inversiones	647
Costos operativos proyectados	650
Ingresos previstos	657
Evaluación económica	658

3.

Anteproyecto Talco

Introducción	665
Origen geológico y variedades naturales	673
Países productores	681
Usos principales	686
Especificaciones técnicas y normas	715
Productos competitivos	722
Principales firmas productoras mundiales	725
Comercio internacional y precios de mercado	734
Tecnología de extracción y procesamiento	738
Mercado nacional	746
Usos y localización de la demanda	751
Productos competitivos	756
Situación de la industria del talco en Mendoza	757
Oferta provincial y demanda nacional proyectadas	758
Dimensionamiento de planta	759
Selección del tamaño económico	761
Localización	762
Ingeniería del proyecto	763
Descripción del diagrama de flujo	765
Capacidades, rendimientos y elementos de diseño	766
Ensayos tecnológicos necesarios	771
Inversiones estimadas	773
Costos operativos proyectados	775
Ingresos previstos	783
Evaluación económica	784

1. ANTEPROYECTO BENTONITA
CONTENIDO

- 1.1. Introducción
- 1.2. Origen geológico y variedades naturales.
- 1.3. Usos principales.
 - 1.3.1. Fluidos de inyección para perforación de pozos petrolíferos.
 - 1.3.2. Arenas de moldes.
 - 1.3.3. Otros usos.
- 1.4. Especificaciones técnicas y ensayos.
- 1.5. Productos competitivos.
- 1.6. Países productores y comercio internacional.
- 1.7. Tecnologías de extracción y procesamiento.
- 1.8. Mercado nacional.
- 1.9. Dimensionamiento de una planta de beneficio de bentonitas.
- 1.10. Ingeniería del proyecto.
- 1.11. Inversiones estimadas.
- 1.12. Costos operativos proyectados.
- 1.13. Ingresos previstos.
- 1.14. Evaluación económica.

1.1. INTRODUCCION

En el presente anteproyecto nos referiremos conjuntamente a las bentonitas y arcillas activas de características similares a las mismas.

La bentonita es una arcilla de granulaci3n muy fina compuesta principalmente por minerales del grupo de la montmorillonita.

El nombre bentonita le fue dado en 1898 por el dep3sito descubierto entre capas arcillosas en Fort Benton, Wyoming, EE.UU. y donde por primera vez se la caracteriz3 como un tipo especial de arcilla.

Todos los tipos de bentonita contienen alguno, o varios, de los minerales arcillosos (filosilicatos) del grupo de la montmorillonita, o esmectitas como tambi3n se las llama (m3s correctamente esmectitas diocta3dricas, que comprenden tambi3n a la beidelita y a la montronita; 3sta generalmente enriquecida con n3quel y hectorita). La denominaci3n montmorillonita se debe al lugar de su hallazgo, Montmorill3n en Francia.

Debe mencionarse que existe a3n bastante confusi3n acerca de que minerales arcillosos son, o pueden ser, considerados bentonitas y tierras Fuller. En general existe una serie de minerales industriales, arcillosos, utilizados en la industria del petr3leo en la industria metal3rgica, y como absorbentes y decolorantes que son llamados bentonitas, y cuyos mercados son, digamos as3, intercambiables en muchos casos, adem3s de tener or3genes geol3gicos similares. En general se incluyen dos grupos de minerales, el de las esmectitas, que ser3an las bentoni -

tas propiamente dichas (si bien algunas variedades son denominadas tierras de Fuller en Gran Bretaña), y el de las hormitas, que comprenden a las tierras de Fuller según la terminología americana. En muchos depósitos se presentan mezclas bastante íntimas de esmectitas y hormitas (attapulgita y sepiolita), de donde surge a menudo la necesidad de efectuar mineraciones selectivas, o clasificación y separación, si bien a veces los productos comerciales están constituidos por las mezclas tales como se encuentran en la Naturaleza; / en estos casos es necesario controlar la uniformidad de la composición y las propiedades resultantes, ya que dentro de los mismos depósitos suelen presentarse variaciones importantes en las características mineralógicas y físico-químicas.

En Gran Bretaña, desde muy antiguo se utilizaron montmorillonitas cálcicas (o bentonitas cálcicas, que no se hinchan) para el lavado de lanas, y se las llamaba tierras de Fuller, mientras en algunas regiones de Europa otras variedades de arcillas, también con propiedades absorbentes y decolorantes, eran utilizadas para esos fines y denominadas correspondientemente. En los EE.UU. cuando se dejaron de importar las / "tierras" inglesas, y se comenzaron a usar las arcillas attapulgíticas de Georgia, éstas pasaron a llamarse "tierras de Fuller".

También se clasifican las bentonitas según que, en contacto con el agua, se "hinchén", aumentando hasta veinte veces su volumen, o permanezcan prácticamente inalteradas. Las bentonitas de alto hinchamiento, o bentonitas sódicas, una vez expandidas con el agua, entran en suspensión en la misma formando espontáneamente un sol o gel tixotrópico, permaneciendo en suspensión estable; estas bentonitas son las que tienen mayor número de usos individuales. Las bentonitas que no se hinchan

son idénticas a las anteriores, en composición mineralógica, pero difieren en la naturaleza de los iones intercambiables, siendo generalmente calcio y magnesio; estas bentonitas sedimentan, permaneciendo floculadas, pero si el calcio o el magnesio son substituídos por el sodio adquieren la propiedad de desflocular y dispersarse espontáneamente en agua.

Si son tratadas con ácido se tornan absorbentes y decolorantes, cosa que no ocurre al tratar las bentonitas sódicas, porque se destruye la estructura; no obstante debe aclararse que hay bentonitas sódicas con poder absorbente natural, y hay bentonitas intermedias, cálcico-sódicas con capacidad de hinchamiento moderado.

Una cualidad esencial de las arcillas en general, y de las bentonitas en particular, es la capacidad de retener e intercambiar cationes y aniones para compensar una deficiencia de carga eléctrica en la estructura, esta deficiencia puede ser debida a la substitución del silicio tetravalente por aluminio trivalente, como también por el reemplazo del aluminio por el magnesio divalente, y otros iones de valencia igual o superior (hierro, zinc, litio).

El Cuadro siguiente podrá aclarar los aspectos de las diferentes nomenclaturas utilizadas para las bentonitas, a nivel mundial:

Cuadro N° V. 1.1. - CLASIFICACION DE LAS BENTONITAS.

- Grupo de la esmectiva (estructura laminar)

Mineral principal	Términos usuales	Denominaciones
Montmorillonita Sódica	Bentonita sódica	Bentonita Wyoming
	Bentonita de alto hinchamiento	Bentonita del Oeste
	Bentonita activada con sodio.....	Bentonita (G.Br.)
	Bentonita sintética	
Montmorillonita cálcica	Bentonita cálcica sub-bentonita	Bentonita del Sur o de Texas (EE.UU.)
	Bentonita que no se hincha	Tierra de Fuller (G.Br.)
Montmorillonita de magnesio	Saponita y armargosita	
Montmorillonita potásica	Metabentonita	
Montmorillonita de litio y magnesio	Hectorita	

- Grupo de la Hormita (estructura fibrosa)

Attapulgita	Paligorskita	Tierra de Fuller (EE.UU.)
	Lana de Montaña	
Sepiolita	Lana de Montaña	Tierra de Fuller (EE.UU.)

1.2. ORIGEN GEOLÓGICO

Las arcillas montmorilloníticas, como puede ser inferido de las fórmulas de los minerales del grupo, necesitan como elementos esenciales para su formación del silicio, del aluminio, del hierro, del magnesio y del calcio, además de oxígeno e hidrógeno, estos últimos generalmente en la forma de agua; por lo tanto pueden ser formadas por la acción del intemperismo sobre rocas, generalmente ferromagnesianas, que contienen esos elementos, en ambientes ricos en agua, a temperaturas próximas a la ambiente, o también en condiciones hidrotermales.

La evidencia soporta la teoría de que la mayoría de los depósitos de bentonita (esmectita) se formaron a partir de cenizas volcánicas depositadas principalmente en el fondo de mares, si bien algunos depósitos se acumularon en lagos alcalinos (resultando en formación de paligorsquita y sepiolita, en vez de montmorillonita, o mezclas de ellas). Como es de esperar diferentes bentonitas se han originado a partir de rocas volcánicas de varios tipos, desde andesitas, hasta riolitas, y también en función de la composición química de las aguas de lixiviación. Las capas resultantes de este tipo de alteración continuaron, aparentemente, sufriendo cambios durante prolongados períodos, y probablemente a lo largo de toda su historia geológica.

Se cree que durante todo el tiempo de la descomposición inicial de las cenizas volcánicas, y aún después las aguas permanecieron en contacto con ellas por condiciones restringidas de drenaje. Al formarse en las condiciones de superficie la montmorillonita es un mineral más o menos estable.

Considerando ahora la mineralogía de las bentonitas, el término esmectita se aplica al grupo, mientras que el de montmo

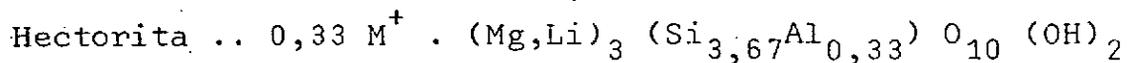
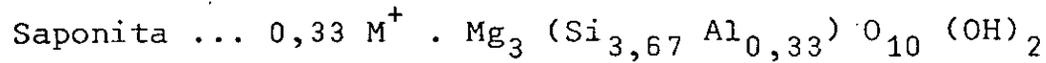
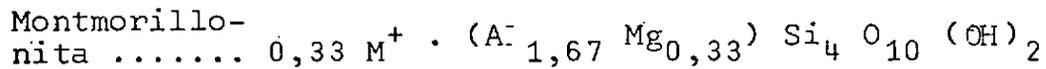
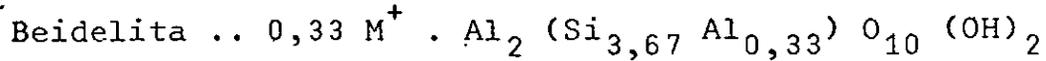
rillonita es el nombre de la especie mineral, y actualmente el primer término está adquiriendo más difusión; las montmorillonitas, incluyendo las sódicas y las cálcicas, son los miembros más comunes de este grupo presentes en las bentonitas, y en muchas tierras de blanqueo, pero también la saponita (esmeclita magnesiana) y la hectorita (variedad con litio y magnesio) son los constituyentes más importantes de algunas bentonitas especiales.

De acuerdo con las estructuras más aceptadas, la esmeclita consiste en dos capas de tetraedros de sílice que rodean a una capa central de octaedros de hidróxido de aluminio, unidas entre sí por los oxígenos comunes a las capas, pero estas uniones son débiles, y el agua, y otros líquidos polares, pueden penetrar entre las capas, causando una expansión de la estructura (de 10 Å a 40 Å). La estructura de las esmeclitas es similar a la del talco, la pirofilita, la vermiculita y las micas. La fórmula teórica de la esmeclita es $Al_4Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$, o sea que sin el agua interplanar sería: 66,7% SiO_2 ; 28,3% Al_2O_3 y 5% H_2O ; pero las esmeclitas siempre difieren de esa composición, como puede verse en el cuadro N° V.12 porque siempre existen substituciones isomórficas en porcentajes moderado (hasta cerca del 15%) del aluminio por el silicio en las posiciones tetraédricas, y, en las posiciones octaédricas además del aluminio puede haber hierro, magnesio u otros, siendo en realidad la fórmula restante: $(Al_2 - y Mgy) (Si_4 - x Alx) O_{10} (OH)_2$, con $x+y$ variando entre 0,3 y 0,5; pero esto ocasiona una deficiencia de cargas positivas, la cual debe ser equilibrada por cationes hidratados que se ubican, entre las capas estructurales; estos cationes no están ligados irreversiblemente y pueden ser intercambiados por otros; los cationes pueden ser sodio, calcio, potasio, magnesio, litio e hidrógeno; la capacidad de intercambio puede variar más frecuentemente entre 60 y 150 miliequivalentes por 100 g de bentonita.

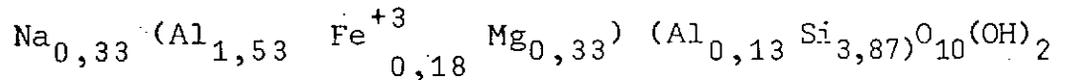
CUADRO Nº 5.1.2. - ANALISIS QUIMICOS DE BENTONITA.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ ⁺ FeO	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P. Fue go	H ₂ O (Li bre)
High Swelling, Wyoming, EE.UU.	59,17	19,09	3,20	0,13	2,12	0,48	2,20	0,37	4,74	8,00
Polkville, Mississippi, EE.UU.	50,20	16,19	4,13	0,20	4,12	2,18	0,17	0,16	7,57	15,58
Tierra Fuller, Gran Bretaña	49,72	16,39	4,10	0,58	2,56	4,19	0,66	1,55	7,42	12,21
Attapulgita, Georgia, EE.UU.	53,96	8,56	3,29	0,24	10,07	2,01	0,03	0,39	11,51	9,79
Ponza, Italia (Base seca)	67,42	15,83	0,88	n.d.	1,29	2,64		1,09	10,85	n.d.
Cerdeña, Italia (Base seca)	69,95	15,88	1,99	n.d.	2,29	1,45	1,12	0,32	7,0	n.d.

Las fórmulas (aún altamente idealizadas) quedarían así para algunas esmectitas típicas:



Por ejemplo, la bentonita de Wyoming contiene montmorillonita sódica con la fórmula estructural:



Todas las bentonitas contienen otros minerales que las impurifican, los cuales pueden variar mucho en calidad y cantidad, pueden ser otros minerales arcillosos como caolinita e illita, también feldespatos (principalmente ortoclasa y oligoclasa), biotita, cuarzo, piroxenos, circon, que pueden haber sido originalmente fenocristales presentes en el vidrio volcánico; también sulfatos, carbonatos, ópalo, zeolitas, pueden estar presentes.

Los principales depósitos de tierras de Fuller no bentoníticas, consisten en paligorsquita (attapulgita): $(\text{Mg}_{2,5-x} \text{Al}_x) (\text{Si}_{4-x} \text{Al}_x) \text{O}_{10} (\text{OH}) (\text{H}_2\text{O})_2$ y sepiolitas $((\text{Mg}_{4-x} \text{Al}_x) (\text{Si}_{6-x} \text{Al}_x) \text{O}_{15} (\text{OH})_2 (\text{H}_2\text{O})_2)$, minerales arcillosos fibrosos, porosos y de estructura cristalina balanceada eléctricamente.

La bentonita generalmente se presenta en capas o en cuerpos lenticulares alineados a lo largo de zonas estratigráficas definidas; en algunos depósitos estas capas se extienden por más de 200 millas, mientras que otros, particularmente los lenticulares, pueden ser de solamente algunos pocos cientos de metros de diámetro; el espesor de los depósitos / puede variar desde 30 cm hasta más de 10 metros.

Los yacimientos mantiformes generalmente presentan una nítida discontinuidad con las rocas subyacentes y una variación gradual con los estratos superiores. Los depósitos de origen hidrotermal tienden a ser de formas irregulares, intercalándose con las rocas encajantes en todas direcciones,

En el Cuadro N° V.1.3. se dan las reservas mundiales de bentonitas y tierras de Fuller según las estimaciones de USBM - hechas en 1973; pueden considerarse conservadoras, pero indican que no habría problemas de abastecimiento considerando el problema en forma global; pero debe señalarse que las bentonitas de la mejor calidad son relativamente escasas.

CUADRO N° V.1.3. - RESERVAS MUNDIALES DE BENTONITAS

- América del Norte:	
EE.UU.	4.080.000
Otros	180.000.000
- América del Sur:	25.000.000
- Europa:	
Gran Bretaña	450.000.000
U.R.S.S. ..	225.000.000
Otros	68.000.000
- Africa:	180.000.000
- Asia:	225.000.000
- Australia:	<u>45.000.000</u>
T O T A L	5.478.000.000

El 25% serían bentonitas y el resto diversas variedades absorbentes y decolorantes.

1.3. USOS PRINCIPALES

La utilidad de la bentonita como ligante de las arenas de molde para fundición de hierro y acero fué establecida en los años 20, y poco después comenzó también en ser utilizada en los lodos de inyección para la perforación de pozos de petróleo y gas. El poder absorbente y decolorante de ciertas arcillas bentoníticas y similares era conocido desde la antigüedad, pero su uso en la refinación de aceites minerales se hizo importante desde comienzos de este siglo, luego esta aplicación comenzó a perder importancia al perfeccionarse las técnicas de refinación, pero otros mercados que hacen uso de las propiedades absorbentes fueron surgiendo rápidamente, como depuración y clarificación de aguas, decoloración y purificación de grasas y aceites vegetales y animales, filtración de vinos, absorción de desperdicios animales e industriales (en los EE. UU. se producen más de 90 tipos diferentes de tierras de Fuller, para aplicaciones industriales, farmacéuticas y sanitarias). El empleo de bentonita como aglomerante en la peletización de mineral de hierro surgió a comienzos de la década del 60, y hoy en los EE.UU. representa más del 22% del mercado, frente a un 23% de los usos como absorbente y decolorante.

En el Cuadro N° V .4. se muestran los consumos internos en los EE.UU., durante 1975, distribuidos de acuerdo con la clasificación del U.S.B.M.; se observa que la absorción, el peletizado, los lodos de perforación y las arenas de fundición utilizan casi el 75% del total de las bentonitas y attapulgita.

La importancia relativa de los varios sectores consumidores de bentonita varía mucho según los países; en el Cuadro N° / V. .5, se dan los consumos en el Japón, donde el uso en Fundición predomina netamente (alrededor del 35%), y son muy importantes los usos como impermeabilizante en ingeniería civil (15%) y como soporte de insecticidas (20%).

CUADRO N° V. 1.4. - CONSUMOS DE BENTONITAS EN LOS ESTADOS UNIDOS.

CONCEPTO	Bentonitas		Tierras de Fuller			Total
	Sin hinchamiento	De alto hinchamiento	Subtotal	Attapulgita	Montmorillonita		Subtotal
Alimentación animal	45.145	114.540	159.685	-	-	159.685
Barros de perforación	23.409	644.375	667.784	79.799	-	747.583
Decolorantes y absorbentes	102.218	32.489	134.707	339.920	336.501	811.128
Arenas de moldeo	219.615	422.480	642.095	-	-	642.095
Pesticidas	2.233	469	2.702	135.213	44.670	182.585
Peletizado de mineral de hierro	-	796.366	796.366	-	-	796.366
Otros (1)	26.128	94.123	120.251	41.839	28.222	190.312
TOTALES	418.748	2.104.842	2.523.590	596.771	409.393	3.529.754

(1): Comprende principalmente fertilizantes y aislación hidráulica.

(2): Esta cifra aumentó en un 10% en 1976, y hay evidencias que el crecimiento continuó en 1977 y 1978.

CUADRO N° V 1.5 - CONSUMOS DE BENTONITA EN JAPON

	1973	1974	1975	1976
-Arenas de moldeo	1186.820	166.389	124.605	132.361
-Barros de perforación	18.007	18.099	24.033	24.941
-Ingeniería Civil (Impermeabilización)	74.945	47.907	49.567	64.614
-Peletización de m.de hierro	69.861	76.911	74.411	67.018
-Insecticidas	65.478	93.011	75.807	67.834
-Otros	32.864	37.923	37.589	37.545
Totales	447.975	440.240	386.012	394.313

1.3.1 Fluídos de Inyección Para la Perforación de Pozos Petrolíferos

La perforación de pozos petrolíferos, o gasíferos, es una operación sumamente complicada, sobre todo cuando se trabaja a grandes profundidades o en el mar. Los fluídos utilizados en las perforaciones, llamados comúnmente "lodos" o "barros", pueden consistir desde un simple barro de agua y bentonita, hasta una sofisticada mezcla científicamente formulada en función de las características del pozo, y existen numerosas firmas internacionales especializadas en esta actividad, muy rentable por cierto.

De los fluídos de perforación, hoy en día se acepta que cumplen por lo menos las siguientes funciones:

- 1- Remover los escombros del fondo del pozo y llevarlos a la superficie.
- 2- Enfriar y lubricar el barreno.
- 3- Impermeabilizar las paredes del pozo.
- 4- Producir presión hidrostática para sostener las paredes poco rígidas.
- 5- Mantener los escombros en suspensión cuando se interrumpa la circulación.
- 6- Soportar parte del peso de las cañerías de perforación.
- 7- Reducir a un mínimo cualquier efecto adverso sobre las formaciones adyacentes al pozo.
- 8- Brindar información sobre las características de los estratos que son atravesados.
- 9- Transmitir potencia hidráulica al barreno.
- 10- Ser de fácil bombeo.

Para poder efectivamente cumplir esas funciones, mientras se atraviesan formaciones de diversas características se han desarrollado muchos tipos de barros. Básicamente se clasifican en fluídos de base acuosa y en base a petróleo; los más comunes son los primeros, formados por agua como la fase continua,

y una fase dispersa, constituida por la arcilla, que mantiene la suspensión por ser la fracción coloidal, y los sólidos inertes, generalmente baritina, que aumentan la densidad del lodo. Otros componentes sólidos (arena, mica, carbonatos) y en solución, contribuyen a controlar las propiedades de la suspensión. El agua utilizada puede ser dulce o salada; en el primer caso si el agua contiene altas concentraciones de calcio y magnesio, debe ser tratada con yeso, carbonato de sodio o bicarbonato de sodio. Se emplea agua salada, que puede ser agua de mar o soluciones preparadas más concentradas y hasta la saturación, para casos especiales como perforaciones a través de mantos salinos o para evitar hidratación de algunas formaciones geológicas, o, simplemente por economía, en las perforaciones marinas.

Los barros con petróleo son de dos tipos, los constituidos por diesel oil mezclado con asfaltos oxidados, ácidos orgánicos, asfaltita y agentes estabilizadores, y aquellos formados por una emulsión de 50% de agua en petróleo y diversos agentes estabilizantes. Estos fluidos se utilizan para atravesar formaciones esquistas particularmente difíciles, para pozos muy profundos y calientes, para minimizar la corrosión de las cañerías al perforar zonas con anhídrido carbónico y ácido sulfhídrico, para no producir alteraciones en probables zonas productivas, etcétera.

Los dos productos básicos empleados en los barros acuosos, que son cuantitativamente los más importantes, son la baritina y la bentonita; la primera se utiliza para darle al fluido una alta densidad (hasta 2,6 g/cm³) y la segunda para impartir la viscosidad y tixotropía a la suspensión. La tixotropía es la propiedad de un líquido, o suspensión coloidal, de tornarse menos rígido y viscoso por la agitación, y gelificar

se en reposo; esto es deseable en los fluidos de perforación para mantener las partículas en suspensión al detenerse la -
agitación.

Las bentonitas más usadas para este fin son las sódicas, naturales o tratadas, de alto hinchamiento, pero también son usadas las cálcicas, más económicas, y la attapulgita cuando hay altas concentraciones salinas que producen la floculación de las partículas de bentonita (lo cual exige el uso de dispersantes, como los lignosulfonatos), y también en la perforación de pozos geotérmicos.

Comentaremos algunas de las propiedades más importantes de las bentonitas vinculadas con esta aplicación:

Durante la perforación el barro ejerce presión sobre las paredes del pozo, la cual tiende a forzar su penetración en las camadas perforadas, y a medida que el agua va siendo absorbida por los poros de las formaciones atravesadas, las partículas de la arcilla son retenidas formando una camada fina, o "pared de filtración" (filter-cake), que va aumentando de espesor, hasta que se torna impermeable, calafateando las paredes e impide la pérdida de agua por filtración a través de las mismas. El ensayo de "filtrado" se realiza generalmente con un filtro prensa de laboratorio, Baroid (API, RP 13B). La viscosidad plástica es otra propiedad fundamental; y es determinada por los viscosímetros Marsh o Fann, sobre una suspensión con 6% de bentonita. Es importante que la bentonita tenga una alta viscosidad y una baja filtración, además de no contener partículas arenosas, mayores que malla 200; el pH de la suspensión también debe encontrarse entre ciertos límites, para evitar problemas de corrosión.

Es de fundamental importancia la cantidad de bentonita que precisa ser mezclada con el agua para preparar un lodo bombeable, y depende del hinchamiento de la arcilla; se la denomina "rendimiento", y en general éste es definido como el número de metros cúbicos (o barriles) de lodo de 15 cP de viscosidad aparente, que pueden ser preparados con 1 t de bentonita. Las bentonitas sódicas son altamente coloidales, y se clasifican como de alto rendimiento, ya que dan de 12,5 m³ a 17 m³ de barro por tonelada de arcilla seca (máximo 10% de humedad) y pulverizada. Las arcillas que dan de 6 m³ a 12,5 m³ se consideran de rendimiento medio, y las que producen menos de 6 m³ de bajo rendimiento. Las bentonitas de alto rendimiento requieren generalmente de 6% a 9% de sólidos en suspensión, las más pobres pueden ser preparadas hasta con 25% de sólidos.

El "hinchamiento" es también medido directamente con 2 g de bentonita en 100 cm³ de agua.

1.3.2. Arenas de moldeo

Un sector muy importante para el consumo de bentonitas es el de las fundiciones; surgió al irse sustituyendo el uso de las arenas naturales que se utilizaban para moldeo por mezclas de arena y bentonita, que permiten obtener mayores efectos aglutinantes; puede considerarse que, a nivel mundial, un 96% de las piezas coladas, de fundición y de acero, lo son en moldes de arena.

La arena silíceo es mezclada con la bentonita y el agua adecuada para desarrollar propiedades de moldabilidad, el agua dá plasticidad a la arcilla, y el mezclado provoca el recu-

brimiento de los granos de arena, ligándolos entre sí al conformarse el molde; debe agregarse suficiente bentonita para permitir la formación del molde sin que se produzca su colapso, y la resistencia del mismo debe soportar su llenado con el metal líquido, manteniendo su forma hasta que éste se haya solidificado. Las piezas pequeñas son generalmente coladas con los moldes "verdes", mientras que las mayores requieren el secado, y endurecimiento de los mismos.

La bentonita se mezcla con la arena en proporciones del 5% a 10%, su gran plasticidad permite una excelente aglomeración. Se utilizan bentonitas sódicas y cálcicas según las propiedades deseadas. Las sódicas, que retienen más la humedad no son tan fácilmente deshidratadas cuando se someten al calor, y dan una mayor resistencia mecánica en seco y en caliente, resultando en una mejor durabilidad; son también más refractarias y se las prefiere para la fundición de acero y de grandes piezas.

Las bentonitas cálcicas, y también las sódicas sintéticas, que desarrollan más rápidamente la liga en verde, dando una buena resistencia mecánica, son usadas para hierro fundido; los moldes se destruyen fácilmente, y la mezcla arena-bentonita-agua fluye eficientemente.

Frecuentemente se utilizan mezclas de ambos tipos de bentonitas, o bentonitas sódico-cálcicas, para obtener propiedades combinadas. Las propiedades que interesan para esta aplicación son la resistencia mecánica, que se determina como la resistencia a la compresión de cuerpos de prueba moldeados con mezclas normalizadas arena+agua+bentonita, ensayados en verde, secados o sometidos a diversos tratamientos térmicos.

Otras propiedades importantes son el índice de gelificación, capacidad de hincharse en agua para formar un gel; el límite líquido, capacidad de retener agua sin fluír, que se considera una cierta medida del poder aglutinante; la permeabilidad, la humedad y la granulometría. Debe señalarse que tanto para la aplicación en fundición como para barros de inyección es imprescindible la tipificación de las bentonitas, ya sean cálcicas, sódicas, mixtas, attapulgita, mezclas de varios de estos minerales, o tratadas, y las propiedades de cada tipo deben ser mantenidas dentro de estrechos límites, porque el usuario debe poder estar en condiciones de formular sus mezclas sin tener que depender de las variaciones de cada partida recibida, y de un material de escaso valor relativo, como es la bentonita, están pendientes materiales y equipos muy costosos.

1.3.3. Otros Usos

Las propiedades ligantes de la bentonita fueron aprovechadas para unir los finos de minerales de hierro de diversos tipos cuando se desarrolló la técnica de la peletización; esta aplicación es de gran importancia si se considera que la capacidad mundial de peletización es de unos 200 millones de mineral de hierro y que generalmente se utiliza un 1% de bentonita. La producción de pellets deriva de la necesidad de cargar en los altos hornos solamente mineral de hierro de granulometría gruesa, y de la existencia de muchos minerales finos, o que precisan ser molidos para proceder a su concentración, que debían ser aprovechados. Los pellets, bolitas de 10 mm a 15 mm de diámetro deben tener buena resistencia a la compresión, al impacto y a la abrasión, y también a los cam-

bios bruscos de temperatura, de tamaño uniforme, superficie lisa y ser fácilmente reducibles. Por ejemplo, pelets verdes obtenidos por el proceso térmico con tambor peletizador, conteniendo 0,7% a 1,0% de bentonita y 8-10% de humedad, tendrán una resistencia individual a la concentración de 1,3 a 1,7 kg, luego de secadas pueden llegar a más de 200 kg.

Las bentonitas usadas pueden ser sódicas, naturales o tratadas, o cálcicas.

Los usos de la bentonita y las tierras de Fuller como absorbentes, clarificantes, filtrantes y decolorantes son múltiples. La filtración y decoloración de aceites vegetales es una de las más importantes aplicaciones individuales, representando por ejemplo, en los EE.UU., en 1976, casi un 4% del consumo total, con más de 150.000 toneladas, dos veces y medio superior al consumo para tratar grasas y aceites minerales. La refinación de la melaza del azúcar de caña, del vino y de la cerveza, son también usos importantes de las bentonitas cálcicas y de las activadas con ácido; éstas suelen tener mayor poder decolorante, pero para aceites livianos y líquidos sensibles se prefieren las primeras. En la absorción de restos orgánicos (deyecciones animales) y desperdicios industriales (combustibles y lubricantes), así como para carga de pesticidas y fertilizantes (uso que demanda un 6% del consumo en los EE.UU.), se usan las bentonitas cálcicas y la attapulgita; mientras que para preparación de raciones animales predominan las bentonitas de alto hinchamiento.

Los términos "arcilla decolorante", "tierra decolorante", "arcilla clarificante", "tierra de Fuller", "arcilla absorbente", son los usados normalmente, y también, más precisamente, cambiando la palabra arcilla por bentonita. La propie

dad que interesa es la capacidad para adsorber materias - colorantes disueltas en los aceites vegetales, animales o minerales; esta propiedad puede ser natural de una bentonita o attapulgita, o ser promovida, o mejorada, por la "activación" con un tratamiento ácido, para esto en Europa se usa ácido clorhídrico mientras que en los EE.UU. se emplea sulfúrico. La activación consiste en transformar - la montmorillonita, por sustitución de los cationes sodio, potasio, magnesio y calcio, por el catión hidrógeno, en - montmorillonita ácida, con alguna pérdida de hierro y aluminio; la activación ácida sirve para aumentar la superficie específica y también la porosidad aparente de la arcilla.

En la decoloración de aceites se exige que la bentonita elimine al máximo los colorantes rojos, azules y amarillos; que retenga un mínimo de aceite; que filtre bien; que no reaccione con el aceite ni le transmita olor o sabor desagradables. Algunas bentonitas activas son de uso amplio, y otras son específicas para adsorber colorantes determinados. La bentonita para estos usos puede ser molida finamente, si se utiliza el método de contacto para el tratamiento de los aceites, o de granulometría gruesa (o preparada en forma de gránulos o pequeños cilindros), si se emplea el proceso de percolación. El consumo de bentonita varía - entre el 1% y el 6% del peso de aceite decolorado.

Para la clarificación de melazas se usa la bentonita fina, y se prepara una suspensión al 2,5% a 3,3%; los consumos - pueden ser de 150 g a 500 g por tonelada de caña molida.

Otros usos importantes de la bentonita, donde se aprovechan sus propiedades absorbentes es en el tratamiento de

aguas (en conjunto con el sulfato de aluminio), en la fabricación de adhesivos en la decoloración de periódicos viejos, en la flotación de minerales, como soporte de catalizadores, fabricación de pinturas, etcétera.

Se mencionó también la importancia de la bentonita usada en Japón para ingeniería civil. En el Cuadro N° V.1.6., donde se muestran los usos de la bentonita en Alemania, también se puede apreciar lo significativo de este empleo.

Dispersiones de bentonita sódica se utilizan para formar, - como en los pozos de petróleo, capas impermeables en paredes, canales, fondos de lagunas artificiales, para proteger cimientos y fundaciones, y en túneles (como los de subterráneos); también se inyectan barbotinas de bentonitas para sellar fisuras en macizos rocosos o en paredes de diques, donde se gelifica impidiendo la penetración de aguas.

Finalmente podemos mencionar otros usos de la bentonita: - carga de goma, papel, cosméticos, productos farmacéuticos, jabones, detergentes, esmaltes, barnices; en la industria cerámica para aumentar la plasticidad de arcillas y aumentar la resistencia de las piezas cocidas; también se usa en cementos y yesos, para modificar la resistencia y la velocidad de fraguado, y como impermeabilizante.

Para muchos usos se requieren bentonitas muy blancas, y en algunos casos micronizadas.

En los EE.UU., en 1973, el USBM pronosticó una demanda para el año 2000 de 10.900.000 toneladas, lo que significaría un crecimiento anual acumulativo del 4,5%; de este total unas 1.800.000 t serían destinadas a la industria petrolera,

CUADRO N° V.1.6. - CONSUMO DE BENTONITA EN ALEMANIA.

Mercado	Consumo en 1974 (en t)	Material Preferido
Fundición de hierro	245.000	Bentonitas locales tra- tadas con carbonato de sodio.
Fundición de acero	100.000	Bentonitas importadas de Wyoming.
Ingeniería - civil	75.000	Bentonitas locales tra- tadas con Carbonato de sodio.
Flúidos de - perforación.	50.000	Idem.
Refinación de aceites	100.000	Bentonitas locales ac- tivadas con ácido.
Absorción de excrementos - de animales - domésticos ..	30.000	Sepiolita española y a ttapulgita de EE.UU.
Varios	75.000	Principalmente locales

Considerando la bentonita de alto hinchamiento, y solamente los tres usos principales (pétreleo, peletizado y fundiciones), el crecimiento, entre 1976 y el año 2000, es estimado en un 3,5% anual acumulativo, indicando que los otros usos tienen una mayor dinámica de crecimiento.

1.4. Especificaciones técnicas y ensayos.

La calidad inherente de la bentonita de un determinado depósito define en gran parte cuales serán sus aplicaciones finales, y las diferencias estructurales entre los minerales de distintos depósitos imponen los límites técnicos y económicos a la posibilidad de mejorar las propiedades de esa bentonita en particular; en general un tipo de bentonita no es el mejor para todos los usos, y existen bentonitas particularmente adecuadas para ciertas aplicaciones. Las especificaciones que se usan para los diferentes tipos de bentonitas y arcillas activas son muy variables, dependiendo de los mercados atendidos, y, en muchos casos, del tipo de materias primas disponibles en un determinado país o región. Por su calidad y difusión, las bentonitas de Wyoming han sido preferidas, y determinado los requerimientos, para muchas aplicaciones, pero hoy en día con las diversas técnicas de concentración, beneficio y transformación de propiedades se puede realizar un óptimo aprovechamiento de bentonitas que naturalmente no poseen propiedades tan sobresalientes como aquellas. La aplicación más crítica para la bentonita y la attapulgita es en fluídos / para perforación. Las normas más utilizadas en este sector son las del API (American Petroleum Institute, de los EEJU) y las de la OCMA (Oil Companies Materials Association, de Gran Bretaña); las primeras, basadas en las propiedades de las bentonitas de Wyoming, son más exigentes, y se hace in-

capié en las propiedades de suspensión, como la viscosidad plástica y la filtración; la primera se determina con una suspensión de bentonita en agua al 6%, midiendo la viscosidad de la misma a 600 r.p.m. y a 300 r.p.m., siendo la diferencia entre los dos valores la "viscosidad plástica", / que no debe ser inferior a 8 cp; las pérdidas de agua por filtración de una suspensión de 10 g de bentonita en 350 cm³ de agua no deben ser mayores que 14 cm³ (API RP 13B). Otras propiedades determinadas usualmente son las siguientes:

- Desintegración en agua

Esta prueba no tiene gran valor aisladamente, pero permite establecer una distinción entre aquellas bentonitas - que presentan una desintegración total, con apreciable / hinchamiento, al ser sumergidas en agua, y aquellas en - las cuales la desintegración es insignificante o nula, po - sible indicio de tierras de Fuller.

El ensayo también da una idea de la facilidad con la cual la muestra puede ser lavada a través del tamiz de malla - 200, primer paso de la determinación granulométrica.

El procedimiento es el siguiente, un trozo de unos 50 g - de forma aproximadamente cúbica, tomada de la muestra ori - ginal, se coloca en un vaso de precipitación y se seca en estufa a 105 °C - 110 °C. Se deja enfriar y se vierte en el vaso agua destilada, evitando tocar la muestra, llevan - do el nivel de agua a unos 2 cm por encima del trozo de - muestra.

Se deja en reposo unas 24 horas y luego se hace la obser - vación, informando sobre sus características, teniendo en cuenta:

- a) la desintegración, que puede ser total, parcial o nula,
- b) la naturaleza del material desintegrado: pulverulento, granular, gelatinoso, grumoso, etc.
- c) estado de turbidez del líquido (alta, mediana, baja, - etc.)

- Grado de hinchamiento.

Una de las propiedades más singulares de las bentonitas, es la de hincharse considerablemente con el agua formando masas gelatinosas.

Esta propiedad está íntimamente ligada a la estructura de las arcillas coloidales y se debe a que cada molécula atrae hacia sí una cierta cantidad de agua y se aleja de las moléculas vecinas. Además se debe también a que entre cada parte plana de la estructura de la molécula del tipo de la montorillonita se produce una absorción de agua que separa estas partes, las unas de las otras.

El fenómeno del hinchamiento es reversible, es decir que una bentonita puede secarse e hincharse nuevamente tantas veces como se quiera, sin que se modifiquen sus propiedades, siempre que el agua sea pura y que la temperatura a que se seque no pase de los 220 °C.

La temperatura afecta la facultad de hincharse: para ciertas bentonitas de Wyoming la facultad de hincharse no queda mayormente afectada por temperaturas no superiores a 230 °C; a partir de esta temperatura disminuye poco a poco y a 650 °C queda completamente destruída.

Al determinar el grado de hinchamiento hay que tener presente que no se debe agregar el agua a la arcilla sino que hay que agregar ésta al agua porque en el primer caso hay una absorción rápida por la capa exterior que gelifica rápidamente haciéndose impermeable, con lo cual se interrumpe el fenómeno, se procede de la siguiente manera:

Secar la muestra en estufa a 100-150 °C, durante 15 minutos. Sobre 100 ml. de agua colocados en probeta de igual volumen se van agregando muy lentamente 2 g. de bentonita. Tener especial cuidado de que las adiciones se hagan en pequeñas cantidades, que las partículas al irse depositando no rocen las paredes de las probetas y de no adicionar otra porción hasta que la anterior haya sedimentado totalmente. Terminada dicha operación se lee en la probeta el volumen de la bentonita depositada. Dicho valor es el índice de hinchamiento. (Dejar reposar durante 2 horas como mínimo).

- El rendimiento, del que ya hemos tratado, se define como el número de barriles de una suspensión de 15 cp que se pueden preparar con una tonelada de bentonita; en los EE.UU. es habitual exigir un mínimo de 90 barriles, si bien se está dejando de aplicar esta determinación en muchos casos.

- Índice de Gelificación

Cuando se añade una bentonita sobre agua en la proporción del 1 al 2% y se agita con energía se obtiene una suspensión permanente que puede transformarse en "gel" por acción de electrolitos, pero para obtener directamente geles de bentonita con agua pura es necesario alcanzar una concentración de 1:5.

Con esta concentración, si la muestra es de buena calidad se forma inmediatamente un gel en medio acuoso. Con una concentración de 1:10 es necesario agitar fuertemente para obtener el mismo resultado; para 1:15 el gel solidifica después de unos minutos y cuando la concentración alcanza a 1:20 el gel tarda mucho tiempo en solidificarse.

Estos geles son "tixotrópicos", es decir que son capaces de licuarse por agitación y recuperar el estado sólido con el reposo.

Esta es una propiedad muy particular de la materia común a diversos coloides, pero característica para los geles de bentonita y es debida al hinchamiento intercrystalino.

Si se mezcla una bentonita con 6 ó 7 partes de agua se obtiene una pasta homogénea que tiene el aspecto y la consistencia de una grasa espesa.

Esta determinación es muy importante y permite diferenciar de un modo casi absoluto una bentonita de una arcilla común. El ensayo se practica en el siguiente modo:

Secar la muestra en estufa a 100-105 °C, durante 15 minutos. Pesar 4 g de bentonita y 0,2 g de OMg y colocarlos en una probeta de 100 ml. Llevar a volúmen con agua destilada. Agitar con varilla de vidrio hasta que no observen grumos o partículas sólidas. Dejar sedimentar durante 6 horas como mínimo. Una vez que la bentonita haya gelificado totalmente restar de 100 ml. el volúmen de agua clarificada. Dicho valor es el índice de gelificación.

La API exige también un máximo de 2,5% de partículas mayores que malla 200, y una humedad inferior al 12%.

Las especificaciones de OCMA (DFCP-4) se refieren prácticamente a las mismas propiedades, y los métodos difieren muy poco, pero las tolerancias son en general menos estrictas: viscosi-

dad aparente (6,5 g. de bentonita, en 100 cm³ de agua) mínima 15 cp; pérdida por filtración de 15 cm³ máximo; humedad máxima 15%; residuo sobre malla 200 máximo 2,5% y pasando por malla 100 (tamizado en seco) mínimo 98%.

Para las bentonitas utilizadas en fundición, además de las especificaciones de humedad, índice de gelificación granulometría e hinchamiento, se exigen otras, dadas por la Steel Founders Society of America (SFSA 13T), y ensayadas según métodos de la American Foundry Men's Society; interesan el potencial de hidrógeno (pH, debe ser igual o superior a 8,2); límite líquido; permeabilidad; el contenido de calcio (en caso de tratarse de bentonitas sódicas); dureza, y, muy importante la resistencia mecánica; esta última se determina sobre probetas normalizadas moldeadas con una mezcla de arena, de granulometría determinada, y 8% de bentonita, con el porcentaje de agua necesaria para un buen moldeo (2% a 6%); resistencias normales a la compresión en verde son 300 gr/cm²; luego de secado 3 horas a 110°C 3 kg/cm².

Se transcribe a continuación la especificación militar americana (MIL, 1958), que distingue las bentonitas sódicas y cálcicas para fundiciones:

CUADRO N° V.1.7. -

COMPONENTES	BENTONITA MAXIMO	SODICA MINIMO	BENTONICA MAXIMO	CALCICA MINIMO
SiO ₂ (%)	62,0	54,0	56,0	47,0
Al ₂ O ₃ (%)	23,0	18,0	20,0	15,0
CaO (%)	0,7	0,2	-	1,0
Na ₂ O (%)	-	0,5	0,7	-
Feo + Fe ₂ O ₃ (%)	8,0	-	8,0	-
Humedad (%)	12,0	6,0	12,0	6,0
Resistencia a la compresión en verde (kg/cm ²)	-	0,36	-	0,35
Resistencia a la compresión en frío (kg/cm ²)	-	2,80	-	3,85
Material que pasa malla 200 (%)	-	75	-	75
pH	-	8,2	-	4,0

Se dan a continuación otros ensayos usuales de bentonitas.

- Potencial hidrógeno (pH)

El pH de un mineral es el grado de acidez o de alcalinidad relativa del sistema "mineral-agua", vale decir la acidez o alcalinidad que el sólido es capaz de comunicar al agua en la cual está sumergido, la mayor parte de las arcillas comunican al agua destilada, en la que hayan sido puestos en digestión un pH ligeramente ácido que oscila entre 5 y 6, mientras que las bentonitas proporcionan un medio ligeramente alcalino.

Según Bradfield la acidez de una arcilla es debida a los iones OH de la molécula y las micelas que la constituyen forman un verdadero ácido arcílico; por consiguiente, por tratarse de ácidos, al poner las arcillas en suspensión en agua, y siempre que sean puras y no estén neutralizadas, deben presentar un pH ácido.

Este hecho ha sido comprobado experimentalmente: la acidez de una arcilla se debe, por una parte, a la arcilla misma, es decir a su presencia en el agua, ya que el pH no tiene sentido más que en medio acuoso, y por otra parte una cierta porción de esta acidez es cedida al agua por la arcilla sin quedar ligada a la micela.

- Porcentaje de materia coloidal

Uno de los procedimientos más empleados para determinar el porcentaje de materia coloidal contenida en una arcilla es el que recomienda el "Bureau of Mines" del Canadá. Este procedimiento consiste en:

1. Reducir el material en examen en pequeños trozos del tamaño de una arveja y secar a 110°C.
2. Colocar una cantidad determinada del material así preparado en un frasco de 500 ml. con 350 ml. de agua destilada y agitar durante tres horas en un agitador mecánico.
3. Pasar el contenido del frasco por un tamiz de malla 100., separar la parte que no pasa secarla a 110°C y pesarla (Fracción "A").
4. Colocar en un probeta cilíndrica la parte que no ha pasado por el tamiz malla 200 y dejar sedimentar 24 horas. Sifonar el líquido sobrenadante, evaporar, secar a 110°C y pesar. ("Fracción "B").
5. Secar y pesar la parte que ha sedimentado (Fracción "C"). Esta fracción representa la materia coloidal

Los valores habituales para buenas bentonitas son superiores al 80%.

En los EE.UU. los granulados absorbentes para pisos y patios deben cumplir los requerimientos de la Federal Specification P-A-1056A, "Absorbent Material, Oil and Water", para las compras por parte de la Administración Central de Servicios, y similares especificaciones son dadas en la norma ASTM C431,

algunas de las cuales se reproducen a continuación:

	MAXIMO	MINIMO
Retenido sobre malla 6 (%)	1,0	0
Retenido sobre malla 30 (%)	99,0	52,0
Retenido sobre malla 40 (%)	99,0	73,0
Retenido sobre malla 60 (%)	100,0	90,0
Absorción de aceite lubricante (ml/g)	-	0,8
Absorción de agua destilada(ml/g)	-	0,9
Solubilidad en agua destilada (%)	1,5	-

El poder de absorción para insecticidas y para aceite para pinturas, se determina como se detalla a continuación:

Para conocer el grado de absorción de una arcilla para ser usada como sustancia inerte para la preparación de insecticidas.

El valor de esta determinación se aprecia únicamente si se tienen arcillas de comparación tales como "Attaclay" y el "Diluex" de la Minerals and Chemicals Corporation of America. El ensayo es económico y fácil de llevar a cabo de una manera sencilla y rutinaria.

- Procedimiento

Se toman 100 g. de la muestra de arcilla secada a 105°C y de finura tal que pase íntegramente por tamiz malla 100. Se agregan 20 g. de kerosene y se procede a homogeneizar la mezcla a mano. Se pasa el producto a un tamiz n° 20, luego se vuelve a homogeneizar agregando más kerosene a 5 g. por vez, siempre pasando la mezcla por el tamiz luego de cada añadido.

El punto final de saturación se determina cuando la mezcla de arcilla y kerosene tiene una consistencia pastosa y tapa las mallas del tamiz al intentar pasarla con la ayuda de un cepillo duro.

Otra indicación del punto final es cuando, apretando con la mano la arcilla humedecida, ésta toma forma que se disgrega fácilmente al dejarla caer de una altura de 30 cm.

El ensayo se reporta como gramos de kerosene absorbido por 100 gr de muestra. Las arcillas que presentan un valor de absorción de 50 g. por 100 o más, son sometidas a un ensayo de insecticida.

El insecticida utilizado por esta segunda prueba es el D.D.T. técnico y el punto final se mide cuando la mezcla pierde su fluidez. Para determinar el poder de absorción de aceite de una arcilla utilizable en pintura como relleno o como pigmento se toman 4 g de muestra secada a 105°-110°C y de una finura tal que pase completamente por tamíz malla 100 y se vierten en un balón de unos 300 ml de capacidad.

Mediante una bureta se deja caer, gota a gota, aceite de linaza agitando continuamente el balón con movimiento rotatorio. El punto final se aprecia cuando todo el material se ha aglomerado formando una esfera o varias pequeñas esferas, comenzando a mojar las paredes del balón, expresando el resultado en gramos de aceite absorbido por 100 g de muestra.

El ensayo, a pesar de ser sencillo, requiere tiempo y experiencia; al principio es difícil apreciar el punto final por cuanto se forman pequeñas esferas al tiempo en que se mojan las paredes del balón. A medida que se adquiere experiencia se consigue simultáneamente la formación de una o varias esferas y la aparición de manchas en las paredes.

Este último es el punto final correcto.

Para cualquier bentonita natural o activada, y tierras de Fuller como decolorantes de aceites vegetales, como los de soja y algodón, los métodos son dados por la American Oil Chemists Society (A.O.C.S.); en ellos se trata el aceite semirefinado con la arcilla, calentando la mezcla, y midiendo el aceite absorbido

por 100 g. de arcilla original; también se determina el color del aceite antes y después del tratamiento por comparación con placas Lovibond. Finalmente también existen especificaciones para otros usos, como en productos cosméticos y farmacéuticos, por ejemplo:

Blancura	min. 78,5%
Sobre malla 200	0%
pH (al 2%)	9 - 10
Viscosidad, al 1%	11 cp
Viscosidad, al 3%	375 cp
Viscosidad, al 5%	1.620 cp

1.5. Productos Competitivos

Siendo tan diversos los usos de la versátil bentonita y las arcillas de su familia, y participando en mercados de tan variadas características, deben afrontar la competencia de gran número de productos; en muchos casos el empleo de la bentonita depende de la disponibilidad local, o de la falta de un material competitivo, y, naturalmente del costo.

Para las arenas de fundición prácticamente todas las arcillas tienen posibilidades de empleo, si bien con ventajas discutibles; también resinas, diversos aceites, silicato de sodio y las arenas naturales pueden sustituirlas.

Para fluídos de inyección otras arcillas tixotrópicas pueden reemplazar a la bentonita, o los barros no acuosos, o altamente salinos, pero en general son destinados a usos especiales y no son de importancia con respecto a aquella.

Para la aglomeración de mineral de hierro (u otros como manganeso y cromo) la cal puede ser más barata y participar como fundente del mineral; también se usa el cemento portland.

En la absorción, decoloración y clarificación, la cal, el carbón activo, el azufre, los decolorantes sintéticos y las bauxitas activadas son los competidores más importantes, y su utilización dependerá del tipo de producto a tratar y de las ventajas económicas.

Como carga para pesticidas, fertilizantes, raciones animales, caucho, etc., diversos polvos finos como carbonato de calcio, talco, caolín, tiza, pirofilita, arcillas comunes, son fuertes competidores, y el uso depende mucho de la facilidad de obtención y del precio.

1.6. Países productores y comercio internacional

Por las confusiones derivadas de las diversas nomenclaturas utilizadas en los diferentes países, resulta difícil compilar las estadísticas mundiales de producción de las materias primas objeto de este anteproyecto. Las bentonitas naturales, sódicas, de alto hinchamiento son producidas casi exclusivamente por los Estados Unidos de América; el resto de los países producen bentonitas cálcicas, que en muchos casos son activadas a sódicas por intercambio iónico (principalmente en Gran Bretaña, Alemania e Italia), y también con ácido para hacerlas absorbentes, otra porción importante de la producción está constituida por atapulgita, sepiolita, metabentonita e incluso otras variedades de arcillas sometidas a tratamientos especiales, como en el Japón. Con datos extraídos de diversas fuentes, principalmente el USBM, hemos confeccionado el Cuadro Nº V.1.8.

CUADRO N° V.1.B. - PRODUCCION DE BENTONITAS (en toneladas)

PAISES	AROS	1973	1974	1975
- Alemania Federal		(700.000)	723.000	(700.000)
- Argelia		(82.500)	(82.500)	(82.500)
- Argentina		101.648	113.222	126.737
- Brasil		42.397	69.898	111.869
- Chipre		8.885	4.572	11.512
- EE.UU.		3.820.133	4.114.211	4.008.244
- España		47.629	75.917	80.000
- Francia		14.000	14.000	14.000
- Gran Bretaña		185.000	166.000	(170.000)
- Grecia		472.229	384.408	380.000
- Hungría		73.000	73.000	87.900
- Irán		35.000	50.000	50.000
- Italia		412.350	449.204	350.528
- Japón		(400.000)	(400.000)	(400.000)
- Marruecos		24.851	23.407	26.771
- México		96.096	115.046	70.704
- Paquistán		12.314	16.534	(12.560)
- Polonia		50.000	50.000	50.000
- Rumania		50.000	62.800	62.800
- Senegal		7.574	9.774	16.699
- Sudáfrica		25.996	37.803	37.549
- Turquía		7.810	13.420	39.764
- Otros		16.988	17.284	16.863
TOTAL		6.687.000	7.066.000	6.907.000

Puede observarse que los EE.UU. superan ampliamente la producción de todo el resto de los países, con un 58% del total mundial; son también los principales exportadores con un volumen de 500.000 Tn. a 600.000 Tn. anuales, principalmente de bentonita sódica de Wyoming, que por sus propiedades muy especiales es importada por numerosos países, principalmente Canadá, Gran Bretaña, Australia, Alemania y los países árabes. La bentonita de los países mediterráneos (Chipre, España, Grecia, Italia, Turquía y Marruecos), que en conjunto dete-

tan un 14% de la producción mundial, también juega un papel importante en el comercio internacional; las fábricas que operan en esta área están generalmente localizadas próximas a puertos de aguas profundas y pueden competir en mercados alejados, aún en el Canadá. Otros exportadores importantes son Alemania, Irán y algunos países comunistas. No se poseen datos de la producción de la Unión Soviética y China, tampoco hay precisión en los números de la extracción de bentonita en la India, que se considera bastante importante.

Brasil no se autoabastece de bentonita importando dicho mineral principalmente desde los EE.UU. y en parte desde Argentina. Se trata de un interesante mercado potencial, con una demanda creciente principalmente en los sectores petrolíferos, de fundiciones y en la pelletización de mineral de hierro.

Los principales productores en los EE.UU. son Wyo-Bent Products Inc. (500.000 Tn/año); American Colloid Company (opera también en Gran Bretaña, Alemania, España y Canadá); Dresser Minerals (700.000 Tn/año); Federal Bentonite Co. (500.000 Tn/año); Baroid Division of N.L. Industries (900.000 Tn/año); Oil Corp of America (mezclas de 20% attapulgita y 80% bentonita, para absorbentes; 250.000 Tn/año; tiene también operaciones en Europa) y Engelhard Minerals and Chemicals Corp (230.000 Tn/año de attapulgita).

En los EE.UU. las empresas productoras de bentonita operan 498 minas en 13 Estados; cuatro empresas son grandes firmas integradas y diversificadas con operaciones internacionales, incluso algunas explotan otros tipos de arcillas. Wyoming es el principal productor, con el 69% del total. La producción de tierras de Fuller, en el mencionado país, es realizada por 17 empresas, principalmente en los Estados de Florida y Georgia; la mayoría de las firmas son pequeñas.

Otros productores importantes que operan internacionalmente son CECA S.A. (Francia), Sud-Chemie AG (Alemania) y Laporte (Gran Bretaña).

Los precios internacionales de las bentonitas son muy variados, dependiendo de las calidades. Por ejemplo, los EE.UU. importan bentonitas italianas de alta calidad, muy blancas que resultan a un precio CIF de 400 u\$s por Tn.; otras llegan a un promedio de 200 u\$s; en Gran Bretaña se paga la bentonita de Wyoming, para uso en fundiciones 153 u\$s CIF, para petróleo algo más aún; la bentonita doméstica activada oscila entre 95 u\$s y 125 u\$s; los grados especiales llegan a 350 u\$s. En Alemania, con una producción muy sofisticada algunos tipos alquilados llegan a 2.000 DM la tonelada.

1.7. Tecnologías de Extracción y Procesamiento

Por las características genéticas de los depósitos y por las exigencias de tener bajos costos de extracción, las minas más importantes del mundo son explotadas a cielo abierto. La cobertura es escarificada por medio de tractores y removida con excavadoras, siendo la extracción de la bentonita realizada con "drag line" o palas mecánicas; se suele trabajar en "paneles", depositando los estériles de un sector en el adyacente ya laboreado. Las grandes explotaciones subterráneas son raras.

Por la variabilidad en las propiedades físicas de la bentonita dentro de un mismo depósito es necesario realizar una mineración selectiva, separando el material en tantas pilas de homogeneización como tipos de bentonita sean suministrados por el, o los depósitos, que alimenten la planta de procesamiento. Los varios grados de bentonitas producidos por una fábrica puede lograrse realizando mezclas de acuerdo con las características de las materias primas y con las propiedades deseadas. En operaciones de volumen importante se utilizan apiladoras-homogeneizadoras en los patios de almacenaje, siendo el material expuesto al tiempo y mezclado para uniformar la alimentación a la fábrica; el material es luego retomado por recuperadoras que lo transfieren al sector de trituración, secado y molienda.

El procesamiento de las bentonitas de alta calidad, tipo Wyoming, es relativamente simple, constando generalmente de una trituración y secado para eliminar parte de la humedad normal del mineral (del

20% al 40%), y llevarla a valores del 7% al 8%; en el caso de algunos materiales absorbentes se realizan tratamientos a temperaturas más elevadas para eliminar parte del agua ligada, que puede llegar a más del 50%; también algunas tierras de Fuller son previamente dispersadas con agua y luego extruídas para lograr una más íntima homogeneización, antes del secado final, y con el fin también de obtener los gránulos absorbentes que no tapen las columnas de absorción.

En la mayoría de las plantas que reciben material muy húmedo se utilizan desintegradores o desterronadores para cortar y dividir el material antes del secado. El secado es realizado más comúnmente en secadores rotativos, aunque también se utilizan secadores de lecho fluído, y últimamente se han difundido bastante los secadores rápidos, desarrollados en Alemania, de gran economía de combustible y que además presentan interesantes ventajas para el secado de arcillas impurificadas con materiales más gruesos y duros (como cuarzo, feldespatos, pirita), ya que la contracción violenta experimentada por la arcilla durante el secado casi instantáneo que recibe en una corriente de gases calientes, hace que quede muy debilmente unida a las partículas de impurezas, de las que luego podrá ser separada muy fácilmente.

Las temperaturas de secado dependen de las características de la bentonita, pero en general se trata de que ésta no supere los 150°C; las tierras Fuller pueden llegar hasta 650 °C.

La molienda final de las bentonitas depende del uso a que se las destine, generalmente se las lleva a pasar mallas 100, 200 ó 325, si bien algunos materiales clarificantes son micronizados a 95% inferior a 10 micrones, y, como ya se mencionó, algunos absorbentes deben ser granulados, por extrusión, o por peletización o briquetado. La molienda es realizada por molinos de rodillos, tipo Raymond, de impacto, a martillos, a barras o a bolas, con clasificación a aire.

Cuando las bentonitas presentan muchas impurezas se suelen utilizar

procesos de hidroclasificación para lavarlas, dispersando previamente la bentonita en agua; posteriormente se realiza el secado en secaderos por atomización. Otro método que está siendo usado para la eliminación de las impurezas es la molienda selectiva, en molinos de impacto de doble rotor, del material previamente secado en forma rápida, el producto molido es extraído neumáticamente, por una corriente de gases calientes que completan el secado, y en un separador especial con rangos de corte de 10 a 40 micrones, se procede a separar la bentonita pura, seca y fina, de la arena de impurezas. Este será el sistema que básicamente propondremos para el procesamiento de la bentonita de Mendoza en el presente anteproyecto, por ser muy efectivo, simple, de bajo consumo térmico y energético, y muy flexible en cuanto a su regulación.

Con respecto a la obtención de bentonitas sódicas sintéticas a partir de las cálcicas, la bentonita desmenuzada y húmeda (pero debe ser bastante pura y uniforme en su composición) se alimenta a un mezclador tipo Auger, donde en forma perfectamente controlada se le dosifica una solución saturada de carbonato de sodio. El material que sale, generalmente comprimido en forma de pequeños cilindros, es a veces dejado estacionar, e incluso lavado, o directamente pasa al secado y molienda. Finalmente la activación con ácido, para aumentar las propiedades absorbentes y decolorantes, es usualmente realizada en Gran Bretaña, Alemania y Japón; el proceso, en principio simple, exige una serie de controles muy precisos; esencialmente consiste en tratar la bentonita con ácido sulfúrico al 25% en tanques calentados con vapor durante unas 5 horas; el material así tratado es separado por decantación de las aguas ácidas (que además contienen Na, K, Ca, Mg, Al, Fe y Si) las cuales son neutralizadas; la arcilla es lavada, filtrada y secada a baja temperatura (generalmente no superior a 70°C, para no alterar las propiedades absorbentes), antes de la molienda final. En Japón la producción de este tipo de bentonita da lugar a la obtención de numerosos subproductos: sulfato de aluminio, yeso, hidróxido de aluminio, sílica gel y sílice micronizada. Este tipo de tecnología podría

ser adquirida en dicho país de firmas como Mizusawa Industrial Chemicals Ltd.; Nippon Activated White Clay Ltd. y Toyo Clay Ltd.

En Gran Bretaña, Laporte Industries utiliza ácido clorhídrico para la activación, y recupera el ácido de las aguas remanentes del tratamiento por descomposición hidrolítica de los cloruros en un reactor con atomización diseñado por la Woodal-Duckham, que permite además obtener diversos óxidos utilizables.

Antes de decidir la vía sulfúrica o la clorhídrica deberán realizarse ensayos de laboratorio para verificar las propiedades logradas en las bentonitas, los consumos específicos, y la composición de las aguas remanentes para estudiar su posible aprovechamiento o recuperación, y finalmente, sobre esas bases efectuar la comparación económica.

El envasado final de la bentonita es generalmente realizado en bolsas multicapas de papel con alguna capa plastificada o alquitranada, las cuales suelen ser peletizadas y envueltas en plástico termocontraíble. Algunos productos, como los gránulos absorbentes son a veces embalados en tambores.

En algunas zonas de los EE.UU. se utiliza el transporte a granel del material bruto, para ser molido en el lugar de empleo

1.8. Mercado Nacional

La producción nacional de bentonita es relativamente importante, y analizando las cifras del Cuadro N° V.3.9., vemos que ocupa el puesto 6° ó 7°, pero si comparamos el consumo por habitante en el año 1976, en los EE.UU. (18kg) con el de la Argentina (4,94 kg), vemos que aquél es más de tres veces y media nuestro consumo, y si bien la producción creció entre 1967 y 1976 a un ritmo del 12% anual acumulativo, es mucho lo que aún deberá crecer acompañando a un crecimiento en la producción siderúrgica (que ejerce una influencia indirecta, pero que a falta de datos seguros sobre la

producción de piezas fundidas puede tomarse como una orientación), a un aumento en los metros perforados de pozos petrolíferos, y al desarrollo industrial general.

Las proyecciones de la demanda que surgen del modelo econométrico desarrollado en el Capítulo IV ("Mercado y Comercialización") del Diagnóstico, indican un crecimiento superior al 11% anual acumulativo.

No existen estadísticas actualizadas sobre la distribución del consumo de la bentonita según los usos finales, pero de acuerdo con las informaciones de los productores, de algunos consumidores y especialistas locales, y adoptando algunos coeficientes de consumo, se llega a la siguiente estimación:

Fundiciones	45%
Pozos de petróleo	30%
Clarificación, decoloración, absorción	15%
Varios	10%

Mendoza tiene una participación promedio de los últimos años del 23% en la producción nacional, habiendo quedado detrás de San Juan y Río Negro. La situación de la industria de la bentonita en la provincia ha sido caracterizada suficientemente en el Capítulo III ("Industria Extractiva y Tratamiento") del presente Diagnóstico, y solamente nos cabe agregar que por su posición como provincia petrolera y elaboradora de vinos y aceites, y por sus reservas de bentonita de razonable calidad, Mendoza debería aumentar su participación en el cuadro nacional de producción de este importante e indispensable mineral industrial por lo menos hasta retomar el máximo porcentaje alcanzado alguna vez, que fue del 37%, en 1971.

Las bentonitas de Mendoza presentan generalmente abundante contaminación con cuarzo, también feldespatos y yeso suelen estar presentes; otros minerales arcillosos como illita y caolinita aparecen

casi siempre mezclados con la montmorillonita, la cual constituye del 40% al 70% del mineral bruto (unida en algunos casos a beidelita) Las composiciones químicas son bastante variables; el contenido de hierro es relativamente alto (4% a 6%). El índice de hinchamiento es también muy variable, de 10 a 18.

Se trata en todos los casos de productos de alteración de materiales volcánico, atribuibles a un proceso diagenético en un medio preferentemente lacustre alcalino. Los yacimientos consisten en concentraciones lenticulares y bolsones que conforman uno o más horizontes, de una potencia muy variable, desde algunos decímetros hasta varios metros de un material de variado aspecto, coloración y consistencia. Los numerosos yacimientos y manifestaciones se emplazan en el ámbito de la Precordillera y pertenecen al Mesozoico (Formación Potrerillos) y al Terciario (Calchaquense), prevaleciendo por su calidad los correspondientes a la primera era mencionada.

En cuanto a las reservas de los yacimientos, si bien no siempre se cuenta con información sobre el particular, se estima que, en términos generales, las mismas son de consideración, si se tiene en cuenta su formación y la extensión que cubren las series sedimentarias en las cuales participan. Del análisis de la bibliografía efectuado en el marco del Diagnóstico y de las estimaciones informadas por los productores, pueden cuantificarse conservadoramente en unas 2.000.000 de toneladas.

En el Cuadro N° V. .9. se transcriben numerosos análisis químicos de bentonitas mendocinas (del Dr.H.Camacho), que indican que en general se trata de bentonitas cálcicas, pero lamentablemente no se han determinado los álcalis, ni las propiedades físicas principales.

En lo que se refiere a los precios vigentes en el mercado son muy variables dependiendo de las propiedades, procedencia y grado de molienda; algunos ejemplos, considerados sobre vagón Mendoza, en

CUADRO N° V.1.9. ANALISIS QUIMICO DE LAS BENTONITAS MENDOCINAS.

Procedencia: Cacheuta.

	Cacheuta		Remblón	Challao		S. Isidro
N° de análisis	12.924	12.939	12.915	12.918	12.922	12.925
Sílice (SiO ₂)	% 49,85	51,75	55,35	69,38	69,80	57,97
Aluminio (en Al ₂ O ₃)	% 22,50	19,95	16,28	13,75	12,90	21,30
Hierro (en Fe ₂ O ₃)	% 4,40	4,00	2,60	2,60	3,20	4,00
Titanio (en TiO ₂)	% 0,23	0,47	0,21	0,28	0,20	0,27
Calcio (en CaO)	% 1,40	1,20	1,01	0,32	0,98	1,40
Magnesio (en MgO)	% 3,22	3,85	4,75	1,07	1,17	1,26
Humedad (105 °C)	% 9,06	10,92	9,48	5,80	6,50	7,60
Pérdida por calcinación %	9,05	7,81	6,94	4,22	3,70	5,75

CUADRO Nº V.1.9. - ANALISIS QUIMICO DE LAS BENTONITAS MENDOCINAS. (Continuación)

Nº de análisis	Análisis de Mineral									
	12.914	12.920	12.927	12.928	12.929	12.932	12.934	12.935		
Sílice (SiO ₂)	54,34	53,00	56,94	57,33	55,16	59,65	61,93	55,78		
Aluminio (Al ₂ O ₃)	18,76	18,65	16,61	17,50	18,56	18,85	16,80	20,00		
Hierro (Fe ₂ O ₃)	5,54	6,80	5,04	3,46	5,24	4,20	4,60	4,50		
Titanio (TiO ₂)	0,38	0,44	0,19	0,33	0,22	0,29	0,43	0,26		
Calcio (CaO)	1,80	2,24	1,05	1,14	1,87	0,51	1,05	1,50		
Magnesio (MgO)	1,50	0,92	5,35	1,10	1,17	0,70	0,57	1,39		
Humedad (105 °C)	6,84	8,92	8,24	8,16	9,48	7,30	5,58	9,80		
Pérdida por calcinación	7,42	7,18	6,20	5,66	6,60	7,06	6,06	6,78		

CUADRO Nº V.1.9. - ANALISIS QUIMICO DE LAS BENTONITAS MENDOCINAS. (Continuación).

Procedencia: Salagasta

Nº de análisis	Análisis de Mineral									
	12.919	12.923	12.926	12.933	12.936	12.938	12.945	12.948	12.949	
Sílice (SiO ₂)	51,09	49,89	58,94	58,70	64,89	53,34	56,07	64,36	62,13	
Aluminio (en Al ₂ O ₃)	20,55	20,65	15,56	20,65	16,17	12,72	18,85	15,06	11,51	
Hierro (en Fe ₂ O ₃)	3,60	4,40	4,56	4,10	2,40	2,00	5,03	4,02	6,84	
Titanio (en TiO ₂)	0,11	0,23	1,38	0,74	0,22	0,37	0,21	0,28	0,17	
Calcio (en CaO)	0,52	2,52	0,77	0,49	0,56	5,30	0,60	0,88	1,20	
Magnesio (en MgO)	2,69	1,84	1,64	0,81	1,17	4,38	1,39	1,10	2,54	
Humedad (105 °C)	12,34	11,50	4,76	4,26	6,48	11,90	8,71	6,88	8,46	
Pérdida por calciración %	7,26	7,30	4,80	7,16	5,80	7,16	7,34	5,68	5,62	

CUADRO Nº V. 1.9. - ANALISIS QUIMICO DE LAS BENTONITAS MENDOCINAS. (Continuación).

Procedencia: Remblón.
Cacheuta.

Nº de análisis	R e m b l ó n						C a c h e u t a		
	12.917	12.930	12.931	12.940	12.950	12.916	12.921		
Sílice (SiO ₂)	53,08	59,82	55,14	65,08	52,19	52,58	48,86		
Aluminio (en Al ₂ O ₃)	15,00	15,21	14,72	7,58	10,90	21,65	22,90		
Hierro (en Fe ₂ O ₃)	3,10	2,30	2,28	0,60	4,43	3,80	4,00		
Titanio (en TiO ₂)	0,27	0,29	0,31	0,84	0,20	0,26	0,30		
Calcio (en CaO)	0,77	1,69	1,10	1,10	1,55	0,81	2,80		
Magnesio (en MgO)	5,77	1,39	5,34	3,54	5,99	2,46	2,49		
Humedad (105 °C)	15,14	11,04	10,98	13,07	14,64	11,22	9,52		
Pérdida por calcinación	5,96	6,50	5,42	8,16	8,56	6,82	7,90		

octubre de este año, para material embolsado, se dan a continuación:

Bentonita común (para fundiciones, gruesa)	65.000 \$/Tn.
Bentonita malla 100 (carga, fundiciones)	90.000 \$/Tn.
Bentonita malla 200 (petróleo, fundiciones)	120.000 \$/Tn.
Bentonita para exportación (petróleo)	160.000 \$/Tn.
Bentonita especial malla 325 (absorción)	250.000 \$/Tn.

1.9. Dimensionamiento de una planta de beneficio de Bentonita

Un factor muy importante en el dimensionamiento de una unidad de procesamiento de bentonita es la variabilidad del mineral, o lo que es equivalente, el número de tipos diferentes de materias primas a tratar, ya que, como se ha comentado anteriormente generalmente es necesario preparar pilas de homogeneización que es conveniente que queden expuestas al tiempo durante un cierto período, y estas pilas deben ser manejadas por equipos de porte relativamente importante.

Considerando que todavía no pueden definirse el o los yacimientos que abastecerían a esta fábrica, no se puede conocer la cantidad de bentonitas diferentes a procesar, pero muy probablemente el número no será inferior a cuatro; esto exigirá instalaciones de por lo menos 2.000 toneladas mensuales de capacidad.

Si consideramos la mencionada proyección de la demanda nacional, aún manteniendo la participación de la provincia constante, en 1985 ésta debería estar en condiciones, de entregar unas 60.000 Tn. de mineral procesado, o sea unas 30.000 Tn. más que lo máximo producido (en 1971) que podríamos suponer como la capacidad existente hoy. Pero si se considera a partir de 1982 un aumento paulatino de la participación nacional, se llegaría a la mencionada demanda en 1983/84. Podemos deducir de estas proyecciones que la capacidad a instalar, siendo una fábrica moderna, con equipos so-

fisticados y costosos, no debería ser inferior a las 30.000 Tn. anuales. La necesidad de producir bentonitas de alta calidad, a bajo costo, en condiciones de ser exportadas a Brasil y Chile, impone ciertas exigencias tecnológicas que deben ser satisfechas, y es conveniente hacer una comparación con la experiencia internacional.

Las capacidades más frecuentes de las plantas de procesamiento de bentonitas y tierras absorbentes, en los EE.UU., son del orden de 150.000 Tn a 300.000 Tn. por año, principalmente las que tratan mineral de las grandes minas de Wyoming, pero en el sur son frecuentes las plantas de 30.000 Tn. a 50.000 Tn. anuales. Existen también grandes plantas en Grecia e Italia (100.000 Tn. a 250.000 Tn), pero hay unidades de 24.000 Tn. a 40.000 Tn. (Baroid, Caffaro, Edemsarda, Sarramin, My kobar) también plantas de 30.000 Tn. a 40.000 Tn. son comunes en México, Irán, Argelia, Japón, Turquía, Yugoslavia y Canadá.

Consideramos que las condiciones locales, las características de los minerales disponibles y la demanda prevista, justifican la instalación de una planta con una capacidad anual de 36.000 Tn. de productos terminados, que podrían distribuirse tentativamente como sigue:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| - Bentonita cálcica, natural, malla 200 (para fundiciones, carga, petróleo, absorción) | 12.000 Tn. |
| - Bentonita tratada con sodio, malla 325 (para petróleo, fundiciones, impermeabilización, peletización, exportación) | 12.000 Tn. |
| - Bentonita activada con ácido (adsorción, filtración, decolorante) | 6.000 Tn. |
| - Bentonita común, granulometrías varias, para usos diversos. | 6.000 Tn. |

En cuanto a la localización de la planta, considerando que la mayor proporción de yacimientos, y más del 75% de la producción, ocurre en la región de Luján, aparece como lo más lógico por razo-

nes de infraestructura, ubicarla en el área del Gran Mendoza; considerando que la relación de pesos del mineral bruto y húmedo, al producto terminado es de solamente 1,25 a 1, el aumento del transporte desde los yacimientos hasta la fábrica no es significativo, frente a la disponibilidad de energía eléctrica, combustible y mano de obra.

1.10. Ingeniería del proceso

El proceso adoptado sigue los lineamientos técnicos comentados en el Item 3.7., para obtener la línea de productos indicada anteriormente, si bien esta distribución podrá ser modificada dependiendo de las características de los minerales a ser finalmente utilizados y de los ensayos de laboratorio y planta piloto que se realicen con los mismos, así como también en función de estudios más detallados del mercado interno y también externo.

El esquema de tratamiento, que se da a continuación, comienza por la descarga de los camiones (1) en la tolva de alimentación (2) que por el vibrador (3) envía la bentonita bruta al triturador o desintegrador (4), desde donde, por un sistema de correas transportadoras móviles (5) los diferentes tipos de bentonita son enviados a las pilas de homogeneización (6). De las pilas el mineral es retomado por la recuperadora (7), y a través de la cinta (8) enviada al procesamiento propiamente dicho, una segunda trituración (9) y la distribución (11) del mineral hacia una de las tres líneas previstas.

En la primera se procesaría el material más impuro, para separarle las impurezas y obtener bentonitas cálcicas (o sódicas en el caso de que hubiera mineral natural de este tipo) para usos diversos en granulometrías varias, con una capacidad nominal, operando en tres turnos, de 18.000 Tn. anuales. El material desintegrado, homogeneizado y triturado es alimentado por la correa (12), al secador rápido (13) de 6 Tn/h. de capacidad de alimentación (que es

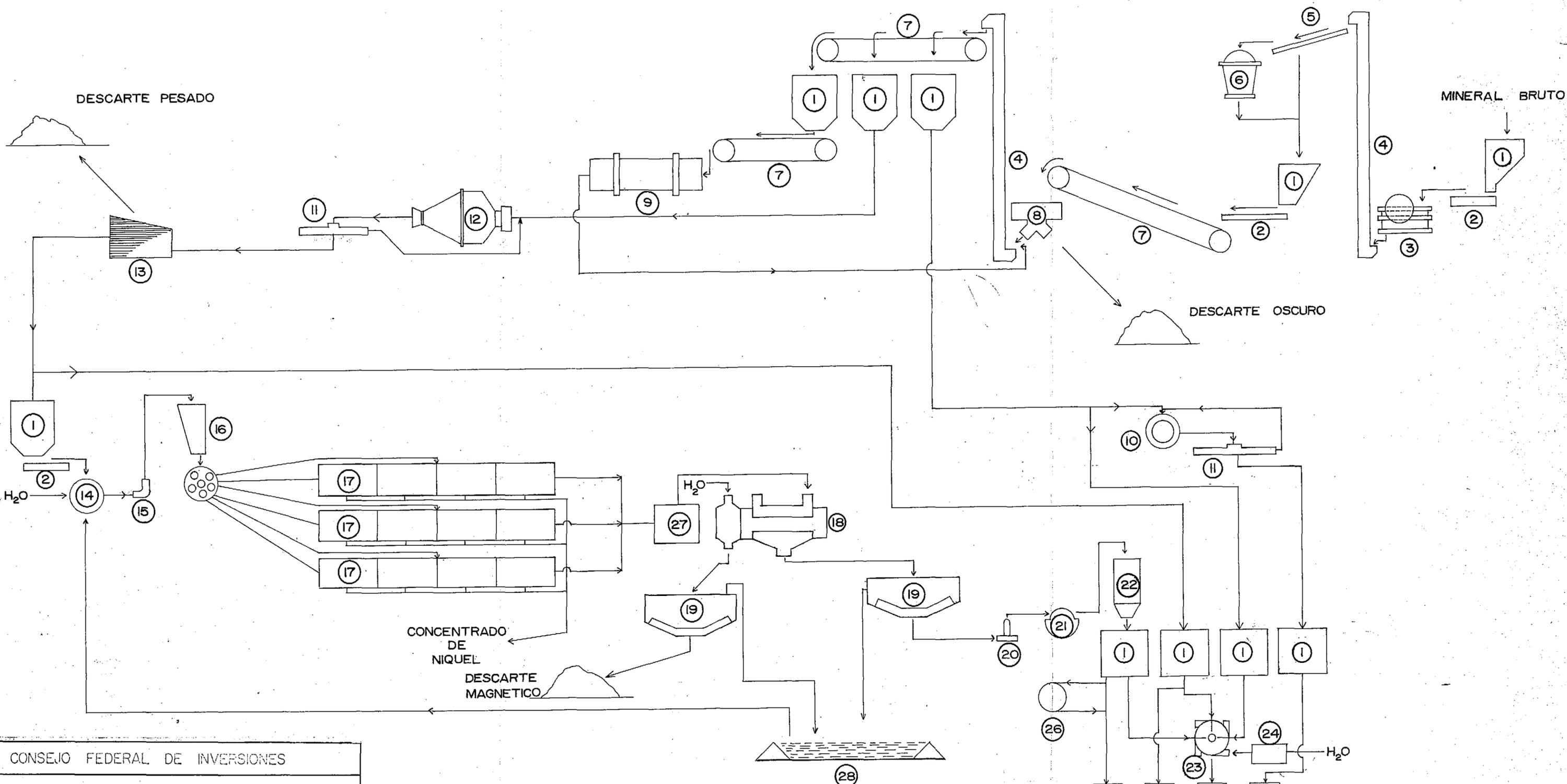
el menor equipo disponible), donde los gases calientes a 800°C generados en la cámara de combustión (14) secan violentamente la bentonita; el material fino que sale con los gases es recuperado por el ciclón (14) y se une a la descarga del secador por el tornillo (15); el material así casi completamente seco es llevado por la correa (16) y el elevador (17) hasta el molino de impacto de doble rotor (18), donde el material bentonítico es separado, por atrición, de las partículas de impurezas, en una corriente de gases calientes que completan el secado hasta un 6 - 7%; los finos que escapan con los gases se recuperan en el ciclón, y junto con la descarga del molino caen al mezclador (20) donde todo el material molido es captado por una corriente de aire ascendente sustentada por el ventilador (21) y llevado al separador (22) donde las partículas gruesas, de impurezas caen y son separadas como descarte, y la bentonita purificada, seca y de granulometría controlada, sale con el aire para ser colectada en el ciclón (24), y de allí, por medio del tornillo (25) se lleva a los silos finales que alimentan las embolsadoras (27). El polvo muy fino que puede haber aún escapado de los ciclones con los gases y el aire, es filtrado en el filtro de bolsas y recuperado, enviándolo por el tornillo (29) a los silos, siendo un material particularmente puro y fino, destinado a usos especiales.

Las bentonitas más puras serán destinadas al tratamiento químico, una parte al intercambio de los iones calcio por los iones sodio, para obtener 12.000 toneladas anuales de bentonita sódica sintética de alto hinchamiento; y la otra parte a la activación con ácido (en principio se ha considerado el sulfúrico, pero, como ya se ha comentado deberá establecerse luego de ensayos), para producir 6.000 toneladas anuales de bentonitas de alto poder absorbente. Las primeras pasarán por un desintegrador (32) y luego al mezclador de rosca (33) donde se le dosificará desde el tanque (34) la solución de carbonato de sodio (35); el material tratado podrá permanecer en reposo durante un tiempo (36), o pasar directamente al secador (37); del secador la bentonita sódica se envía al silo diario (38) que alimenta el molino Raymond (39); eventualmente el material purificado por el proceso anterior podrá ser enviado al silo (38)

para molerlo más fino en el caso de ser requerido. También se prevé la posibilidad de enviar el material intercambiado, al proceso de purificación si ello fuera indispensable.

Por último la bentonita que sufrirá el tratamiento ácido es molida en el molino (40) y luego pasa al silo (41) de alimentación, de donde los dosificadores (42) la envían a los tanques de reacción (43), calentados por vapor generado en la caldera (44), donde se mezcla con el ácido al 25%, preparado en el tanque de dilución(45); luego de unas cinco horas de reacción en los tanques agitados por aire, la suspensión es descargada en un decantador (48) donde, por la presencia de electrolitos, la bentonita es floculada y separada del agua ácida, la cual es neutralizada con cal, en el tanque (49); la bentonita pasa a un tornillo lavador donde se le eliminan los restos de ácido, e impurezas gruesas y densas; la suspensión es luego filtrada en filtro prensa (41), secada la torta en el secador(52), que podría ser el mismo que el mencionado (37), debiendo estudiarse posibles interferencias y contaminaciones, por último un molino Raymond (53) da la granulometría final antes de ser enviada a los silos finales.

En el esquema anexo se muestra el balance tentativo de materiales del sistema propuesto, para realizar los cálculos de costos y de inversiones.

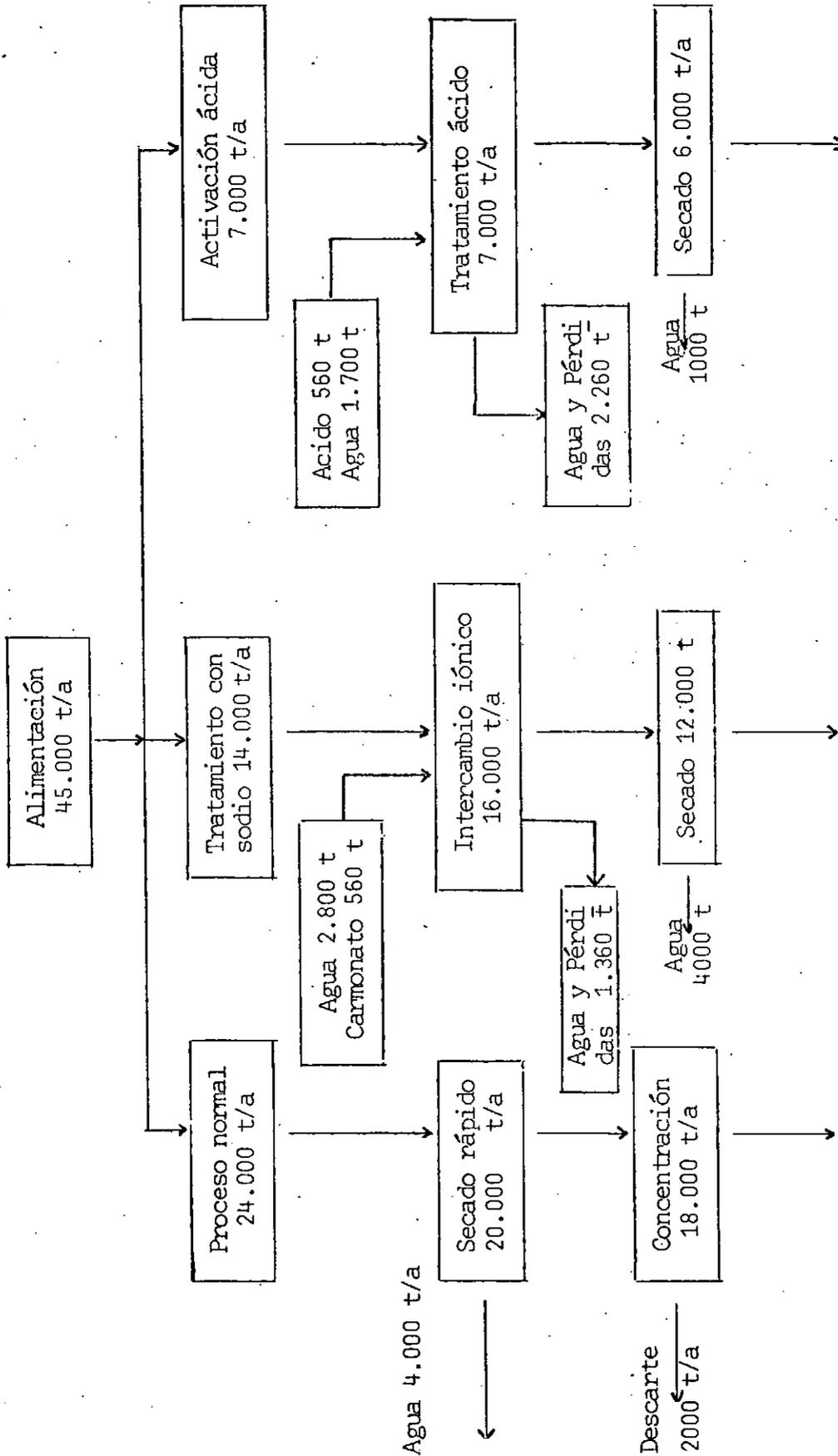


CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIAGNOSTICO MINERO
 PROVINCIA DE MENDOZA
 PRIMER DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL TRATAMIENTO
 DE TALCO

PRODUCTOS FINALES
 EMBOLSADOS:
 24000 T/a.

BIANSA S.A. -CONSULTORES-	DIRECTOR PROYECTO	CODIGO N°
	RESP. TECNICO: ING. JORGE L. CORREA	FAPTE N° 7239
	DIBUJO	FECHA



1.11. Inversiones estimadas

Las inversiones fueron estimadas globalmente por comparación con plantas similares del exterior, y verificado el valor para el sector de purificación con el de una planta de la misma capacidad proyectada para Brasil (6t/hora: 1.000.000 u\$s); resultaron así:

	(1.000\$)
Equipos	2.850.000.-
Montaje	260.000.-
Obras civiles	300.000.-
Ingeniería y Proyecto	150.000.-
Ensayos Preliminares	50.000.-
Puesta en marcha de la planta	90.000.-
Imprevistos	50.000.-
<hr/>	
TOTAL ACTIVO FIJO	3.750.000.-
<hr/>	

1.12. Costos Operativos Proyectados

Se han calculado los costos totales de producción para la planta operando a la capacidad nominal de 36.000 toneladas anuales de productos terminados, de acuerdo con el balance de materiales dado anteriormente, y con las inversiones fijas estimadas en 3.750.000.000.-\$' En realidad la planta tendrá condiciones de producir mayor cantidad que la nominal sin modificaciones en su diseño ni aumento significativo del personal.

En el Cuadro N° V.3.10. se dan los costos agrupados por grandes rubros, y las aclaraciones sobre los métodos de cálculo.

En el Cuadro N° V.3.11. se calculó el capital de trabajo para la operación normal de la fábrica; se prevén 4 meses de materia

prima almacenada en las pilas de homogeneización, 2 semanas de materiales en proceso ante la necesidad de dejar estacionar algún producto tratado.

CUADRO N° V.1.10.

1.- COSTOS DIRECTOS	TOTALES (\$ 1.000)
1.1. Mineral bruto (húmedo) 45.000 tx 22.500 \$/t. (1)	1.012.500
1.2. Mano de obra directa (40 operarios) (2)	192.547
1.3. Energía Eléctrica (3)	315.468
1.4. Fuel-oil (4)	112.200
1.5. Mantenimiento (5)	77.750
1.6. Reactivos (6)	266.000
1.7. Envases (7)	360.000
1.8. Gastos varios	83.535
Subtotal	2.420.000
2.- COSTOS FIJOS	
2.1. Sueldos (8)	363.600
2.2. Amortizaciones (9)	394.000
2.3. Seguros (1% de la inversión total anual)	37.500
2.4. Gastos administrativos	91.800
2.5. Gastos de ventas	91.800
Subtotal	978.700
TOTAL ANUAL DE COSTOS	3.398.700

Referencias del Cuadro N° V.3.10.

(1) Se ha considerado un costo del mineral bruto, puesto en fábrica, de 15 u\$s/tn.

- (2) Los jornales básicos adoptados son los de la Convención Colectiva de Minería Extrativa al mes de octubre de 1979, aumentados en un 30%, más un 70% de cargas sociales, llegando al siguiente total:

	(1.000\$)
Categoría A $20 \times 200 \times 12 \times 957,49 \times 1,3 \times 1,7 =$	101.570
Categoría B $10 \times 200 \times 12 \times 887,69 \times 1,3 \times 1,7 =$	47.083
Categoría C $3 \times 200 \times 12 \times 810,50 \times 1,3 \times 1,7 =$	12.897
Categoría D $2 \times 200 \times 12 \times 687,03 \times 1,3 \times 1,7 =$	7.288
Categoría E $5 \times 12 \times 178.798 \times 1,3 \times 1,7 =$	23.709
TOTAL	192.547

- (3) El consumo específico de energía eléctrica es de 70 kwh por Tn., o sea 210.000 kwh por mes; la potencia instalada es de 500 kw y la contratada 450 kw, así el precio será:

Cargo fijo	$450 \times 8.636 \$$	3.886.200 \$
Primeros	$45.000 \text{ kwh} \times 154,94 \$$	6.972.300 \$
Segundos	$45.000 \text{ kwh} \times 127,00 \$$	5.715.000 \$
Terceros	$90.000 \text{ kwh} \times 107,95 \$$	9.715.500 \$
Excedente	$30.000 \text{ kwh} \times 66,04 \$$	1.981.200 \$
	TOTAL MENSUAL	26.289.000 \$
	TOTAL ANUAL	315.468.000

- (4) De acuerdo con el balance de materiales dado anteriormente, se deben evaporar 9.000 toneladas anuales de agua; considerando que los secadores rápidos consumen 1.000 kcal/kg. por kg. de agua evaporada, y el fuel-oil de 10.700 kcal/kg., el consumo será de unas 850 Tn.; a 132.000 \$/Tn., el gasto será de 112.200.000 \$.

- (5) Se adoptó el 2,5% de las inversiones en equipos montados.

(6) Se consumen 560 toneladas de carbonato de sodio, de 300 \$/kg. y 560 toneladas de ácido sulfúrico a 175\$/kg.

(7) Se consideran bolsas multicapa, peletizadas y envueltas con plástico; a 500.-\$ por unidad.

(8) Se consideraron:

1 Gerente	1 x 3.500.000.-	\$ 3.500.000.-
3 Jefes	3 x 2.500.000.-	" 7.500.000.-
9 Supervisores	9 x 800.000.-	" 7.200.000.-
8 Empleados	8 x 250.000.-	" 2.000.000.-
	TOTAL MENSUAL	\$ 20.200.000.-
	TOTAL ANUAL	\$ 242.400.000.-
	Cargas Sociales (50%)	\$ 121.200.000.-
	TOTAL CON C.SOCIALES	\$ 363.600.000.-

(9) Se tomaron 20 años para las obras civiles, 10 años para los equipos y su montaje, y 5 años para los gastos de ingeniería y puesta en marcha.

CUADRO N° V.1.11.

	(\$ 1.000)
1- Materia prima	337.500.-
2- Material en proceso	132.000.-
3- Producto terminado (2 semanas)	93.000.-
4- Caja (1 mes de salarios)	46.300.-
5- Materiales de consumo en almacén (1 mes)	75.200.-
TOTAL	<u>684.000.-</u>

1.13. Ingresos Previstos

Para poder realizar la estimación de ingresos futuros del anteproyecto hemos calculado la facturación posible en función de la distribu-

ción de las ventas como se indica a continuación, y usando los precios indicados en el Item 3.8.

	<u>(en miles de \$)</u>
Bentonita cálcica natural (120 \$/kg	1.440.000
Bentonita sódica tratada (160\$/kg)	1.920.000
Bentonita activada con ácido (250\$/kg)	1.500.000
Bentonita común (90\$/kg)	<u>540.000</u>
TOTAL	5.400.000

El margen de rentabilidad bruta sobre las ventas resultará así del 37 por ciento.

1.14. EVALUACION ECONOMICA

Se analizó el proyecto mediante el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y el punto de equilibrio.

La determinación de la TIR se basó en los siguientes supuestos y condicionantes:

- a) Se adoptó un período de vida útil global del proyecto de 10 años.
- b) La instalación del proyecto hasta su puesta en marcha requiere no más de un año.
- c) El capital de trabajo se invierte en el primer año a partir de su puesta en marcha.
- d) No se consideraron los beneficios extras provenientes de su posible acogimiento al régimen de promoción.
- e) Por tratarse de un nivel de anteproyecto, no se ha considerado el problema del financiamiento el que será tratado en las etapas siguientes.
- f) Los precios de venta utilizados son muy conservadores y competitivos con sus equivalentes comercializados en el mercado internacional.
- g) Se ha previsto que la planta operará el primer año al 60% de su capacidad, para alcanzar el 100% a partir del segundo año de trabajo.

En los Cuadro V.3.12. y V.3.13. se presentan los resultados obtenidos.

CUADRO N° V.1.12. - CUENTA DE RESULTADOS PROFORMA - (en millones de \$)

ITEMS	CAPACIDAD UTILIZADA	1er.año 60%	2do.año 100%
I. VENTAS			
Bentonita cálcica natural		864	1.440
Bentonita sódica tratada		1.152	1.920
Bentonita activada con ácido		900	1.500
Bentonita común		324	540
Total ventas		3.240	5.400
II. COSTOS			
1. Variables			
Míneral bruto		608	1.013
Mano de obra directa		116	193
Energía eléctrica		189	315
Fuel-oil		67	112
Mantenimiento		47	78
Reactivos		160	266
Material de empaque		216	360
Gastos varios		50	84
Total costos variables		1.453	2.421
2. Costos Fijos			
Sueldos administrativos		364	364
Amortizaciones		394	394
Seguros		38	38
Gastos Administrativos		92	92
Gastos de ventas		92	92
Total costos fijos		980	980
COSTOS TOTALES (1+2)		2.433	3.401
III. UTILIDAD BRUTA (I+II)		807	1.999
Menos: Impuestos a las Ganancias		266	660
IV. UTILIDAD NETA		541	1.339

CUADRO N° V.1.13. - CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (en millones de \$)

ANO	INVERSION EN CAPITAL FIJO (1)	INVER. EN CAP. DE TRABAJO (2)	UTILIDAD NETA (3)	AMORTI- ZACIONES (4)	FLUJO DE CAJA (5) = (3) + (4) - (1) - (2)	FLUJO DE CAJA DESCONTADO AL: 33,72%
0	3.750	-	-	-	-3.750	-3.750
1	-	684	541	394	251	128
2	-	-	1.330	394	1.733	969
3	-	-	1.339	394	1.733	725
4	-	-	1.339	394	1.733	542
5	-	-	1.339	394	1.733	405
6	-	-	1.339	394	1.733	303
7	-	-	1.339	394	1.733	227
8	-	-	1.339	394	1.733	170
9	-	-	1.339	394	1.733	127
10	-	-	1.339	394	1.733	95

TIR = 33,72% anual

TIR a precios promedio 15% menos = 21,21%

TIR a precios promedio 15% más = 45,13%

Punto de equilibrio

Costos fijos	: CF = 980 millones \$	
Costo variable por Tn.	: cv = 0,0672 millones \$	
Precio promedio venta/Tn.	: p = 0,1500 millones \$	
Punto de Equilibrio	: PE = $\frac{CF}{p - cv} = \frac{980}{0,15 - 0,0672} =$	11.836 Tn.

PE = 33% de la capacidad operativa de la planta

Del cálculo precedente, surge que la inversión tiene una tasa interna de retorno del 33,72% real anual lo que indica una alta rentabilidad desde el punto de vista privado comparada con un retorno usual en el mercado financiero internacional.

El proyecto tiene una baja carga de costos fijos lo que se traduce en un reducido nivel de equilibrio calculado en el 33% de su capacidad operativa.

Estos indicadores refuerzan la hipótesis de que el proyecto es técnica y económicamente factible razón por la que se recomienda abordar el estudio del proyecto definitivo.

2 - ANTEPROYECTO YESO

CONTENIDO

- 2.1.- Introducción
- 2.2.- Origen geológico y variedades mineralógicas.
- 2.3.- Cocción del yeso.
- 2.4.- Usos principales.
 - 2.4.1. Agricultura.
 - 2.4.2. Industria
 - 2.4.3. Construcción.
- 2.4.- Especificaciones técnicas y ensayos.
- 2.5.- Productos competitivos.
- 2.7.- Países productores y comercio internacional.
- 2.8.- Tecnologías de extracción y procesamiento.
- 2.9.- Mercado nacional.
 - 2.9.1. Principales regiones productoras.
 - 2.9.2. Usos del yeso cocido y localización de la demanda.
 - 2.9.3. Variedades y precios.
 - 2.9.4. Situación de la industria del yeso en Mendoza.
 - 2.9.5. Oferta provincial y demanda nacional proyectados.
- 2.10.- Dimensionamiento de una planta de procesamiento de yeso y fabricación de productos premoldeados.
 - 2.10.1. Experiencia internacional.
 - 2.10.2. Selección del tamaño económico.
 - 2.10.3. Localización.
- 2.11.- Ingeniería del Sistema .
 - 2.11.1. Descripción del proceso sugerido.
 - 2.11.2. Capacidades.
 - 2.11.3. Ensayos tecnológicos necesarios.
- 2.12.- Inversiones estimadas.

BIANSA S.A.
CONSULTORES



- 2.13.- Costos operativos proyectados.
- 2.14.- Ingresos previstos.
- 2.15.- Evaluación económica.

Anexo 2.1 - Agregados volcánicos.

2.1.- INTRODUCCION

Se da el nombre de yeso al mineral constituido por sulfato cálcico, que se encuentra en muchos lugares de la superficie terrestre, formando a veces masas compactas o rocas blandas, otras veces masas terrosas, y en algunos casos disuelto en determinadas aguas, llamadas selenitosas. El término yeso se usa para describir varias fases del mismo material, la anhidrita es sulfato de calcio (CaSO_4) sin agua de cristalización; el yeso propiamente dicho, como especie mineralógica, es un sulfato de calcio con dos moléculas de agua de cristalización ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); el yeso calcinado o cocido, o simplemente yeso en el lenguaje popular, es el hemihidrato del sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), obtenido por calcinación a baja temperatura del yeso natural. El yeso calcinado es un producto industrial que tiene la propiedad de fraguar rápidamente al recuperar el hemihidrato, las moléculas de agua faltantes para reconstruir el dihidrato; en realidad el yeso cocido y los objetos fabricados con él, componen más del 90% del valor total de los productos derivados de la explotación del sulfato de calcio, en todas sus formas, en los países industrializados como los EE.UU. o Francia. La composición del yeso crudo, es teóricamente: CaO 32,6%, SO_3 46,5%; H_2O 20,9%, o bien CaSO_4 79,1 por ciento. Como producto natural, es considerado yeso, aquél que contiene por lo menos 64,5% en peso de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. El yeso calcinado es frecuentemente llamado yeso de París.

Se obtiene yeso como subproducto de la fabricación de ácido fosfórico, en ese caso es llamado yeso químico, pero no lo consideramos en este trabajo por no producirse en el país.

Los dos minerales básicos, yeso y anhidrita, se encuentran frecuentemente asociados en la Naturaleza, y difícilmente/ un depósito de sulfato de calcio consiste exclusivamente - de uno de ellos; no obstante, si bien los depósitos predominantemente yesíferos son importantes y difundidos extensamente, los de anhidrita conforman la mayor parte de las/ reservas mundiales de sulfato de calcio. Pero por su escaso valor económico estos depósitos no presentan mayor interés, y generalmente los que se explotan son los yacimientos que contienen 85% a 95% de yeso, siendo el resto constituido por anhidrita e impurezas como carbonatos de calcio y magnesio, cloruros, otros sulfatos, arcilla y cuarzo.

2.2.- ORIGEN GEOLOGICO Y VARIEDADES MINERALOGICAS.

Los minerales de sulfato de calcio han sido depositados por precipitación de soluciones acuosas cuando la concentración de esos componentes y las condiciones físico-químicas fueron las adecuadas, considerándose que la mayoría de los yacimientos se originaron de la evaporación y concentración / de salmueras marinas en climas secos, en consecuencia serían evaporitos.

No obstante existen muchas dudas y controversias acerca de los mecanismos y las condiciones de precipitación; por ejemplo, para formar mantos de yeso de 30 metros de espesor por evaporación de agua de mar, que contiene 0,13% de CaSO_4 , una columna de agua de 75 km de altura se tendría que haber evaporado completamente, dejando además una camada de sal de 915 m de espesor sobre el yeso. Una de las teorías más firmemente establecida sobre la formación de estos depósitos idealiza la existencia de bacías salinas con una circulación/restringida a la reposición de la salmuera evaporada; la concentración que se va produciendo provoca la precipitación de las sales contenidas en orden inverso a sus solubilidades, siendo, después de la calcita, el yeso el primero en precipitar; así se formarían espesos mantos esencialmente monomineralizados.

Existen yacimientos de sal en los cuales los estratos de yeso se alternan con los de salgema y se disponen en las partes inferiores, teniendo por fondo, a veces sedimentaciones químicas de calizas. También se habrían formado depósitos / de yeso por precipitación del agua de mar en zonas costeras bajas que son alimentadas por el flujo de las mareas, fenómeno actualmente verificado en regiones de las costas de Arabia; aquí no se tendrían que formar necesariamente mantos de cloruro de sodio.

También se discute si el yeso es un producto secundario formado por la acción de aguas subterráneas o superficiales sobre depósitos de anhidrita, o si por lo menos parte del mismo es primario, o aún si la anhidrita (más densa) es el mineral secundario formado mediante la deshidratación (por la alta presión de las capas superiores) del yeso a profundidades superiores a los 150 metros.

Los depósitos de yeso se encuentran prácticamente en todas las eras geológicas, desde el Silúrico hasta el Cuaternario. Los yacimientos más frecuentemente explotados comercialmente varían en espesor de 10 m a 40 m, si bien los hay hasta más de 60 m, y las reservas de los depósitos individuales se miden usualmente en millones de toneladas.

El yeso tiene escasa dureza y es poco resistente a la intemperie, por lo que se emplea raras veces como piedra de exterior, generalmente posee brillo vítreo, también perlado y sedoso; es incoloro, blanco o gris, o de diversas tonalidades/ de amarillento, rojizo o castaño, como consecuencia de impurezas. Las rocas yesosas que nos ofrece la Naturaleza presentan numerosas variedades, no obstante, los tres tipos mineralógicos, ya mencionados son:

- Anhidrita (o Karstenita). Cristaliza en el sistema rómbico, dureza Mohs 3 a 3,5; densidad 2,9-3,0 g/cm³. Por su relativamente alta solubilidad en agua (aproximadamente 0,2%) no se encuentra aflorando en regiones de clima húmedo.
- Bassanita. Es el hemihidrato (o semihidrato), fase intermedia entre la anhidrita y el yeso, su presencia es identificable solamente por difracción de Rayos X o técnicas petrográficas muy cuidadosas; es metaestable en condiciones am--

bientes, y se sospecha su presencia, en cantidades inferiores al 1% en los depósitos de sulfato de calcio, si bien no se lo ha podido identificar fehacientemente. Se obtiene por cocción de la piedra de yeso a temperaturas de 120 °C a 170 °C; en general un buen yeso cocido tiene de 6% a 8% de agua.

- Yeso. El dihidrato se distingue de la anhidrita por ser más blando y menos denso (2,2-2,4 g/cm³); cristaliza en el sistema monoclinico. En los depósitos de yeso se suele observar una correlación entre el tamaño de los cristales y el contenido de sulfato; los yesos más puros tienen cristales más pequeños, mientras que en los que poseen impurezas estas facilitan la recristalización y los cristales son de mayor tamaño.

El alabastro es una variedad compacta, de grano fino, de aspecto sacaroides, translúcida y muy brillante, con matices nacarados. Una variedad fibrosa del yeso es llamada espato satinado; es un mineral secundario que aparece rellenando zonas de fractura.

La gipsita es un yeso terroso, impuro; estos yacimientos se han formado en regiones áridas como resultado de la disolución de depósitos de yeso por aguas subterráneas, las cuales ascendieron hacia la superficie por capilaridad, allí se evaporaron y depositaron el yeso entre los materiales arcillosos o arenosos del suelo.

El número de especies minerales que pueden estar presentes en depósitos evaporíticos es muy grande; su ocurrencia depende del modo de formación; en general casi todos los depósitos de yeso contienen sedimentos clásticos, minerales arcillosos y arenas finas, y también sedimentos químicos, como caliza y dolomitas; otros minerales evaporíticos relati-

vamente insolubles como celestita, boratos y sílice, se encuentran a veces como agregados de cristales. También evaporitos solubles como halita, silvita, epsomita, son frecuentes en los depósitos de yeso.

En función del efecto que pueden tener en el proceso de manufactura y en las propiedades de los productos finales, las impurezas existentes en un yacimiento de yeso pueden ser clasificadas en tres categorías:

- A) Insolubles, como caliza, dolomita, anhidrita, arcillas, sílice.
- B) Cloruros solubles, de sodio, potasio, calcio, magnesio.
- C) Minerales hidratados como epsomita ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$) y mirabilita ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), o arcillas del grupo de las montmorillonitas.

En la primera categoría, al reemplazar al yeso el mineral inerte reduce la resistencia del yeso rehidratado, y aumenta el peso del producto final, sea panel o revestimiento; la presencia de impurezas de la segunda categoría, afecta la temperatura de cocción y la consistencia y tiempo de fraguado de la pasta y deben limitarse a no más de 0,03%. El principal impacto de la tercera categoría de impurezas es la absorción de humedad en el producto terminado, afectando la resistencia del mismo y la unión, en el caso de los paneles, entre el interior de yeso y el papel externo; los sulfatos hidratados deben ser también limitados al 0,03%; arcillas montmoriloníticas pueden tolerarse hasta 2 por ciento.

2.3.- COCCION DEL YESO

Por la importancia del tema trataremos la calcinación del yeso antes de referirnos a sus aplicaciones.

La calcinación, o cocido del yeso, consiste en la deshidratación del sulfato de calcio dihidrato, a la forma de hemihidrato, o a la forma anhidra.

Antiguamente las piedras de yeso eran simplemente calentadas/ con leña, luego surgieron primitivos hornos intermitentes, generalmente construídos en laderas de montes, en las cuales se colocaban piedras gruesas de yeso formando una bóveda con trozos más pequeños encima y debajo de la bóveda se hacía fuego con leña (o carbón) o, más modernamente, con quemadores de petróleo. Posteriormente se desarrollaron los hornos verticales, o de cuba, similares a los que se emplean para obtener la cal, que se cargan por la parte superior y se descargan por puertas situadas en la parte inferior. Variantes de estos dos tipos de horno constituyen una parte substancial de la capacidad de cocción instalada en nuestro país; en ellos la calidad del yeso obtenido es irregular, ya que no hay control de temperatura ni el calentamiento es uniforme, quedando material sin deshidratar.

Se ha estudiado mucho la termodinámica y los mecanismos de la deshidratación; desde el punto de vista práctico cuatro productos calcinados son obtenidos básicamente en forma comercial: las dos formas (alfa y beta) del hemihidrato, una anhidrita soluble y una anhidrita insoluble, o cocida a muerte. Todos los hemihidratos, independientemente de cómo han sido obtenidos, son denominados en general yeso, yeso cocido, estuco o yeso de París, clasificándose en varios tipos según diversos criterios.

Existe consenso entre los especialistas que el hemihidrato es el único hidrato inferior del sulfato de calcio perfectamente identificado; las dos formas, alfa y beta, tienen la misma estructura cristalina, pero la variedad beta posee un más elevado contenido energético y es más soluble en agua; ambas formas solamente pueden ser distinguidas por medio de métodos analíticos muy sofisticados. La forma alfa del hemihidrato es más estable, o menos reactiva que la beta, y, en el fraguado, desarrolla más lentamente la resistencia mecánica; el hemihidrato alfa, al rehidratarse forma un yeso más denso, duro, y resistente que el beta, lo cual es muy ventajoso en muchas aplicaciones. El hemihidrato alfa se presenta al microscopio con cristales más grandes y definidos, lo cual contribuye a su menor y más lenta solubilización, y consecuentemente a un más lento desarrollo de la resistencia por formación y crecimiento de los cristales del dihidrato, pero es evidente que este crecimiento más ordenado de los cristales hace que la masa final sea más compacta, homogénea y fuerte; también debe mencionarse que el yeso alfa requiere menos agua en exceso para formar una pasta de consistencia o viscosidad equivalente. El hemihidrato alfa se prepara por disociación del yeso cuidadosamente seleccionado, en condiciones controladas de presión y temperatura, llevada a cabo en autoclaves de diseño especial.

Las propiedades típicas del yeso alfa y del yeso beta, se comparan a continuación:

	<u>ALFA</u>	<u>BETA</u>
Densidad (g/cm ³).....:	2,757	2,637
Solubilidad en agua (g CaSO ₄ por 100 g de solución a 20 °C):	0,67	0,88
Consistencia normal - (cm ³ de agua por 100 - gramos de hemihidrato):	35	90
Tiempo de frague, en minutos	15-20	25-30
Expansión al fraguar (en porcentajes):	0,28	0,16
Resistencia a la trac- ción 1 hora después de fraguado (kg/cm ²):		
- Húmedo	35	6,6
- Seco	66	13
Resistencia a la com- presión, 1 hora des-- pués de fraguado (kg/cm ²)		
- Húmedo	280	28
- Seco	500	56

. Comparaciones del Instituto Torroja, de Madrid.

Más detalles sobre la cocción del yeso se darán en el capítulo sobre tecnología, y en la descripción del proceso.

Los estudios realizados sobre los mecanismos de deshidratación del yeso, indican que el proceso puede comenzar a temperaturas tan bajas como 50 °C, pero que es muy lento aún entre 90 °C y 100 °C, y bastante rápido a 120 °C, no se completaría hasta temperaturas superiores a 240 °C.

Si después de haberle sacado esta agua de cristalización, mediante la acción del calor, se la restituye al amasarlo, la toma con avidez y cristaliza, endureciendo rápidamente; esta propiedad puede serle dada o quitada al yeso según el tratamiento térmico realizado, de allí las diversas clases de yeso que pueden obtenerse, las que se podrían resumir de la siguiente manera:

- De 100 °C a 170 °C; semihidratado en su mayor parte; es el yeso normal (puede ser alfa o beta según se indicó), el más usado, de fraguado rápido.
- De 170 °C a 200 °C, semihidratado con menos agua, fraguado muy rápido; usado para modelar.
- De 200 °C a 250 °C, con poca agua remanente, de fraguado lento y buena resistencia final; es la anhidrita soluble.
- De 250 °C a 400 °C, con pequeños vestigios de agua, de fraguado lento, pero de poca resistencia mecánica, se usa a veces para plafones y cornisas.
- De 400 °C a 700 °C, yeso anhidro, cocido a muerte, ha perdido la propiedad de endurecer, suele usarse mezclado con agua para pinturas de obra y para la fabricación del cemento Keenes.
- De 750 °C a 800 °C, se forma la llamada anhidrita granulosa, de fraguado lento.
- De 800 °C a 1.000 °C, se forma el llamado yeso de pavimento, denominado así por ser esta su principal aplicación, principalmente en Europa; fragua lentamente, tardando a veces varios días, pero resulta duro, denso y de mayor resistencia a la intemperie.

- De 1.000 °C a 1.400 °C, más frecuentemente de 950 °C a 1.200 °C, se obtiene el yeso hidráulico; parte del sulfato ha comenzado a descomponerse, perdiendo anhídrido sulfuroso, dejando cal libre, por lo cual este material, al mezclarse con agua, fragua más lentamente que los yesos comunes, pero da un producto duro y denso; es llamado en Alemania yeso Estrich, generalmente obtenido en hornos verticales.

En la práctica, la temperatura a la que tiene lugar la cocción - depende de la velocidad de calentamiento, de la presión externa, de la granulometría y densidad del yeso empleado, de su estructura cristalina y composición química, y también de la agitación de la masa, debe tenerse en cuenta la baja conductividad térmica del yeso.

Finalmente debe mencionar que el producto inmediato resultante - de la cocción del yeso no es prácticamente nunca utilizado sin otro procesamiento, por lo menos una molienda fina, y, generalmente, el agregado de aditivos para regular el fraguado, para retardarlo o acelerarlo, haciendo que se produzca después de varias horas (con retardadores, generalmente compuestos orgánicos), o en 3 ó 4 minutos (por acelerantes tales como sulfato de potasio, o el mismo yeso crudo). También agregados como perlita expandida, granulados y cenizas volcánicas, vermiculita expandida o arena, son muy frecuentemente utilizados para impartir propiedades aislantes, térmicas y acústicas, tanto al yeso para aplicación directa como para la fabricación de paneles y otras piezas premoldeadas.

2..4.- USOS PRINCIPALES

Los productos del yeso pueden clasificarse, de acuerdo a sus usos finales en tres grandes grupos:

Para ser usados directamente en la construcción (yesos, paneles, molduras); materiales para la industria (aquellos usados como insumos por otras industrias, como las del cemento, bebidas y pinturas), y para uso agrícola.

En países como los EE.UU. el grupo de la construcción es el más importante, insumiendo alrededor de los dos tercios del tonelaje de yeso producido, pero representando más del 90% del valor total, debido al gran desarrollo de la fabricación de tableros, productos de gran valor agregado. En nuestro país el escaso desarrollo de este sector hace que, en tonelaje, presente aproximadamente un 40% del total del yeso consumido internamente.

El insumo industrial del yeso abarca un 25% del tonelaje y un 7%-8% de su valor en los EE.UU., mientras en la Argentina, por el gran peso que aquí tiene la industria del cemento, este sector supera el 50% del consumo total de yeso bruto, si bien existe una tendencia a modificar la relación en favor del uso en la construcción.

2.4.1. - Agricultura.

En las tierras dedicadas a cultivos agrícolas en las cuales, como consecuencia de los riegos, aparece en la superficie - el "salitre negro", se lo puede eliminar por métodos químicos incorporando al suelo sustancias que dan reacción ácida o neutra anulando la alcalinidad del salitre. De todos los métodos, el más corriente es el uso del yeso, pues desplaza/ el sodio del suelo incorporando el calcio, elemento nutritivo y mejorador físico excelente. El yeso se aplica en una proporción de 3 a 4 toneladas por hectárea para los suelos arenosos y 7 a 8 toneladas por hectárea para las tierras fuertemente arcillosas, favoreciendo luego su acción química por el riego y el avenamiento. El yeso utilizado es el crudo, no precisando ser de alta pureza, incluso puede ser anhídrita, y es generalmente molido a menos de malla 100; mejora la estructura del suelo, rompiendo las capas arcillosas compactadas, aumentando la porosidad, y ayudando al drenaje.

En nuestro país actualmente se consumen unas 20.000 toneladas anuales de yeso para esta aplicación, principalmente en el Alto Valle del Río Negro, también en Mendoza, San Juan y Jujuy. No trataremos en detalle este tema en conexión con la implantación industrial que estamos proponiendo en el presente proyecto, en el cual el objetivo primordial es la obtención de yeso cocido de primera calidad, pero puede tenerse en cuenta para el aprovechamiento de algún material crudo descartado durante la molienda por la presencia de impurezas indeseables, ya que la exigencia para esta aplicación es de un mínimo de - $82\% \text{ SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2.4.2. Industria

Los usos industriales del yeso son diversos, pero fundamentalmente este sector es dominado por su utilización como retardador de fraguado en la fabricación de cementos Portland y blanco, agregándose al clínquer en una proporción del 3% al 6%, / dependiendo de la composición del clínquer, del tipo de cemento fabricado, de la pureza del yeso y del contenido de azufre del combustible usado. En nuestro país puede adoptarse un promedio del 4% del cemento producido. La industria cementera adquiere yeso crudo de los yacimientos próximos a sus establecimientos, o explota sus propias yeseras, no resultando este uso de interés a los fines de nuestro proyecto, ya que es un material prácticamente sin ningún valor agregado y sin grandes exigencias de calidad (85% de $SO_4Ca.2H_2O$):

El uso industrial más importante del yeso después del mencionado anteriormente es, como yeso cocido de alta calidad, en la preparación de moldes y modelos para la industria cerámica (sanitaria, artística, de mesa, electrónica, etc.). El Yeso cerámico se fabrica a partir de yeso de alta pureza, y es obtenido tanto como yeso alfa o beta, o con mezclas de ambos; sus propiedades de resistencia, blancura, demanda de agua, expansión/contracción, tiempo de fraguado, velocidad de absorción de agua, granulometría, etc., son seleccionadas en función del uso final y los requerimientos particulares de los procesos empleados por los consumidores. Variedades especiales son destinadas para uso ortopédico y dental, productos que deben cumplir estrictas especificaciones y son de alto valor. La materia prima para la fabricación de estos yesos debe contener un mínimo de 95% de $SO_4Ca.2H_2O$.

Un uso muy importante del yeso cocido de alta resistencia es para la confección de moldes de alta precisión para el colado

de piezas fundidas de aleaciones no ferrosas (aluminio, bronce especiales, zamac, etc.), se obtienen superficies muy lisas y - excelentes tolerancias dimensionales, es ideal para piezas complicadas y secciones delgadas.

En el Cuadro N°V.2.1.se muestran algunas características de yesos industriales producidos en los EE.UU.

Otro importante uso industrial del yeso calcinado tipo alfa es como agente cementante en perforaciones, principalmente de pozos de gas y petróleo; actúa muy efectivamente como sellador - cuando se atraviesan estratos de rocas porosas o cavernosas.

Como yeso crudo de alta pureza, molido 95% más fino que malla 325, llamado a veces "terra alba", se utiliza en algunas preparaciones biológicas como fuente de calcio, y en la industria - del vino y destilerías en la obtención de tartratos; también - para el tratamiento del agua para cerveceras, ayudando a la - decantación de la levadura y a la clarificación de la cerveza.

Yeso crudo es usado también como carga para pinturas al agua, soporte y diluyente de insecticidas, "filler" en la producción de papel, y como agregado en la composición del vidrio para en - vases como agente oxidante, de refino y para ayudar en la remo - ción de la espuma.

Finalmente el yeso crudo, la anhidrita o el yeso químico pue - den ser utilizados como materia prima para la fabricación de - cemento y ácido sulfúrico, existiendo actualmente dos o tres - fábricas en occidente operando con ese proceso, que requiere - inversiones importantes.

CUADRO N° V. 2.1.1.

Producto	Aguas para consistencia normal	Tiempo de fraguado (min.)	Máxima expansión (%)	Resistencia a la compresión seca	Finura (%--325)
De moldeo cerámico, común.	70	27-37	0,20	140	97,0
De moldeo cerámico, fino..	70	27-37	0,20	140	98,5
De moldeo cerámico, grueso	62	27-37	0,22	170	85-90
Para colado en cerámica ..	74	27-37	0,19	125	97,0
Para colado, de mayor resistencia	70	27-37	0,21	140	98,5
Para colado vibrado	66	27-37	0,22	170	98,5
Dental, normal	70	19-22	0,20	140	97,0
Dental, laboratorio	70	6-9	-	140	97,0
Dental, para impresión ...	70	3 1/2-5	-	140	97,0
Para fundición (reforzado con refractario fibroso)..	140	25-30	0,10	-	-
Para fundición (con arena)	110	25-30	0,10	-	-

2.4.3.- Construcción

Los productos de yeso se emplean en la construcción para el revestimiento y acabado de superficies.

No forma los componentes estructurales, de acero, ladrillos, hormigón, madera o bloques, sino que los complementa cubriéndolos, separándolos, protegiéndolos o dándoles una terminación más perfecta o agradable. Es uno de los más comunes materiales de construcción y se lo usa universalmente para divisiones interiores, paredes y cielorrasos, y en la forma de elementos prefabricados; el desarrollo de los paneles de yeso a principios de siglo en los EE.UU. revolucionó la industria de la construcción, y hoy en día un 85% del yeso utilizado por dicha industria en ese país es en la forma de paneles, listones, tablones, mosaicos, placas revestidas, etc., conformados a máquina, llegando el consumo a unos 5 m² por habitante.

El yeso no es combustible y es uno de los más efectivos materiales anti-incendios, debido a la existencia del agua combinada en el producto; el hemihidrato del estuco (yeso calcinado) es rehidratado al constituir un revestimiento, formándose el dihidrato original, y cuando éste es calentado por el fuego comienza a perder nuevamente el agua, formándose vapor, que reduce la transmisión del calor manteniendo la temperatura a 100 °C.

La versatilidad del yeso es también una gran ventaja para su utilización; una lista no exhaustiva de sus aplicaciones en albañilería sería la siguiente:

- Como aglutinante, mediante morteros simples o compuestos con cal y arena.

- Para la fabricación de hormigones de yeso
- En la construcción de muros y paredes
- Para revoques y enduños
- En la construcción de pisos y pavimentos
- En la construcción de techos o cielorrasos
- Para hacer ladrillos y bloques de yeso premoldeados generalmente huecos
- Para elementos decorativos, cornisas, frisos, plafones, etc.
- Como adherente de azulejos y cerámicas
- Preparación de bloques en obra.

Todas estas aplicaciones del yeso cocido (o estuco, o simplemente yeso) son muy difundidas en nuestro país, si bien en general no se dispone de materiales que una vez fraguados tengan una elevada resistencia mecánica (yeso alfa), pero la fabricación masiva de paneles de yeso todavía no se ha desarrollado en la proporción requerida para lograr una eficiente y económica industria de la construcción. Si consideramos que la gran difusión del uso del yeso, principalmente de los paneles, en los países más desarrollados, es debida fundamentalmente al bajo costo de procesamiento del mismo (por su abundancia, poca abrasividad y bajo consumo térmico para su transformación), a sus excelentes propiedades anti-incendio, de aislación térmica y acústica, a su poco peso y a la gran facilidad de instalación de los elementos conformados, fabricados con él, podemos concluir que en nuestro país hay un enorme potencial de crecimiento para el consumo de yeso, principalmente en forma de paneles. Basta hacer unas comparaciones del consumo total de yeso por habitante en varios países para confirmar este acerto:

España	109 kg
Francia	102 kg
Canadá	99 kg
EE.UU.	95 kg
Argentina	19 kg

Los datos son en general para el período 1974/76. En el cuadro N° V.2.2. se dan algunas interesantes relaciones entre construcción de viviendas y consumo de yeso, y/o de paneles de yeso, para varios países desarrollados.

Es interesante observar la evolución del consumo de yeso, en los EE.UU., y las proyecciones, hechas en 1973:

Año	1950	1960	1970	1985	2000
Kg/hab	66	70	64	100	120

En el cuadro N°V.2.2 se aprecia la enorme importancia que tienen los tableros de yeso en países como los EE.UU., Gran Bretaña y Bélgica; en Alemania, Japón y Francia el consumo es menor (debe tenerse en cuenta que Japón casi no dispone de yeso de producción local), pero en la primera (como también en Gran Bretaña) es muy grande el consumo de yeso suelto en la construcción, del orden de las tres toneladas por unidad, lo que en nuestro país, a un ritmo de construcción de 200.000 viviendas por año, significarían unas 600.000 toneladas anuales solamente de yeso de construcción.

GRAN BRETAÑA

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>
Unidades terminadas (000)	364	331	304	278	322	324
Producción de yeso para construcción (000 t)	942	1,019	1,125	1,038	1,047	1,053
Yeso por unidad (t por unidad)	2.6	3.1	3.7	3.7	3.3	3.3
Producción de paneles de yeso (000 m ²)	95,401	103,241	112,801	110,861	104,396	116,999
Paneles por unidad (m ² por unidad)	262	312	371	399	324	361

EE.UU.

Unidades comenzadas (000)	2,084	2,378	2,058	1,353	1,171	1,550
Yeso de construcción consumido (000 t)	831	763	699	571	485	446
Yeso por unidades (t por unidad)	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3
Paneles de yeso producidos (millones de m ²)	846	1,026	1,031	877	791	...
Paneles por unidad (m ² /unidad)	406	431	501	648	675	...
Yeso contenido en los paneles (000 t)	9,171	10,796	11,385	9,946	9,002	11,019
Yeso en paneles por unidad (t por unidad)	4.4	4.5	5.5	7.4	7.7	7.1

FRANCIA

Permisos de construcción (000)	667	637	665	497	514	...
Paneles de yeso producidos (000 m ²)	24,487	28,971	...	...	49,467	...
Paneles/permiso (m ² por permiso)	36,7	43,4	...	...	96.2	...

ALEMANIA

Unidades termadas (000)	532	636	688	581	437	437
Yeso de construcción consumido (000 t)	1,505	1,886	1,817	1,429	1,210	1,333
Yeso por unidades (t/unidad)	2.8	3.0	2.6	2.5	2.8	3.1
Paneles de yeso (m ² por unidad) .....	...	...	...	...	134	164

JAPON

Unidades comenzadas (000)	1,559	1,921	2,030	1,473	1,539	1,719
Producción de yeso de construcción (000 t) ..	...	554	569	450	481	...
Yeso por unidades (t por unidad) .....	...	0.3	0.3	0.3	0.3	...
Producción de paneles de yeso (000 t) .....	...	1,521	1,704	1,340	1,267	...
Yeso en paneles/unidad (t por unidad) .....	...	0.8	0.8	0.9	0.8	...

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>
<u>BELGICA</u>						
Unidades comenzadas (000)	43	52	63	66	79	...
Producción de yeso de construcción (000 t) ..	96	106	114	102	...	...
Yeso por unidades (t por unidad)	2.2	2.0	1.8	1.5	...	...
Paneles de yeso producidos (000 m2)	14,508	14,232	19,464	22,320	...	...
Paneles por unidad (m2 por unidad)	337	274	309	338	...	...

Adelantándonos algo en el anteproyecto propuesto, podemos decir que surge evidente la necesidad, en nuestro país, de incrementar el consumo de tableros de yeso como una solución al candente tema de la vivienda. Los sistemas constructivos en seco, con su economía y rapidez, están llamados a alcanzar un lugar significativo dentro de ese sector, y aunque no pretendamos llegar a los consumos específicos imperantes por ejemplo en los EE.UU., una décima parte del mismo significaría hoy unos 18.000.000 m² de tableros por año; cuando la capacidad instalada llega a 5.000.000 metros cuadrados.

Considerando las ventajas adicionales de aislación térmica, ideal para zonas de clima riguroso como las provincias cuyanas, y su adaptación favorable a la construcción antisísmica, por su liviandad y elasticidad, Mendoza, disponiendo de enormes reservas de yeso de la mejor calidad en el país, es el lugar ideal para la fabricación de las placas de yeso especialmente diseñadas para la ejecución de tabiques divisorios de ambientes, cielorrasos y revestimientos interiores.

2.5. - ESPECIFICACIONES TECNICAS Y ENSAYOS.

En nuestro país las Normas IRAM 1607, 1608 y 1611 se ocupan del yeso cocido para la construcción; de la primera transcribimos sus especificaciones más importantes:

		Clase	
		A	B
Tamaño del grano	.Material que pasa a través del tamiz IRAM 2,4 mm (Nº8) mín %	-	100
	.Material que pasa a través del tamiz IRAM 1,7 mm (Nº 12) mín %	100	-
	.Material que pasa a través del tamiz IRAM 1,4 mm (Nº 14) mín %	99	95
	.Material que pasa a través del tamiz IRAM 149 micrones (Nº 100) mín %	60	35
Tiempo de Fraguado	Inicial, en minutos		
	Mínimo	3	3
	Máximo	5	5
	Final, en minutos..		
	Mínimo	12	15
	Máximo	18	20
Resistencia a la tracción, mín. (kg/cm ²)		10	8
Contenido de sulfato de calcio hemihidratado, mín (%)		80	60
Resistencia a la compresión en frío, mín. (kg/cm ²)..		60	40

La Clase B se refiere al yeso gris o negro para revoque grueso o de primera mano, si bien hoy en día se tiende a elaborar un tipo único de yeso para construcción, equivalente al yeso blanco, clase A, usado para revoque fino o de acabado y enlucido.

Para el yeso de moldeo para cerámica es de aplicación la Norma IRAM 11526:

Tamaño de grano	.Material que pasa a través del tamiz IRAM 177 micrones (N° 80), min. (%).....	100
	.Material retenido sobre el tamiz IRAM 149 micrones (N° 100), min. (%)	10
Tiempo de Fraguado	Inicial, en minutos.... Mínimo	5
	Máximo	20
	Final, en minutos Mínimo	15
	Máximo	40
	Resistencia a la tracción, min. (kg/cm ²)	15
	Resistencia a la compresión, min. (kg/cm ²)	80
	Contenido de sulfato de calcio hemihidratado, min. (%)	95

No se incluyen en esta norma aquellos tipos de yesos que aunque son utilizados para la confección de ciertos moldes y modelos, están destinados a aplicaciones específicas distintas a las requeridas para la cerámica tradicional, tales como los yesos para uso ortopédico y dental.

Las especificaciones para yeso cerámico exigidas por el mayor consumidor del mercado argentino, son las siguientes:

Tiempo de fraguado final	Mínimo	9 minutos
	Máximo	15 minutos
Período plástico	Mínimo	3 minutos
	Máximo	11 minutos
Residuo sobre malla N° 100	Máximo	0,8%
Expansión lineal en el fraguado		0,1-0,2%
Módulo de rotura,	Mínimo (kg/cm ²)	38

En nuestro país no se han dictado aún normas para yeso de uso dental; para tener una orientación se transcriben las normas australianas para los tipos:

- I - Yeso para impresión
- II - Yeso piedra para moldes

I - Yeso para impresión: Esta especificación se aplica para yesos calcinados adecuados para usar, tomando impresiones del tejido bucal.

1 - Clasificación: Los yesos serán clasificados como sigue:

Tipo A: Yeso que no requiere la adición de agentes acelerantes para dar un adecuado tiempo de fraguado.

Tipo B: Yeso que requiere la adición de agentes acelerantes para dar un adecuado tiempo de fraguado.

2 - Descripción: El yeso consistirá esencialmente en yeso calcinado de alta calidad, finalmente pulverizado. Será parejo en textura y libre de grumos y de materiales extraños.

3 - Requerimientos clínicos: Las impresiones intra-orales hechas usando mezclas de yesos serán, luego de fraguadas, quebradas con una fractura neta, de modo que las impresiones puedan ser precisamente reensambladas.

4 - Tamaño de partícula: Será tal que ningún material quede retenido sobre malla de 25 de tamiz BS y no más del 2% sea retenido sobre malla 100 de tamiz BS.

- 5 - Tiempo de fraguado (tipo A): El tiempo inicial de fraguado de la mezcla de yeso no será menor de 2 1/2 minutos ni mayor de 5 minutos y no diferirá en más de 1/2 minuto del tiempo de fraguado certificado por el fabricante.
- 6 - Expansión lineal sobre fraguado: cuando se prueba el yeso mezclado mostrará una expansión lineal no mayor del 0,05% ni menor del 0,012%, dos horas después de haber desarrollado su fraguado inicial.
- 7 - Resistencia a la compresión: La resistencia compresiva final de la mezcla de yeso, 10 minutos después de comenzada la mezcla, no tendrá menos de 300 libras por pulgada cuadrada (=21,09 kg/cm²) ni más de 1.000 libras por pulgada cuadrada (=70,3 kg/cm²).
- 8 - Embalaje: El yeso será embalado en envases impermeables al vapor de agua.

II - Yeso piedra para moldes: Esta especificación es aplicable a yesos calcinados de alta resistencia, para usos de vaciador de estructuras dentales y para moldeo.

- 1 - Clasificación: La piedra artificial será clasificada como sigue:
Tipo A: De baja expansión.
Tipo B: De alta expansión (compensante)
- 2 - Descripción: La piedra artificial consistirá esencialmente en yeso calcinado de alta calidad. Será seco, uniforme y libre de grumos y de materiales extraños.

- 3 - Generalidades: Cuando se mezcle con agua, la piedra artificial producirá fácilmente una pasta uniforme de consistencia manuable. No tendrá efectos deteriorantes sobre el proceso interno de los materiales de dentaduras artificiales.
- 4 - Tamaño de partícula: El tamaño de partícula será tal que ningún material se retendrá en un tamiz de 25 mallas B.S. y no más de un 5% en un tamiz de 100 mallas B.S.
- 5 - Tiempo de fraguado: El tiempo inicial de mezcla de la piedra artificial no será menor de 5 minutos ni mayor de 30 minutos y no diferirá en más de 3 minutos del tiempo de fraguado certificado por el fabricante.
- 6 - Expansión lineal sobre fraguado: La expansión lineal de la mezcla de piedra artificial concordará con los siguientes requerimientos:
 - a) Dos horas después del fraguado inicial. Dos horas después que la piedra ha desarrollado su fraguado inicial, la expansión lineal será:
 - Tipo A: No menor del 0,02% ni mayor del 0,20%.
 - Tipo B: No menor del 0,30% ni mayor del 0,45%.
 - b) Veinticuatro horas después que la piedra ha iniciado su primer fraguado, el porcentaje lineal de expansión, no diferirá más del 0,02% de lo determinado hasta el fin de las 2 horas
- 7 - Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión de la mezcla de la piedra artificial, una hora después de comenzar el proceso de la mezcla, no será menor de 3.000 libras por pulgada cuadrada (=210,9 kg/cm²).

8 - Resistencia durante la vulcanización: La resistencia de la piedra artificial durante la vulcanización, no será menor de 800 libras por pulgada cuadrada (=56,2 kg/cm²) hasta el fin de 1/4 de hora y no menor de 500 libras por pulgada cuadrada (=35,15 kg/cm²) hasta el fin de 1 1/4 horas.

En lo que se refiere al yeso para uso ortopédico los establecimientos hospitalarios dependientes de la Secretaría de Salud - Pública de la Nación y Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires utilizan en los pliegos de condiciones de licitaciones del producto, las normas que al respecto establece la "Farmacopea Nacional Argentina": "Blanco, untuoso al tacto, sin grumos, suficientemente grueso para no pasar por malla del linón usado para vendas, no será hidratado, fraguar entre 5 y 7 minutos, sin agregado de substancias extrañas".

En la nomenclatura adoptada por diversos países, referente a distintos tipos de yeso cocido, se los designa según el uso a que se los destina.

La norma franceso N.O.R. = B-12-001 los clasifica de la siguiente manera:

- a) Yeso para aglomerado, utilizado para la fabricación de elementos prefabricados y de revoque rústico, para la fijación de piedras y mármoles de revestimiento.
- b) Yeso de fábrica o de construcción (de grano grueso) utilizado para mampostería y ladrillos, para pavimentos, para reparaciones o protecciones de espesor notable.

c) Yeso de moldeo y yesos especiales empleados para la preparación de moldes y de elementos prefabricados para uso decorativo, como cornisas estucado y objetos ornamentales varios. Se distinguen varios tipos de finura diversa.

En Italia, si bien no existen normas oficiales, se comercializan 6 tipos de yeso que responden a las determinaciones y especificaciones del cuadro N° V.2.3.

En los EE.UU. las normas ASTM que tratan sobre yeso son numerosas: C11, C22, C28, C52, C59, C36, C79, C377, C472, C473, C474, C588, C631, C707, etcétera. Es interesante dar algunas de las especificaciones incluidas en la C36-75, que se refiere a los tableros de yeso que pueden contener hasta un 15% de materiales fibrosos.

Resistencia a la flexión (carga mínima, en kg, sin romperse)

Espesor (mm)	Apoyos transversales a las fibras	Apoyos paralelos a las fibras
6,4	22,7	9,1
9,5	36,2	13,6
12,7	49,8	18,1
15,9	68,0	22,7

Alabeo por humedad (deflexión máxima, en mm)

Espesor (mm)	Deflexión
9,5	47,6
12,7	31,8
15,9	15,9

TIPO DE YESO	Finura de molido % retenido en cedazos de malla a 1 cm ²		Fraguado en minutos	Resistencia en kg/cm ² a la tracción des- a la presión des- pués de días pués de días										
	900	4.900		10.000	inicial	final	0,5	1	3	7	28	3	1	00
De fábrica	35	-	-	5	10	5	-	15	-	-	-	-	-	-
De ornamentación y estucos.	-	10	30	15	30	-	10	20	-	-	40	-	-	-
De moldeo	-	0	0	15	30	-	10	20	-	-	40	-	-	-
De revoque	-	-	-	4	2 horas	-	-	15	22	-	35	60	-	-
De pavimentos	5	40	-	1 hora	36 horas	-	-	-	-	24	-	-	-	150
Para alta resistencia	2	20	-	1 hora	12 horas	-	-	-	18	28	-	150	250	-

Los métodos de ensayo están descriptos en la ASTM C-473.

Consideramos que cociendo yeso de alta pureza, como es el de Malargue, en instalaciones con marmitas y autoclaves como se recomienda en el presente proyecto, todas las especificaciones indicadas serán superadas ampliamente, promoviéndose una mayor difusión en la utilización del yeso en la industria (cerámica, fundición, barros de perforación), y en la construcción en forma de elementos premoldeados. Debe señalarse que con yeso sin sustancias extrañas, como los existentes en otras provincias, los tableros con él fabricados no están sujetos al alabeo frente a las variaciones de humedad ambiente como ocurre con algunos de los productos existentes actualmente en el mercado. También el peso de los tableros es menor usando yeso puro, y empleando en la mezcla una proporción de yeso alfa se obtiene mayor resistencia mecánica.

2.6. PRODUCTOS COMPETITIVOS

El yeso usado como agregado en el cemento no tiene prácticamente sustituto, solamente cuando se utilizan combustibles - con alto contenido de azufre se reduce su consumo; en ciertas regiones donde escasea el yeso se utiliza la adición de ácido sulfúrico al clínquer para formar yeso, pero es un método sumamente costoso. En la agricultura su uso depende más de la disponibilidad próxima y de su precio, así también en lo que se refiere a destilerías y bodegas; el uso en pinturas es en general declinante, siendo subsituído por otras cargas más efectivas, y por el menor consumo de pinturas al agua.

Para la industria cerámica no hay prácticamente alternativas al uso del yeso para los moldes de colado, pero lo que hay en nuestro país es un mercado descontento con las calidades disponibles, y en gran crecimiento. Usos todavía poco difundidos en la Argentina, por falta de yeso alfa, son la fabricación de moldes para fundición y la perforación de pozos de petróleo; en el primer mercado compite con los moldes tradicionales de arena, pero hay muchos casos en que la calidad de las piezas fundidas exigiría el uso del yeso si se contara con el mismo en calidad adecuada (alta resistencia, escasa variación, refractariedad). Para pozos de petróleo, como controlador de contaminación con calcio compite con el carbonato de sodio o el bicarbonato de sodio; como sellador puede ser reemplazado por mica, diatomita, escamas de celofán, papel molido, fibras de madera, etc.

En la construcción el yeso usado para aplicar como revestimiento suelto, en muchos países desarrollados, sufre la competencia de los mismos tableros de yeso, y se observa un decrecimiento en el consumo específico del yeso de construcción, frente a un aumento más que compensatorio de los segundos. También es inte-

resante el hecho que, por ejemplo en los EE.UU. el peso promedio de los paneles se ha reducido de 8,73 kg/m² en 1974 (para paneles de 1/2 pulgada); a 7,30kg/m² en 1978; esto indica que se hace cada vez más uso de materiales livianos en sustitución del yeso, sin por eso reducir la resistencia mecánica; en nuestro país es de unos 11,5 kg/m², el peso de los tableros, por uso de materia prima impura.

Una gran variedad de otros materiales de construcción compiten con el yeso usado para revestimientos, cielorrasos, división de ambientes, etc.; la mampostería; el cemento, la cal, revestimientos plásticos, madera, cerámicos, aluminio, etc., pero todos los casos son muy particulares no pudiéndose generalizar, dependiendo del tipo de construcción, las exigencias de rapidez y poco peso, los precios relativos de los materiales, la disponibilidad de mano de obra, y la tradición de la zona en materia habitacional.

2.7. Países productores y comercio internacional.

Los depósitos de yeso se distribuyen prácticamente en todas las regiones del mundo, verificándose que los principales - países productores son, al mismo tiempo, importantes consumi- dores. Así, los Estados Unidos de América representó siempre al primer productor mundial, durante el período 1971/1976. Su producción anual equivale a aproximadamente el 20% del - volumen mundial siguiéndole en importancia, Canadá, Francia y la U.R.S.S. Los países mencionados junto con España, Gran Bretaña, Italia, Gran Alemania Occidental y México, concen- tran prácticamente el 83% de la producción. El resto se dis- tribuye entre los demás países detallados en el Cuadro - N° V.2.5. pero en este caso, se trata de productores de me- nor relevancia, cuyos volúmenes anuales oscilan entre las - 100.000 y 500.000 toneladas. De todo se puede afirmar que - los yacimientos en explotación, se localizan cerca de áreas con un importante desarrollo de la construcción principal - demandante de dicho mineral, sea en forma de yeso cocido o de paneles.

Los importantes volúmenes de utilización y precios unita- / rios relativamente bajos, inciden negativamente en los tras- lados a grandes distancias.

Esta situación también se observa si se analiza el comercio internacional del yeso, que se restringe prácticamente a - un tráfico entre áreas productoras y consumidoras contiguas, aunque separadas por límites políticos.

En los Cuadros N°s. V.2.6. y V.2.7. se han volcado los prin- cipales flujos del comercio internacional del yeso, para el año

1977, verificándose lo señalado precedentemente con respecto al comercio entre países,

La falta de coincidencia de los valores totales de ambos cuadros, se debe exclusivamente a la forma de presentación de los datos de los distintos países exportadores e importadores.

CUADRO N° V. 2. 4 - EVOLUCION DE LA PRODUCCION MUNDIAL DE YESO, SEGUN PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES (en miles de tn).

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976 (1)</u>
<u>Europa</u>						
Austria	593	760	871	804	770	662
Alemania Este ...	(340)	(340)	(340)	(651)	(646)	(650)
Alemania Federal.	1.593	2.683	2.948	2.302	2.084	(2.300)
Checoslovaquia..	479	501	611	(629)	(637)	(600)
Francia (2)	5.111	6.193	6.158	6.265	5.814	5.851
Gran Bretaña	4.173	3.468	3.849	3.802	3.479	4.000
Grecia	325	400	410	442	416	410
Irlanda	333	385	463	384	330	355
Italia	3.423	(3.500)	(3.500)	(3.500)	(3.500)	(3.500)
Polonia (2) y (3)	(200)	(220)	(238)	(1.107)	(1.198)	(1.261)
Unión Soviética .	(4.720)	(4.700)	(4.700)	(5.988)	(6.260)	(6.441)
España	4.031	4.124	4.471	4.077	4.220	(4.199)
Yugoslavia	250	270	257	325	375	548
T O T A L . . .	25.571	27.544	28.816	30.276	29.729	30.777
<u>América</u>						
Argentina	507	513	455	511	613	507
Brasil	(290)	(238)	(351)	(423)	(386)	(385)
Canadá	6.080	7.347	7.611	7.225	5.719	5.661
Colombia	182	221	255	198	200	200
Jamaica	309	441	357	269	236	280
EE.UU.	9.451	11.184	12.300	10.885	8.846	10.868
México	1.298	1.498	1.514	1.387	1.256	1.414
T O T A L . . .	18.117	21.442	22.843	20.898	17.256	19.315
<u>Africa</u>						
Sudáfrica	408	419	484	563	539	483
Egipto	581	477	520	562	550	467
Kenya (2)	93	100	100	98	98	78
T O T A L . . .	1.082	996	1.104	1.223	1.187	1.028
<u>Asia</u>						
China	(550)	(600)	(630)	(898)	(798)	(998)
India	1.088	1.105	885	1.073	810	711
Irán	2.251	2.236	(2.236)	(2.359)	(2.449)	(2.540)
Japón	529	467	378	334	187	64
Tailandia	168	90	236	312	255	269
Turquía	399	337	358	38	38	33
T O T A L . . .	4.985	4.835	4.723	5.014	4.537	4.615

Cuadro Nº V.2.4 (Continuación)

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>
Australia.....	889	959	1.160	1.069	949	(940)
<u>TOTAL PAISES DADOS</u>	50.644	55.776	58.646	58.480	53.658	56.675
Producción Mundial	53.000	58.487	61.561	61.600	57.124	60.048

(1): Cifras preliminares.

(2): Incluye anhidrita.

(3): Incluye yeso químico.

Fuente: Unites States Bureau of Mines, Mineral Trade Notes.

Cuadro Nº V.2.5 - PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE YESO.
(Porcentajes sobre el total mundial)

	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>
Alemania Occidental	3.0	4.6	4.8	3.7	3.7	4.1
Canadá	11.5	12.4	12.4	11.8	10.0	10.0
EE.UU.	17.8	19.1	20.0	17.7	15.5	19.2
España	7.6	7.1	7.2	6.6	7.4	7.4
Francia	9.6	10.6	10.0	10.2	10.2	10.3
Gran Bretaña	7.9	5.9	6.2	6.2	6.1	7.1
Irán	4.2	3.8	3.6	3.8	4.3	4.5
Italia	6.5	6.0	5.6	5.7	6.1	6.2
México	2.4	2.6	2.5	2.2	2.2	2.5
Unión Soviética ...	8.9	8.0	7.6	9.7	11.0	11.4
T O T A L . . .	77.0	77.5	77.4	77.6	76.5	82.7

Fuente: Cuadro Nº V.2.4.

CUADRO N° V.2.6. - PRINCIPALES PAISES IMPORTADORES DE YESO, SEGUN PAISES DE ORIGEN
AÑO. 1977. (En miles de toneladas.)

PAISES DE ORIGEN	Bélgica	Canadá	Dina- marca	Finlan- dia	Alema- nia	Hong Kong	Japón	Mala- sia	Holanda	Norue- ga	Singa- pur	Suecia	Suiza	Taiwan	Gran Bretaña	EE.UU.	Otros	TOTAL
Alemania Occidental	-	0,2	2,2	-	-	0,2	-	-	233,6	-	0,5	6,4	1,7	-	4,7	-	8,6	268,1
Alemania Oriental..	-	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	-	-	-	-	-	6,0
Australia	-	-	-	-	-	8,8	-	-	-	-	15,7	-	-	-	-	-	-	24,5
Austria	-	-	-	-	98,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,3
Bélgica	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	-	-	-	0,1	(4977,8)	-	6,8
Canadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(4977,8)
China	-	-	-	-	-	1,6	0,2	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	2,4
EE.UU.	-	30,6	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1	31,1
España	-	-	227,4	(97,3)	-	-	-	-	-	(18,1)	-	158,7	-	-	-	(25,8)	6,1	533,4
Francia	469,4	-	62,9	-	144,6	-	-	-	151,3	(80,0)	0,1	74,8	6,9	18,0	-	-	3,8	1011,8
Gran Bretaña	-	0,3	-	-	-	0,7	-	-	-	(0,1)	0,2	0,1	0,1	-	0,3	(1,2)	0,2	2,9
Holanda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	-	0,5	-	0,5	3,9
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(248,4)	-	(248,4)
Jamaica	-	-	-	-	-	-	-	(0,2)	90,2	-	-	36,1	-	-	-	-	-	77,2
Japón	-	-	-	-	-	40,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0
Marruecos	-	-	-	-	-	-	30,0	-	-	(50,0)	-	5,1	-	-	-	-	6,8	103,1
Polonia	-	-	25,2	(16,0)	-	-	(0,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(0,5)
Singapur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2
Suecia	-	-	1,2	-	-	-	-	(55,0)	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	55,6
Tailandia	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Taiwan	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Unión Soviética	-	-	47,0	(8,0)	-	-	-	-	12,7	(40,0)	-	59,1	-	-	-	-	-	166,8
Otros	39,3	-	-	(4,1)	0,5	-	-	-	2,2	-	-	0,3	-	267,8	0,1	-	12,7	327,0
TOTAL	508,7	45,3	367,4	125,4	243,4	52,8	30,3	(55,7)	406,5	(188,2)	53,8	309,0	21,6	267,8	86,9	(5253,2)	38,8	8.054,8

Cifras entre paréntesis son estimaciones.

Fuente: Elaboración propia en base a cifras oficiales por países.

CUADRO N° V.2.7. PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES DE YESO, SEGUN PAISES DE DESTINO.
(En miles de toneladas).

PAISES EXPOR- TADORES DE DESTINO	PAISES DE DESTINO										Unión Soviética	Otros	TOTAL			
	Austria	Bélgica	Canadá	Chipe	Francia	Alemania	Irlanda	Jamaica	Polonia	España				Tailandia	Gran Bretaña	EE.UU.
Alemania	151.3	-	-	-	150.0	-	-	-	-	-	0.3	0.8	-	-	0.3	302.7
Andorra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.7	-	-	-	-	-	4.7
Austria	-	-	-	-	-	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8
Bélgica	-	-	-	-	338.0	20.0	-	-	-	-	0.1	-	-	-	0.8	358.9
Benín	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.0	-	-	-	-	-	6.0
Cameroon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.5	-	-	-	-	-	10.5
Canadá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	75.6	-	-	-	75.9
Corea del Sur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-	3.0
Dinamarca	-	-	-	-	68.0	-	-	-	(25.2)	216.0	0.3	-	-	(47.0)	-	356.5
EE.UU.	-	-	4977.8	-	-	-	248.4	-	25.8	-	1.2	-	-	-	-	5253.2
Finlandia	-	-	-	-	-	-	-	-	(16.0)	97.3	-	-	-	(8.0)	-	121.3
Francia	-	-	-	-	-	-	-	-	6.3	-	2.0	0.3	-	-	0.1	8.7
Gran Bretaña	-	-	-	-	11.0	-	(63.0)	-	-	-	-	-	-	-	0.4	74.4
Gabon	-	-	-	-	-	-	-	-	6.4	-	-	-	-	-	-	6.4
Ghana	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	-	0.1	-	-	-	-	6.2
Guadalupe	-	-	-	-	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.0
Holanda	-	-	-	-	144.0	124.0	-	-	2.0	-	0.1	-	-	(12.7)	-	316.3
Irlanda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	3.5
Islandia	-	-	-	-	-	-	-	-	(6.8)	-	-	-	-	-	-	(6.8)
Italia	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.8	-	-	-	15.4
Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.3
Martinica	-	-	-	-	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0
México	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.9	-	-	-	17.9
Nigeria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	8.1
Noruega	-	-	-	-	80.0	-	-	-	(50.0)	18.1	0.1	-	-	(40.0)	-	188.2
Reunión	-	-	-	-	8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0
Saudita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	20.5	-	-	-	20.8
Suecia	-	-	-	-	69.0	0.7	-	-	(5.1)	174.8	0.1	-	-	(59.1)	0.1	308.9
Suiza	-	-	-	-	6.0	25.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.6
Surinam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	5.5
Taiwan	-	-	16.3	-	-	-	-	-	-	12.4	-	-	-	-	-	18.1
Togo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	4.0
Zaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.3	-	-	-	-	-	31.3
Otros	-	-	4.9	-	34.4	7.0	1.6	-	-	-	6.0	13.4	-	-	1.7	100.9
TOTAL	168.8	38.4	4994.1	34.4	898.0	176.7	63.0	248.4	(103.1)	635.0	14.8	129.3	(166.8)	9.5	7.732.9	

Cifras entre paréntesis son estimaciones.

Fuente: Elaboración propia en base a cifras oficiales por países.

2.8. - TECNOLOGIAS DE EXTRACCION Y PROCESAMIENTO

El yeso es explotado a cielo abierto y también en galerías, si bien el primer procedimiento es el que predomina, constituyendo, por ejemplo, en los EE.UU. un 81% del total, en 1975. La explotación a cielo abierto utiliza los métodos convencionales y equipos como escarificadores para remover la cubierta estéril, y palas cargadoras para extraer la roca bruta. Es normal el uso intensivo de explosivos, los cuales se distribuyen en forma bastante densa (3 m x 3 m) debido a que el yeso tiende a absorber las ondas expansivas sin fracturarse satisfactoriamente. Como no se efectúa generalmente una concentración del mineral debe cuidarse de realizar una mineración relativamente selectiva para eliminar impurezas; el control de calidad tiene que efectuarse en el yacimiento. Son normales relaciones de 2,5 a 1 de material removido a mineral bruto.

La mineración de yeso es una actividad altamente mecanizada.

El procesamiento del yeso puede ser dividido en tres etapas básicas: preparación de la roca, calcinación, y formulación y manufactura final. La cocción ha sido descrita suficientemente en el punto 2.3., y en la figura adjunta se muestra un corte de un típico caldero usado para la obtención de yeso beta. La preparación de la roca consiste en su trituración, secado, molienda primaria y molienda secundaria para obtener el mineral fino ya sea para uso agrícola, en pinturas y destilerías, o para calcinar; los equipos utilizados son los convencionales y los detallaremos cuando realicemos la descripción del proceso sugerido; el secado debe hacerse en forma cuidadosa, a baja temperatura, para evitar que el dihidrato comience a descomponerse.

La preparación final del yeso dependerá del uso al que sea destinado, y consistirá en molienda a varias granulometrías, y en el agregado de aditivos que influyen en el control de diversas propiedades: resistencia mecánica, velocidad de fraguado, aislación térmica, etc. Las formulaciones deben ser desarrolladas en función del mercado, actual o potencial, y de las materias primas. En el Anexo I al presente anteproyecto, nos referiremos brevemente a los granulados volcánicos en general y como agregados al yeso para ser usado como aislante térmico.

Con respecto a la fabricación de bloques, ladrillos, paneles y tableros de yeso, elementos fundamentales para la reducción del costo de la construcción, la misma incluye tecnologías sofisticadas en cuanto a la formulación y conformación del producto, así como también en lo que se refiere a los equipos utilizados y a los controles del proceso. En este caso, si se decidiera avanzar con este proyecto, recomendamos adquirir tecnología internacional de alguna de las diversas firmas integradas que actúa en el ramo en los EE.UU., Francia o Alemania.

Para la producción de tableros el yeso calcinado debe ser muy puro y de calidad uniforme, una mezcla de yesos alfa (de mayor resistencia mecánica y que requiere menos agua, pero de fraguado más lento y más costoso), y beta (más reactivo y más económico), suele ser lo más adecuado, pudiendo considerarse proporciones de 40% del primero y 60% del segundo.

En la manufactura de tableros se utilizan muchos productos, que son mezclados en seco con el yeso, acelerantes, fibras, almidón, caseína, agentes espumantes, etc; una vez dosificados y mezclados los componentes sólidos, generalmente en un mezclador continuo a rosca, reciben el agua en un mezclador de alta intensidad colocado sobre la máquina formadora; el pastón así prepara-

do se descarga continuamente distribuyéndose sobre una hoja de papel de alto gramaje (aproximadamente 300 g/m²) que está en movimiento y con los bordes levantados, alimentada por una bobina; esta masa es llevada hacia los rodillos formadores ajustables y antes de pasar por los mismos se aplica una hoja superior de papel; el "rodillo maestro" le imparte el espesor y el ancho deseados al tablero continuo; el papel envuelve completamente al panel, adhiriéndose sobre los bordes ambas capas de papel por medio de un aglutinante; los anchos más comunes son/ 1,0 m; 1,2m y 1,3m; los espesores varían de 10 a 20 milímetros.

Desde los rodillos formadores el panel es transportado en forma continua sobre la mesa de fragüe, que debe tener la longitud necesaria como para permitir el fraguado inicial (5 a 6 minutos), antes de pasar por la cuchilla rotativa que corta los tableros en la longitud deseada (generalmente entre 2,4 m y 3,6 m). El núcleo de yeso se produce por la hidratación del hemihidrato, proveyendo al tablero de masa, dureza, resistencia a la compresión, aislación térmica y acústica, incombustibilidad, inalterabilidad ante las acciones químicas y los ataques de organismos agresivos.

La unión entre el papel y el yeso se obtiene a través de los cristales del dihidrato, que crecen, y se entrelazan con ellas, entre las fibras celulósicas, a medida que se va produciendo el fraguado. Las láminas celulósicas proveen resistencia a la tracción, haciendo del tablero un elemento relativamente elástico. El papel utilizado puede ser alquitranado, para constituir una capa impermeable, incluso suele adicionarse asfalto a la masa de yeso para este fin. Ciertos tipos de paneles llevan adherida una hoja de papel de aluminio; también se utilizan diversos revestimientos vinílicos, papeles decorados, imitación madera, etcétera.

Los tableros cortados son separados y transferidos a un secador continuo de pisos múltiples, alimentado con gases calientes, - donde, en forma cuidadosamente controlada, se elimina el exceso del agua por sobre la de hidratación. Finalmente, a la salida del secador los paneles pasan al corte final, inspección y embalaje en pilas, para su almacenaje y transporte. El control de calidad, dimensional y de propiedades físicas es muy estricto.

2.9. MERCADO NACIONAL

2.9.1 Principales regiones productoras.

Mendoza se encuentra entre las cinco primeras provincias productoras de yeso, habiendo registrado su máxima producción en 1974 con 88.393 toneladas. El yeso es utilizado por industrias locales, de cemento y de producción de yeso calcinado, y de otras provincias, así como para esporádicas exportaciones a Chile.

Las yeseras activas se localizan todas en el Departamento de Malargue, agrupadas en dos áreas principales, campo de los Militares, y Cañada Ancha, distantes la primera entre 10 y 15 km al oeste de la villa de Malargue, y la segunda 40 km al NNO de dicha localidad. En ambas áreas las reservas yesíferas son muy grandes, y el mineral es generalmente de alta pureza, de grano fino, tipo sacaroides, ideal para la elaboración de yeso cocido de alta calidad.

Los yacimientos forman parte de secuencias sedimentarias de las Formaciones Huitrín y Auquilco correspondientes al Cretácico Medio y Jurásico Superior respectivamente. Se trata de potentes horizontes evaporíticos, de carácter lenticular, con espesores de 1m a 3 m.

Un análisis químico característico del yeso de esta región se indica a continuación:

SiO ₂	0,3 - 0,5 %
Fe ₂ O ₃	Vestigios
CaO	33,1-33,8 %
MgO	0,1-1,0 %
SO ₃	46,0-46,5 %
H ₂ O (a 80°C)	18,8-18,9 %
SO ₄ Ca.2H ₂ O..	98,9-99,9 %

El yeso es producido en varias provincias, siendo las principales Buenos Aires, Río Negro, Santiago del Estero, Entre Ríos y Mendoza; La Pampa inició la producción en 1977, para abastecer una fábrica de tableros ubicada en General Acha, pero la calidad del yeso es pobre, con alto contenido de insolubles.

El principal consumo de yeso en el país es como regulador del fraguado del cemento Portland y del cemento blanco; en general las fábricas de cemento emplean yeso extraído en las mismas provincias donde se hallan instaladas, con algunas excepciones como las de San Juan, Neuquén, Salta y Córdoba, que lo reciben total o parcialmente de otras provincias; el caso más notable es el de Córdoba, que con una producción de cemento de aproximadamente 1.000.000 de toneladas, debe recibir más de 40.000 toneladas de yeso de Santiago del Estero, Catamarca, La Rioja, Tucumán y, principalmente para cemento blanco, de Mendoza.

Como no se dispone de estadísticas actualizadas de la producción de yeso cocido por regiones, hemos restado a la producción de yeso de cada una de ellas la demanda regional de la industria del cemento en base a la producción del mismo y considerando un consumo de yeso del 4,1% de los despachos de cemento; los resultados, para 1977 se encuentran volcados en la Cuadro N°V.2.8 se han considerado los consumos de yeso crudo para la agricultura, fabricación de tartratos, pinturas y cerveceras, del orden de las 27.000 toneladas anuales, para obtener el tonelaje de yeso crudo disponible para la cocción. Se tendría así la siguiente distribución del consumo de yeso crudo en 1977:

Cemento	247.000 t	(45%)
Agricultura	20.000 t	(4%)
Otros usos crudo .	7.000 t	(1%)
Para cocción	<u>273.000 t</u>	(50%)
TOTAL	547.000 t	(100%)

El uso para cocción ha pasado de un 44% en 1966 a 50% en 1977, pero todavía se encuentra lejos de los valores predominantes en países industrializados. Debe también mencionarse que la mayor parte del yeso es cocido en primitivos hornos intermitentes, de mampostería común con revestimiento refractario, con llama directa, generalmente a leña (hornallas) o en hornos verticales similares a los empleados para la obtención de cal. Estos hornos producen un yeso de calidad irregular, ya que la temperatura no es uniforme en todo el horno, además la eficiencia térmica es bajísima.

También se usan hornos rotativos, que en general presentan los mismos inconvenientes mencionados, y en muy pocos casos se emplean marmitas, que permiten obtener yeso de calidad más uniforme. Existe un solo establecimiento que opera autoclaves de pequeña capacidad.

Como puede observarse en el Cuadro N°V.2.8 Mendoza, a pesar de la magnitud y calidad de sus reservas contribuye apenas con algo más del 7% de la producción de yeso cocido, muy por debajo de Buenos Aires, Entre Ríos, Río Negro y Santiago del Estero, que en conjunto producen casi el 85% del total.

Cuadro N° V.2.8.

	Producción total (1000 t)	Disponibile estima do para cocción (1000 t)	Producción estima da de yeso cocido (1000 t)
Buenos Aires	233,2	67,0	53
Río Negro, Neuquén y Chubut	88,4	60,0 (3)	48
La Rioja, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba	89,3	40,0	32
Entre Ríos	70,7	64,0	51
Mendoza y San Juan ..	40,7	20,0	16
San Luis	12,7	10,0	8
La Pampa	12,0	12,0	10
TOTALES	547,0	273,0 (1)	218,0 (2)

(1): Consideramos una producción de cemento de 6026000 toneladas, usando 4,1% de yeso; y usos de yeso crudo para agricultura, destilerías y pinturas de 27.000 toneladas.

(2): Se producen 0,8 t de yeso cocido por tonelada alimentada.

(3): Una parte importante fue deducida como consumo agrícola.

2.9.2. Usos del yeso cocido y localización de la demanda

El yeso cocido es utilizado fundamentalmente en la construcción, como yeso de obra, sólo recientemente ha comenzado la fabricación de tableros en La Pampa, con una producción estimada de 1.000.000 m² en 1977.

Podemos considerar así la distribución del consumo de yeso cocido en la Argentina, en 1977:

Yeso para construcción	186.000 t
En tableros	10.000 t
Yeso cerámico	20.000 t
Yeso ortopédico	1.500 t
Yeso dental	500 t
<hr/>	
T O T A L	218.000 t

El consumo de yeso cocido creció a un ritmo del 6,2% anual acumulativo entre 1966 y 1977.

Los grandes centros de consumo son los conglomerados urbanos: Gran Buenos Aires, Litoral Santa Fé-Rosario, Córdoba, Región de Cuyo. El yeso de construcción es favorecido cuando se fabrica en las proximidades del mercado consumidor, - caso Entre Ríos abasteciendo la región Litoral y Gran Buenos Aires, o Santiago del Estero con respecto al Noroeste y a Córdoba. Una producción mendocina incrementada y con costos de una eficiente operación, además de abastecer la zona Cuyo, podría llegar a Córdoba y hasta Buenos Aires. Con respecto a los productos premoldeados, por su alto valor agregado, el flete presenta una menor incidencia y podrá enca--

2.9.2. Usos del yeso cocido y localización de la demanda

El yeso cocido es utilizado fundamentalmente en la construcción, como yeso de obra, sólo recientemente ha comenzado la fabricación de tableros en La Pampa, con una producción estimada de 1.000.000 m² en 1977.

Podemos considerar así la distribución del consumo de yeso cocido en la Argentina, en 1977:

Yeso para construcción	186.000 t
En tableros	10.000 t
Yeso cerámico	20.000 t
Yeso ortopédico	1.500 t
Yeso dental	500 t
	<hr/>
T O T A L	218.000 t

El consumo de yeso cocido creció a un ritmo del 6,2% anual acumulativo entre 1966 y 1977.

Los grandes centros de consumo son los conglomerados urbanos: Gran Buenos Aires, Litoral Santa Fé-Rosario, Córdoba, Región de Cuyo. El yeso de construcción es favorecido cuando se fabrica en las proximidades del mercado consumidor, - caso Entre Ríos abasteciendo la región Litoral y Gran Buenos Aires, o Santiago del Estero con respecto al Noroeste y a Córdoba. Una producción mendocina incrementada y con costos de una eficiente operación, además de abastecer la zona Cuyo, podría llegar a Córdoba y hasta Buenos Aires. Con respecto a los productos premoldeados, por su alto valor agregado, el flete presenta una menor incidencia y podrá enca-

rarse una distribución a nivel nacional. Con respecto al yeso para usos industriales, donde es fundamental la calidad (para cerámica, fundiciones, pozos de petróleo, ortopedia y uso dental), es definitoria la materia prima, y actualmente, ante el retraso en el desarrollo de la industria del yeso en Mendoza, Río Negro predomina en el mercado, constituido hasta el momento primordialmente por la industria cerámica y concentrada, en su mayor parte, en el Gran Buenos Aires; parte de este yeso es cocido en Río Negro y parte en el mismo Buenos Aires.

La situación descripta de la distribución de la demanda sugiere que una industria ubicada en Mendoza, que produjera tableros de yeso livianos y no deformables, yeso industrial de alta calidad (alfa y beta), y solamente las mejores calidades de yeso para la construcción, podría competir fácilmente en casi todo el país.

2.9.3. Variedades y precios

Existen diversas variedades y calidades de yeso, según su origen y procesamiento, y según su destino, pero como a los efectos del proyecto solamente nos interesan los tipos mejores, indicamos aquí los precios corrientes al mes de octubre de 1979, considerados puesto en fábrica en Mendoza:

Yeso blanco de construcción en bolsas de 40 kg	97.000 \$/T
Yeso beta, cerámico en bolsas de 40 kg	109.000 \$/t
Yeso alfa, cerámico en bolsas de 40 kg	147.500 \$/t
Yeso dental para impresión en bolsas de 40 kg	265.000 \$/t
Tableros de yeso y papel de 12,5 mm de espesor, con peso de 8,7 kg/m ² ; embalados.	6.000 \$/m ²

2.9.4. Situación de la industria del yeso en Mendoza

Además de los comentarios incluidos en el ítem 2.9.1 del presente anteproyecto, y que presentan a la provincia en su realidad actual y muestran su enorme potencialidad como abastecedora de yeso de la mejor calidad, este tema ha sido exhaustivamente analizado en el Capítulo II ("Industria Extractiva y de Tratamiento") del presente Diagnóstico.

2.9.5. Oferta provincial y demanda nacional proyectadas.

La oferta provincial de yeso, en su evolución histórica y alternativas futuras, así como la demanda nacional proyectada han sido tratadas y evaluadas rigurosamente en el Capítulo IV "Mercado y Comercialización" del presente Diagnóstico.

Como último comentario debemos señalar que el bajo consumo específico actual de yeso en nuestro país comparado con el de países más desarrollados en el aspecto de la construcción industrializada, unido a la disponibilidad de yacimientos de enormes reservas y excelente calidad y la concurrencia de un hecho sobradamente conocido como es el déficit habitacional, son todos elementos que podrían llevar a una multiplicación de la demanda por un factor de 2 ó 3 en un corto período de tiempo.

2. 10. DIMENSIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE YESO Y FABRICACION DE PRODUCTOS PREMOLDEADOS.

2.10.1 Experiencia internacional.

Desde el punto de vista de la explotación minera podemos considerar el caso de los EE.UU., primer productor mundial de yeso, y observamos que, en 1975, 68 minas produjeron un promedio de 130.000 toneladas cada una, pero la distribución por minas fue la siguiente:

De 1.000 a 10.000 t/año	6 minas
De 10.000 a 100.000 t/año	28 minas
De 100.000 a 1.000.000 t/año ..	34 minas

De esta manera vemos que en general la mitad de las explotaciones son superiores a todas las que operan en nuestro país, pero que una operación entre 10.000 t y 100.000 t anuales sería de una envergadura razonable, y permitiría, a partir de las 3.000 ó 4.000 t mensuales una explotación mecanizada y eficiente.

Con respecto al tamaño de las fábricas que procesan yeso, aquellas que solamente se dedican a moler y clasificar el yeso para su uso en la industria del cemento, las hay de muy diversas capacidades, pero, a nivel mundial, son de capacidades importantes, casi siempre superando las 50.000 toneladas anuales, y generalmente las 100.000 toneladas; pero esto es así por el escaso valor agregado de ese mineral bruto, comercializado a precios del orden de U\$S 5 a U\$S 10 la tonelada, pero en lo que se refiere a la producción de yeso cocido, las capacidades pueden ser inferiores, y, si bien no existe/

mucha información disponible al respecto, pueden considerarse 20.000 toneladas anuales de productos elaborados como el mínimo económico, siendo las capacidades habituales en los países desarrollados el doble o el triple de ese volumen. Finalmente para la fabricación de elementos premoldeados, bloques, paneles y tableros, existen en los EE.UU., Alemania, Canadá, Sudáfrica, Francia, Japón, grandes unidades con capacidades hasta 15.000.000 m² anuales, pero, sobre todo en Francia, hay diversas fábricas con capacidades de 1.000.000 metros cuadrados por año, lo que parece ser considerado un mínimo económico y para lo cual se dispone de los equipos formadores estandarizados; esta capacidad permite fácilmente su multiplicación contando con capacidad extra para la preparación y cocción del yeso, sectores que requieren menor inversión, y que, además pueden producir yesos comercializables embolsados mientras se instala, pone en marcha o se amplía la línea de conformados.

2.10.2. Selección del tamaño económico.

En base a las consideraciones del punto anterior puede establecerse como muy razonable una producción inicial de tableros de yeso de 1.000.000 m² por año, previéndose ya desde el comienzo su ampliación al doble, pero contemplándose, desde el punto de vista de la cocción, su posible quintuplicación si la muy posible expansión del mercado indicara esa necesidad. Esto lleva a considerar que la unidad industrial deberá tener una capacidad inicial de unas 40.000 toneladas anuales de productos finales, de los cuales 1.000.000 m² de tableros representan unas 8.000 t o 9.000 t, y el resto serían yesos/cocidos alfa y beta, pudiendo considerarse también la producción de algo de yeso de obra para aprovechar alguna materia prima que no resulte de la suficiente pureza, o material procesado que puede salir algo por fuera de las especificaciones de los productos de primera calidad.

Las capacidades nominales adoptadas quedan así definidas:

Producción de tableros	1.000.000 m ² /año.
Hemihidrato alfa	17.000 t/año
Hemihidrato beta y yeso de construcción	14.300 t/año

Haciendo un total, en toneladas, de 40.000 anuales, y con suficiente flexibilidad para aumentar la producción de yeso / alfa disminuyendo la del beta, y viceversa, en forma relativamente importante (hasta un 50%), o incrementar en un 20% la producción global de yesos cocidos y embolsados.

La capacidad instalada sugerida incrementaría en apenas un 13% la actualmente existente en el país para productos de ye

so cocido, con lo cual, aún considerando esa industria operando al 100%, y tomando como base la producción del año 1978, - con un crecimiento de solamente el 4% anual acumulativo (equivalente al del PBI), en 12 años habría una demanda insatisfecha; con un crecimiento de la demanda del 6,2% anual, como - fue el experimentado en la producción de yeso cocido entre - 1966 y 1977, se produciría la escasez en 1985, año en que el proyecto sugerido podría estar en plena producción y con posibilidades de expandirse.

2.10.3. Localización

La existencia de numerosos yacimientos de gran porte y excelente calidad en un radio de 50 km de la localidad de Malar-güe aconsejaría en primera instancia, la ubicación de la planta de yeso en las proximidades de dicha ciudad.

Pero deberán realizarse estudios más precisos de las necesidades, y disponibilidad de energía eléctrica, combustible y mano de obra especializada, así como del transporte del mineral y de los productos terminados, antes de poder optimizar la localización. La ciudad de San Rafael, con una mayor infraestructura surgiría como una alternativa.

2.11. INGENIERIA DEL PROCESO

De acuerdo con las capacidades económicas seleccionadas en el capítulo 2.10.2 y aplicando las más modernas tecnologías, comentadas en el punto 2.8 del presente trabajo, hemos elaborado el diagrama de procesos, simplificado, que se anexa, y que describimos a continuación con más detalle.

2.11.1 Descripción del proceso sugerido.

El proceso productivo se inicia con la recepción y el control del mineral bruto con un contenido mínimo de 90 a 97% de yeso (dependiendo del producto a elaborar). El yeso crudo es alimentado por medio de una cargadora frontal (1), a la tolva (2), desde la cual es extraído continuamente por medio del vibrador (3), con grilla de aproximadamente 25 mm de abertura entre barras; el mineral grueso pasa directamente al triturador a mandíbulas (4), el fino puede ser rechazado, en caso de ser material impuro, y retirado por la cinta (5), o ir directamente a la base del elevador a canchilones (6) donde se une con el yeso triturado. Este elevador alimenta el secadero rotativo (7) que opera a unos 50-60 °C para eliminar la humedad superficial del mineral (una vez estudiadas definitivamente las condiciones de humedad del yeso podrá tal vez eliminarse este equipo), los gases de salida del secador son eliminados hacia el exterior por la chimenea (8), adonde también podrán enviarse los gases de escape de los calderos, o marmitas, y de la caldera. La descarga del secadero pasa al elevador a baldes (8), el cual descarga en el tamiz (9), con malla 4; éste opera en circuito cerrado con un molino cónico (10). De esta manera se obtendría un yeso puro, seco, molido a un tamaño menor de 6 milímetros, que pasa por medio del elevador a canchilones (11)

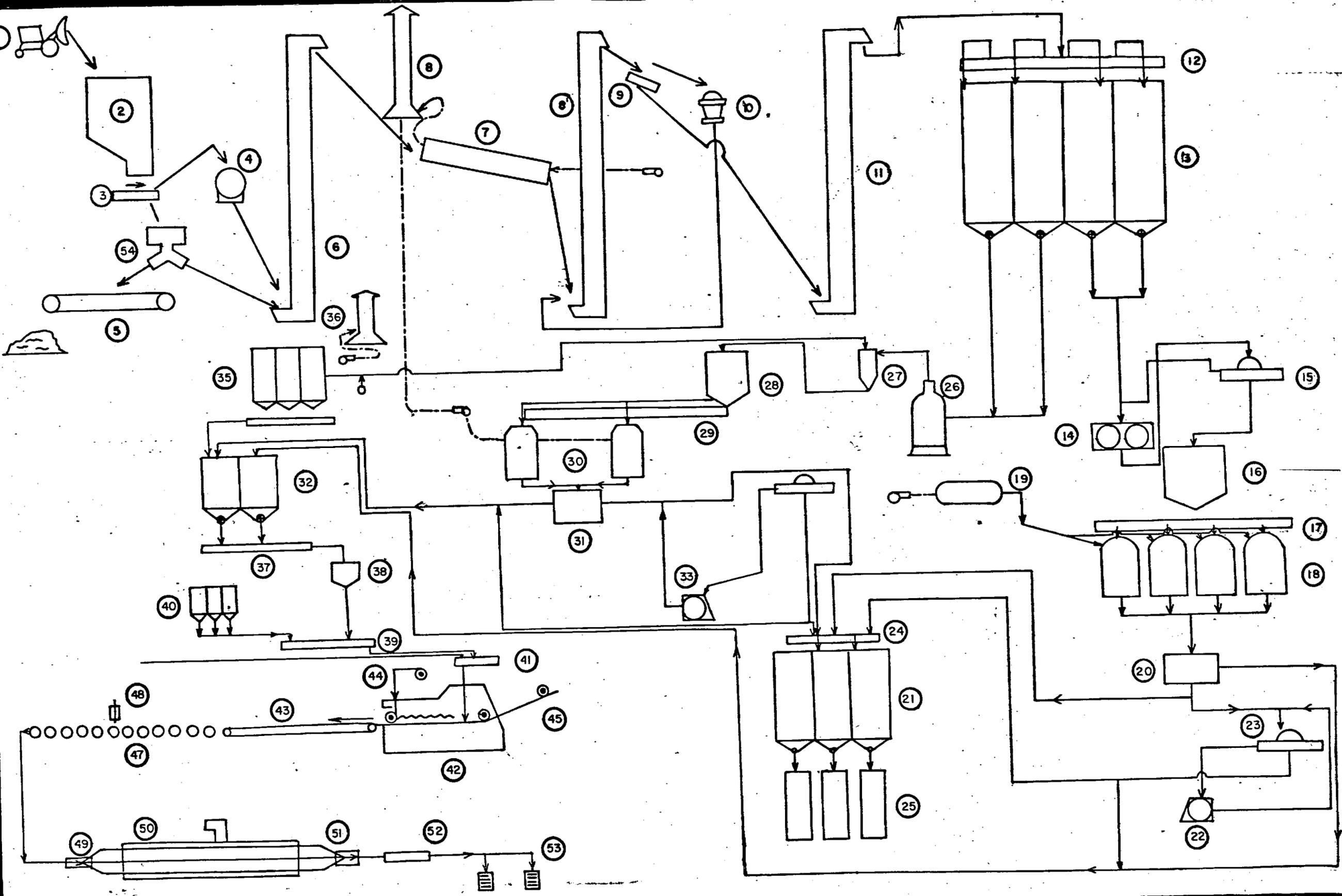
y la rosca (12), a los silos de mineral clasificado (13). Hasta aquí llega el sector de recepción y clasificación primaria, alojado en un edificio torre, con unos 25 m de elevación, y que está previsto operar en dos turnos diarios. El secado es generalmente necesario porque el yeso húmedo no fluye fácilmente de silos y conductos, pero si su humedad no es muy elevada podría efectuarse el secado simultáneamente con la molienda fina (que se describe a continuación), realizando la misma en una corriente de aire caliente; dependiendo de la dureza y microestructura del mineral que sea utilizado finalmente podrá tal vez simplificarse la molienda primaria, alimentando con material triturado la molienda fina.

De los silos, de una capacidad total de 600 toneladas (unos tres días de alimentación de la fábrica), el yeso pasa a las moliendas finas, una para la fabricación de yeso alfa y otra para el yeso beta, los tipos de molinos y las granulometrías finales a obtener tendrán que ser definidos después de los ensayos en planta piloto (molienda y cocción); en principio hemos considerado para el yeso alfa un molino de rodillos horizontales (14) con capacidad para 7 toneladas por hora de yeso molido a malla 100, operando con un clasificador a aire (15); el yeso más puro y microcristalino, destinado a la fabricación de yeso alfa (de alta resistencia), es, así molido, depositado en el silo (16), de 100 toneladas de capacidad (un día de operación de las autoclaves); por medio del tornillo (17) se lo transporta a cada una de las cuatro autoclaves (18) donde se produce la descomposición del dihidrato a hemihidrato, a una temperatura de 95 °C a 100 °C en una atmósfera de vapor, el cual es generado por la caldera (19), con capacidad para 2.000 kg/hora de vapor a 120 °C. El ciclo de cocción en las autocla

ves es de unas 6 horas, cargándose 11,8 toneladas de yeso crudo para obtener 10 toneladas de hemihidrato por ciclo; trabajando 3 turnos por día, se tiene, con una eficiencia del 80%, una capacidad de producción de unas 30.000 t anuales de yeso alfa, con lo cual existen buenas condiciones y flexibilidad para aumentar la producción inicial proyectada del orden de 20.000 toneladas. Experiencias en planta piloto permitirán determinar los ciclos de cocción más adecuados y realizar el diseño más eficaz de las autoclaves para lograr la cocción más uniforme y la máxima economía de combustible.

El yeso recién calcinado y caliente no debe ser transportado mecánicamente porque se producen alteraciones en sus propiedades físicas, de allí que, después de la cocción, de las autoclaves se lo descargue en los fosos estabilizadores (20) donde permanece durante 1,5 horas. Desde los fosos el hemihidrato alfa es enviado o a la fábrica de tableros, o a los silos, o de ser preciso para usos especiales, es molido más fino en un molino de impacto (22) que trabaja en circuito cerrado con el separador a aire (23), antes de ser distribuido a los silos por medio del tornillo (24); de estos silos el yeso es enviado a las ensacadoras (25) donde es envasado en bolsas de 40 kilos.

Retornando a los silos (13) seguimos ahora el proceso para la fabricación del yeso beta; el material crudo es molido a malla 100 por un molino de rodillos (26), tipo Raymond, que trabaja con un ciclón (27); el fino es almacenado en el silo (28), de 90 toneladas de capacidad, el cual, a través del tornillo (29), alimenta las dos marmitas (30) de 10 toneladas de producción por cada ciclo de 3 horas.



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

DIAGNOSTICO MINERO
 PROVINCIA DE MENDOZA
 ANTEPROYECTO YESO ; Diagrama de
 Proceso Preliminar.

BIANSA S.A. -CONSULTORES-	DIRECTOR PROYECTO: RESP TECNICO	CODIGO N° PARTE N° 7239
------------------------------	------------------------------------	----------------------------

Refiriéndose a las marmitas, o calderos, estos equipos, que trabajan en forma discontinua, son cargadas por su parte superior, en un período de 20 a 30 minutos, después que se ha completado el llenado se realiza el ciclo térmico, en 90 a 120 minutos, ayudándose a la transmisión del calor por medio de un agitador con cadenas de arrastre, y con conductos horizontales que atraviesan el caldero. Marmitas modernas, bien diseñadas y aisladas, con ciclos automáticos y eficiente control de la combustión, tienen consumos térmicos de unas 230.000 Kcal por tonelada de hemihidrato producido; se preve obtener varios tipos de yeso en este sector de la fábrica: común de obra, hemihidrato beta anhidrita soluble, etcétera.

De las marmitas, o Kettles, el yeso se descarga en la fosa estabilizadora (31), y después de enfriado puede ser enviado a los silos (32) de la fábrica de tableros, ser remolido en el molino (33) con el separador (34), o ir directamente a los silos de embolsado (21).

Los sistemas de molienda están todos conectados a un colector de polvo (35) para mantener la atmósfera de la fábrica totalmente libre de partículas; el polvo recuperado es utilizado en la fábrica de paneles y solamente una mínima parte es perdida por la chimenea (36).

El yeso cocido es extraído de los silos por la rosca (37) y depositado en el silo diario de la fábrica de tableros (38), con capacidad de 30 toneladas, de allí se alimenta al tornillo mezclador (39), en el cual se agregan los aditivos sólidos almacenados en los silos (40). La mezcla sólida pasa a un mezclador continuo de alta intensidad (41) donde se le adiciona el agua (un 40% aproximadamente) para formar la

pasta fluída que es finalmente alimentada a la máquina formadora (42) del panel continuo (43), como un "sandwich" entre el papel superior (44), que será la parte posterior del tablero final, y el papel inferior (45), que constituirá la cara vista del tablero. El panel continuo que sale de los rodillos formadores es transportado sobre una mesa de correas (46) donde se produce el inicio del fragüe, y al final de la misma, sobre rodillos (47) se realiza el corte de los paneles por medio de una cuchilla (48).

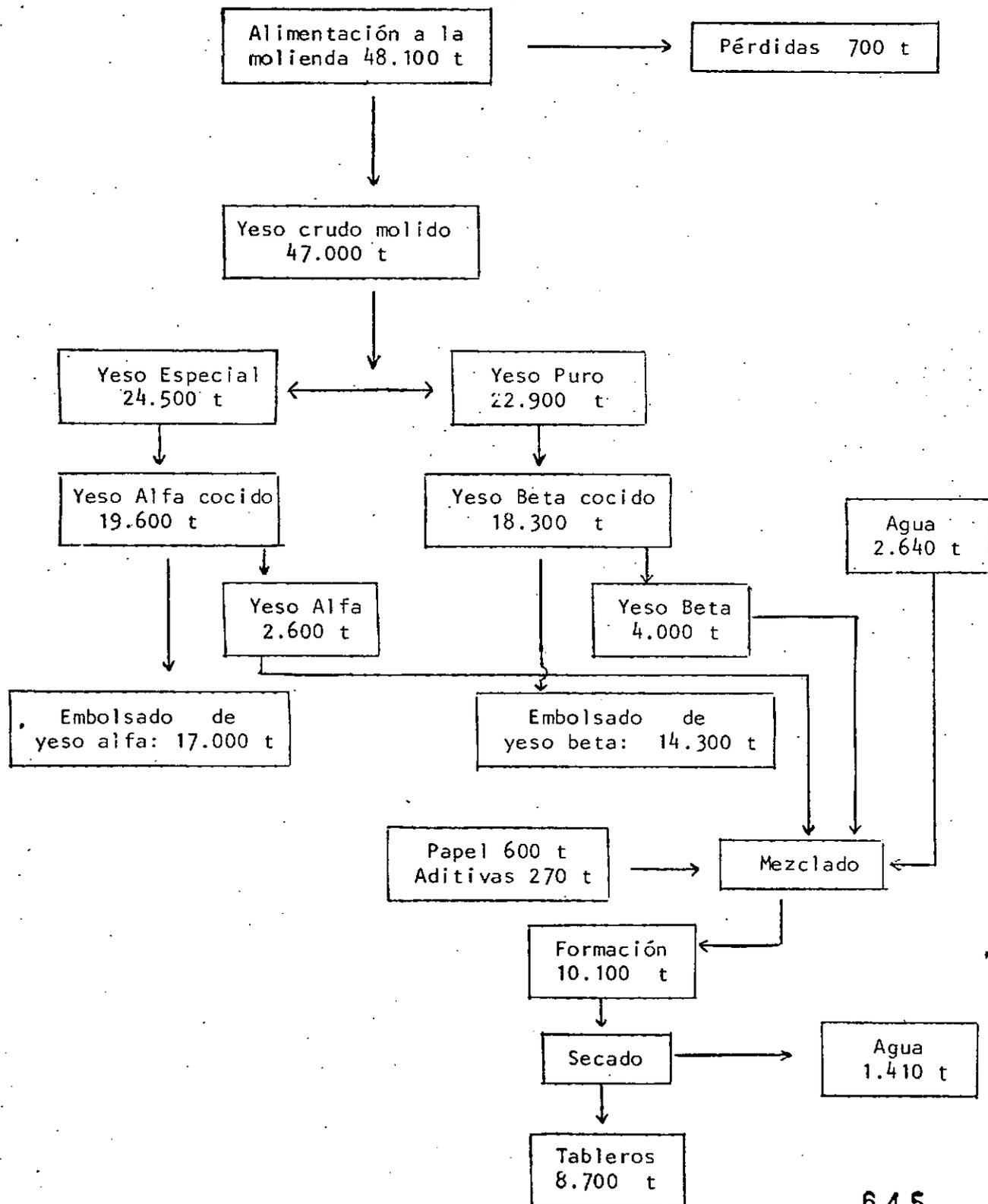
Los tableros ya cortados son automáticamente separados, acelerándose su traslado hacia la mesa de transferencia (49), que los lleva hasta los varios pisos del secador (50), donde se elimina el agua no requerida para el dihidrato; los tableros secos se descargan a través de otro mecanismo especial (51), pasando a una mesa de corte e inspección final (52), de donde se los retira por medio de autoelevadores para su almacenaje final antes del despacho (53).

2.11.2. Capacidades

Como fue mencionado en el punto 2.10.2, las capacidades anuales nominales de diseño que se sugieren son de 1.000.000 m² de tableros, o sea 8.700 toneladas aproximadamente de tableros, conteniendo unas 6.600 toneladas de hemihidratos; / 17.000 toneladas de yeso alfa (cerámico, dental, ortopédico y para fundiciones y pozos petrolíferos) y 14.300 toneladas de hemihidrato beta (para cerámica, fundiciones y construcción); o sea que el total a producir de yeso cocido será de 37.900 toneladas anuales, que podrá ser aumentada operando en cuatro turnos rotativos el sector autoclaves y marmitas, y en tres turnos la molienda inicial.

Se indica a continuación el balance de materiales estimado para la producción nominal mencionada. Se considera que el mineral bruto alimentado tendrá 2,5% de humedad libre y que las pérdidas en la molienda serán del 1,5%; en la cocción - se adopta una pérdida del 20% de agua del dihidrato, y el agua de hidratación que reacciona con el hemihidrato en los tableros es equivalente al 18,6% del peso del mismo; los tableros se consideran constituidos en un 90% por el yeso hidratado, y un 10% los aditivos y el papel. A partir de este balance calcularemos los costos en el capítulo 13; y para simplificar consideraremos que el papel constituye el 6,9% del peso de los tableros, al ser su gramaje por metro cuadrado de 300, siendo el resto de los aditivos (3,1%) unificados como caseína.

BALANCE DE MATERIALES PARA PROCESAMIENTO DE YESO.



2.11.3. Ensayos tecnológicos necesarios

Después de la aprobación del anteproyecto, y ampliados los estudios de mercado, inversiones y costos, para la elaboración del proyecto final el primer paso es definir la, o las yeseras que alimentarán la planta, para realizar los estudios químicos, mineralógicos y petrográficos del mineral, y poder definir las variedades de yeso disponibles, efectuar los cálculos de costos de extracción y finalmente / realizar el muestreo del yacimiento para realizar los ensayos tecnológicos de trituración, molienda, secado y cocción; en esta última deben definirse precisamente los ciclos térmicos, tiempo, temperatura, presión de vapor y granulometrías, para, en función de las materias primas disponibles, obtener las propiedades deseadas de densidad, velocidad de fraguado, resistencia mecánica y contracción.

Finalmente, para determinar la tecnología de fabricación de los tableros, es probable que deban remitirse muestras al exterior a firmas interesadas en participar en el emprendimiento.

2.12 INVERSIONES

Hemos realizado una primera estimación de las inversiones fijas necesarias para la implantación de la unidad industrial definida en los capítulos anteriores. Nos hemos basado para las mismas en los valores normales de instalaciones de trituración, secado, molienda, clasificación y embolsado, para todo ese sector; los equipos de cocción, tanto marmitas como autoclaves han sido calculados por la Consultora en función de los pesos de los mismos (unas 8 toneladas las primeras y 12 toneladas las segundas), verificándose la concordancia de sus costos con estudios realizados por instituciones de plaza; las obras de fumistería, montaje, caldera, circuitos de combustible y controles para las mismas fueron estimadas por una empresa del ramo. Lógicamente todos estos valores dependerán del diagrama final del proceso que resulte de los ensayos tecnológicos comentados anteriormente, y del diseño definitivo de las autoclaves y marmitas.

Con respecto a las inversiones necesarias para la fábrica de tableros se han estimado de acuerdo con implantaciones de capacidad similar realizadas en otros países, corrigiéndolas con un factor de 1,30 por los mayores costos locales.

En el Cuadro N° V.2.9 se resumen las inversiones en dólares, y en el cuadro N° V.2.10 se dan en pesos de Octubre de 1979.

En general consideramos que en la realización definitiva del proyecto dichas inversiones se verán reducidas, si como se espera, la materia prima no presenta dificultades de proceso. También una selección del terreno para la ubicación de la planta con desniveles ayudará a reducir las inversiones en obras civiles y elevadores.

Sector	Capacidad nominal (t/a)	Inversión (en 1.000 U\$S)			TOTAL
		Equipos	Montaje	Obras Civiles	
- Trituración, molien- das, secado, clasi- ficación	50.000 (2 turnos)	420	40	60	520
- Equipo de cocción ..	40.000 (3 turnos)	740	110	100	950
- Molienda final, cla- sificación, colección de polvo, embolsado .	35.000 (3 turnos)	470	50	80	600
- Fábrica de tableros..	1.000.000 m2 (3 turnos)	1.550	200	250	2.000
- Servicios generales, laboratorio y adminis- tración	-	570	70	150	790
SUB TOTALES		3.750	470	640	4.860
Ingeniería y proyecto					500
Ensayos preliminares					150
Puesta en marcha de la planta (6 meses)					390
Imprevistos					100
T O T A L E S (1.000 U\$S)					6.000

CUADRO N° V.2.10

Inversión (In 1.000 \$)

Sector	Equipos	Montaje	Obras Cíviles	TOTAL
- Trituración, molienda, secado, clasificación	630.000	60.000	90.000	780.000
- Equipos de cocción	1.110.000	165.000	150.000	1.425.000
- Molienda final, clasificación, colección de polvo, embolsado.	705.000	75.000	120.000	900.000
- Fábrica de tableros	2.325.000	300.000	375.000	3.000.000.
- Servicios generales, laboratorio y administración	855.000	105.000	225.000	1.185.000
SUBTOTALES	5.625.000	705.000	960.000	7.290.000
- Ingeniería y proyecto	-	(660.000)	(90.000)	750.000
- Ensayos preliminares	-	-	-	225.000
- Puesta en marcha de la planta.	-	-	-	585.000
- Imprevistos	-	-	-	150.000

9.000.000

T O T A L E S (1.000 \$)

2.13. COSTOS OPERATIVOS PROYECTADOS.

Se han calculado los costos totales de producción para la planta operando a la capacidad nominal de 40.000 toneladas anuales de productos terminados, de acuerdo con el balance de materiales dado anteriormente, y con las inversiones estimadas en 9.000.000.000 pesos. En realidad la planta tendrá condiciones de producir mayor cantidad que la nominal sin modificaciones en su diseño ni aumento significativo del personal.

En el Cuadro N°V.2.11 se dan los costos agrupados por grandes rubros, y las aclaraciones sobre los métodos de cálculo.

Y el Cuadro N°V.2.12 se calcula el capital de trabajo.

Cuadro N° V.2.11

1. Costos directos	Totales (1000 \$)
1.1. Mineral bruto (base seca) 48.100 t x 15.000 \$/t (1)	721.500
1.2. Mano de obra directa (193 operarios)(2)	917.035
1.3. Energía eléctrica (3)	1.073.200
1.4. Fuel oil (4) (2.100 t x 132.000 \$/t) ..	277.200
1.5. Mantenimiento mecánico y eléctrico (5).	181.950
1.6. Aditivos (6)	540.000
1.7. Papel para tableros (7)	450.000
1.8. Envases (8)	391.250
1.9. Gastos varios (aproximadamente 5% del - total anterior)	227.865
Sub total	4.780.000
2. Costos fijos	
2.1. Sueldos (9)	837.900
2.2. Amortizaciones (10)	1.023.000
2.3. Seguros (1% de la inversión total anual).	90.000
2.4. Gastos administrativos (2% de las ventas)	202.000
2.5. Gastos de ventas (aprox. 3% de las ventas)	302.100
Sub total	2.455.000
TOTAL DE COSTOS ANUALES	7.235.000

Aclaraciones del Cuadro N° V.2.11

- (1) Consideraremos una explotación mecanizada, extrayendo - unas 120.000 toneladas de roca, para enviar unas 50.000 toneladas anuales de mineral bruto y húmedo. El precio adoptado es de 10 U\$S/t para absorber las amortizaciones de equipos de mineración.
- (2) Se consideró la organización de fábrica de acuerdo al - cuadro adjunto, tomando los 193 operarios como mano de obra directa.

Los jornales básicos adoptados son los de la Convención Colectiva de Minería Extractiva al mes de octubre de - 1979, aumentados en un 30%, más un 70% de cargas sociales, llegando al siguiente total:

					(1000 \$)
Categoría A	110 x 200 x 12 x 957,49 x 1,3 x 1,7	=	558638		
Categoría B	26 x 200 x 12 x 887,69 x 1,3 x 1,7	=	122416		
Categoría C	13 x 200 x 12 x 810,50 x 1,3 x 1,7	=	55886		
Categoría D	26 x 200 x 12 x 687,03 x 1,3 x 1,7	=	94744		
Categoría E	18 x 12 x 178798 x 1,3 x 1,7	=	85351		
T O T A L					= 917035

- (3) La potencia instalada es de 1600 kW, con un factor de utilización del 60% sobre una base anual, se tienen - 700.000 kWh, con lo cual el precio mensual sería de:

Cargo Fijo	1.350 x 8.636 \$	11658600	\$/m
Primeros	135.000 kWh x 154,94 \$	20916900	\$/m
Segundos	135.000 kWh x 127,00 \$	17145000	\$/m
Terceros	270.000 kWh x 170,95 \$	29146500	\$/m
Excedente	160.000 kWh x 66,04 \$	<u>10566400</u>	\$/m
T O T A L M E N S U A L			89433400 \$/m



(4) El fuel oil es utilizado en el secadero rotativo, para eliminar la humedad natural del mineral (300 t); en los calderos para deshidratar el yeso (550 t, con un consumo específico de 300 Kcal/kg de hemihidrato); en las autoclaves (900 t por año) y en el secador de tableros (400 t).

(5) Se adoptan los siguientes valores para los gastos anuales de mantenimiento, como porcentajes de los valores de los equipos montados:

Trituración, molienda, clasificación, embolsado	2 %
Equipos de paneles	2,5%
Fábrica de paneles	3,5%
Obras civiles	0,5%

(6) Se unifican todos los acelerantes, espumantes, fibras de refuerzo, aditivos aislantes, etc., al equivalente de 270 toneladas de caseína a 2.000 \$/kg, posición muy conservadora, que penaliza los costos.

(7) Se considera el papel importado, a 500 U\$S/t, con 0,6 kg usados por metro cuadrado de tableros.

(8) Se consideran bolsas de 40 kg, a un costo por unidad de 500 \$.

(9) Se preven los siguientes sueldos mensuales:

1 Gerente	1 x 3.500.000	:	3.500.000
9 Jefes	9 x 2.500.000	:	22.500.000
21 Supervisores..	21 x 800.000	:	16.800.000
15 Empleados	15 x 250.000	:	3.750.000

TOTAL MENSUAL : 46.550.000

TOTAL ANUAL : 558.600.000

CARGAS SOCIALES (50%) . . : 279.300.000

TOTAL CON CARGAS SOCIALES : 837.900.000

(10) Se tomaron 20 años para las obras civiles, 10 años - para los equipos y su montaje, y 5 años para los gastos de ingeniería y puesta en marcha.

Cuadro N° V.2.12

Capital de trabajo	<u>(1.000 \$)</u>
1.- Materia prima (1 mes) (1)	60.000
2.- Material en proceso (1 semana) (2)	53.500
3.- Producto terminado (2 semanas)	184.000
4.- Caja (1 mes de salarios)	146.500
5.- Materiales de consumo en almacén (1 mes)	<u>172.000</u>
	616.000

(1): 4.000 toneladas de yeso bruto.

(2): Costo promedio entre 1.000 toneladas de yeso bruto y
770 toneladas de productos.

CUADRO N° V.2.13

Sección	Tornos por día	Gerente de planta	Jefes de sector	Supervisores	Empleados	Operarios	TOTAL
- Trituración, moliendas, secado, clasificación	2	-	3 (1)	3	-	10	13
- Cocción	3	-		3	-	27	33
- Molienda final y embolsado	3	-		3	-	18	21
- Fabricación de tableros	3	-	3 (1)	6	-	82	91
- Mantenimiento y servicios	3	-	1 (2)	3	-	36	40
- Administración y laboratorio...	1	1	2 (3)	3 (4)	15	20	41
Totales	1	1	9	21	15	193	239

(1): Dos jefes de turno, uno para preparación y otro para tableros, por cada turno, ingenieros industriales, químicos, ó mecánicos.

(2): Ingeniero electromecánico.

(3): Un jefe administrativo.

(4): Tres técnicos, encargados del control de calidad en cada turno.

(5): Consideramos los operarios divididos en las categorías: A: 110; B: 26; C:13; D:26; E: 18.

2.14. INGRESOS PREVISTOS

Para poder realizar la estimación de ingresos del anteproyecto hemos calculado la facturación posible en función de la distribución de las ventas como se indica a continuación, y usando los precios indicados en el ítem 2.9.3

Yeso hemihidrato alfa, cerámico :	16.500 t (147.500 \$/t)
Yeso hemihidrato alfa, dental :	500 t (265.000 \$/t)
Yeso hemihidrato beta, cerámico :	12.000 t (109.000 \$/t)
Yeso para construcción	2.300 t (97.000 s/t)
Tableros de yeso	1.000.000 (6.000 \$/m2)

Se obtendrían así ventas por \$ 10,097.350.000, con un margen de rentabilidad bruta de \$ 2.862.350.000 \$ (28,34 % sobre ventas).

2.15. EVALUACION ECONOMICA

Se analizó el proyecto mediante el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y el punto de equilibrio. La determinación de la TIR se basó en las siguientes supuestos y condicionantes

- a) Se adoptó un período de vida útil global del proyecto de 10 años.
- b) La instalación del proyecto hasta su puesta en marcha requiere no más de un año.
- c) El Capital de trabajo se invierte en el primer año a partir de su puesta en marcha.
- d) No se consideraron los beneficios extras provenientes de su posible acogimiento al régimen legal de promoción.
- e) Por tratarse de un nivel de anteproyecto, no se ha considerado el problema de su financiamiento, el que será tratado en las etapas siguientes.
- f) Se ha previsto que la planta operará el primer año al 60% de su capacidad, para alcanzar el 100% a partir del segundo año de actividad.

En los cuadros Nros. V.2.14 y V.2.15 se presentan los resultados obtenidos.

CUADRO Nº V.2.14 - CUENTA DE RESULTADOS PRO-FORMA
(en millones de \$)

	<u>Capacidad operativa utilizada</u>	
	<u>60 %</u>	<u>100 %</u>
<u>I) VENTAS</u>		
Yeso hemihidratado alfa, cerámico	1.460	2.433
Yeso hemihidratado alfa, dental	80	133
Yeso hemihidratado beta, cerámico	785	1.308
Yeso para construcción	134	223
Tableros de yeso	<u>3.600</u>	<u>6.000</u>
TOTAL VENTAS	6.059	10.097
<u>II) COSTOS</u>		
1) <u>Variables</u>		
Mineral bruto	433	721
Mano de Obra directa	550	917
Energía Eléctrica	644	1.073
Fuel-Oil	166	277
Mantenimiento	109	182
Materiales de fabricación	594	990
Material de empaque	235	391
Gastos varios	<u>137</u>	<u>228</u>
Total Costos Variables	2.868	4.779
2) <u>Costos Fijos</u>		
Sueldos Administrativos	838	838
Amortizaciones	1.023	1.023
Seguros	90	90
Gastos Administrativos	202	202
Gastos de Ventas	<u>302</u>	<u>302</u>
Total Costos Fijos	<u>2.455</u>	<u>2.455</u>
C O S T O S T O T A L E S (1 + 2) . .	5.323	7.234

BIANSA S.A.
CONSULTORES

III)	<u>UTILIDAD BRUTA</u> (I - II)	736	2.863
	Menos: Impuesto a las ganancias	<u>243</u>	<u>945</u>
IV)	<u>UTILIDAD NETA</u>	<u>493</u>	<u>1.918</u>

CUADRO Nº V.2.15. - CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO
(en millones de pesos)

Año	Inversión Fija (1)	Capital de trabajo (2)	Utilidad neta (3)	Amortizaciones (4)	Flujo de Caja (S)=(3)-(1)-(2)+4	Flujo de Caja Descontado al 24,57 %
0	9.000	-	-	-	- 9.000	- 9.000
1	-	616	493	1.023	900	722
2			1.918	1.023	2.941	1.895
3			1.918	1.023	2.941	1.521
4			1.918	1.023	2.941	1.221
5			1.918	1.023	2.941	980
6			1.918	1.023	2.941	787
7			1.918	1.023	2.941	623
8			1.918	1.023	2.941	507
9			1.918	1.023	2.941	407
10			1.918	1.023	2.941	327

TIR = 24,57 % anual

TIR a precios promedio 15% menos = 12,89 %

TIR a precios promedio 15% más = 34,72 %

Punto de Equilibrio

Costos Fijos : CF = 2.455 millones de \$

Costo Variable por t : cv = 0,1195 millones de \$

Precio promedio de venta/t : p = 0,2524 millones de \$

Punto de Equilibrio : PE = $\frac{CF}{p - cv} = \frac{2455}{0,2524 - 0,1195} =$

= 18.473 toneladas

PE = 46% de la capacidad operativa de la planta.

Del cálculo precedente surge que la inversión tiene una tasa interna de retorno del 24,57 % real anual, lo que indica una atractiva rentabilidad desde el punto de vista del inversor privado, si se tiene en cuenta que una inversión financiera internacional tiene retornos promedio del 10 al 12% anual.

El proyecto tiene una carga moderada de costos fijos lo que se traduce en un razonable nivel de equilibrio calculado en el 46% de su capacidad operativa.

Estos datos confirman la hipótesis inicial de que el proyecto es factible desde el punto de vista económico por lo que se considera conveniente abordar el estudio del proyecto definitivo.

ANEXO 2.1

En conexión con la producción de yeso se encuentra la explotación de las cenizas y granulados volcánicos del tipo piedra pomez, que abundan en la provincia, y que son extensamente utilizados en otros países como agregados al yeso, tanto para su uso en revestimientos como para paneles, porque brindan una mayor aislación térmica y acústica. Estos minerales volcánicos tienen además otros usos, como agregados livianos en concretos, en el caso de los granulados (para lo cual deben molerse, clasificarse en varias fracciones por tamaños, y eventualmente lavarse, como se realiza en gran escala en Italia, Grecia y las islas Azores); y como agregados puzzolánicos, en la fabricación de cemento, las cenizas.

Se denomina agregado liviano a todo aquél que posea una densidad seca inferior a 880 Kg./m³; con lo que se obtienen hormigones de densidades menores que 1850 Kg./m³. contra las normales de 2300 Kg./m³ o más.

Los agregados livianos se clasifican en tres grupos, los más densos, de 640 Kg./m³ a 880 Kg./m³ (formado por diversos clínqueres, escorias y cenizas, residuos de combustión y de procesos metalúrgicos); los medianos, de 320 Kg./m³ a 640 Kg./m³. (grupo que comprende la piedra pomez y otros materiales volcánicos, diatomita y arcillas expandidas), y los ultralivianos, de 80 Kg./m³ a 320 Kg./m³ (incluyendo a la perlita y vermiculita expandidas)

En Gran Bretaña, por ejemplo, para unos 180 millones de toneladas anuales de hormigón, utilizadas con diversos tipos de construcciones, se consumen unos 7 millones de toneladas de agregados livianos, con / un 70% para la fabricación de bloques premoldeados y el resto para usarse en hormigón estructural y en yesos. El consumo están en aumento por las regulaciones introducidas en ese país, que exigen valores máximos de transmitancia térmica de $1\text{W/m}^{20}\text{c}$ para paredes externas, y $0,6\text{W/m}^{20}\text{c}$ para techos.

Los principales usos de la piedra pómez se encuentran en la construcción para fabricación de bloques, preparación de hormigón liviano y como agregado al yeso, y en países como los EE.UU. los consumos per cápita son importantes del orden de 20 kg, comparados con los ínfimos de la Argentina; 2,5 kg en 1977.

Los yesos livianos obtenidos por el agregado de granulados volcánicos finos tienen mucha aplicación para aislar contra incendios, estructuras metálicas, y para aislar térmicamente y acústicamente paredes y techos.

Produciendo Mendoza aproximadamente la mitad de los granulados volcánicos del país, los consideramos de gran interés para la provincia, teniendo en cuenta que hoy en día, frente a la crisis de la energía, y las estrictas medidas para su conservación, el uso de la aislación térmica adquiere cada vez mayor importancia en todo el mundo; además los granulados volcánicos tienen ventaja sobre otros materiales livianos, como la arcilla expandida, porque no necesitan consumir combustibles para expandirse, al ser porosos ya por naturaleza. En el caso de los depósitos mendocinos, recomendamos efectuar un cuidadoso estudio de los costos de extracción y transporte.

Vinculado con la aislación térmica, también recomendaremos apoyar decididamente todo programa de prospección de vermiculita, diatomita y perlita, minerales de múltiples usos industriales, en aislación, filtración, refractarios y como cargas diversas.

3. ANTEPROYECTO TALCO

CONTENIDO

- 3.1 - Introducción y definiciones.
- 3.2 - Origen geológico y variedades naturales.
- 3.3 - Países productores.
- 3.4 - Usos principales.
 - 3.4.1. Cerámica.
 - 3.4.2. Pinturas y tintas.
 - 3.4.3. Papel.
 - 3.4.4. Materiales asfálticos.
 - 3.4.5. Insecticidas y pesticidas.
 - 3.4.6. Cosméticos y farmacopea.
 - 3.4.7. Goma.
 - 3.4.8. Plásticos.
 - 3.4.9. Otros usos.
- 3.5 - Especificaciones técnicas y normas.
- 3.6 - Productos competitivos.
- 3.7 - Principales firmas productoras mundiales.
- 3.8 - Comercio internacional y precios de mercado.
- 3.9 - Tecnologías de extracción y procesamiento.
 - 3.9.1. Extracción.
 - 3.9.2. Concentración y beneficio.
- 3.10 - Mercado nacional.
 - 3.10.1. Principales regiones productoras.
 - 3.10.2. Usos y localización de la demanda.
 - 3.10.3. Variedades, calidades y precios.
 - 3.10.4. Productos competitivos.
 - 3.10.5. Situación de la industria del talco en Mendoza.
 - 3.10.6. Oferta provincial y demanda nacional proyectadas.

- 3.11. Dimensionamiento de una planta del procesamiento integral del talco en la provincia de Mendoza.
 - 3.11.1. Experiencia Internacional
 - 3.11.1.a. Explotación minera
 - 3.11.1.b. Procesamiento.
 - 3.11.2. Selección del tamaño económico
 - 3.11.3. Localización
- 3.12. Ingeniería del proyecto
 - 3.12.1. Modernas tecnologías recomendadas
 - 3.12.2. Descripción del proceso sugerido
 - 3.12.3. Capacidades, rendimientos y elementos de diseño
 - 3.12.4. Ensayos tecnológicos necesarios
 - 3.12.5. Futuras expansiones
- 3.13. Inversiones estimadas
- 3.14. Costos operativos proyectados
- 3.15. Ingresos previstos
- 3.16. Evaluación económica

3.1 - INTRODUCCION Y DEFINICIONES

El mineral talco es un silicato hidratado de magnesio de composición teórica $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, o, de acuerdo con la formulación estructural, $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, por lo tanto el talco químicamente puro contendría 63,36% de sílice (SiO_2), 31,89% de óxido de magnesio (MgO) y 4,75% de agua (H_2O); pero la composición de los talcos encontrados en la Naturaleza es extremadamente variable y prácticamente todos - los producidos industrialmente son materiales impuros. Aún talcos extraídos selectivamente y elegidos a mano, del grado para cosméticos, contienen muchos componentes minerales extraños.

El término "talco" es genéricamente aplicado a una amplia variedad de productos comerciales que contienen cantidades variables de talco y otros minerales como clorita - $[(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6 (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_{11}(\text{OH})_8]$, serpentina (o antigorita) $[\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$ y tremolita $[\text{Ca}_2\text{Mg}_5 (\text{Si}_4\text{O}_{11})_2 (\text{OH})_2]$. Cuando los talcos obtenidos de los yacimientos son procesados por flotación, u otros métodos selectivos de separación, se logran productos de muy alta pureza, y se considera razonable hablar de "talcos puros" cuando contienen 95% o más de $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. En general los grados para farmacopea o para cerámica eléctrica se aproximan a esta composición, y deben ser además de color muy blanco, pero talcos industriales como los utilizados para carga de asfaltos o soporte de insecticidas, pueden llegar a contener solamente 45% de talco, siendo el resto cloritas, magnetita (CO_3Mg), tremolitas, etcétera. En el Cuadro V.3.1 se dan algunas composiciones mineralógicas comparativas de talcos comercializados internacionalmente.

CUADRO N° V.3.1.1. - COMPOSICIONES MINERALOGICAS COMPARATIVAS DE TALCOS COMERCIALIZADOS INTER-

NACIONALMENTE.

	Chino C6smetico	Italiano Cosm6tico	Luzenac Extra	Luzenac Indust.	Noruego Indust.	Ingl6s Indust.	New York	Silver Lake California	Panamint California	Yellow- stone Montana	Beaverhead Montana
Talco	95	90	89	50	49	45	62	54	82	99	98
Clorita	3	4	8	49	15	12	-	-	-	-	1
Magnesita	-	0,6	-	-	31	37	-	-	-	-	1.
Dolomita	1	0,8	-	Trazas	-	4	-	3	12	1	-
Tremolita	-	-	-	-	Trazas	-	30	43	-	-	-
Serpentina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuarzo	-	Trazas	Trazas	Trazas	-	-	3	-	Trazas	-	-
Reflectancia (%)	94	89	84	70	70	64	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D.: No determinada.

Otras impurezas encontradas en los depósitos de talco, y que son generalmente indeseables dependiendo de los usos, pueden ser calcita (CO_3Ca), dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], cuarzo (SiO_2), carbón o grafito, micas, feldespatos, turmalina y, lo que es frecuentemente más objetable, compuestos que contienen hierro, magnetita (Fe_3O_4), hematita (Fe_2O_3), limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), pirita (FeS_2) e ilmenita ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$). Además la serpentina y la tremolita y la clorita, y aún el mismo talco, pueden contener hierro y manganeso en su estructura, siendo en ese caso muy dificultosa su remoción.

En el Cuadro V.3.2. se indican las composiciones químicas aproximadas de algunos de los minerales que frecuentemente se encuentran asociados al talco.

El talco es un mineral que cristaliza en el sistema monoclínico, muy blando, de dureza 1 en la escala Mohs, con peso específico de 2,58 a 2,83, que varía en color desde blanco, a verde oscuro, pasando por varios matices del gris verdoso, parduzco y amarillento. Se reconoce fácilmente por la baja dureza, la sensación grasosa que deja en la mano, la coloración clara y el clivaje perfecto de las variedades hojosas. Sin embargo, sólo puede distinguirse de la pirofilita mediante reacciones químicas. Debe aclararse que la pirofilita [$\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$], por su estructura, propiedades y algunos usos, es considerada muy similar al talco, dentro de la familia de los minerales arcillosos (filosilicatos, según Bailey), y en muchas publicaciones sobre el tema, y principalmente estadísticas, ambos minerales son tratados conjuntamente, lo cual da lugar frecuentemente a confusiones. En este trabajo nos referiremos exclusivamente al talco y sus variedades, sin ocuparnos de la pirofilita, por no existir en Mendoza manifes

CUADRO N° V.3.2. - COMPOSICIONES QUIMICAS DE ALGUNOS MINERALES QUE FRECUENTEMENTE SE ENCUEN-

TRAN ASOCIADOS AL TALCO.

	SiO ₂	MgO	CaO	CO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	TiO ₂
Serpentina (antigorita)	44	43	-	-	-	-	-	-	8-13	-
Clorita	33	36	-	-	-	18	-	-	5-14	-
Antofilita	58	30	2	-	-	-	-	-	15-2,2	-
Tremolita	57	28	13	-	-	-	-	-	15-2,3	-
Actinolita	52	5	9	-	34	-	-	-	3	-
Diopsido	56	18	26	-	-	-	-	-	-	-
Feldespato (ortosa)	65	-	-	-	-	18	17	-	-	-
Magnesita	-	48	-	52	-	-	-	-	-	-
Dolomita	-	22	30	48	-	-	-	-	-	-
Calcita	-	-	56	44	-	-	-	-	-	-
Quarzo	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mica (muscovita)	46	0,1	-	-	-	39	10	0,6	4,3	-
Magnetita	-	-	-	-	72	-	-	-	-	-
Ilmenita	-	-	-	-	33	-	-	-	-	4,8
Pirita	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-
Turmalina	36	11	0,5	-	-	33	0,6	2,3	3,8	0,2

taciones de importancia de este mineral, el cuál, fuera del Japón, donde se usa extensamente en la fabricación de refractarios, no presenta, a nivel mundial, un consumo muy significativo con respecto al del talco, ni posee la dinámica de crecimiento de éste.

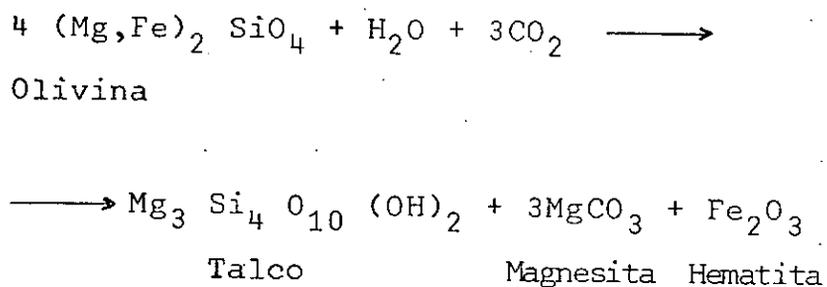
El talco es una de las más versátiles sustancias inorgánicas a disposición de la industria, y pocos minerales pueden brindar un rango tan extenso de aplicaciones. Sus propiedades fundamentales de blandura, "escurnimiento", lisura, untuosidad y lustre, derivan de su estructura laminada, escamosa, que le permite dividirse en hojas delgadas, flexibles, pero no elásticas, transparentes o translúcidas, y romperse en fragmentos hexagonales o rómbicos, de brillo vítreo, con reflejos nacarados. Esta macroestructura que hace del talco una extraordinaria materia prima natural, es debida a la estructura íntima del mineral, constituida por "láminas" de "hidróxido de magnesio" formando un "sandwich" entre dos estratos de "sílice", estas capas básicas triples tienen sus cargas eléctricas totalmente neutralizadas con un enlace interno muy fuerte, y se superponen indefinidamente, manteniéndose unidas por las débiles fuerzas de Van der Waals. Así se explican la baja dureza y el fácil clivaje, que permiten la separación de escamas de elevada superficie específica que resultan en el alto poder cubriente aprovechado en las industrias del papel y la pintura; estas escamas sedimentan difícilmente y más lentamente lo hacen cuanto menor es su tamaño, por lo que modernamente, para usos especiales y con técnicas sofisticadas, se reduce el "diámetro" de las mismas a menos de 1 micrón, lográndose superficies específicas de 20 m² por gramo. Las propiedades lubricantes del talco se deben al deslizamiento de las mencionadas capas básicas entre sí.

El talco es relativamente inerte, resistente al calor, insoluble en ácidos, su superficie es hidrofóbica (no es mojada por el agua), y su estructura laminar es organofílica (permite absorber moléculas de sustancias orgánicas entre/sus camadas). Dependiendo de los usos a los que se destine, diversas impurezas que pueden afectar dichas propiedades - son indeseables, como por ejemplo carbonatos, que son atacados por los ácidos, minerales fibrosos como la pirofilita, la actinolita $[\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2]$ y la antigorita, reducen su poder cubriente; micas y feldespatos que introducen álcalis reducen su refractariedad; tremolita y antofilita $[(\text{Mg,Fe})_7(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2]$, con durezas entre 5 y 6 pueden afectar la necesaria blandura del talco para su uso en plásticos, grasas y papel.

Mientras el talco se exfolia en pequeñísimas y blandas escamas, las cloritas, más duras, dan lugar a una variedad de heterogéneas láminas; esta estructura y su dureza hacen indeseable su presencia en talcos para uso en polvos y cremas cosméticas y dermatológicas.

2.2 - ORIGEN GEOLOGICO Y VARIEDADES NATURALES

El talco fue formado en una variedad de ambientes geológicos. Las más de las veces se encuentra como producto de la modificación hidrotermal de rocas ultrabásicas ricas en magnesio. En esos casos suele quedar asociado a residuos de espinelas cromíferas y a los carbonatos de magnesio (magnesita) formados, los cuales pueden contener también calcio (dolomitas). Una simplificación del proceso de esteatización, en el cual aguas termales conteniendo anhídrido carbónico atacan las peridotitas originales, podría ser representada por la siguiente ecuación:

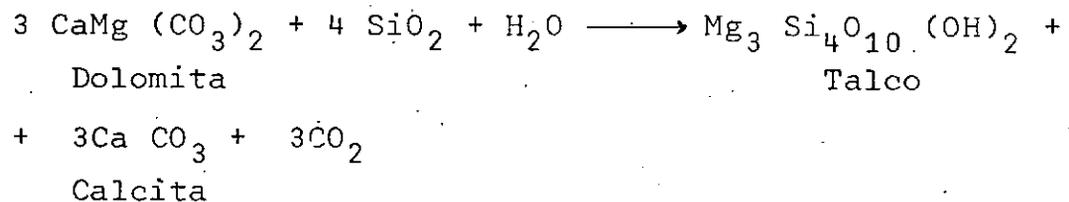


La presencia de hematita indicaría un medio oxidante; en un medio reductor se forman magnetita y breunerita (solución sólida de magnesita y carbonato ferroso). Habría etapas intermedias con formación de actinolita y cloritas.

Son frecuentes las lentes constituídas por un núcleo de serpentina, rodeado primeramente por una capa de talco y carbonatos, y luego por talco relativamente puro. Los depósitos de talco derivados de la alteración hidrotermal de rocas ultramáficas suelen contener cantidades inusualmente elevadas de níquel, cromo y cobalto. Los yacimientos de Johnson, Ver-

mont, EE.UU. explotados desde 1904, son característicos de este tipo de depósitos, donde el talco más puro contiene algo de clorita, y la capa intermedia es esencialmente talco y magnesita, con cantidades menores de serpentina, magnetita, clorita y sulfuros; el mineral bruto, antes de ser beneficiado, contiene 0,21% NiO; 0,18% Cr₂O₃ y 0,01% CaO.

Los depósitos que contienen los talcos de mayor pureza se encuentran en rocas sedimentarias, usualmente calizas dolomíticas, en las cuales el talco se formó por metamorfismo de contacto con rocas intrusivas (granitos, calcedonia, dioritas, cuarcitas, sienitas), que aportaron la sílice, según un proceso del tipo:



También se pueden formar otros minerales conteniendo magnesio, como tremolita, diopsido $[\text{CaMg (Si}_2\text{O}_6\text{)}]$ y forsterita $(\text{Mg}_2\text{SiO}_4)$, en algunos casos como etapas intermedias hacia la formación del talco, como ocurre en los yacimientos de Gouverneur, en Nueva York; estos, como algunos de California, son talcos tremolíticos, que, en bruto pueden contener hasta 50% de tremolita y menos de 25% de talco; poseen bajo hierro, y de 4% a 6,5% CaO, constituyendo buenos materiales para pinturas por su poder cubriente.

Los famosos talcos franceses, de Ariège, e italianos, del Pinerolo, provienen de yacimientos formados por metamorfismo de calizas dolomíticas, pero su impureza principal es la clorita y contienen poco calcio.

En el Cuadro V.3.3. se indican las características de algunos yacimientos de talco norteamericanos de gran importancia.

En general se distinguen cuatro categorías de talco, según su apariencia externa:

a - "Esteatita"; mineralógicamente se usaba este nombre para designar al talco puro, pero actualmente se refiere al mineral de alta pureza compacto, masivo, criptocristalino, que puede ser aserrado, agujereado y maquinado a la forma deseada; quemada a unos 1.000 °C, la esteatita resulta en una masa dura de cristales entrelazados de clino-enstatita ($MgO.SiO_2$), que posee buenas propiedades de aislación eléctrica, y se usa como aislador y separador en tubos electrónicos. La demanda de este material, denominado algunas veces "lava", se ha visto muy reducido por la producción de piezas moldeadas de talco puro, finalmente molido y ligado con fosfatos; se requiere un material con un máximo de 1,5% de $FeO + Fe_2O_3$.

El término "piedra sapo" o "piedra jabón", se reserva para la roca talcosa, masiva y blanda, de color verdusco consistente en una mezcla de talco y otros silicatos de magnesio, de sensación untuosa al tacto y que puede ser / tallada a mano.

La "tiza francesa" o "tiza de sastre" es también una variedad blanda de la esteatita usada para marcar telas, y para la fabricación de "crayons".

b - Talco escamoso y blando, formado por la alteración de rocas sedimentarias de carbonato de magnesio; la clorita normalmente se encuentra asociada con este tipo de talco, que es el más puro y el que tiene mayor variedad de usos.

CUADRO N° V.3.3. - EE.UU. - YACIMIENTOS DE TALCO DE GRAN IMPORTANCIA

Yacimiento-Distrito	Forma de los cuerpos	Largo	Espesor	Profundidad	Origen
- Silver Lake, Yucca Grove, Calif.	Lentes	250	3-6	60-80	Dolomitas sedimentarias
- Southern Death Valley, Kingston Range, Calif.	Tabular y lenticular ..	1500	25	120	Rocas carbonáticas y síliceas
- Inyo Range, N. Panamint, Calif.	Lentes, tabular y pequeñas masas	150	15	120	Dolomita y cuarcita
- Chatsworth, Georgia	Lenticular	1500	45	90	No es muy claro
- Maryland	Masas irregulares	-	-	-	Dunitas y peridotitas
- Dillon - Ennis Montana	Pequeñas masas y lentes	200	30	60	Dolomita
- Palmetto - Oasis Nevada	Zonas de masas y lentes y discontinuas	2-150	0,5-15	40	Dolomita
- Hembrillo Canyon N. México	Lentes	100	7	Indeterminada	No determinado
- Nueva York	Mantos o grandes lentes	Varios km	100	-	Dolomita y cuarzo
- Allamore, Texas	Masas tabulares	Varios km	Varios cientos	-	No determinado
- Murphy, N. Carolina	Lentes y masas	200	15	60	Dolomita y cuarzo
- Llano, Texas	Pequeños lentes y masas	7000	-	-	Serpentinitas
- Vermont	Mantiforme	-	1-6	-	Dunitas y peridotitas
- Schuyler, Virginia	Lenticular	-	-	-	Rocas ígneas (gabros)

Fuente: AIME Sp.Pub - Industrial Minerals and Rocks.

c - Talco tremolítico, a veces denominado "talco duro"; es una roca masiva o laminada compuesta por porcentajes variables de tremolita, antofilita, calcita, dolomita, serpentina y talco "verdadero". Los talcos tremolíticos suelen contener de 6% a 10% de CaO.

Este es el tipo de talco más común en nuestro país, en San Juan y Mendoza, de textura granular fina, compacta hasta fibrosa en algunos casos; con actinolita como asociado principal (de hecho ésta es una variedad ferrosa de la tremolita).

El término "asbestina" se aplica bastante libremente a ciertos grados de talco utilizados en la manufactura de pinturas, y que contienen cantidades importantes pero variables de materiales fibrosos como tremolita, actinolita o antofilita, su uso en pinturas en este caso se debe a que actúa como estabilizador de las suspensiones y no por su poder cubriente. En realidad este es generalmente el tipo de mineral que en nuestro país se explotó como asbesto (asbesto anfibólico).

d - "Talco blando", roca friable, blanda y esquistosa, compuesta de talco escamoso, dolomita, calcita, serpentina y otros minerales. Generalmente se encuentra en las mencionadas capas intermedias de las lentes talcosas formadas por alteración de rocas ultrabásicas.

Parece ser de considerable significación geológica que los talcos derivados de rocas carbonáticas contienen flúor, de 0,1% a 0,5%; contenido en la flúor-tremolita; pero estos -

talcos no contienen cromo, níquel y cobalto como los productos derivados de las rocas ultrabásicas, que no poseen flúor. En general la mayoría de los yacimientos explotados rinden una variedad de calidades de talcos, en función del tipo de mineral extraído, el proceso de beneficio aplicado y las especificaciones deseadas para los productos mejores; difícilmente un depósito produzca un solo tipo de talco.

En el Cuadro V.3.4. se dan una serie de análisis químicos típicos de talcos de varias procedencias. Debe resaltarse el hecho que muchos de los términos empleados industrialmente para describir diferentes tipos y grados de talcos no están definidos precisamente, y es habitual identificar los diversos grados por sus usos finales, tales como cosméticos, cerámica, farmacéutico, papel, etc., ya que los mismos definen las propiedades requeridas (blandura, blancura, lustre, "deslizamiento", absorción de aceites, etc.). En general el talco es vendido más por categorías comerciales que técnicas, en muchos casos directamente por marcas. Es importante destacar que países como los EE.UU., que poseen muchos talcos que naturalmente no se aproximan a las mejores calidades de China, Francia e Italia, han conseguido desarrollar, por el empleo de los más modernos y sofisticados procesos de tratamiento de minerales, una importante industria del talco, con una gran gama de productos para múltiples aplicaciones.

Los recursos mundiales de talco y pirofilita, conjuntamente, han sido estimadas por el USBM, en 1973, de acuerdo al cuadro que sigue:

América del Norte	725.000.000 t
América del Sur	23.000.000 t
Europa	22.000.000 t
Africa	23.000.000 t
Asia y Oceanía	<u>452.000.000 t</u>
T O T A L	1.450.000.000 t =====

Como puede apreciarse las reservas son abundantes, y a los niveles actuales de consumo alcanzarían para más de doscientos años, más de un 70% de esos recursos serían talquíferos.

	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO+Fe ₂ O ₃	CaO	P.P.C.
Francia:						
Luzenac 00 min	57,5	31,4	1,3	0,5	0,5	5,1
Luzenac 00 max	59,9	32,3	3,0	0,8	0,8	6,6
Luzenac 0X0 min	44,4	31,8	7,7	1,2	0,4	8,1
Luzenac 0X0 max	49,8	32,3	11,5	1,6	0,6	9,4
Luzenac 0 min	46,0	31,9	8,7	1,2	0,4	8,4
Luzenac 0 max	49,6	32,4	10,2	1,5	0,6	9,1
Luzenac 1 min	47,8	31,1	7,1	1,2	0,4	7,1
Luzenac 1 max	52,1	32,4	9,3	1,8	1,1	8,2
Luzenac 2 min	47,2	31,0	6,7	1,5	0,4	7,8
Luzenac 2 max	51,3	31,8	9,8	2,2	0,8	8,7
China:						
Micronizado MW4 ..	59,4	31,4	0,68	0,18	0,66	7,1
Italia:						
Minera Fontane	61,8	31,65	0,60	0,59	0,20	5,16
Val Chisone MT 120.....	60,52	31,75	1,27	1,03	0,53	5,51
India:						
Finex	62,2	32,2	0,30	0,30	0,10	4,90
Austria:						
Mautern	61,54	39,09	1,74	0,76	1,81	3,65
EE.UU:						
Texas	54,92	27,20	-	0,46	5,76	10,76
Gouverner, N.Y.	66,23	25,71	1,05	0,35	2,26	4,68
Gouverner fibroso, N.Y.	60,59	34,72	0,13	0,21	-	3,77
Talcville, N.Y.	59,80	27,45	0,57	0,20	6,80	6,38
Sheep Creek, California	60,20	27,98	1,25	2,50	2,60	5,70
Vermont, Carbonatado, -						
bruto	35,98	32,95	0,43	6,61	-	23,18
Vermont, Flotado	59,15	31,34	0,26	3,36	0,15	6,06
Vermont, Gris	42,73	33,16	1,17	4,93	0,10	17,69
Para techados asfálti--						
cos Georgia	47,92	26,00	7,35	6,82	4,14	7,56

3.3 - PAISES PRODUCTORES

Existe una cierta dificultad en obtener datos confiables sobre la producción de talco en los casi cuarenta y cinco países que explotan yacimientos de dicho mineral, principalmente porque en algunos, las estadísticas registran conjuntamente la producción de pirofilita y talco, incluso en Japón y EE.UU. Recurriendo a diversas fuentes, principalmente la Oficina Americana de Minas (U.S. Bureau of Mines), que da estimaciones de producción para algunos países comunistas, y comparando múltiples informaciones aparecidas en publicaciones/periódicas, se ha logrado confeccionar el Cuadro n° V.3.5.

En donde se dan las cifras detalladas de producción para los primeros veintinueve países productores; los valores consignados, con la excepción del Canadá, se refieren en forma/prácticamente exclusiva, al talco en todas sus variedades, -excluida la pirofilita, cuya producción mundial es del orden de 1.900.000 toneladas, más del 70% de las cuales son producidas por Japón.

Puede observarse que los primeros ocho productores (EE.UU.; U.R.S.S., China, Francia, India, Finlandia, Italia y Brasil) detentan un 75% de la producción total estimada de 1976.

La producción mundial de talco mostró un crecimiento regular durante los últimos 25 años, y entre 1971 y 1974 creció al -ocho por ciento anual acumulativo, pero en 1975 sufrió las -consecuencias de la recesión general, con una declinación al -go menor al 10%, manteniéndose en 1976 prácticamente en el -mismo nivel de producción. Algunas cifras disponibles del año 1977 permiten afirmar que ese año se recuperaron plenamente los niveles de producción en casi todo el mundo, alcanzan

CUADRO N° V.3.5. - PRODUCCION MUNDIAL DE TALCO SEGUN PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES

PAISES	AÑOS					
	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Alemania	29.658	30.348	29.714	28.512	(30.000)	(30.000)
Argentina	36.863	28.612	38.227	34.698	40.081	44.185
Australia	41.280	43.849	(53.920)	63.992	67.242	77.447
Austria	91.621	83.212	32.205	98.440	86.512	(90.000)
Brasil	41.651	88.733	96.955	155.371	154.893	151.245
Bulgaria	(18.900)	(21.000)	(23.000)	(25.000)	(25.000)	(25.000)
Canadá	59.477	73.433	73.931	85.952	67.132	(70.000)
China	(200.000)	(250.000)	(300.000)	(350.000)	(400.000)	(400.000)
Corea del Norte	(90.000)	(100.000)	(110.000)	(120.000)	(130.000)	(140.000)
Corea del Sur	70.114	72.352	113.095	114.000	(93.000)	(100.000)
EE.UU.	849.363	922.419	1.048.539	1.073.706	757.939	(950.000)
Egipto	6.321	7.727	7.036	3.942	5.171	(5.000)
España	40.743	40.358	40.500	54.998	(55.000)	(60.000)
Finlandia	100.679	90.327	109.704	128.269	124.260	(165.000)
Francia	282.000	268.400	255.000	309.080	329.900	(270.000)
Gran Bretaña	12.127	16.107	20.333	20.600	(22.000)	(24.000)
Grecia	4.061	5.441	5.251	4.320	(4.500)	(5.000)
Hungría	16.000	(16.000)	(16.000)	(16.000)	(16.000)	(16.000)
India	176.845	210.619	209.732	292.896	217.353	220.461
Italia	143.571	147.046	147.062	154.965	(137.800)	(145.000)
Japón	136.803	132.780	146.000	177.673	(135.000)	(135.000)
Noruega	77.194	66.564	(89.795)	113.026	(120.000)	(130.000)
Pakistán	4.700	4.396	3.983	7.054	(6.700)	(7.000)
Perú	5.487	(5.000)	(5.000)	(5.000)	(5.000)	(5.000)
Rumania	(57.000)	(57.000)	(60.000)	(60.000)	(60.000)	(65.000)
Sudáfrica	8.438	8.760	7.101	(8.099)	(10.000)	(10.000)
Suecia	24.045	26.405	28.029	28.404	(27.000)	(28.000)
Taiwan	39.042	24.793	23.124	13.517	12.050	(13.000)
U.R.S.S.	380.000	390.000	405.000	410.000	420.000	430.000
Otros	16.017	13.343	11.764	24.486	20.467	23.662
TOTAL	3.060.000	3.232.000	3.565.000	3.982.000	3.580.000	3.610.000

Nota: Los paréntesis indican cifras estimadas. - Fuente: United States Bureau of Mines, Mineral Trade Notes.

do un total de por lo menos 3.800.000 toneladas.

Si bien el concepto de "capacidad de producción" no puede ser muy precisamente definido en el caso de la extracción de talco, debido a que la mayor proporción del mismo es recuperada en explotaciones a cielo abierto, las cuales no están sujetas a tantas restricciones operativas como las minas subterráneas, se ha estimado que en el año 1974, en los EE.UU. y en la mayoría de los otros importantes países productores de talco, se lograron producciones del orden del 70% al 90% de la capacidad instalada. Esta capacidad, con las expansiones habidas en Australia, Brasil, Canadá, Finlandia, Francia, Italia y España, se encuentra actualmente bastante ampliada, llegando a unas 5.000.000 toneladas anuales de mineral bruto factible de ser extraído, con la producción de 1978 del orden de las 4.000.000 de toneladas.

La Argentina ha mostrado un comportamiento errático en su producción, ocupando el 18°-19° lugar en el mundo y representando aproximadamente el 1,2% del total. En 1971 su producción estaba próxima a la de países que hoy son productores importantes, pero fue superada ampliamente por España, que aumentó bastante su producción al comenzar allí a operar un importante grupo francés; por Australia, que llegó, en 1978, a producir 138.000 toneladas, exportando unas 60.000 toneladas anuales, principalmente al Japón; y Brasil, que de unas 41.000 toneladas en 1971 pasó a más de 190.000 toneladas en 1977, con un crecimiento a una tasa del 28,8% anual acumulativa, alcanzando un consumo "per cápita" igual a la Argentina.

Es notorio, a través de esas comparaciones, el estancamiento de la producción nacional, pero consideramos que presenta excelentes posibilidades de recuperación, por ejemplo, para lo-

grar los consumos "per cápita" normales en países como EE.UU. y Francia, de 3,5 a 4,0 kg/por año, tendría que llegar a un mínimo de 100.000 toneladas de producción, sin considerar exportaciones.

Se pueden estimar las capacidades actuales y algunas producciones de 1978 de acuerdo al siguiente detalle:

	Capacidad actual (en t)	Producción 1978 (en t)
- EE.UU.	1.200.000	1.000.000
- Países Comunistas ..	1.300.000	1.100.000
- Francia	400.000	290.000
- Italia	300.000	270.000
- Finlandia	350.000	210.000
- India	250.000	230.000
- Brasil	300.000	190.000
- Otros	1.100.000	710.000
TOTAL ESTIMADO	5.200.000	4.000.000

Se destaca por su calidad el talco chino, muy usado en Europa y Japón para cosméticos y para cerámica; puede esperarse una importante expansión de la producción en dicho país en su actual etapa de industrialización.

Finlandia es un caso extraordinario de crecimiento de la producción; hasta 1968 ésta no superaba las 5.000 toneladas, aumentando a 63.000 t en 1970, al reemplazarse progresivamente/ en la industria del papel el caolín importado de Gran Bretaña por talco local, producido por solamente dos firmas finlande-

sas; en 1977 la producción alcanzó a 170.000 toneladas, y se estima llegará a más de 300.000 toneladas este año, prácticamente todo talco micronizado; además en una de las explotaciones se recupera el níquel como subproducto. Este país es un buen ejemplo del aprovechamiento intensivo de materias primas locales, con tecnología propia, para sustituir importaciones y pasar a ser exportador. Argentina podría, en el caso del talco, adaptar este modelo de integración minera industrial.

Los talcos de Italia y de Francia son de excelente calidad, en general libres de impurezas, principalmente los italianos, con un alto porcentaje de la producción del grado para cosméticos.

El principal productor francés de talco ha invertido en empresas de Austria y España, transformándose en el mayor productor de occidente, con una capacidad de 400.000 toneladas anuales.

3.4 - USOS PRINCIPALES

Muchos de los usos más importantes del talco están relacionados con el grado de sofisticación del desarrollo industrial/ de un dado país. En el período de 1945 hasta 1960, EE.UU. - producía aproximadamente el 40% del total mundial, esta cifra cayó a un 27% en los años 1972/75, y actualmente está en un 20-25%, indicando un significativo aumento en la producción del resto del mundo acompañando la expansión industrial de la última década. La tasa de crecimiento de la producción de talco fuera de los EE.UU. en el período 1971/1978 sería - del orden del 9% anual acumulativo.

Las aplicaciones del talco están determinadas por una diversidad de propiedades, en general inherentes al propio mineral, pero que pueden variar cuantitativamente de acuerdo a - las características del mismo y del procesamiento a que ha - sido sometido. Las más importantes de dichas propiedades son:

- Blandura mineralógica
- Poder cubriente
- Lustre
- Inercia química
- Alto punto de fusión
- Grado de absorción de aceites
- Baja humedad
- Baja conductividad térmica y eléctrica
- Extrema blancura
- Lisura
- Elevada superficie específica
- Brillo

- Alto "escurrimiento" ("caída") y poder lubricante (untuosidad)
- Baja contracción
- Buena retención como carga
- Alta resistencia a los choques térmicos

Los usos finales del talco varían mucho de país a país, dependiendo de la estructura industrial de los mismos y de las cantidades y calidades de talcos (o productos sustitutivos) disponibles. En EE.UU. la principal consumidora es la industria cerámica, seguida por pinturas; en Europa Occidental la cerámica no representa un consumo muy significativo, al disponerse de otras materias primas, siendo la pintura, el papel, la carga de asfaltos y los cosméticos (estos llegan al 25% del consumo de talco en Gran Bretaña), los principales usuarios del talco; en países como Canadá, Finlandia y Noruega, el uso del talco como carga y cobertura en la producción de papel predomina netamente (90% en Finlandia). Los insecticidas y pesticidas insumen más del 30% del talco de la India. Podría considerarse, con cierto grado de incertidumbre, que la distribución mundial del consumo de talco se aproxima a la existente en EE.UU., y aunque nuestro país se desvía en algunos casos de la misma, trataremos los diversos usos en el orden de los consumos observados en EE.UU. en el año 1974, si bien dicho ordenamiento se ha modificado últimamente en la forma que iremos comentando en cada caso; debe indicarse que la tendencia general es hacia la diversificación de los usos del talco, y a un crecimiento sostenido de su demanda.

CUADRO N° V.3.6 - EE.UU. - COMPOSICION DE TALCOS CERAMICOS USADOS

	A	B	C	D	E	F	G
SiO ₂	53,1	58,3	56,7	51,8	58,3	57,9	57,0
Al ₂ O ₃	2,7	1,6	2,1	2,0	0,9	1,7	1,9
Fe ₂ O ₃	0,3	0,9	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
CaO	6,0	0,5	6,1	6,5	5,9	9,1	8,6
MgO	30,3	32,6	26,6	29,5	28,8	27,9	27,0
Na ₂ O	0,2	-	-	-	-	-	-
K ₂ O	0,7	-	-	-	-	0,4	0,3
Pérdidas al fuego ...	7,1	5,8	8,3	9,6	5,8	2,4	4,4
Granulometría (%-325)	89,0	96,0	87,0	76,0	-	95,0	96,0

A y B Talcos cerámicos de la Southern California Minerals Co.

C y D Talcos cerámicos de la Kenedy Minerals Co.

E Talcos cerámicos de la International Talc Co.

F y G Talcos cerámicos de la Sierra Talc Co.

3.4.1 - Cerámica

El talco es un valioso componente de numerosos productos cerámicos en los que se necesita una gran resistencia a los cambios de temperatura (choque térmico) y baja contracción. Se utiliza en la manufactura de porcelanas semivítreas para vajilla, porcelana eléctrica, aisladores/ para alta frecuencia, sanitarios, azulejos, porcelanas artísticas, bujías de encendido, cerámica para hornear, mosaicos vidriados, y para la misma industria cerámica, en la fabricación de soportes de horneado y otros accesorios de cocción (placas, bandejas, casetas, soportes) de base cordierítica.

La adición del talco a la masa cerámica reduce la temperatura de cocción, disminuye la contracción durante la cocción y retarda el cuarteamiento del vidriado. La elevada capacidad térmica del talco, su resistencia a los ácidos, el contenido de magnesia que actúa como fundente y la muy reducida disminución de volumen que experimenta durante sus transformaciones mineralógicas a temperatura, son propiedades de gran valor en esta aplicación.

El agregado de talco a la mezcla de arcilla, sílice y feldespato facilita la cocción y mejora la calidad. Una gran parte del talco cerámico utilizado en EE.UU. es del tipo/tremolítico, escamoso y de bajo hierro. En el Cuadro V.3.6. se dan composiciones de talcos cerámicos usados en EE.UU.

Cuando se emplea el talco como sustituto parcial de la arcilla, aumenta la transparencia del producto final, haciéndolo más durable, y produce un cuerpo más blanco, pudiéndose recubrir con vidriados más brillantes.

Las mayores cantidades de talco son utilizadas en la fabricación de azulejos (en EE.UU.), mercado en general creciente, y pisos cerámicos. Vajilla, sanitarios, cerámica para/horno y soportes de cocción siguen en importancia. La estructura intrínseca del talco ayuda en la producción de piezas obtenidas por colado, y la formación de enstatita durante la quema, permite realizar ésta con ciclos muy rápidos, también facilita los procesos de monococción de los materiales vidriados (quema del biscocho esmaltado directamente, en una sola etapa). El talco puede constituir del 5% al 40% de la masa cerámica, y se utiliza también en la preparación de esmaltes. Cuando mezclado con arcilla (o caolín, o chamote) y alúmina, es cocido a temperaturas de aproximadamente 1.250 °C a 1.350 °C, se obtiene cordierita ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$), de bajísimo coeficiente de dilatación térmica, lo que la hace un excelente material para accesorios de cocción que deben soportar sin romperse o deformarse, el mayor número posible de ciclos de quema cargados con los productos cerámicos correspondientes. El talco entra en estas composiciones en un 15-30%. Mezclas similares, con feldespato, compuestos alcalino-térreos, hidróxido de magnesio; se utilizan para la fabricación de cerámicas para uso electrónico y para aisladores de alta tensión; este tipo de aplicación tiene, en general, mayor importancia en Europa.

Puede decirse que la demanda de la industria cerámica por talcos cada vez de mayor calidad, es una tendencia constante, y ha llevado a la utilización, por parte de los productores de métodos de concentración y purificación cada vez más refinados y eficientes, que permiten obtener un producto de características físicas y químicas constantes.

El consumo de talco por las industrias cerámicas, en EE.UU., representó un 27% del total consumido en 1974, y un 32% en 1978. En 1975 la Oficina America de Minas (U.S.B.M.) proyectó la demanda interna de talco para usos cerámicos en 544.000 toneladas para el año 2000, en correspondencia con el crecimiento del Producto Bruto Interno.

En nuestro país el consumo de talco por la industria cerámica no llega probablemente al 2% del total, por falta de calidades adecuadas llegándose incluso a importar; esto ya indica el enorme potencial local de este mercado.

3.4.2 - Pinturas y tintas

La industria de las pinturas es un importante consumidor de talco, el cual es utilizado como pigmento "extendedor" o "carga". El color blanco del talco, su facilidad de dispersión, tanto en agua como en solventes orgánicos, y su estructura hojosa (que resulta en buenas propiedades de suspensión), son las características que han difundido ampliamente su uso en pinturas. Su inercia química mejora la durabilidad de las pinturas para exteriores que es donde más se utiliza; también aumenta el poder cubriente y el mateado de la capa aplicada. Cuando las pinturas son preparadas en dispersores de alta velocidad, la baja dureza del talco contribuye a disminuir la abrasión de los equipos de proceso y de aplicación.

Los talcos fibrosos (asbestina) aumentan la resistencia mecánica de la película de ciertas pinturas, además de mejorar la suspensión de los pigmentos evitando la decantación de los mismos en la lata.

Los talcos usados para pinturas deben ser, en general, de una buena blancura, si bien para algunas pinturas de base e imprimación, se pueden admitir productos no tan blancos; el contenido de hierro, mientras no esté en forma soluble, o afecte al color, no tiene mucha importancia. No debe contener partículas duras y la granulometría debe ser muy fina y consistente; es muy frecuente utilizar grados micronizados, con partículas entre 0,2 y 40 micrones, con un promedio de 5 a 10 micrones.

La adición de las escamas de talco mejora el pincelado de las pinturas ayudando en el control de la viscosidad.

Se usa en pinturas anticorrosivas, en pinturas para líneas de tránsito, pinturas de fondo para estructuras de acero, / y en pinturas mate con acabado por horneado. La asbestina talcosa se usa en pinturas al agua, al temple y en pinturas antiincendios.

El bajo costo del talco, comparado con el bióxido de titanio ayuda en la reducción del costo de las pinturas que lo contienen, si bien no puede sustituirlo totalmente por su menor opacidad.

En los EE.UU., en 1973, para producir 4.420.000 toneladas de todo tipo de pinturas, se consumieron 161.800 toneladas de talco, lo que arroja un promedio de 27,3 toneladas de pinturas por tonelada de talco (3,66%).

También se utiliza el talco en algunas tintas para imprenta.

La absorción de aceite es una propiedad importante para esta aplicación y depende tanto de la composición mineralógica del talco como de su grado de molienda. A igualdad de fineza, los talcos más puros y foliáceos dan mayor absorción de aceites, mientras que aquellos ricos en tremolina, serpentina y carbonatos, y los fibrosos, la dan menor.

En general esta industria puede adaptarse a variaciones de composición química y mineralógica de los talcos con mayor liberalidad que otras, pero la presencia de sulfatos, yeso y anhídrita debe evitarse.

En 1975, el U.S.B.M., considerando algunos elementos tecnológicos que influirían negativamente sobre el consumo de pinturas (competencia de recubrimientos que no se pintan, mayor costo de mano de obra, pinturas más durables, etc.), proyectó la demanda de talco por esta industria para el año 2000 - en 363.000 toneladas en los EE.UU. En ese país en 1974, las pinturas insumieron un 20% de talco, y en 1978 un 22%; en Gran Bretaña la proporción es del 27 por ciento. En la Argentina, dada la importancia de la industria de las pinturas, el consumo se estima en 25% a 35%, pero hay una demanda insatisfecha por los grados micronizados.

3.4.3 - Papel

En general los precios del talco son inferiores a los costos de la pulpa para la obtención del papel, y su uso conduce a economías en la manufactura. El talco es muy adecuado para ser usado como carga en el papel al dispersarse fácilmente / en agua, ser inerte a los demás materiales que intervienen en la preparación de la pulpa, libre de arenillas, de baja a brasividad y poseer buena blancura.

El talco mejora el satinado, opacidad y brillo del papel, y prácticamente un 100% del mismo es retenido entre las fibrillas celulósicas. El talco de alta calidad, micronizado, usa do para carga del papel no debe contener más de 5% CO_3Ca , o minerales similares, que reaccionan con el sulfato de aluminio utilizado como apresto del papel.

Las partículas del talco varían de tamaño desde 5 micrones - hasta menos de 0,5 micrones, con áreas específicas entre 4 y 25 m^2/g ; las técnicas de "deslaminación", desarrolladas hace pocos años para el caolín, están hoy siendo aplicadas al talco para aumentar su poder de cobertura y también aumentar su blancura (por ser las nuevas caras expuestas de las escamas - talcosas más blancas que las originales).

La densidad del talco es de 2,8 g/cm^3 , mientras que la del dióxido de titanio (pigmento blanco) es de 4,2 g/cm^3 ; de manera que el uso del talco como carga, actuando como "extendedor" del TiO_2 , resulta en un papel más liviano.

En adición a su empleo como carga, el talco también se utiliza como cobertura ("coating") en papeles de alta calidad, para lograr un producto con el deseado gramaje y opacidad, buena retención de la tinta, y una textura superficial más lisa y brillante.

Como el talco es difícil de mojar es necesario adicionar algún agente humectante antes de aplicarlo sobre la superficie de la camada de fibras celulósicas; por esa razón el uso del talco para cobertura está limitado a casos especiales, y la aplicación como carga es la más importante.

Las ultrafinas partículas de talco llenan los espacios entre las fibras de celulosa que constituyen la hoja de papel en formación, obteniéndose una superficie más uniforme de la mata; se adicionan caseína o almidón para ligar las partículas y brindar adecuada resistencia mecánica al papel.

Otro de los usos fundamentales del talco en esta industria, es el del control de las sustancias resinosas, aceites y alquitranes ("Pitch control"), que, segregadas por la madera, formarían glóbulos que se depositarían en las mallas y rodillos de las máquinas formadoras del papel. El talco, por su naturaleza hidrofóbica y su elevada superficie específica, absorbe selectivamente estas sustancias, las cubre y las dispersa, evitando la formación de glóbulos, y retirándolas continuamente del sistema; el talco para este uso debe ser particularmente fino y puro.

Los avances tecnológicos en la producción del papel, tienden a ahorrar la mayor cantidad de madera, lo cual resulta/

en un aumento en el consumo de materiales inorgánicos pulverizados.

El incremento del empleo de papeles de calidad en publicaciones que antes eran impresas en papel de diarios, resulta también en un aumento de la demanda de cargas minerales.

El grado de carga del papel con minerales de polvo, varía según el tipo; los papeles de envolver generalmente no llevan cargas, ya que las mismas afectan adversamente su resistencia mecánica; los papeles de diarios contienen de 3% a 8% de minerales, mientras que los cartones llevan hasta un 10%; los papeles de escribir y para imprimir pueden llevar hasta un 30%, que es el máximo admisible por razones de resistencia. Si bien actualmente con la difusión del proceso termomecánico de preparación de la pulpa, que produce fibras más largas y un papel más resistente, los contenidos de carga se pueden llevar hasta 35 por ciento. El caolín es el material más usado para estas funciones en casi todos los países, satisfaciendo mundialmente un 80% del total de ese mercado; en Europa el segundo lugar es ocupado por el talco, con 8% y el tercero por el carbonato de calcio, con 7% (lo cual significó en 1974 un consumo de 300.000 toneladas de talco para una producción de 10.000.000 toneladas de papel de escribir y para imprimir, que absorbe un 90% del talco para estas aplicaciones).

Se ha pronosticado, para Europa en 1980, un consumo de 500.000 toneladas de talco por la industria del papel.

En EE.UU. el talco ocupa el cuarto lugar, con un 3%, entre los minerales pulverizados usados por la industria del papel.

En 1974 la demanda de esta industria representó un 11% del consumo de talco, y el U.S.B.M. pronosticó una demanda de/ 226.000 toneladas para esta aplicación en el año 2000, teniendo en consideración los volúmenes siempre crecientes - de papel producido para diarios, revistas, copias, impresión por computadoras, propaganda, etcétera.

Finalmente debe mencionarse un uso novedoso del talco en - conexión con esta industria, desarrollado recientemente en Finlandia y Suecia, y es la eliminación, por absorción, de la tinta del papel usado y reciclado, durante la flotación y el lavado del mismo; el dosaje normal de talco (muy fino y puro) es del 2% de la cantidad de fibras recicladas. Esto, en países con alto grado de recuperación, puede significar un aumento en el consumo de talco.

En nuestro país, la industria del papel consume entre el - 15 y el 25% del talco.

3.4.4. Materiales asfálticos

El talco es utilizado como carga de mezclas de alquitrán, asfalto y brea para la fabricación de fieltros asfálticos para techos, tejas de láminas asfálticas, cementos y pinturas asfálticas, papeles y cartones asfálticos impermeabilizantes, etcétera. Actúa como un estabilizador de los constituyentes del asfalto, dándole mayor resistencia a la intemperie; se lo mezcla con el mismo en estado fundido. También se utiliza para espolvorear las superficies de estos artículos para evitar que se peguen entre sí durante la manufactura y el almacenaje.

Se utilizan en general, talcos de baja calidad, no interesando el color, pero sí la granulometría, no debiendo contener partículas gruesas; deben ser de bajo costo.

Este es en general un mercado estabilizado, que depende fundamentalmente de la construcción de viviendas individuales, donde la relación superficie de techos a superficie de pisos es más elevada. En los EE.UU. este uso absorbe un 3% del total del talco y se prevé que quedará estabilizado en ese valor, después de haber representado más de un 6% del total; en nuestro país este sector consume entre 5% y 10% del talco.

3.4.5. Insecticidas y pesticidas.

Los minerales del grupo del talco son ampliamente utilizados como soportes y diluyentes en la fabricación de insecticidas, herbicidas, fungicidas y pesticidas. Esta industria requiere que el talco sea químicamente inerte con respecto a los constituyentes tóxicos, que tenga una densidad satisfactoria y que posea baja abrasividad. Las características físicas del talco facilitan la dispersión e incrementan la efectividad de las sustancias tóxicas.

Estos productos deben ser diluidos porque en su forma pura sería muy difícil distribuirlos uniformemente, y además, - en muchos casos serían perjudiciales para las plantas. Los productos químicos son primeramente mezclados con el soporte, o carga, para obtener un concentrado fácil de almacenar, transportar y manipular antes de su aplicación. El soporte debe ser muy absorbente, dispersable en líquidos, de manera que pueda ser pulverizado, e inerte y compatible - con los ingredientes activos. Finura y baja abrasividad / son importantes para evitar el taponamiento y desgaste de las toberas de fumigación.

La mezcla concentrada es luego incorporada a diluyentes para su aplicación final por aviones o equipos terrestres; - el diluyente debe ser también poco abrasivo y de partículas muy pequeñas, pero no necesita ser altamente absorbente como el soporte. El producto final debe fluir fácilmente, lo cual es facilitado por la buena "caída" del talco, y a su vez, adhiere a la superficie de las plantas, para - lo cual es una ventaja la naturaleza escamosa de las partículas de talco que se adhieren al follaje incrementando la

cantidad de pesticida retenido por las plantas. El contenido del pesticida activo en los productos en polvo puede ser tan bajo como 0,1%, pero es generalmente de 5% a 10 por ciento.

Las perspectivas futuras de este mercado se consideran buenas por la gran demanda de agroquímicos implícita en el aumento de la producción mundial de alimentos.

En la Argentina, dada la importancia relativa de la agricultura en nuestro país, este sector representa un 15% a 25% del consumo de talco; su importancia relativa podrá disminuir un poco de disponerse de talcos de buena calidad que permitan difundir su uso en sectores más exigentes como cerámica y papel, pero su crecimiento será sostenido.

3.4.6. Cosméticos.

Los talcos más puros son utilizados en numerosas preparaciones cosméticas, incluyendo diversos tipos de polvos para el cuerpo, jabones, cremas, lápices de labios, polvos faciales, etcétera. Las especificaciones químicas y físicas son muy estrictas, y la inclusión de minerales como la tremolita, serpentina, crisotilo y otros materiales fibrosos, es altamente objetable porque su acción microabrasiva produce irritación en la piel, y además resultan en una pérdida de la fluidez o "caída". Esta propiedad lubricante se aprecia prácticamente observando la dispersión del producto molido cuando se deja caer una pequeña muestra desde una cierta altura sobre una superficie lisa; un talco con buena caída se desparrama uniformemente sin dejar grumos y cubre mayor superficie que otro que no tiene esta propiedad en igual grado. La buena caída y la untuosidad son características de productos de mineral talco laminar, que además repele bien el agua y absorbe las secreciones de la piel, al adherirse a la misma en capas muy delgadas. El talco debe ser neutro en contacto con el agua para no afectar la acidez natural de la piel.

Pocos talcos pueden usarse en farmacopea y cosméticos en su estado natural y la mayoría debe ser beneficiada antes de su empleo final, a excepción de algunas variedades de Italia, Francia y China, renombradas por su pureza.

Los talcos y polvos faciales son composiciones complejas, de numerosos componentes para dar poder cubriente, suavidad, dispersión, adherencia, colorear, propiedades antisépticas, fragancia, etc.; el talco interviene en proporciones del 50% al 90 por ciento.

Los grados usados normalmente deben ser muy finos, por lo menos pasando la malla 100 (147 micrones) totalmente, y - preferiblemente la 200, si bien se usan también micronizados.

Pocas diferencias existen entre los talcos para farmacopea y para cosméticos, y generalmente son intercambiables; en los talcos para cosméticos se pone mayor énfasis en el aspecto estético (blancura), fluidez, poder cubriente y, tamaño y forma de las partículas, mientras que para los que intervienen en la composición de productos que son ingeridos, son más importantes las características químicas, principalmente componentes solubles.

En el Cuadro V.3.7. se dan los análisis de ocho talcos cosméticos del comercio nacional, adquiridos al azar, en 1964, ninguno de los cuales, como veremos luego, se ajusta a las especificaciones del Reglamento Alimentario Nacional.

El mercado de cosméticos se expande rápidamente con la mejora del nivel de vida; en los EE.UU., en 1973, cuando el consumo de talco para esa industria era de 36.000 toneladas, - representando el 4,3% del consumo total, se pronosticó, para el año 2000 un consumo de 68.000 toneladas (aumento del/ 2,35% acumulativo anual), pero esa cifra ya fue superada en 1978 con 70.000 toneladas, con un crecimiento acumulativo - del 14% anual, por lo que puede preverse un aumento sustancial del consumo para el año 2000, llegando a unas 130.000 toneladas.

En la Argentina el consumo de este sector es muy importante, del 10% al 20% del total.

CUADRO Nº V.3.7. - ANALISIS DE TALCOS COSMETICOS ARGENTINOS

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Composición química								
SiO ₂	54,0	55,5	55,0	55,5	46,3	55,7	52,0	57,5
MgO	28,2	27,7	26,4	28,2	25,2	27,9	29,5	26,8
CaO	2,8	1,5	2,9	2,4	4,0	2,0	2,2	2,8
Fe	4,1	3,6	4,5	4,7	5,0	4,0	4,2	4,0
Al ₂ O ₃	4,5	3,3	3,0	2,3	10,2	4,2	4,1	4,2
Cr	0,2	0,14	0,18	0,22	0,19	0,2	0,2	0,15
Ni	-	0,01	-	0,01	-	-	0,01	0,01
Pérdida al fuego	6,0	8,8	7,8	6,6	8,8	6,2	7,5	5,0
T O T A L	100,3	100,55	99,78	99,93	99,59	100,2	100,71	100,46
2. Composición mineralógica								
Talco	58,0	35,0	59,5	64,0	57,8	68,0	49,5	61,0
Actinolita	20,0	3,4	21,0	20,5	28,0	5,8	6,3	16,8
Clorita	6,9	5,6	11,2	7,7	5,9	13,2	13,2	13,5
Serpentina	13,2	51,0	4,8	6,1	5,8	11,7	25,9	6,5
Carbonatos	0,4	3,4	2,8	1,2	2,4	1,0	2,4	0,8
Minerales opacos	0,4	1,5	0,8	0,3	0,2	-	2,8	1,4
T O T A L	98,9	99,9	100,1	99,8	100,1	99,7	100,1	100,0
Cu p.p.m.	-	-	-	-	-	1-10	1-10	1-10
Mn p.p.m.	18	14	16	18	20	18	25	10
Reflectancia %	71	74	72	74	78	70,5	66,5	N.D.

3.4.7. Goma

El talco es usado en la industria del caucho como carga en diversas composiciones, para la espuma de goma soporte de alfombras y pisos vinílicos, para hules, linóleo, gomas para asientos de válvulas, aisladores para cables eléctricos. También se utiliza extensamente para espolvorear productos de goma, como tubos, mangueras, rollos, y como lubricante de moldes para artículos de goma. En la fabricación de chicles se usa como antiadhesivo.

3.4.8. Plásticos.

Las cargas minerales fueron usadas en los plásticos primeramente para reducir costos, pero luego comenzaron a ser reconocidos como modificadores, y mejoradores, de las propiedades, resultando en algunos casos en cambios radicales de las mismas extendiendo los campos de aplicación de los plásticos.

El talco aumenta la rigidez de los plásticos, si bien puede reducir la resistencia al impacto, pero en general nunca es utilizado como el único agregado, sino en combinación con otros (carbonato de calcio, amianto). El uso de las cargas inorgánicas en los plásticos está entrando en un período de gran crecimiento; la demanda de talco ha aumentado notablemente como resultado de la crisis del petróleo en 1974 que produjo una escasez de materias primas petroquímicas para la producción de plásticos, el uso del talco, como el de otras cargas reduce el consumo de resinas y consecuentemente el costo. Un aumento en el uso de los plásticos blancos ha resultado en un incremento en el consumo de talco como carga blanca, ya que brinda translucidez a bajo costo, particularmente en resinas de poliéster, epoxy o polipropileno.

El talco tiene propiedades físicas únicas que lo hacen valioso para la fabricación de plásticos, el color blanco, la blandura y untuosidad, el poder cubriente, el brillo, etc. El uso del talco facilita la remoción de los moldes, reduce el desgaste de las matrices de extrusión gracias a su poder lubricante, y contribuye, como retardador de llama, a la incombustibilidad de los productos finales.

El talco para plásticos generalmente es molido a 0,1 micrón - hasta 20 micrones, estas partículas escamosas y pequeñas se alinean durante el procesamiento mejorando algunas propieda-

des físicas, por ejemplo el polipropileno retiene hasta 90% de su rigidez a temperaturas de 80 °C. La adición de talco permite ciclos de modelado más rápidos sin aumentar la abrasión del equipo de inyección. Los plásticos donde el talco ha desarrollado más sus enormes posibilidades, son los de polipropileno, especialmente para aplicaciones donde se requiere una buena apariencia.

La adición de ciertos eficientes agentes químicos ligantes, que unen químicamente las partículas minerales con las moléculas de las resinas, como los silanos, producen aumentos de la resistencia a la tracción y a la flexión, que llevan al polipropileno modificado a competir favorablemente con otros materiales; por ejemplo, un compuesto de pp con 50% de talco aumenta su resistencia a la tracción 25% a 35% por el agregado de silanos.

En los EE.UU. el consumo de talco en la industria de los plásticos ha experimentado un crecimiento extraordinario; / en 1973 el consumo era solamente de unas 15.000 toneladas, pasando en 1974/75 a 40.000 toneladas, y en 1978 a 114.000 toneladas, su incidencia en el consumo del talco pasó de menos del 2% al 13%, y un pronóstico conservador lo llevaría al 30% en el año 2000. Estimaciones publicadas en 1976, en "Modern Plastics Internacional", pronosticaban un consumo de talco tan grande en el campo de los plásticos, que modificaría todos los presupuestos existentes al respecto, como puede observarse (para los EE.UU.) a continuación.

A ñ o s	Demanda de talco (1.000 t)	Porcentaje del total de minerales para carga
1975	40	3,9
1980	200	8,3
1985	500	11,2
1990	900	13,6
2000	1800	12,4

Esto colocaría a los plásticos como el principal consumidor de talco, con aproximadamente un 50% del total que resultaría estimado para el año 2000.

El talco no es todavía utilizado en el poliestireno, y solamente en pequeñas cantidades en el polietileno, en ellos se usa el asbesto, pero existen buenas posibilidades en ese campo para los talcos fibrosos.

El polipropileno es usado principalmente en automóviles, utensilios domésticos, amoblamientos, envases y fibras, y se prevé un rápido crecimiento, superior al de cualquier otro termoplástico. En los plásticos de polipropileno, inyectados, extruídos, termoformados, moldeados por soplado, espumas conformadas y fibras, el talco se usa en un 20% a 40 por ciento. En los EE.UU., en 1977, el consumo promedio de polipropileno por automóvil fue de 13,2 kg y pasará a 18,1 kg en 1980.

En nuestro país el consumo de este sector no parece estar muy desarrollado todavía, absorbiendo entre 5% y 10% de la producción de talco.

Un uso interesante del talco es en masillas de poliéster para reparación de automóviles; aquí el talco, que debe ser libre/

de hierro, se usa en un 50% de la composición; en Europa se utilizan para esta aplicación de 20.000 t a 30.000 t de talco.

3.4.9. Otros Usos

El talco es usado en una gran variedad de productos, en pequeñas cantidades, pero en conjunto pueden constituir un 5% a 10% del total. Se resumen a continuación:

Absorbente:

Explosivos
Olores en alimentos
Tratamiento de cueros (absorción de grasas)

Blanqueante:

Bolsas de algodón
Cuerdas, piolines, sogas

Agente de espolvoreo:

Moldes de botellas
Corcho
Vidrio
Cuero
Linoleo
Embutidos
Productos veterinarios

Carga:

Estucos
Adhesivos
Materiales para calafatear
Sogas
Linoleo
Masillas
Selladores
Textiles
Inhibidores de corrosión para automotores

Lubricante:

Grasas de alta temperatura
Tinturas
Matafuegos secos

Pigmento:

Limpiadores para cueros blancos

Pulido:

Arroz
Maíz
Cebada
Maní
Ceras para pisos
Vidrio
Cueros
Pastas pulidoras para automotores

Otros:

Recubrimiento de pelets de mineral de hierro para
reducción directa
Fuente de magnesio para plantas
Cobertura de electrodos para soldar
Recuperación de proteínas de desperdicios de indus-
trias bioquímicas
Apresto de textiles
Recubrimiento de moldes en fundición
Pomadas para zapatos
Fabricación de lápices y crayons

Para tener una idea más definida de los consumos de talco y su distribución por usos finales hemos adaptado algunas tablas y pronósticos preparados por el U.S.M.B., eliminando la pirofilita que era mostrada conjuntamente con el talco. Un resumen de los consumos de talco por sectores y de las proyecciones para 1985 y 2000 se da en el cuadro N° V.3.8., en el cual se observa el explosivo crecimiento esperado en el campo de los plásticos, e importantes aumentos de la demanda en el papel, pinturas y cosméticos.

También damos un cuadro con la distribución porcentual de los consumos de talco en varios países desarrollados donde se pueden observar las grandes diferencias existentes entre los países.

CUADRO N° V.3.8. - CONSUMO DE TALCO POR SECTORES Y PROYECCIONES

	1973		1974		1978		1985		2000	
	(1000 t)	%	(1000 t)	%	(1000 t)	%	(1000 t)	%	(1000 t)	%
Cerámica	285	34,4	200	27,0	282	32,0	300 (3)	25,0	390 (3)	19,6
Pinturas	155	18,7	143	19,3	194	22,0	230 (2)	19,2	360 (2)	18,1
Papel	73	8,8	81	10,9	62	7,0	180 (2)	15,0	227 (2)	11,4
Asfalto	50	6,0	42	5,7	26	3,0	30 (4)	2,5	45 (4)	2,3
Insecticidas	35	4,2	43	5,8	27	3,1	45 (2)	3,8	90 (2)	4,5
Cosméticos .	36	4,3	32	4,3	70	8,0	111	9,2	130	6,5
Goma	29	3,5	23	3,1	53	6,0	45 (2)	3,8	70 (2)	3,5
Plásticos ..	15	1,8	40	5,4	114	13,0	200	16,7	600 (5)	30,2
Otros	150 (1)	18,1	136 (1)	18,5	52	5,9	59	4,8	78	3,9
T o t a l .	828	100	740	100	880	100	1.200	100	1.990	100

(1): Incluyen errores de clasificación.

(2): Estimación directa del USBM.

(3): Crecimiento del 1,5% anual desde 1978.

(4): Crecimiento del 2,5% anual desde 1978.

(5): Estimaciones de fuentes europeas adaptando los cálculos de M.P.I.

CUADRO Nº V.3.9. - DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL CONSUMO DE TALCO

	EE.UU. 1975	Canadá 1970	Gran Bretaña 1970	Gran Bretaña 1976	Alemania 1970	Japón 1974/1975
Cerámica	25,6	18	3	4	2	56,7
Insecticidas	5,8	1	4	5	5	2,3
Pinturas	19,5	23	30 (1)	27	30 (1)	9,5
Papel	9,3	13	1	1	17	8,4
Asfalto	6,7	22	33	25	20	4,2
Goma	2,1	6	13	10	10	4,2
Cosméticos	4,3	1	15	25	15	3,1
Plásticos	6,1	1	-	2	-	4,2
Otros	20,6	16	1	1	1	7,4

(1): Incluye plásticos.

Fuente: Elaboración propia en base a publicaciones oficiales de países productores

3.5. ESPECIFICACIONES TECNICAS Y NORMAS.

Las especificaciones técnicas para los diversos tipos de talcos son muy numerosas y variables; en general están determinadas por el uso final de los mismos y varían mucho entre países en función de las calidades de talcos disponibles y del grado de sofisticación de los procesos industriales que utilizan el talco. Las normas que se aplican son múltiples, y en muchos casos los ensayos y las especificaciones no están normalizadas, quedando sujetos a acuerdos entre comprador y proveedor.

En el Cuadro V.3.10. se indican algunas especificaciones usadas en el comercio internacional de talcos. Al final de este capítulo damos una lista de las Normas IRAM que tratan sobre talco.

Las especificaciones del talco para cerámica son cada vez más exigentes, en lo que se refiere a contenido de hierro, a uniformidad en la composición química y mineralógica, y a homogeneidad en las propiedades físicas que aseguren una constancia en la contracción durante el cocido de las piezas cerámicas en las que participa en su composición. En general debe tener un contenido mínimo de 18% de MgO , y máximo de 1% de Fe_2O_3 (si bien para usos especiales se exige máximo 0,1%); en algunos casos se exige bajo contenido de CaO y de álcalis (máximo 0,4%). Las propiedades deben mantenerse invariables durante largos períodos de tiempo; los talcos para cerámica no deben contener partículas duras, gruesas y de compuestos de hierro; se prefieren los talcos no escamosos, más duros, como los tremolíticos, con medianos contenidos de calcio, principalmente para azulejos, pisos y sanitarios. Las granulometrías más usuales son mallas 325 (43 micrones) y 200 (74 micrones).

CUADRO N° V.3.10.- ESPECIFICACIONES DEL TALCO USADAS INTERNACIONALMENTE

	Pinturas	Papel	Cerámica	Textiles	Cosméticos
Perdidas al fuego (%)		4,0 max	-	4,0 max	7,0 max
Insoluble en HCl (%) -	-	95,0 min	-	95,0 min	-
Soluble en agua (%) -	0,25 max	-	-	-	0,2 max
Cloruros (como ClNa,%)	-	0,05max	-	0,05 max	-
Humedad y otros volátiles (%)	1,0 max	0,5 max	-	0,5 max	-
CaO	-	-	1,5 max	-	1,5 max
MgO	20,0-32,0	-	-	-	30,0 min
Fe ₂ O ₃	-	0,30 max	1,0 max	0,3 max	0,75 max
As ₂ O ₃	-	-	-	-	2 ppm max
Pb	-	-	-	-	20 ppm max
Arenillas	-	0,02 max	-	0,02 max	libre
Ph (suspension al 10%)	-	8,3 max	-	8,3 max	9,5 max
Reflectancia, para longitud de onda 5040 A (%)	-	80,0 min	-	80,0 min	-
Finura	99,8% a 99,95% - 325	-75 micrones	-	-75 micrones	0,1% máx +150 micrones 2,0% max +90 micrones
Normas usadas	ASTM D695,281,1210	I.S. 380	U.S. War Production Board M-239	I.S. 380	I.S. 1462

Las especificaciones del talco para la industria de las pinturas, se relacionan con el color, la blancura, forma y tamaño de las partículas, capacidad de empaquetamiento, absorción de aceite y opacidad.

En general debe ser escamoso (o fibroso, en el caso de la asbestina) libre de partículas duras y arenillas; la finura debe ser por lo menos pasando malla 325 (43 micrones), pero los grados preferidos son los micronizados de 20, 10 y hasta menos de 5 micrones.

Un método simple y usual para testar la finura y el grado de dispersión del talco es el calibre Hegman, donde una porción de una mezcla de una parte de talco en cuatro partes de aceite de lino, es mirada oblicuamente al ser extendida dentro de una ranura inclinada en una superficie pulida, y puede determinarse la finura en forma bastante aproximada a simple vista, observando la zona donde las partículas gruesas comienzan a aparecer.

Como el talco es usado para controlar el mateado de las pinturas, debe conocerse cuantitativamente lo que se llama grado de "brillo" o "lustre", , midiendo la reflectancia del talco comparativamente con la de una substancia patrón, generalmente óxido de magnesio purísimo, a ángulos predeterminados (60° para el "gloss", y 85° para el "sheen"), esta propiedad es llamada normalmente blancura, es medida con el espectrofotómetro de la General Electric; es deseable una blancura, o reflectancia, superior al 80%, para una longitud de onda de 5040 Amstrongs.

El ensayo Gardener-Coleman de absorción de aceite es usado para clasificar los talcos para pinturas; esta es una propiedad

muy importante que debe conocer quien formula las pinturas para evitar variaciones en el aspecto final de las superficies pintadas, y debe mantenerse constante a lo largo del tiempo; / los talcos escamosos más puros dan entre 25 y 45 gramos de aceite de lino absorbido por 100 gramos de talco, talcos tremolíticos, fibrosos e impuros absorben entre 20 y 30 gramos. Las partículas muy finas tienen una gran superficie específica, lo cual aumenta la cantidad de aceite necesaria para cubrirlas completamente, y los grados micronizados pueden absorber hasta 70 gramos.

El talco utilizado en la industria del papel debe ser blando, libre de arenillas y dar un bajo índice de abrasividad en el ensayo Valley, que mide la pérdida de peso (en miligramos) de una malla alambre calibrada por la acción, durante 6.000 ciclos, de una suspensión de talco; el número obtenido debe ser inferior a 6, para evitar la abrasión de los equipos que producen el papel y de las máquinas impresoras. Otros requerimientos son la inercia química, bajo contenido de álcalis, opacidad, y blancura, dependiendo de la clase de papel, en general debe ser superior a 80, aunque se acepta 75 en algunos casos, y en otros se exige mayor de 90, principalmente para cobertura. Los más frecuentemente usados, y demandados, son micronizados, con partículas inferiores a 5 micrones, y hasta 0,3 micrones para un mejor control de resinas; para esta aplicación el talco debe ser muy puro, ya que solamente las superficies talcosas tienen la propiedad de absorber las sustancias orgánicas, las otras especies minerales presentes como impurezas no lo hacen. Finalmente la retención de tinta también es controlada, en general es menor que para el caolín, y se exigen ciertos mínimos.

Para mezclas asfálticas no son de importancia la pureza y el color; algunas veces se especifica una baja absorción de aceite y partículas blandas y escamosa. La granulometría debe ser medianamente fina (inferior a malla 35).

Para pesticidas tampoco tiene importancia la pureza y el color, pero sí la abrasividad, absorción y la granulometría, - donde suele especificarse 4 micrones, y hasta 0,5 micrones.

Las industrias farmacéuticas y de cosméticos han demandado - siempre los talcos de la mayor pureza, y han sido pioneras - en imponer regulaciones en la forma de estrictas especificaciones, muchas de las cuales han sido luego aceptadas como - normas por muchos países. Estas especificaciones son necesarias para dar la máxima seguridad a productos de uso humano directo, como polvos para el cuerpo, cosméticos, medicinas y alimentos. Estos talcos deben estar libres de bacterias y en general son esterilizados. Si bien algo de clorita es permitida, no deben contener más que trazas de dolomita, tremolita, cuarzo y otros materiales ásperos; los carbonatos y sulfuros deben estar ausentes, las sustancias solubles en ácido no - deben superar el 2%, y el hierro soluble debe ser inferior - al 0,5%, y preferiblemente al 0,1%, y algunos países especifican 140 ppm para el grado farmacéutico. Los límites de impurezas aceptadas en los EE.UU. para productos farmacéuticos son definidos por la Especificación N°10 de "The Toilet Goods Association", y en Gran Bretaña por las normas de la "Toilet - Preparations Federation".

La calidad de los talcos para productos de tocador está especificada en el Art. 901 del Reglamento Alimentario Nacional/ el cual exige un contenido de 90% de SiO_2 más MgO con una tolerancia de 10% en materias naturales no nocivas ni dañinas, admitiéndose dentro de este porcentaje hasta un 4% de Fe_2O_3 , 3% de Al_2O_3 , 4% de carbonatos y vestigios de sulfatos. Respecto de la calidad "talco para niños" el referido artículo exigía las especificaciones de la Farmacopea Argentina que - limitan el contenido de sustancias solubles en agua el - 0,1 por ciento y el de sustancias solubles en ácido clorhí-

drico diluído a 0,5%, según un agregado hecho posteriormente se admite ahora en el talco para niños hasta 0,15% y 2% respectivamente de dichas substancias.

Para la industria del caucho se aceptan materiales sin requisitos sobre color; para el espolvoreo una buena caída es deseable, pero los requisitos químicos con respecto a metales, como manganeso, hierro y cobre, que pueden afectar la estabilidad del elastómero, son estrictos. Una especificación de la Federación Argentina del Caucho es la siguiente:

	Máximo	Mínimo
Humedad (%)	1,5	-
Pérdida al fuego (%)	12,0	-
Insoluble en HCl 1:1 (%) .	-	75,0
Carbonato de Calcio (%) ...	4,0	-
Fe ₂ O ₃ (%)	3,0	-
Cu (%)	0,005	-
Mn (%)	0,05	-
Pasante por malla 100 (%) .	-	99,9
Pasante por malla 325 (%) .	-	99,0

El talco usado en plásticos debe posser propiedades físicas muy uniformes, generalmente establecidas de acuerdo con el usuario (por la gran variedad de aplicaciones, procesos, calidades de productos), porque pequeñas cantidades de talco pueden estropear partidas importantes de plástico de alto valor.

Son importantes las bajas tolerancias para trazas de metales, como cobre, que puede quebrar las moléculas de los polímeros. La granulometría requiere un máximo de 0,5% sobre malla 325. El talco debe ser dispersable en la mezcla fundida, y no ser abrasivo.

No son muchas las normas IRAM que tratan sobre talco; ellas son:

IRAM N°	113.215
IRAM N°	1.082
IRAM N°	3.113
IRAM N°	3.114

La instalación de una moderna unidad de beneficio de talco llevará indudablemente a una tipificación de las diversas calidades, con la consecuente normalización de sus especificaciones y métodos de ensayo.

3.6. PRODUCTOS COMPETITIVOS

Los productos competitivos del talco dependen de los usos a los que se lo destina, y es en la mayoría de los casos un problema de precios y de calidad del talco disponible. En la industria cerámica, para ciertos productos especiales, como cordieritas, no tendría casi competidores, pero debe ser de calidad adecuada (bajo hierro y bajo calcio); para usos generales puede llegar a ser desplazado por arcilla, feldespato o pirofilita, si su calidad no fuera adecuada, o su precio es muy alto; finalmente, como fuente de magnesio, en mezclas donde el calcio no es un inconveniente puede sustituirse por la dolomita, si esta es relativamente pura y barata; la magnesita también puede ser usada.

En pinturas el talco debe competir con el bióxido de titanio, al que, en función de su menor costo sustituye parcialmente, y con otras cargas como el caolín, el carbonato de calcio, yeso, tiza, etcétera. Por otra parte las pinturas compiten con otros revestimientos que no requieren acabado, como los cerámicos, asbesto-cemento, tableros de yeso revestidos, enchapados, plásticos, etcétera. Productos como la baritina y la mica pueden competir con el talco, pero sus precios más elevados los reducen a usos en pinturas especiales.

El competidor fundamental del talco para su uso como carga en la fabricación de papel es el caolín, y en menor grado, el carbonato de calcio y el bióxido de titanio, de mayor precio este último; para competir con el primero, el talco debe ser blando, de granulometría fina, de disponibilidad y calidad constantes y, lógicamente, precio adecuado. Si bien, en general resulta algo más caro (por ejemplo, en los EE.UU. a fines de 1975, el caolín de Georgia, Grado 1, para cobertura

de papel, a granel, costaba U\$S/sht 53, FOB planta, y el talco micronizado de California U\$S/sht 62). Pero en lo que se refiere al control de sustancias oleoresinosas, el talco no tiene prácticamente rivales, ya que la diatomita, por ejemplo, es muy abrasiva. La blandura, la inercia química, la excelente retención entre las fibras y la absorción de resinas son las características en las que el talco supera a sus concurrentes.

En sus usos para materiales de techos e impermeabilización, el talco de bajo precio, compite favorablemente con la mica molida y el amianto, más caros.

Como soporte y diluyente de insecticidas y pesticidas, el talco compite con perlita, diatomita, tierra Fuller, caolín, pirofilita, yeso, sepiolita, atapulgita y caliza; pero muchos de estos minerales son más abrasivos que el talco, y algunos de ellos pueden actuar como catalizadores en la descomposición de los ingredientes activos; el bajo precio del talco utilizado para estos fines lo coloca en una buena posición competitiva. En cosméticos el talco no tiene rivales, si bien se ha sugerido el uso de arroz, y otras variedades de almidón, finamente pulverizado. Ciertamente ningún otro mineral combina las propiedades de untuosidad, forma y tamaño de partículas, fluidez, poder de absorción sobre la piel, et cétera. Ciertas dudas que habían surgido en la última década sobre su acción sobre la salud, sirvieron para asegurar su futuro en esta industria al demostrarse que no posee efectos tóxicos colaterales.

En la industria del caucho, los competidores principales son el negro de humo, el carbonato de calcio, la sílice y la wollastonita, que son más ampliamente utilizados; este es un

campo de intensa competencia, y en los países industrializados los productores de talco se han esforzado, aparentemente con éxito, en demostrar las ventajas del talco para estos usos.

En la industria de los plásticos el talco compite con numerosos minerales usados como carga, y en general ocupa el tercero o cuarto puesto, después de los carbonatos, el amianto y el hidróxido de aluminio; otros son arcillas, mica y sílice, pero como ya se comentó anteriormente sus perspectivas son excelentes.

3.7 - PRINCIPALES FIRMAS PRODUCTORAS MUNDIALES

3.7.1 - Estados Unidos de Norte América.

- Cyprus Industrial Minerals Co - Los Angeles, California.

Explota, además de talco, arcillas, caolín y diatomita - para industrias cerámicas, del papel, pinturas, goma, - cosméticos. Posee subsidiarias en México y en Bélgica, / que procesan talco importado de los EE.UU. Opera en los Estados de California, Montana y Texas, contando con cinco plantas de trituración, concentración, molienda y micronizado. Ha desarrollado una técnica de flotación para recuperar talco y molibdeno de minerales de cobre en Arizona. El talco de Montana, muy puro, es exportado, la capacidad de la empresa en ese Estado debe aproximarse a las 120.000 t, con 60.000 t de molienda de talco marca / "Mistron vapor".

- Engelhard Minerals and Chemicals Corp. - Menlo Park, N. Jersey (Minerals and Chemical Division).

Este grupo adquirió la Eastern Magnesia Talc Co, pionera en la explotación de talco en Johnson, Vermont, y la primera empresa que utilizó la flotación para concentrar el talco con alto contenido de carbonatos. La capacidad de la planta de procesamiento de talco marca "Emtal" para papel, pinturas y plásticos, es de 60.000 toneladas anuales; la mina es subterránea.

- Johns-Manville Corp. - Denver, Colorado.

Explota varios yacimientos en California, y posee una moderna planta de molienda de 50.000 toneladas de capaci--

dad anual; pero enfrenta problemas por las restricciones impuestas a la explotación minera en el Parque Nacional/ del Valle de la Muerte.

También opera una planta de 20.000 toneladas en Canadá.

- Pfizer Inc.; Minerals, Pigments and Metals Division.

Explota talco en California y Montana, con plantas de lavado y molienda en los mismos Estados.

El talco micronizado, para cerámica se comercializa con/ la marca "Cercron", y los tipos para papel, pinturas y cosméticos como "Microtalco" y "Talcron".

Su capacidad total de producción puede llegar a unas 200.000 toneladas.

- R.T. Vanderbilt Co. Inc. - Norwalk, Conn.

Produce arcillas especiales, bentonita, pirofilita y explota los importantes yacimientos de talco de Gouverneur, en Nueva York, la operación es subterránea, con un pozo/ de 335 m de profundidad, y la roca, muy dura, es triturada antes de ser elevada a la superficie, el mineral, talco tremolítico, formado a partir de rocas sedimentarias, muy blando, es procesado por vía seca y micronizada para usos en pinturas y cerámica, las marcas son "Nytal", "Ceramitalco", "Fibertal" y "Mouldene". La capacidad instalada es de unas 150.000 toneladas.

- Windsor Minerals Inc. (Johnson and Johnson Co)

Opera dos minas en Vermont de (90.000 y 140.000 toneladas anuales), y dos plantas de procesamiento, una de

140.000 toneladas para talco para usos varios, y la otra, de 90.000 toneladas produce talco principalmente para cosméticos, usando una sofisticada tecnología. Esta empresa/ también ha realizado muchos desarrollos en la flotación - de talco.

Las mencionadas empresas, juntamente con otras tres más, contribuyen con un 85-90% a la producción total de talco del país; el resto es suministrado por unas 20 pequeñas compañías, que contribuirán con un promedio de 5.000 toneladas anuales/ cada una, algunas obtienen talcos de alta calidad, incluso seleccionados a mano, y no todas poseen plantas de molienda.

3.7.2 - Francia

- S.A. des Talcs de Luzenac

El mayor productor de talco de Francia, con una capacidad instalada en el país de más de 250.000 toneladas, explota los yacimientos de Ariège, al norte de los Pirineos, en la que sea probablemente la mayor mina de talco del mundo, que, por razones climáticas solamente es operada seis meses al año. Los depósitos fueron formados por reemplazo de dolomitas y calizas dolomíticas; la mayor parte del talco francés es de excelente calidad, sin contaminación/ con minerales fibrosos o metalíferos. La empresa produce 27 tipos diferentes de talcos, para cosméticos, farmacopea, papel, cerámica, pinturas, plásticos, etcétera.

A comienzos de 1977 la sociedad tomó el control de Talkum werke Naintsch GmbH, de Austria, con una capacidad de 100.000 toneladas, y de la Cía. de Talcos Pirenaicos, / gran productor de España, con una capacidad de 30.000 toneladas.

3.7.3 - Finlandia

- Suomen Talkki Oy

Esta empresa pertenece a una firma productora de papel y produce unas 165.000 toneladas anuales de 6 grados - de talco, fundamentalmente para papel, pero también para pinturas, plásticos, goma e insecticidas.

El mineral, formado por metamorfismo de dunita, consiste en una mezcla de 55% talco, 44% magnesita y 1% minerales metalíferos. Sometido a flotación el mineral pasa a un contenido de talco del 93% y la blancura se eleva de 70% a 82 por ciento. El producto es micronizado en molinos con chorros de vapor (steam jet mills), lográndose un material 100% menor a 10 micrones, con 75% menor que 2,5 micrones, y aumentando la blancura a 85 por ciento.

La capacidad de micronizado hasta 1976 era de aproximadamente 30.000 t, pero esa capacidad fue aumentada a 163.000 t, mientras la capacidad total de la planta pasó a 210.000 toneladas. Se recuperan una 10.000 toneladas anuales de concentrados con 10-12% de níquel.

- Oy Lohja AB

Produce dolomita, calizas, feldespatos, cuarzo, para el cemento, la agricultura y la cerámica. En 1976 se anunció su asociación con Outokumpu para explotar un yacimiento también de talco, magnesita y níquel. Las plantas de ambas firmas ya están en operación; el mineral, con 60% de talco, es molido con bolas cerámicas, a malla 200, y flotado, con doble lavado, separándose los/

concentrados de níquel que son utilizados por Outokumpu, y el talco, en suspensión es bombeado a la fábrica de / Lohja para su ulterior refinado y micronizado, con una capacidad de 150.000 toneladas iniciales, pero ya en expansión al doble. La planta, que costó US\$ 10.000.000.-, produce talco para carga de papel, con 96% de talco; 86% de blancura y 99% menor que 20 micrones; el talco es pelletizado y despachado a granel; pero en la nueva expansión se producirá talco de menos de 10 micrones para control de resinas en el papel, y también parte del material será embolsado, para las industrias de pintura, plásticos y gomas. Para los clientes de la industria papelera, se dispondrá de talco directamente en suspensión, como se está usando en Gran Bretaña y los EE.UU. con el caolín, ya que resulta más económico no tener que secar un material que luego será nuevamente puesto en suspensión.

3.7.4 - Italia

- Sta. Talco e Grafite Val Chisone, Pinerolo, Turín.

Extrae talco en Cerdeña (30.000 t) y en Pinerolo (50.000 t); es el mayor productor italiano de talco, al que procesa - en una planta de 50.000 t, donde hace micronizado (un 15% del total) para cosméticos y farmacopea, para lo que es i deal este talco laminar, completamente libre de carbona--tos, y en otra unidad de 20.000 toneladas.

- SOIM-Sta. Industrial e Mineraria, Cerdeña.

Realiza una mineración selectiva de un talco de alta pureza, muy blando, que es procesado por molinos de rodillos/ y a martillos, con clasificadores a aire, obteniendo un - producto 98% inferior a 20 micrones y 50% inferior a 5 mi cronos; usado para papel y pinturas. La capacidad es de - 35.000 toneladas.

- SRL Mineraria Valle Spluga, Milan.

Explota un yacimiento en Sondrio, con planta de molienda, separación y micronizado con "jet-mill", con capacidad de 40.000 toneladas, produciendo cuatro tipos principales de talcos para pinturas, lacas, barnices, plásticos, papel y goma.

3.7.5 - Canadá

- Baker Talc Ltd., Montreal

Explota dos minas en Quebec, procesando el material en una planta de 30.000 toneladas de capacidad, que incluye - flotación, separación magnética húmeda de alta intensidad (para eliminar compuestos férricos que daban color al producto, que solamente podía ser usado para carga de cementos y asfaltos) molienda seca y húmeda, y micronizado. El producto, de marca Super-H1-Talc 903 es usado en la industria del papel para control de resinas; también es usado/ en pinturas. La blancura aumentó de 77% a 88% por la separación magnética.

3.7.6 - Noruega

- A/S Norwegian Talc

Explota dos yacimientos de talco, con dos plantas de tratamiento, una de 12.000 t, muele un talco más impuro con 6,5% Fe_2O_3 , a malla 200 para carga de asfaltos y pinturas de fondo; y otra, donde se realiza micronizado bajo/ estrictos controles de calidad, de 50.000 toneladas, el producto llega a 99% menor que 10 micrones.

Se podrían indicar otros productores, en Alemania, Australia, Brasil, Canadá, EE.UU., Francia y Suecia, pero los mencionados, que en conjunto producen un 50% del talco fuera del bloque comunista, son los más tecnificados; algunos explotan y benefician minerales que por su origen y tipo de impurezas se asemejan a los de nuestro país, como los de Noruega y Finlandia, Baker, Windsor y Engelhard.



3.8 - COMERCIO INTERNACIONAL Y PRECIOS DE MERCADO.

Las estadísticas sobre comercio mundial de talco incluyen, como para el caso de la producción, a la pirofilita, pero siendo mínimas las transacciones entre países para este mineral, podemos considerar que las cifras disponibles solamente incluyen las siguientes categorías de talco:

- Talco en bruto y esteatita
- Piedra jabón
- Esteatita cortada y/o trabajada
- Talco triturado y/o molido
- Talco pulverizado y/o micronizado
- Talco pulverizado en bolsas de menos de 1 kg

Existen diferencias, en algunos casos importantes, cuando se comparan las cifras declaradas por los importadores y las proporcionadas por los exportadores, por diferencias en los cierres de los ejercicios, en la consideración de las fechas de embarque o de arribo como ingreso de una importación, y por diferencias en la clasificación; también hay países, principalmente los comunistas que no dan cifras de exportación, en esos casos se han tomado las cifras consignadas por los países importadores para calcular sus exportaciones. En los Cuadros V.3.11y12 se muestran las cantidades exportadas e importadas por los principales países exportadores e importadores; no parece reflejado el comercio entre países comunistas por ejemplo las importantes ventas de Corea del Norte a la U.R.S.S.

Puede observarse que el comercio internacional representó entre un 20% y 23% de la producción mundial, y que declinó significativamente en 1975 (un 20%). Debe mencionarse que una

CUADRO Nº V.3.11. - EXPORTACIONES DE TALCO POR PAISES (en Tn.)

PAISES	AÑOS	
	1974	1975
China	(239.950)	(159.990)
EE.UU.	165.750	131.530
Austria	84.500	66.130
Francia	76.460	59.130
Noruega	66.890	52.610
Italia	53.890	40.370
Corea del Sur	49.680	40.710
Australia	47.600	39.940
Corea del Norte	(40.650)	(46.010)
Bélgica	21.810	13.810
India	11.070	5.660
Alemania	7.120	5.620
Otros	8.630	18.490
T O T A L	874.000	680.000

Fuente: Elaboración propia con datos oficiales por países

CUADRO Nº V.3.12. - IMPORTACIONES DE TALCO POR PAISES (en Tn.)

	1974	1975
JAPON	299.000	236.200
ALEMANIA OCCIDENTAL	110.350	87.520
MEXICO	102.660	(80.710)
GRAN BRETAÑA	61.840	58.500
CANADA	(41.320)	(38.350)
BELGICA	39.960	(17.640)
HOLANDA	(30.140)	(30.550)
EE.UU.	27.440	(12.500)
ITALIA	25.410	14.690
SUECIA	(24.360)	22.310
SUIZA	14.020	9.220
DINAMARCA	13.370	9.360
FRANCIA	(12.250)	6.910
ESPAÑA	10.070	8.600
ÓTROS	61.810	46.880
<hr/>		
T O T A L	874.000	680.000

Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales por países

parte sustancial del talco que entra en los mercados mundiales es material en bruto, de bajo valor agregado, cuyo precio no es suficiente para absorber altos costos de transporte a larga distancia, en consecuencia los talcos de menor calidad son consumidos por mercados próximos al lugar de producción. Algunos talcos para farmacopea y cosméticos son comercializados por todo el mundo, principalmente desde Francia e Italia.

Puede observarse que nueve países exportan casi el 95% del talco comercializado internacionalmente. China, Corea del Norte, Corea del Sur y Australia venden principalmente en Japón, y Oriente en general; los EE.UU. venden a Canadá y México; los países europeos comercializan el mayor volumen de talco/entre sí.

Japón es el mayor importador de talco, y los diez primeros importadores reciben casi el 90% del talco comercializado internacionalmente.

Los precios del talco varían enormemente de acuerdo a su calidad y grado de procesamiento, entre 50 y 250 US\$/tM en general para el comercio internacional, con los tipos más finos superando los 300 US\$/tM.

3.9 - TECNOLOGIAS DE EXTRACCION Y PROCESAMIENTO

3.9.1 - Extracción

Más del 75% del talco extraído en los EE.UU. lo es a cielo abierto, utilizándose los métodos y equipos convencionales de desmonte, carga y transporte: vagones perforadores, martillos neumáticos, cargadores frontales y camiones.

La cantidad de perforaciones y voladuras necesarias depende - del tipo de mineral, solamente los talcos masivos y duros requieren un uso intensivo de explosivos (un 56% de las explotaciones en EE.UU.).

Las minas subterráneas no son en general sofisticadas ya que sus producciones, de pocas toneladas por hora, son comparativamente pequeñas; cuando el talco es del tipo blando y escamoso, se requieren cuidadosos trabajos de apuntalamiento.

Al ser el talco tan resbaladizo, suelen presentarse problemas con el equipo rodante, debiéndose usar cubiertas antideslizantes o cadenas, y las pendientes de las rampas de acarreo, deben ser suaves.

La necesidad de mantener el producto lo más libre de contaminaciones por materiales extraños que pueden alterar su calidad, principalmente la blancura, limita muchas veces la recuperación del material presente en depósito hasta un 50%; la - mineración selectiva y la selección manual, son aplicadas todavía en algunos casos, llegándose a remover 10 toneladas de roca por cada tonelada de talco bruto de calidad aceptable. Actualmente se están usando clasificadores electrónicos, que

por reflectividad, seleccionan los trozos triturados ("sortex") eliminando el trabajo manual, acelerando la producción y aumentando la recuperación. También, lógicamente, los métodos modernos de concentración y purificación, que trataremos en el próximo ítem, han reducido la necesidad de la extracción selectiva y llevan a un aprovechamiento más intensivo del yacimiento; además, parte del material de rechazo es aprovechable para usos que no requieren especial blancura, u otras características físico-químicas especiales, como goma, cargas asfálticas, insecticidas y materiales de espolvoreado; también deben considerarse los subproductos de alto valor, como el níquel.

Las explotaciones de talco requieren un extremo orden y limpieza en su operación para evitar las contaminaciones mencionadas.

En una explotación a cielo abierto normal, puede considerarse una remoción de cuatro toneladas totales de roca por cada tonelada de talco bruto extraído, incluyendo la cobertura, como aceptable. Debe mencionarse que en general, el talco es por lo menos triturado en las proximidades del yacimiento, a no más de 50 km del mismo, y también, preferiblemente, procesado no muy lejos del lugar de extracción; la integración vertical de las empresas productoras de talco es lo más frecuente, contando, por lo menos, con plantas de molienda y clasificación; en los EE.UU. un 90% del talco es entregado molido por los productores.

La explotación y el procesamiento del talco no ocasionan problemas ecológicos, siendo el volumen de los estériles pequeño, y éstos no son tóxicos ni móviles.

3.9.2. Concentración y beneficio.

El beneficio del talco ha sido tradicionalmente realizado procesándolo por vía seca, y debido a que muchos de los usos del mismo toleraban un material relativamente impuro, no era frecuente la concentración, pero actualmente las plantas de procesamiento de talco se han sofisticado considerablemente, incluyendo complejas operaciones como mesas vibratorias, flotación de espumas, sedimentación, filtración al vacío, hidrocicloneo, separación magnética seca y húmeda, clasificación por centrifugado, secado por atomización, deslaminado, blanqueamiento y nuevas técnicas de molienda. Debe mencionarse que la trituración, zarandeado, molienda y clasificación se requieren tanto para la preparación del mineral para su procesamiento, como para reducir el producto final a la granulometría que, con usualmente estrictos límites, es exigida por el consumidor.

Hay que tener en cuenta que el tratamiento del talco se complica por la importancia que generalmente tiene la blancura del material terminado, por lo tanto los equipos de molienda no deben colorearlo, lo cual en muchos casos elimina el uso de cuerpos moledores de acero o fundición, como el talco es un mineral blando puede ser molido en molinos a bolas revestidos, y con cuerpos moledores, de cerámica o pedernal (sílice); cuando posteriormente el mineral será sometido a procesos que eliminarán el hierro, como la separación magnética, pueden usarse en las etapas iniciales molinos de barras y de bolas convencionales. Hay ciertos talcos muy blandos y puros que permiten ser tratados únicamente por vía seca y reducidos de tamaño usando solamente molinos con superficies metálicas, como es en Cerdeña, por la S.O.I.M. que procesa 180 t por día de talco seleccionado, el cual es triturado, secado en un horno de soleras

múltiples, triturado en molino cónico y tamizado; la molienda fina es efectuada por un molino a rodillos y ocho molinos verticales a martillos, controlados por clasificadores a aire Al pine; el producto, destinado fundamentalmente a las industrias del papel y las pinturas, es 98% menor que 20 micrones, con un 50% menor que 5 micrones.

Para algunas aplicaciones especiales del talco, como papel y pinturas, se precisan sistemas de molienda más sofisticados para obtener partículas menores que 5 micrones y aún que 1 micrón; para esto son ideales los molinos de energía fluída ("jet mills") en los cuales la energía de aire o vapor a alta presión es aprovechada para moler las partículas de mineral por atrición entre ellas mismas en una cámara donde se alcanzan velocidades elevadísimas, de esta forma se logran separar los intercrecimientos minerales sin destruir la forma escamosa de las partículas de talco, la cual le imparte muchas de sus propiedades (caída, lubricación, untuosidad, poder cubriente). Este tipo de molino es cada día más utilizado para procesar talcos de alta calidad, y obtener el verdadero micronizado.

Un proceso que fue desarrollado para el caolín utilizado en la industria del papel, y que ha sido adaptado al talco, es la deslaminación, también usado para la mica; consiste en separar los "libros" de hojuelas de talco, en sus hojas, lográndose escamas de muy pequeño espesor, y con un gran poder cubriente y alta blancura, por ser las superficies recientemente expuestas de mayor reflectancia. La deslaminación se logra por una molienda especial en tanques rellenos con bolitas de plástico que actúan como cuerpos moledores, o también por extrusión de barros densos, a alta presión, a través de pequeños orificios; se pueden así obtener 99% de escamitas con "diámetros" inferiores a un micrón; utilizables para pinturas, papel, plásticos y cosméticos.

Estas dos técnicas, deslaminación y micronizado, pueden usarse separada o conjuntamente.

La concentración del talco, por separación de los minerales que lo contaminan, puede realizarse por métodos gravitatorios, como las mesas vibratorias; se pueden separar fácilmente (dependiendo del tamaño de liberación) minerales densos conteniendo hierro, cromo y níquel, también ilmenita, granate. La Eastern Magnesia Talc Co. de Vermont, EE.UU., recupera concentrados de cobalto y níquel por este método; en otros talcos pueden estar presentes cromo y escandio. La alimentación a las mesas vibratorias debe ser molida a malla 200, por vía seca o por vía húmeda; el material debe ser fino pero no demasiado para evitar interferencias y pérdidas en suspensión.

Hay talcos, como los tremolíticos de Nueva York, que por ser muy puros, en lo que respecta a otros componentes fuera del talco y la tremolita, y de bajo hierro, encontrando extensa aplicación en cerámica, no son prácticamente concentrados después de realizarse una mineración selectiva que permite separar el mineral en tres categorías. La molienda fina es realizada en molinos con cuerpos cerámicos controlados por clasificadores a aire, siendo el rechazo grueso enviado a los micronizadores para producir talco para pinturas (menor que 5 micrones); el transporte del material desde los molinos a los silos y de allí a las embolsadoras, es efectuado neumáticamente.

El talco, por su naturaleza hidrofóbica, responde en general positivamente a la flotación espumosa, que se fundamenta en la adherencia selectiva de sus partículas escamosas, a burbujas de aire que ascienden a través de la pulpa de minerales en agitación, incorporándose a la espuma mineralizada que flota en la

superficie de la pulpa contenida en las celdas de flotación, de donde es continuamente extraída con el talco enriquecido. Como espumante suele usarse aceite de pino, productos similares o aceite de fusel; como dispersante puede emplearse silicato de sodio. Los minerales comúnmente separados por flotación son la magnesita, dolomita, cuarzo, feldespato, serpiente, actinolita y clorita; dependiendo de factores químicos, mineralógicos, microestructurales y petrológicos el grado de separación y los tipos de reactivos utilizados.

La molienda para la flotación puede ser realizada en molinos a bolas (y/o de barras), o de rodillos; la flotación puede ir combinada con la utilización previa de mesas vibratorias o ser directa como en la Windsor Minerals Inc., de Vermont, EE.UU.

Durante las varias etapas de molienda pueden aprovecharse las distintas durezas de los minerales que impurifican el talco, para eliminarlos a través de una molienda diferencial, en los rechazos de los clasificadores que controlan los productos de molinos a bolas, a martillos o de rodillos; cuarzo, feldespato, turmalina y, posiblemente, actinolita, de durezas superiores a 5,5 pueden concentrarse en la fracción gruesa.

En ciertos talcos la presencia de minerales de hierro, principalmente óxidos, en forma de agregados pulverulentos, no permite aprovechar la molienda diferencial para su separación, o cuando se encuentran como manchas sobre la superficie de las partículas de talco no se eliminan por los métodos gravitatorios, y flotan juntamente con el talco, como lo hacen las micas por su estructura también laminar.

En estos casos es normal complementar esos métodos de concentración con la separación o filtración, magnética de alta intensidad, como se realiza en la Baker Talc Ltd. de Canadá para producir talcos para el papel; campos magnéticos muy intensos, y con un gradiente muy elevado, permiten separar no solamente minerales fuertemente magnéticos como magnetita e ilmenita, y ligeramente magnéticos como pirrotita, hematita, limonita, compuestos de manganeso y siderita, sino también los paramagnéticos como clorita, pirita, mica, e incluso minerales como actinolita y antigorita si tienen átomos de hierro en su reticulado cristalino. Por aplicación de esta sofisticada y costosa técnica se logran importantes reducciones en los contenidos de hierro, manganeso, titanio, azufre, aluminio y álcalis, con gran aumento de la blancura. El equipo puede instalarse antes o después de la flotación, pero preferiblemente después para reducir su volumen.

Otras técnicas de purificación del talco que se están experimentando son la floculación y sedimentación selectivas, ultraflotación y la flotación con dos líquidos. También el blanqueo químico, en el cual minerales conteniendo hierro son lixiviados por agentes reductores como hidrosulfito de sodio, en medio ácido (sulfúrico o de sulfato de aluminio), se utiliza en algunos casos, así como la calcinación.

Finalmente, si el talco ha sido concentrado por vía húmeda debe eliminarse el agua, ya que la pulpa resultante de la flotación, separación gravimétrica o filtración magnética contiene normalmente no más de 300 g de sólidos por litro de suspensión; puede lograrse una primera concentración por medio de hidrociclones, pero lo habitual es el empleo de espesadores, para obtener un barro con más de 400 g por litro, requiriéndose en algunos casos el uso de floculantes. La etapa siguiente,

si el tamaño de las partículas de talco no es muy pequeño, consiste en realizar una filtración al vacío, en filtros rotativos de discos o tambor, siendo los últimos los más comunes; filtros prensa, o los nuevos filtros de tubo desarrollados en Inglaterra, también pueden ser usados, con la ventaja de dar una torta con 16-24% de humedad contra 30%-35% de los anteriores.

Decantadores centrífugos de elevada velocidad de rotación y de alta g, están siendo probados con éxito para recuperar talco de suspensiones muy diluídas (450 ppm), obteniéndose una pérdida de menos del 3% en un líquido clarificado con 12 ppm de talco.

La etapa final de secado, para obtener un producto que fluya fácilmente y pueda ser embolsado, se efectúa en secadores por atomización, o en algunos casos puede secarse simultáneamente con el micronizado.

3.10. MERCADO NACIONAL

3.10.1. Principales regiones productoras.

Fuera de pequeñas explotaciones de un silicato de aluminio y magnesio, que se comercializa como "talco cerámico", en la Provincia del Neuquén, y alguna producción de talco en San Juan y esteatita en Córdoba, la Provincia de Mendoza, por sus aparentemente muy importante reservas, domina ampliamente el mercado nacional del talco, habiendo comenzado su explotación regular en 1935, a un ritmo de algunos centenares/ de toneladas, alcanzando su máxima producción en 1977 con algo más de 42.000 toneladas; lo total extraído de talco en Mendoza alcanza a unas 600.000 toneladas en 40 años.

Los yacimientos se localizan en dos unidades morfoestructurales: en la Precordillera, y en la Cordillera Frontal; en la primera área se agrupan dos sectores, el cordón Bonilla-Sierra de Uspallata, y La Cortaderita-Yalguaraz, y en la segunda los yacimientos de Tupungato y de Tunuyán, en el cordón / del Portillo.

Los yacimientos de talco mendocinos conforman vetas lenticulares o bolsones, generalmente de poca corrida, con potencias que oscilan entre algunos decímetros a varios metros (6 y más); lo más frecuente serían vetas o mantos con un desarrollo horizontal, con intermitencias, de 200 m a 300 m, formadas por una serie de lentes de una extensión normalmente de 20 a 40 metros, y espesores de 1 a 2 metros; en cuanto a la mineralización en profundidad, la misma ha sido reconocida generalmente a 20m y hasta más en algunos casos. Se admite /

su formación por la acción de soluciones termales, que ascendieron por zonas de debilidad tectónica sobre serpentinas o esquistos anfibólicos, aportando sílice y agua, con extracción de hierro y aluminio. El talco muestra una textura granular fina, compacta hasta fibrosa en algunos casos; el color varía desde verde oscuro, o verde gris sucio, en las variedades de menor calidad, hasta verde pálido a blanquecino / en los tipos de primera y extra, que son las variedades menos abundantes. En su composición suelen participar actinolita, clorita, antigorita, carbonatos y otras impurezas, como grafito y piritas (abundantes éstas en algunos casos), presentarse en ocasiones manchado por óxidos e hidróxidos de hierro en grado variable, generalmente en las partes superiores de los yacimientos. La presencia de los compuestos de hierro indica la necesidad de realizar ensayos de separación magnética para mejorar la blancura y la blandura del talco; una selección fotométrica permitiría probablemente descartar una buena parte del material más contaminado y oscuro.

En el Cuadro V.3.13. se exponen los resultados analíticos correspondientes a distintos tipos de talcos nacionales.

La existencia de una gran variedad de tipos diferentes de talcos, en lo que a color, estructura, pureza y minerales accesorios, entre los diversos yacimientos, y aún dentro de cada uno de ellos, torna indispensable un estudio más detallado, químico, mineralógico y petrográfico de los depósitos que se definen para la realización de una explotación más intensa con vistas a alimentar una planta de concentración y beneficio de talco destinado a los usos más delicados, como cosméticos, farmacopea, papel, pinturas y cerámica.

CUADRO Nº V.3.13. - DISTINTOS TIPOS DE TALCOS NACIONALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Composición química												
SiO ₂	58,4	54,3	55,8	54,9	54,0	55,9	54,7	51,3	53,6	55,1	52,5	54,5
MgO	29,7	30,3	27,3	29,5	30,4	29,1	30,8	29,0	28,5	28,6	29,5	29,1
CaO	2,1	1,4	3,1	0,7	1,3	0,3	0,5	1,5	2,4	0,7	1,8	1,3
Fe	3,8	4,0	5,0	4,8	4,2	4,2	3,5	4,8	6,0	4,2	5,0	3,9
Al ₂ O ₃	0,9	2,4	2,2	4,7	3,5	4,3	4,0	8,0	1,8	4,7	6,6	4,2
Cr	0,13	0,27	0,13	0,16	0,13	0,10	0,20	0,12	0,16	0,20	0,25	0,35
Ni	0,00	0,04	0,00	0,02	0,04	0,00	0,04	0,09	0,04	0,02	0,00	0,00
Pérdida al rojo	5,2	6,5	6,0	5,3	7,4	6,2	6,6	6,1	7,1	6,3	5,0	6,7
TOTAL	100,23	99,21	99,53	100,08	100,97	100,10	100,34	100,91	99,60	99,82	100,65	100,05
2. Composición mineralógica												
Talco	69,2	64,6	26,6	64,7	56,3	69,7	55,2	68,8	82,0	49,0	69,0	26,1
Actinolita	13,8	18,6	14,2	10,9	11,6	5,4	32,3	11,2	7,2	8,9	1,0	0,9
Clorita	10,1	11,7	15,5	10,0	10,7	11,9	6,0	11,0	2,1	11,5	10,5	58,8
Serpentina	4,8	3,0	42,2	12,4	18,4	10,8	4,4	3,7	2,6	28,9	15,7	8,0
Carbonatos	0,5	0,8	0,6	0,5	1,5	1,1	0,9	1,9	1,2	0,9	1,1	0,8
Minerales opacos	5,2	6,5	0,9	1,5	1,5	1,1	1,2	3,4	4,9	0,8	2,7	5,9
TOTAL	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,5
✓ Cu p.p.m.	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
4 Mn. p.p.m.	116	292	146	000	524	116	320	320	000	350	115	000

REFERENCIAS DEL CUADRO Nº V.3.13.

1. Talco de Pie de Palo, San Juan. Calificación s/productor: 1ra. A
2. Talco de Pie de Palo, San Juan. Calificación s/productor: 3ra.
3. Talco de Tunuyán, Mendoza. Calificación s/productor: 1ra. B
4. Talco de Tunuyán, Mendoza. Calificación s/productor: 1ra. P
5. Talco de Tupungato, Mendoza. Calificación s/productor: 1ra. T
6. Talco de Uspallata, Mendoza. Calificación s/productor: 1ra. especial
7. Talco de Uspallata, Mendoza. Calificación s/productor: 2da. especial
8. Talco de Uspallata, Mendoza. Calificación s/productor: industrial
9. Talco de Tupungato, Mendoza. Calificación s/productor: 1ra.
10. Talco de Uspallata, Mendoza. Calificación s/productor: 2da.
11. Talco de Sarmiento, San Juan. Calificación s/productor: 1ra.
12. Talco Pie de Palo, San Juan. ?

Del análisis de la bibliografía efectuado en el marco del proyecto, surge que es poca la información que se dispone, - salvo contados casos, acerca de las reservas de los yacimientos mendocinos de talco, si bien desde el punto de vista geológico sus posibilidades son muy favorables, y pueden cuantificarse, en base a las estimaciones efectuadas por los productores, en unas 2.000.000 toneladas.

Dada la presencia de un cinturón de rocas ultrabásicas de tipo alpino, nuestra recomendación sería un plan de prospección minera detallada, que comprendiera el conocimiento del comportamiento geológico-geoquímico de la faja básica-ultrabásica, no solamente por la mineralización talquífera, sino/ por la posible ocurrencia económica de otros elementos genéticamente asociados, como cromo, níquel y posiblemente platinoídes.

3.10.2. Usos y localización de la demanda

Los usos del talco fueron comentados extensamente en el capítulo 1.4, donde ya dimos algunas indicaciones sobre la distribución del consumo actual en nuestro país. Al respecto - no existen estadísticas y hemos debido elaborarlas en forma aproximada basándonos en informaciones parciales de algunos usuarios, datos de transporte y consultas directas a productores; también se adoptaron algunas hipótesis en función de la estructura industrial y socio-económica de la Argentina, y se efectuaron comparaciones con otros países. Se llegó así a confeccionar el Cuadro Nº V.3.14., donde se dan, para el año - 1977, los rangos estimados de consumo y los valores considerados más probables para los diversos usos. Debe señalarse que la mayor parte de la demanda se encuentra concentrada en el eje de alta densidad industrial Rosario-La Plata, con algunas fábricas de pap 1, ubicadas fuera del mismo.

Hay sectores, como el de la cerámica y el papel donde se podría esperar una importante evolución de la demanda si se produjeran las calidades adecuadas, llegándose a consumos más significativos y similares a los de países industrializados. El sector pinturas podrá crecer al contar con los grados micronizados, pero más significativo que el mayor volumen en este sector será un aumento en el valor de los productos vendidos a esa industria. Plásticos y caucho pueden crecer significativamente contando con un suministro constante y confiable en calidad y cantidad. Cosméticos representa un sector importantísimo, y es un mercado que deberá ser mejor servido para poder llegar a consumos específicos entre los de Gran Bretaña (0,4 kg/hab) y los de Alemania (0,6 kg/hab).

CUADRO N° V.3.14. - ESTIMACION DE CONSUMO PARA LOS USOS ESPECIFICOS

Sector usuario	Consumo (%)		Consumo (t)
	Rango	Valor más probable	
- Pinturas ...	25-35	26	11.000
- Insecticidas	15-25	21	9.000
- Papel	15-25	19	8.000
- Cosméticos .	10-20	14	6.000
- Caucho	5-10	6	2.500
- Plásticos ..	5-10	5	2.000
- Asfalto	5-10	5	2.000
- Cerámica ...	1-3	1,5	600
- Otros	2-5	2,5	900
TOTAL		100	42.000

Fuente: Elaboración propia

3.10.3. Variedades, calidades y precios.

No existe en nuestro país una tipificación precisa del talco, clasificándose en forma bastante ambigua como "Extra", "de Primera", "de Segunda" e "Industrial"; el primero es - el más blanco, de escasa disponibilidad, seleccionado a mano, usado para cerámica y cosméticos; pero en general difícilmente es de menos de 2% Fe_2O_3 , o tiene reflectancia del 80 por ciento. Se habla a veces de un grado intermedio, - "Primera Especial" y "Primera A". El talco de 1° es blanquecino o gris verdoso, claro, en general escamoso; usado en / pinturas, plásticos y algo de papel; suele tener calcio relativamente elevado. El de 2da. es oscuro, manchado con óxidos de hierro, empleado para asfaltos, pinturas de fondo, - insecticidas y usos varios. Con tratamientos de beneficio, se podrían mejorar mucho estas calidades aumentando la blancura; mejorando la caída, untuosidad, absorción de aceite, - blandura; y reduciendo el contenido de hierro. Finalmente - el talco industrial, normalmente usado para insecticidas, y en algunos casos en pinturas, es el fibroso o asbestina.

Consideramos que la existencia de una planta de procesamiento de talco que produzca calidades específicas para usos de terminados, cumpliendo normas, locales o internacionales, - permitirá disponer de una gran variedad de talcos, con un amplio rango de precios.

A los efectos de elaborar el anteproyecto de la fábrica, hemos considerado cuatro grupos de productos:

- 1 - Blanco, micronizado. De alta reflectancia (superior al 80%, y hasta 90%); bajo hierro (podrá haber diversos - grados, todos inferiores a 2%, con alguno para cerámica

- con menos de 1%); con granulometrías micrométricas va-
rias de 20, 10 y 5 (y aún menos para control de resinas
en papel). Para usos en papel, pinturas, cosméticos, ce-
rámicas.
- 2 - Blanco, de las mismas características físicas y quími-
cas, pero molido a mallas 200 y 325; para cosméticos -
(esterilizado), papel (deslaminado), pinturas, cerámica,
plásticos especiales, etcétera.
 - 3 - Gris, molido fino (mallas 200 y 325); para pinturas (po-
drá ser micronizado también), plásticos, insecticidas, -
caucho, asfalto, usos varios. Más impuro que el anterior.
 - 4 - Industrial, molido fino (mallas 100, 200 y 325); para u-
sos varios; resultará del aprovechamiento de las colas -
de la concentración.

Los precios usuales en el mercado al mes de octubre, obteni-
dos de consultas con algunos usuarios, sobre depósitos en -
Buenos Aires, son los siguientes:

1 = Blanco, micronizado	<u>580 \$/kg</u>	(pequeña disponi- bilidad)
2 = Cerámica, bajo Fe	<u>360 \$/kg</u>	(importado)
3 = Para papel, blanco, fino ..	<u>400 \$/kg</u>	(pequeña disponi- bilidad o impor- tado).
4 = Blanco, fino (pinturas, cos- méticos)	<u>300 \$/kg</u>	
5 = Molido fino, 2a	<u>250 \$/kg</u>	
6 = Molido, industrial	<u>180 \$/kg</u>	

En realidad existe toda una gama entre \$ 150 y \$ 600. y el
talco chino se paga \$ 1.500.- el kilogramo para usos muy espe-
ciales.

Los precios indicados son muy razonables si consideramos por ejemplo los precios que se pagaban en Gran Bretaña en octubre de este año por diversos tipos de talco (calculados en pesos de octubre con el equivalente de 1£. = \$ 3.260).

Talco italiano extra-blanco, molido fino 490 \$/kg.

Talco para cosméticos, chino y australiano, molido fino 375 \$/kg.

Talco blanco (papel, cerámica) francés, molido fino 375 \$/kg.

Talco noruego micronizado (papel, pinturas) 355 \$/kg.

Talco noruego, molido fino (pinturas, plásticos) 230 \$/kg.

3.10.4. Productos competitivos

Los productos competitivos del talco fueron comentados extensamente en el Capítulo 1.6. de este anteproyecto. En nuestro país la situación del talco frente a sus concurrentes se agrava por la falta de disponibilidad de talcos de las calidades mejores, ya que, de acuerdo a la información de los mismos productores, solamente un 40% de la producción sería considerada como de primera (no "extra"). El caso de la industria cerámica, que prácticamente no dispone de talcos de bajo hierro ya fue citado anteriormente, así como su gran potencial de desarrollo. Para pinturas si se dispusiera de grados blancos micronizados se podrían ganar mercados a l caolín y al bióxido de titanio, importados.

En el papel últimamente parte del talco ha sido desplazado por el caolín importado, más caro, pero de calidad excelente y constante.

Una vez más surge claramente la necesidad de procesar el talco en forma adecuada para lograr calidades tipificadas, utilizando técnicas modernas que permitan transformar mineral natural de calidad inferior por la presencia de contaminantes, en productos comercializables a un costo competitivo, aprovechando al máximo los yacimientos, extrayendo todos los tipos de talco, sin realizar una mineración predatoria.

3.10.5. Situación de la industria del talco en Mendoza

Este tema ha sido analizado profundamente en el Capítulo IV ("Industria Extrativa y de Tratamiento") del presente Diagnóstico Minero.

El anteproyecto que estamos desarrollando, apoyado en las existencias talquíferas de la provincia y en un mercado con un gran potencial insatisfecho, de llevarse a la realidad contribuiría a modificar substancialmente la situación imperante y a un mejor aprovechamiento, y conocimiento, de las reservas.

3.10.6. Oferta provincial y demanda nacional proyectadas

En el Capítulo IV ("Mercado y Comercialización") se ha desarrollado esta materia, proyectándose la demanda de talco según un modelo econométrico. De acuerdo con las proyecciones de crecimiento, relativamente conservadoras (8,4% anual acumulativo), en 1983 la planta objeto de este anteproyecto debería operar a plena capacidad para satisfacer la demanda, sin considerar la expansión, o instalación de nuevas, de las moliendas existentes, pero tampoco se ha tomado en cuenta el efecto multiplicador que sobre la demanda tendría la fábrica propuesta al suministrar calidades antes no disponibles.

3. 11 - DIMENSIONAMIENTO DE UNA PLANTA PARA PROCESAMIENTO INTEGRAL DE TALCO EN LA PROVINCIA DE MENDOZA.

3. 11.1- Experiencia internacional

a - Explotación Minera:

Antes de comentar las capacidades normalmente encontradas en las plantas de concentración y tratamiento de talco, debemos considerar los tamaños de las explotaciones mineras en diversos países.

Un caso notable es la India, probablemente extremo, donde, - en 1975, la producción promedio por mina fue de 1.160 toneladas. El otro extremo son algunas explotaciones ya mencionadas en Francia, Finlandia y EE.UU. con producciones de 100.000 a 250.000 t anuales.

Si consideramos con más detalle la producción de las 40 minas de talco que estuvieron activas en los EE.UU. en 1973, / tenemos la siguiente distribución:

Menos de 1.000 t	6
de 1.000 a 10.000 t	20
de 10.000 a 100.000 t	13
Más de 100.000 t	1

O sea que existían varias explotaciones muy pequeñas, principalmente en California, donde el promedio por mina era de - 10.000 t, frente al de todo el país de unas 25.000 t, si / bien un promedio ponderado indicaría que la mina típica produciría unas 80.000 toneladas, son frecuentes las explotaciones de 20.000 t a 60.000 toneladas.

Considerando explotaciones de Canadá, España, Italia y Australia, las capacidades de 20.000 t a 50.000 t son las habituales, pero hay también de 12.000 t a 20.000 t (Australia, Noruega, Islas Shetland).

Podemos indicar un tamaño mínimo económico, para una explotación semi-mecanizada, adaptada a las condiciones de nuestro país y en condiciones de suministrar en forma continua/materia prima a una moderna planta de tratamiento, el de 20.000 toneladas anuales (podría incluso pensarse en la explotación conjunta de varias minas muy próximas) con posibilidades, en función de las reservas, de duplicar la producción a muy corto plazo; el objetivo final sería una operación de unas 60.000 t/80.000 toneladas, de talco bruto.

Los costos de extracción en 1974 en EE.UU. del talco en bruto, dependiendo del tamaño de la explotación, entre 3.000 t y 150.000 t anuales, oscilaron entre 2 US\$ y 20 US\$, con el promedio alrededor de US\$ 7 por tonelada. Debe tenerse en cuenta aquí, una alta mecanización, bajo costo de explosivos y alta productividad de mano de obra.

b - Concentración y beneficio:

Con respecto al tamaño de las fábricas que procesan talco, en el ítem 1.7. del presente anteproyecto se han mencionado diversas unidades, algunas de gran tamaño, pero algunas con rangos entre 20.000 Tn. y 50.000 Tn., los cuales, según el grado de sofisticación del proceso y las calidades de los minerales, podrían considerarse como capacidades mínimas.

3.11.2. Selección del tamaño económico

Considerando las proyecciones de la demanda local ya comentadas, se puede pensar en la instalación de una unidad productiva de capacidad internacional (20.000 Tn.a 40.000 Tn/anales). Se consideraron volúmenes desde 1.000 Tn.hasta 3.000 Tn.mensuales de productos terminados, pero se adoptó finalmente el valor de 2.000 Tn. de capacidad nominal, con posibilidades de ampliación a 3.000 Tn. fácilmente. La capacidad de 1.000 Tn.se descartó por ser muy pequeña en proporción a la demanda esperada y porque la inversión en infraestructura sería prácticamente la misma con lo que se penalizarían mucho los costos, además ciertos equipos fundamentales son de una capacidad nominal adecuada a una operación mayor (sortex, filtro magnético, decantadores). No se recomendó desde el comienzo una capacidad de 36.000 Tn.anales por no conocerse precisamente el, o los, yacimientos que alimentarán con materia prima a esta unidad, pero una vez definido este aspecto, en la preparación del proyecto final, y en función de los resultados de los ensayos tecnológicos que se recomendarán en el Punto 12.4, no se descarta el adoptar dicha capacidad desde el comienzo.

Reiteramos que el requerimiento de producir talcos de una calidad muy especial implica la utilización de tecnologías avanzadas, con equipos costosos y que tienen una capacidad mínima de diseño, la que no puede ser reducida; de allí la absoluta necesidad de operar la unidad industrial con una capacidad relativamente importante, lo que nos llevó a considerar las diversas alternativas.

3.11.3. Localización

La existencia de la mayoría de los yacimientos de talco en el Departamento de Las Heras, y el hecho que más de un 70% de la producción provincial en el último quinquenio haya sido extraída en ese Departamento, llevan, en primera instancia a sugerir la instalación de la planta de tratamiento de talco en el área del Gran Mendoza, por razones de infraestructura (energía eléctrica, agua, combustible) y de disponibilidad de mano de obra especializada para operar y mantener algunos de los equipos más sofisticados y delicados. La localización óptima deberá ser determinada por estudios detallados del problema del transporte, de la cuantificación más precisa de los diversos insumos necesarios al proceso, y luego de determinar la cantidad, ubicación y características de los yacimientos a ser explotados.

3.12. INGENIERIA DEL PROYECTO

Se ha mencionado reiteradas veces la necesidad de producir talcos de las mejores características físicas y químicas, para servir mercados insatisfechos, para motivar demandas hoy servidas por productos competitivos importados e incluso para exportar a países vecinos. Esta situación nos llevó al dimensionamiento adoptado en el Capítulo anterior, basado en las capacidades mínimas existentes para ciertos equipos, y adaptándose en lo posible a la experiencia internacional.

Se recomiendan las tecnologías más modernas disponibles, según se indica a continuación, pero, lógicamente, su inclusión en el proyecto final dependerá de los resultados de los ensayos que se deberán realizar sobre los talcos que finalmente vayan a ser tratados, y que se describen someramente en el ítem 3.12.4.

3.12.1. Modernas tecnologías recomendadas

Entre los procesos que se recomendarán para la concentración y beneficio del talco se encuentran los selectores fotoeléctricos, que pueden separar los trozos muy contaminados con materias oscuras, las mesas gravitatorias, que permitirían eliminar minerales densos (pirita, cromita, granate, hematita, limonita, ilmenita) y aún recuperar concentrados de níquel y cromo, flotación (para eliminar carbonatos, cloritas, serpentina, cuarzo, feldespato, antigorita; actinolita, etc.), filtración magnética; deslaminación (para aumentar la superficie específica y la blancura) y el micronizado.

3.12.2. Descripción del proceso sugerido

El proceso, de acuerdo con el diagrama de flujo anexo, comienza con la trituración, primaria y secundaria, la separación de las partículas oscuras por medio de equipos Sortex, y el depósito del mineral bruto, triturado a tamaño inferior a 6 mm. en los silos. Si el mineral tiene una humedad superior al 0,5% será secado por un secador rotativo y retornado a los silos de alimentación, desde los que se enviará a la concentración y beneficio según dos circuitos, uno,

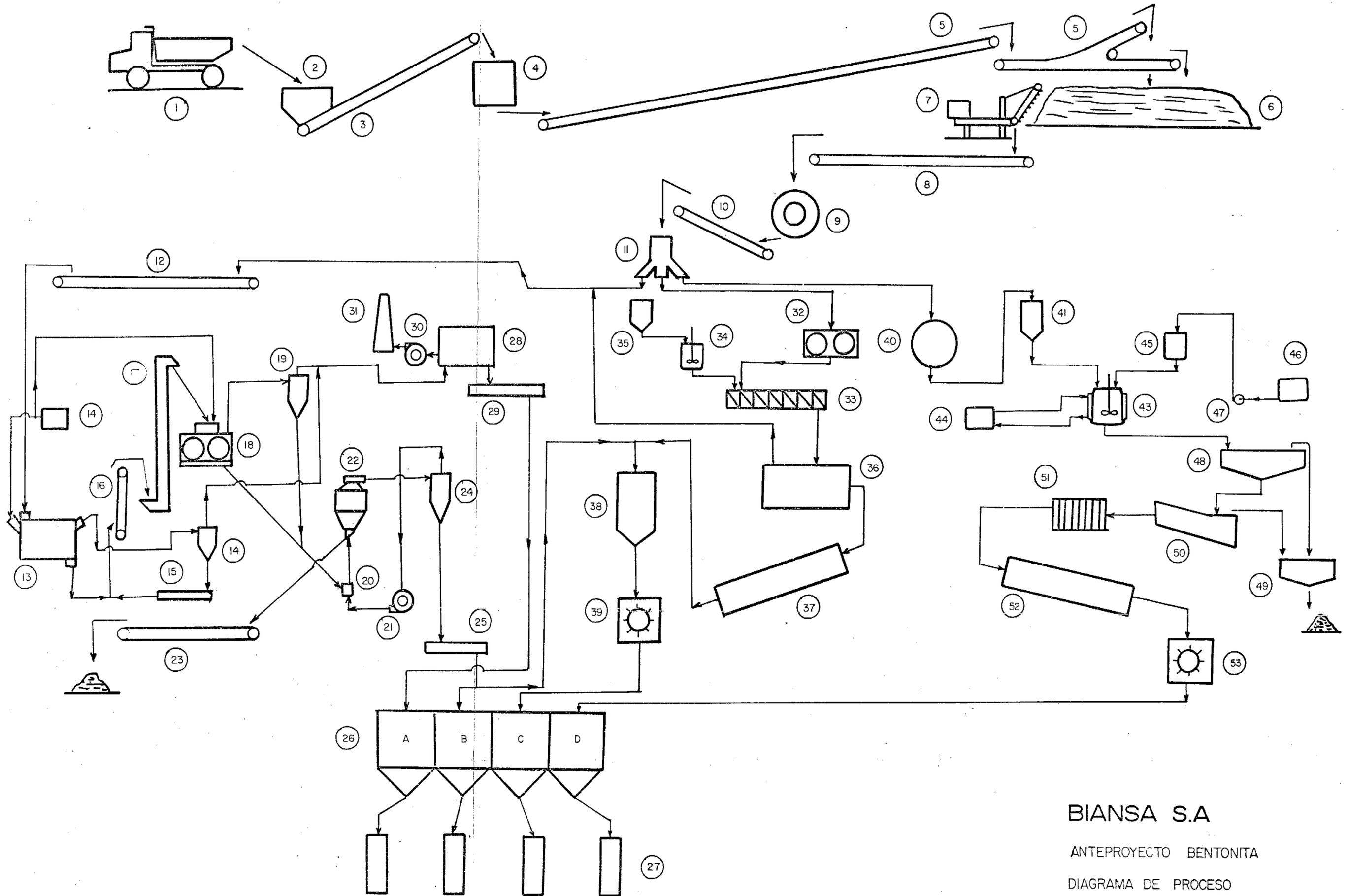
para el talco industrial y el de segunda (o descartes aprovechables de los procesos de concentración), consistente solamente en la molienda fina por un molino a rodillos, y eventualmente micronizado, antes del envío a las embolsadoras. El otro circuito es el de concentración para obtener los talcos especiales, y consiste en una concentración gravimétrica por mesas vibratorias, donde probablemente se pueda recuperar concentrado de níquel, con 0,2% a 0,6% Ni; y en flotación de espumas, previa molienda con molino a bolas (deberá determinarse si se utilizan bolas de acero o bolas cerámicas).

El talco concentrado, que sale en suspensión acuosa, debe ser desaguado, pero previamente será pasado por un filtro magnético de alta intensidad para separar las partículas magnéticas, o muy ligeramente magnéticas; el talco así purificado, con su blancura aumentada, pasa a un decantador de unos 20 m. de diámetro y 3 m. de profundidad, de donde la suspensión concentrada a unos 400 gr/lt. es bombeada al filtro rotativo al vacío, de donde se descarga una "torta" con 70% de sólidos. El talco es finalmente secado en un secador por atomización y enviado a los silos. El talco para usos farmacéuticos será esterilizado y envasado al vacío; el talco blanco para otros usos puede ser envasado directamente con la granulometría que tiene (malla 200) o micronizado a diversos tamaños.

Talco para usos especiales podrá ser deslaminado pasando la suspensión que sale de la flotación por orificios estrechos a altísima presión. El espesor, con un tiempo de residencia de dos días y medio, sirve de pulmón amortiguador para los fines de semana.

Descripción del diagrama de flujo

- 1 - Silos (no se muestran todos)
- 2 - Alimentadores vibratorios o alternativos
- 3 - Triturador de mandíbulas
- 4 - Elevadores de canjilones
- 5 - Tamiz vibratorio
- 6 - Triturador cónico
- 7 - Cintas transportadoras
- 8 - Seléctor "Sortex" (uso final a decidir)
- 9 - Secador rotativo (dependiendo de la humedad del mineral)
- 10 - Molino de rodillos (o de impacto)
- 11 - Clásificadores de aire
- 12 - Molino a bolas
- 13 - Mesa vibratoria
- 14 - Acondicionador de pulpa
- 15 - Bombas de pulpa (en general no están indicadas)
- 16 - Distribuidor de pulpa
- 17 - Células de flotación (circuito a determinar)
- 18 - Equipo de filtración magnética (ubicación definitiva a establecer)
- 19 - Espesadores (no se indican todos)
- 20 - Bombas de diafragma
- 21 - Filtro rotatorio al vacío (o decantador centrífugo)
- 22 - Secador por atomización
- 23 - "Jet-mills" (micronizadores)
- 24 - Caldera de vapor
- 25 - Embolsadoras
- 26 - Esterilizador
- 27 - Tanque intermedio
- 28 - Laguna de decantación



BIANSA S.A

ANTEPROYECTO BENTONITA

DIAGRAMA DE PROCESO

PRELIMINAR

3.12.3. Capacidades, rendimientos y elementos de diseño.

De acuerdo a lo establecido en el ítem 3.11.2. y siguiendo el proceso descrito anteriormente daremos aquí las capacidades para las varias etapas del proceso productivo, y su forma de operar en régimen normal durante la primera etapa de funcionamiento de la unidad industrial para una capacidad nominal de 24.000 toneladas anuales de talco beneficiado, de alta calidad.

Estos elementos de diseño permiten establecer las capacidades nominales de los equipos principales y, en base a la experiencia internacional estimar las inversiones necesarias que serán detalladas en el ítem 3.13. Los rendimientos indicados, considerados normales para operaciones similares, pero sujetos a la confirmación de los ensayos recomendados en el próximo punto, nos permitirán, juntamente con los consumos específicos de los varios insumos fundamentales, realizar la proyección de los costos incluida en el ítem 3.14.

Si bien, como ya mencionamos en el punto 3.11.3. sobre localización, no podemos definir exactamente el, o los depósitos talquíferos, que abastecerán a la planta industrial, a los efectos de estimar el costo a que se recibirá el mineral bruto en la fábrica, hemos tenido que hacer algunas suposiciones respecto al tipo de explotación que se efectuará en los yacimientos, y a la distancia media de éstos a la unidad fabril.

3.12.3.1. Condiciones operativas normales consideradas para el diseño básico.

A - Explotación minera. Se estima realizarla un 50% a cielo abierto y un 50% por galerías.

Operación: 1 turno diario, 5 días por semana, ó 2.000 horas anuales.

Relación: Roca extraída sobre talco bruto = 4/1.

Tamaño máximo de roca extraída: 500 mm

Total de roca a extraer: 150.000 t anuales

B - Trituración, molienda primaria, secado y molienda fina. Operación: 1 turno diario, 5 días por semana ó 2.000 - horas anuales.

Esto dará mucha flexibilidad en la operación y permitirá la ampliación de los equipos más costosos sin realizar modificaciones en el sector de alimentación.

Capacidad total (a 1 turno): 40.000 t anuales

Capacidad de diseño (al 70%): 30 t/hora (alimentación)

C - Molino a bolas, procesos de concentración, secadero - "spray", micronizado, esterilizado y embolsado.

Operación: 3 turnos diarios, 5 días por semana, o 6.000 horas anuales (con una operación continua, en 4 turnos podrían alcanzarse unas 7.200 horas de trabajo, lo que da una capacidad extra de un 20 por ciento).

3.12.3.2. Rendimientos previstos

Sortex 95%

Mesas vibratorias 95%

Flotación 70%

Filtración magnética 95%

Pérdidas en las moliendas 1,5% (aproximadamente)

Debe señalarse que parte de los rechazos en los varios procesos de concentración podrán ser aprovechados, ya sea como talco de calidad inferior (para cargas varias, para lo cual hay exceso de capacidades de molienda y embolsado), o para recuperación de cromo y níquel.

3.12.3.3. Balance simplificado de materiales.

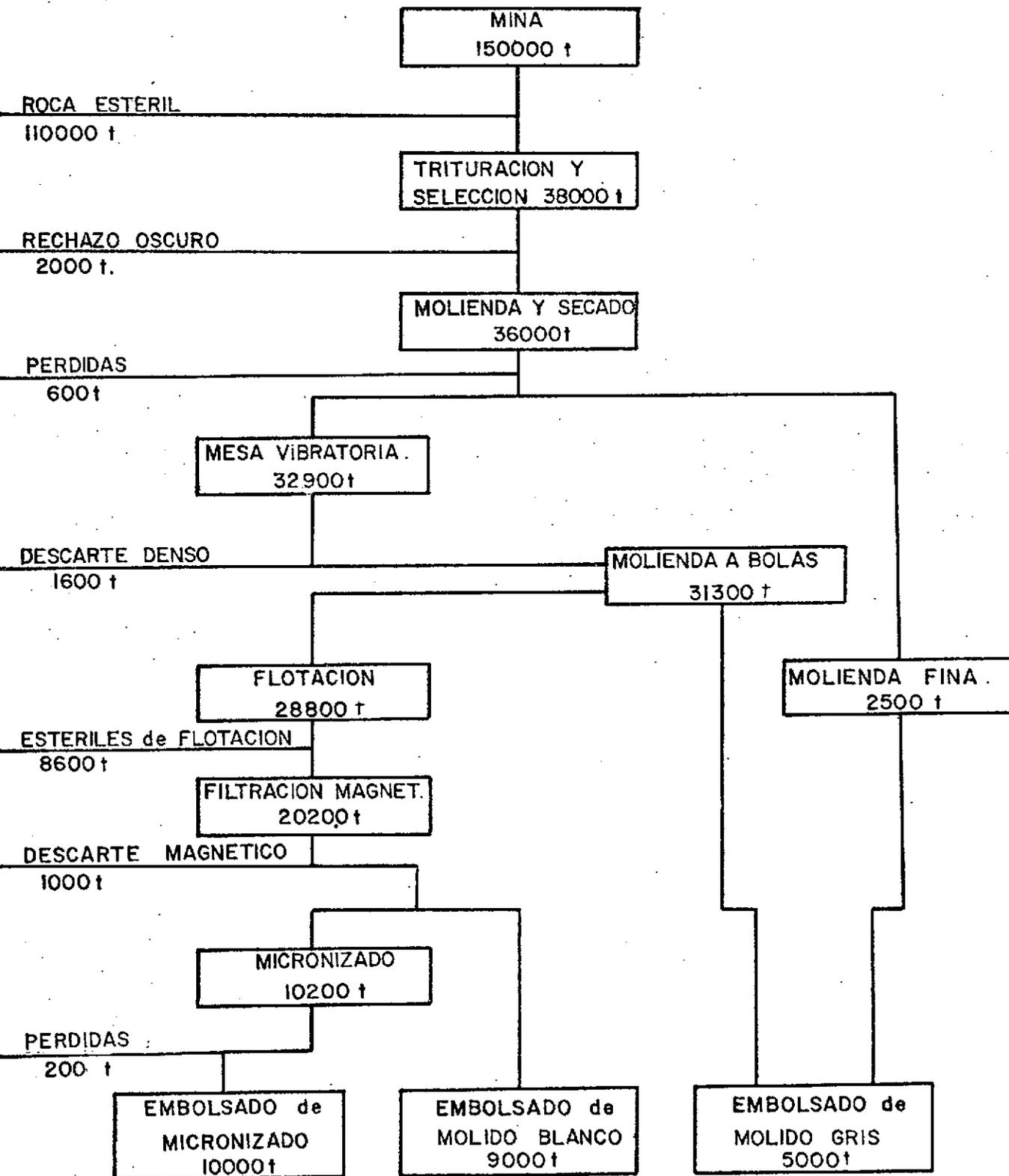
En el cuadro adjunto se muestra un fluxograma simplificado del proceso donde, para una repartición de los productos finales como la adoptada en el punto 3.12.3.5., y para los rendimientos previstos en el ítem 3.12.3.2., se indican los tonelajes anuales que circulan por cada uno de los equipos y los rechazos y pérdidas que se producen en cada una de las etapas del proceso.

Lo que se da como pérdidas es en realidad polvo que se recupera en el filtro conectado a todo el sistema para mantener perfectamente limpio el ambiente, y es utilizable.

3.12.3.4. Capacidades de obtención de productos finales, en las condiciones de diseño.

Micronizado	13.000 t anuales
Esterilizado	3.000 t anuales

BALANCE DE MATERIALES PARA CONCENTRACION Y BENEFICIO DEL TALCO.



Talco extra blanco, flotado	20.000 t anuales
Talco molido (M 200 y M 325)*	30.000 t anuales
Embolsado	30.000 t anuales

(*): Entre el molino a bolas y el molino a rodillos.

3.12.3.5. Distribución de la producción adoptada para la primera etapa de operación.

1 - Talco extra blanco, micronizado, para pinturas, papel, cosméticos	10.000 t anuales
2 - Seleccionado de bajo hierro para cerámica (extra blanco)	1.000 t anuales
3 - Esterilizado para farmacopea y cosméticos (extra blanco)	1.000 t anuales
4 - Extra blancos molidos, para pinturas, papel, cerámica, plásticos	7.000 t anuales
5 - Calidades varias, blancas de 1ra. calidad y de 2da., molidas (M200 y M325) para plásticos, goma, pinturas, insecticidas	3.000 t anuales
6 - Talco industrial, molido, para asfaltos, insecticidas y usos varios	2.000 t anuales

3.12.4. Ensayos tecnológicos necesarios

Una vez definidos los yacimientos que suministrarán las materias primas a la fábrica deberá realizarse un muestreo sistemático de los mismos para caracterizar los tipos de mineral disponible, y efectuar sobre ellos los ensayos químicos, físicos y petrográficos que permitan verificar los tipos de procesos de concentración y beneficio que podrían ser aplicados para obtener los productos con las exactas propiedades demandadas, de acuerdo con los estudios de mercado directos y profundos, que deberán hacerse durante la elaboración del proyecto final.

Luego de esta primera etapa de análisis, que podrá llevar unos 3 a 6 meses, se deberá proceder con los ensayos de planta piloto para el diseño de los equipos; algunas pruebas podrán ser realizadas en laboratorios locales (de Universidades, Institutos Oficiales y Empresas privadas), como los de flotación, sedimentación, trituración, molienda diferencial, calcinación, blanqueo químico, etc., para ciertos procesos especiales, como separación fotoeléctrica, separación gravitatoria, filtración magnética, deslaminado y micronizado, será necesario remitir muestras al exterior para definir las ventajas, o desventajas, del uso de los mismos, así como el dimensionamiento y el costo de los equipos.

Diversas alternativas deberán ser estudiadas en función de los resultados obtenidos de los ensayos anteriores, que podrán insumir un período de 6 meses. Las posibilidades de aprovechamiento de los descartes de los procesos de concentración (como talco, como fuente de níquel, o como carga barata para ciertas industrias); la recuperación total o parcial del agua de flotación; las características de los efluentes; la comparación del desaguamiento por filtración y por centrifugación; la necesidad de efectuar "desliming" antes de la flotación; la molienda húmeda en una o dos etapas, o la utilización de procesos como la floculación selectiva, la ultraflotación, la lixiviación ácida y la concentración por dos líquidos, son incógnitas a ser resueltas por los ensayos.

Toda la información sobre los yacimientos, el mercado, las propiedades de los minerales, y los ensayos tecnológicos permitirán optimizar la localización, la combinación de productos a ser obtenidos, el proceso a ser utilizado y el dimensionamiento final de la planta industrial.

12.5. Futuras expansiones

Como se comentó en el Item 3.12.3., la capacidad de molienda y secado fue considerada para un turno, con lo que permitirá absorber una triplicación en el sistema de flotación, llevando la unidad a una capacidad nominal de unas 60.000 Tn.anuales. En el diseño final de la planta la ubicación del primer sector con respecto a la flotación y demás procesos de beneficio deberá ser tal como para poder alimentar estos últimos sectores ampliados, lo mismo se deberá prever para la ubicación de los decantadores, depósitos de estériles y silos finales.

B.13. INVERSIONES ESTIMADAS

De acuerdo con el proceso descrito en el Item 3.12.2., se ha realizado una primera estimación de las inversiones necesarias para una unidad industrial con las capacidades instaladas que se dan en el Item 3.12.3.. Los sectores de molienda, trituración, secado, clasificación, transporte y embolsado, se estimaron en función de los valores normales de los equipos de plaza. El costo de flotación completa se obtuvo de informaciones sobre plantas similares instaladas en otros países; para los equipos especiales se obtuvieron cotizaciones previas de los fabricantes internacionales de equipos o firmas de ingeniería especializadas.

En el Cuadro N° V.3.15. se resumen las inversiones resultantes, en dólares. Estos montos podrán variar según la necesidad o no de utilizar todas, o algunas, técnicas modernas (lo que dependerá en definitiva de algunas determinaciones de laboratorio y en planta piloto), como selección por métodos fotoeléctricos, mesas vibratorias, filtración magnética, deslaminación, blanqueo químico, etc.).

Comparando con las inversiones en plantas semejantes instaladas en otros países, como Bélgica y Finlandia, del orden de 150 u\$s a 200 u\$s por tonelada de capacidad instalada anual, el anteproyecto elaborado se muestra como aceptable.

CUADRO N° V. 3.15. - INVERSIONES (U\$S)

SECCION	EQUIPOS	MONTAJE	OBRAS CIVILES	TOTAL
1 - Trituración, molienda primaria, sortex, secado	420.000	30.000	40.000	490.000
2 - Moliendas finas, mesas, flotación, decantadores, filtros, bombas, filtro de polvo	880.000	90.000	60.000	1.030.000
3 - Filtración magnética y secado por atomización	510.000	80.000	50.000	640.000
4 - Deslaminación, caldera, silos, micronizado, esterilización, transporte y embolsado	920.000	50.000	50.000	1.020.000
5 - Servicios, administración y laboratorio	490.000	60.000	120.000	670.000
TOTALES	3.220.000	310.000	320.000	3.850.000
Ingeniería y Proyecto (sin ensayos preliminares)				280.000
Puesta en marcha de la planta (3 meses)				120.000
TOTAL GENERAL				<u>4.250.000</u>
Capital de trabajo (estimado)				<u>550.000</u>

3.14. COSTOS OPERATIVOS PROYECTADOS

Se han calculado los costos totales de producción para la planta operando a la capacidad nominal de 24.000 Tn. anuales de productos terminados, de acuerdo con el balance de materiales dado anteriormente, y con las inversiones en activo fijo estimadas en \$ 6.375.

En el Cuadro N° V.3.16. se dan los costos agrupados por grandes rubros, y las explicaciones sobre los métodos de cálculo utilizados. En el Cuadro N° V.3.19. está calculado el capital de trabajo necesario para la operación normal de la fábrica a capacidad nominal.

CUADRO N° V.3.16.

<u>COSTOS VARIABLES</u>	<u>TOTALES (1.000\$)</u>
1 - Mineral bruto: 30.000 T/a x 30.000 \$/Tn. (1)	1.140.000
2 - Mano de obra directa (60 operarios) (2)	285.134
3 - Energía eléctrica (3)	898.307
4 - Fuel-oil (4) 3.300 T/a x 132.000 \$/T	435.600
5 - Mantenimiento mecánico y eléctrico (5)	105.900
6 - Reactivos de flotación y floculación (6)	43.200
7 - Costo directo de la filtración magnética (7)	75.750
8 - Envases (8)	428.570
9 - Gastos varios directos (5% del total anterior)	167.839
<hr/> Sub-total	<hr/> 3.580.000
<u>COSTOS FIJOS</u>	
1 - Sueldos (9)	365.400
2 - Amortizaciones (10)	673.500
3 - Seguros (1% de la inversión total, anual)	63.750
4 - Gastos administrativos	84.600
5 - Gastos de ventas	169.200
<hr/> Sub-total	<hr/> 1.356.450
<hr/> TOTAL DE COSTOS ANUALES	<hr/> 4.936.450

Referencias

(1) Consideramos que una explotación semimecanizada, en mediana escala, para extraer unas 40.000 Tn. anuales de talco bruto clasificado, debería tener un costo total de explotación no superior a los 8 u\$s/Tn., que podrían llegar a 9 u\$s/Tn. con el mineral colocado en la fábrica, a una distancia media de 30 kms. de los yacimientos. Pero el hecho de que una extracción racional de talco de la magnitud que estamos proponiendo implicará modificar completamente las estructuras de extracción actualmente existentes en ese sector, con importantes inversiones en equipos de exploración y laboreo, hace necesario adoptar un precio superior

CUADRO N° V.3.17. -

SECCION	TURNOS POR DIA	GERENTE DE PLANTA	JEFES DE SECTOR	SUPER- VISORES	EMPLEA- DOS AD- MINIST.	OPERA- RIOS (5)	TOTALES
- Trituración, molienda primaria y secado	1	-	1(1)	3	-	4	4
- Moliendas finas y flotación	3	-			-	-	14
- Filtración magnética, desagua- do y secado	3	-	1(1)	3	-	12	12
- Micronizado, esterilizado, deslaminado y embolsado	3	-	-	-	-	12	12
- Mantenimiento y servicios	3	-	1(2)	2	-	12	15
- Administración y laboratorio	1	1	2(3)	-	10(4)	6	19
TOTALES	-	1	4	5	10	60	80

(1) Jefe de Producción, Ing. Químico o Industrial

(2) Jefe de Mantenimiento, Ing. Electromecánico

(3) Incluye un Contador, Jefe Administrativo, y un Químico, Jefe de Laboratorio

(4) Incluye 3 inspectores de Control de Calidad.

(5) Los 60 operarios los consideramos divididos en las categorías:

A	34
B	8
C	4
D	8
E	6

al actualmente pagado a los pequeños productores que no cuentan con ninguna estructura, pero que tampoco están en condiciones de asegurar un abastecimiento constante, en calidad y cantidad, como para operar una unidad industrial que producirá talco del máximo valor agregado. Hemos adoptado así un precio de 20 u\$s/Tn. por el mineral puesto en fábrica de Uspallata

- (2) Para el cálculo del costo de la mano de obra se consideró la organización de la fábrica como se indica en el Cuadro N° V.3.17. Los 60 operarios se tomaron como mano de obra directa.

Los jornales básicos adoptados son los valores salariales dispuestos por Decreto 978/79, pertenecientes a la Convención Colectiva de Trabajo N° 475/75 (Minería Extractiva), actualizados al mes de octubre del corriente año, y que son los siguientes:

Categoría A	957,49 \$/h.
Categoría B	887,69 \$/h.
Categoría C	810,50 \$/h.
Categoría D	687,03 \$/h.
Categoría E	178.798 \$/mes

Por las dificultades existentes para conseguir mano de obra calificada, en la zona, con ese nivel de salarios, hemos adicionado un 30% a esos valores, además se suma un 70% de cargas sociales, para llegar al siguiente total:

CATEGORIAS		(1.000 \$)
A	34 x 200 x 12 x 957,49 x 1,3 x 1,7:	172.670
B	8 x 200 x 12 x 887,69 x 1,3 x 1,7:	37.666
C	4 x 200 x 12 x 810,50 x 1,3 x 1,7:	17.196
D	8 x 200 x 12 x 687,03 x 1,3 x 1,7:	29.152
E	6 x 12 x 178.798 x 1,3 x 1,7:	28.450
TOTAL		285.134

Jornal básico promedio horario: \$/h.1.165.-

(3) La potencia instalada, los consumos específicos, y los toneladas de productos circulando por cada sección se indican en el Cuadro N° V.1.18, siguiente. El consumo total estimado, anual resulta 6.622.000 kwh ó 552.000 kwh/mes.

CUADRO N° V.3.18. -

SECCION	KW INSTALADOS	KWH/TN. MINERAL	PRODUCTO CIRCULANTE TN/AÑO
- Trituración, molienda primaria, Sortex y secadero (hasta silos)	130	6	37.000
- Molino a bolas, mesas vibratorias, flotación, decantadores, filtros, bombas.	230	30	28.000
- Filtración magnética y secado por atomización.	900	240	20.000
- Molienda fina secundaria, filtro de polvo.	60	20	2.500
- Micronizado y caldera	80	35	10.000
- Deslaminación, esterilización, transporte a silos, embolsadoras	50	10	24.000
- Servicios y administración	50	5	24.000
TOTAL (finales)	1.500	<u>276</u>	24.000

Discriminando por tipo de talco producido, sería aproximadamente:

Blanco (flotado) micronizado	360 kwh/Tn.
Blanco (flotado) molido	310 kwh/Tn.
Gris, molido	45 kwh/Tn.

El cálculo del costo mensual se realiza en base a las tarifas vigentes en octubre de 1979 para grandes consumidores (T 5), con cargo fijo de 8.636 \$ por cada kw de potencia contratada, y la siguiente escala:

1er.block	154,94 \$/kwh	los primeros (100 x KW pot.cont.) kwh
2º block	127,00 \$/kwh,	los 2dos. (" " " " ") kwh
3er.block	107,95 \$/kwh,	los siguientes (200 x kw pot.cont.) kwh
4º block	66,04 \$/kwh,	el excedente.

Para una potencia instalada de 1600 kw, considerando la forma de operación de la fábrica podemos, en una primera etapa adoptar una potencia contratada de 1200 kw, con lo cual resulta un precio de:

Cargo fijo	1.200 x 8.636\$:	10.363.200 \$/mes
1ros.	120.000 kwh x 154,94\$:	18.592.800 \$/mes
2dos.	120.000 kwh x 127,00\$:	15.240.000 \$/mes
3ros.	240.000 kwh x 107,95\$:	25.908.000 \$/mes
Excedente	72.000 kwh x 66,04\$:	4.754.880 \$/mes
TOTAL		74.858.880 \$/mes

Costo promedio kwh 135,6\$ (aprox.0,09 u\$s/kwh).

Estos valores podrían verse reducidos bastante adoptando la doble medición, con tarifa nocturna reducida.

(4) El fuel-oil es consumido en el secador rotativo del mineral bruto (280 Tn/año), en el secadero por atomización (770 Tn/año), y fundamentalmente en el generador de vapor para los micronizadores (2.000 Tn/año), o sea un total de 3.050 Tn/año. Adoptaremos 3.300 Tn/año considerando agua caliente, calefacción y las paradas de fin de semana.

(5) Se adopta un valor normal de 2% del valor de los equipos instalados, para los gastos de mantenimiento (excluida la mano de obra y la energía eléctrica): repuestos, lubricantes, materiales de desgaste, reposición de herramientas, mantenimiento de edificios, cuerpos moledores, materiales de consumo, como electrodos, correas, cables, etc. rebobinado de motores, etc.

Valor equipos + Montaje: 5.295.000.000\$

(6) Se tomó un valor conservador (ya que la flotación de talco no demanda cantidades importantes de reactivos sofisticados), de 1 u\$s por Tn. de mineral alimentado a la flotación, o sea 28.800 Tn/año.

28.800 u\$s x 1.500 \$/u\$s: 43.200.000\$.

(7) Los valores usuales en las más de 20 unidades instaladas en el mundo, excluyendo mano de obra directa, electricidad de operación y amortizaciones, son del orden de 0,5 u\$s a 2,5 u\$s por Tn.; adoptamos el valor mayor (correspondiente a las unidades menores); alimentando 20.200 toneladas anuales tendremos:

$$20.200 \times 2,5 \times 1.500 = 75.750.000.-\$$$

(8) Se consideran bolsas de 20 kg. de talco, aunque algunos productos podrán ir en bolsas mayores. El costo por unidad se tomó como de 350 \$, y se adopta una pérdida del 2% de las mismas.

$$\frac{24.000.000 \text{ kg/a} \times 350 \text{ \$/b}}{20 \text{ kg/bolsa} \times 0,98} = 428.570.000 \$$$

(9) Se prevén los siguientes sueldos mensuales:

1 Gerente	1 x 3.500.000	:	3.500.000
4 Jefes	4 x 2.500.000	:	10.000.000
5 Supervisores	5 x 800.000	:	4.000.000
3 Inspectores	3 x 350.000	:	1.050.000
7 Empleados	7 x 250.000	:	1.750.000
	Total mensual	:	20.300.000
	Total anual	:	243.600.000
	+ Cargas sociales (50%)	:	121.800.000
	Total con cargas sociales	:	365.400.000

(10) Se tomaron 20 años para las obras civiles, 10 años para los equipos y su montaje, y 5 años para los gastos de ingeniería y de puesta en marcha:

Obras civiles	5% de \$	480.000.000:	24.000.000 \$
Equipos	10% de \$	5.295.000.000:	529.500.000 \$
Ingeniería y puesta en marcha	20% de \$	600.000.000:	120.000.000 \$
	TOTAL ANUAL		<u>673.500.000 \$</u>

CUADRO N° V.3.19.

<u>(11) Capital de Trabajo</u>	<u>(\$ 1.000)</u>
1 - Materia prima (3 meses) (1)	285.000.-
2 - Material en proceso (1 semana (2)	43.200.-
3 - Producto terminado (1 mes)	300.000.-
4 - Caja (1 mes de salarios)	54.200.-
5 - Materiales de consumo en depósito (1 mes)	104.600.-
<hr/> TOTAL	<hr/> 787.000

(1) Se considera, en forma conservadora, el problema del invierno, con tres meses sin suministro; en realidad en los meses de verano con un mes de inventario alcanzará.

(2) Se tomó un costo promedio entre talco bruto, 30.000 \$/Tn. y al costo directo promedio para todos los productos, de 150.000 \$/Tn.; 480 toneladas en total.

3.15. INGRESOS PREVISTOS

Para realizar la estimación de ingresos del anteproyecto se ha calculado la facturación posible en función de la distribución de los productos finales adoptada en el Punto 3.12.3.5. y con los precios mencionados en el Punto 3.10.3. pero considerados para el talco puesto en la fábrica en Mendoza.

Para el principal producto, talco extra blanco micronizado se ha adoptado con criterio conservador un precio promedio de \$ 430.000 la tonelada.

En el Cuadro V.3.20. se resume el cálculo de ventas anuales al 100% de utilización de la capacidad instalada.

CUADRO N° V.3.20. -

	(\$ 1.000.-)
1 - Talco extra blanco, micronizado: 10.000 t/a, a \$ 430.000	4.300.000.-
2 - Talco extra blanco molido y esterilizado: 1.000 t/a, a \$350.000	350.000.-
3 - Talco extra blanco seleccionado de bajo hierro: 1.000 t/a, a \$ 310.000	310.000.-
4 - Talco extra blanco, molido: 7.000 t/a, a \$ 280.000	1.960.000.-
5 - Talcos molidos, 1ra. y 2da.: 3.000 t/a, a \$ 180.000	540.000.-
6 - Talco industrial, molido: 2.000 t/a, a \$ 150.000	300.000.-
TOTAL	7.760.000.-

3.16. EVALUACION ECONOMICA

Se analizó el proyecto mediante el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y el punto de equilibrio. La determinación de la TIR se basó en los siguientes supuestos y condicionantes:

- a) Se adoptó un período de vida útil global del proyecto de 10 años.
- b) La instalación del proyecto hasta su puesta en marcha requiere no más de un año.
- c) El capital de trabajo se invierte en el primer año a partir de su puesta en marcha.
- d) No se consideraron los beneficios extras provenientes de su posible acogimiento al régimen legal de promoción.
- e) Por tratarse de un nivel de anteproyecto, no se ha considerado el problema del financiamiento el que será tratado en las etapas siguientes.
- f) Los precios de venta utilizados son muy conservadores, y competitivos con sus equivalentes importados. El precio promedio es de \$ 325.000 la tonelada y se analiza la sensibilidad de la TIR a variaciones en el mismo.
- g) Se ha previsto que la planta operara el primer año al 60% de su capacidad, para alcanzar el 100% a partir del segundo año de trabajo.

En los Cuadros V. 3.21, V. 3.22. y V. 3.23. se presentan los resultados obtenidos

CUADRO N° V. 3.21. - CUENTA DE RESULTADOS PRO-FORMA - Primer año 60% de la capacidad operativa - (en millones de \$)

<u>I. VENTAS</u>	
Talco extra blanco micronizado.....	2.580
Seleccionado de bajo hierro.....	210
Esterilizado p/farmacopea y cosmética.....	186
Extra blanco molido.....	1.176
Calidades inferiores varias.....	324
Industrial.....	180
Total ventas.....	<u>4.656</u>
<u>II. COSTOS</u>	
1. <u>Variables</u>	
Mineral bruto.....	684
Mano de obra directa.....	171
Energía eléctrica.....	539
Fuel-oil.....	262
Mantenimiento.....	64
Materiales.....	26
Filtración magnética.....	46
Material de empaque.....	257
Gastos varios directos.....	101
Total costos variables.....	<u>2.150</u>
2. <u>Fijos</u>	
Sueldos administrativos.....	365
Amortizaciones.....	674
Seguros.....	64
Gastos administrativos.....	85
Gastos de ventas.....	169
Total costos fijos.....	<u>1.357</u>
Costos totales (1.+ 2).....	<u>3.507</u>
III. UTILIDAD BRUTA (I-II).....	1.149
Menos: Impuesto a las ganancias.....	379
IV. <u>UTILIDAD NETA</u>	<u>770</u>

CUADRO N° V.3.22. - CUENTA DE RESULTADOS PRO-FORMA - Segundo año y siguientes:
100% de la capacidad operativa (en millones de \$)

I. VENTAS

Talco extra blanco micronizado.....	4.300
Seleccionado de bajo hierro.....	350
Esterilizado para farmacopea y cosmética.....	310
Extra blanco molido.....	1.960
Calidades inferiores varias.....	540
Industrial.....	300
	<hr/>
Total ventas.....	7.760

II. COSTOS

1. Variables

Mineral bruto.....	1.140
Mano de obra directa.....	285
Energía Eléctrica.....	898
Fuel-oil.....	436
Mantenimiento.....	106
Materiales.....	43
Filtración magnética.....	76
Material de empaque.....	429
Gastos varios directos.....	168
	<hr/>
Total costos variables.....	3.581

2. Fijos

Sueldos administrativos.....	365
Amortizaciones.....	674
Seguros.....	64
Gastos administrativos.....	85
Gastos de ventas.....	169
	<hr/>
Total costos fijos.....	1.357

Costos totales (1 + 2).....	4.938
-----------------------------	-------

III. UTILIDAD BRUTA (I-II)..... 2.822

Menos: Impuesto a las ganancias.....	931
--------------------------------------	-----

IV. UTILIDAD NETA..... 1.891

CUADRO N° V.3.23 - CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (en mill.de \$)

AÑO	INVERSION FIJA (1)	CAPITAL TRABAJO (2)	UTILIDAD NETA (3)	AMORTIZACIONES (4)	FLUJO DE CAJA (5)=(3)-(1)-(2)+(4)	FLUJO DE CAJA DESCONTADO AL 30,28%
0	6.375	-	-		-6.375	-6.375
1	-	825	770	674	619	475
2	-	-	1.891	674	2.565	1.511
3	-	-	1.891	674	2.565	1.160
4	-	-	1.891	674	2.565	890
5	-	-	1.891	674	2.565	683
6	-	-	1.891	674	2.565	524
7	-	-	1.891	674	2.565	403
8	-	-	1.891	674	2.565	309
9	-	-	1.891	674	2.565	237
10	-	-	1.891	674	2.565	182
						= ≤ 0 .

TIR = 30,28% anual

TIR a precios promedio 15% menos = 19%

TIR a precios promedio 15% más = 40,5%

Punto de Equilibrio

Costos fijos: CF = 1.357 (millones \$)

Costos variables por Tn: cv = 0,1492 (millones \$)

Precio promedio venta/Tn.: P = 0,3233 (millones \$)

Punto de Equilibrio: $PE = \frac{CF}{p-cv} = \frac{1.357}{0,3233-0,1492} = 7.844 \text{ Tn.}$

PE = 33% de la capacidad operativa de la planta

De los cálculos precedentes surge que la inversión tiene una tasa interna de retorno del 30,3% anual real lo que indica una rentabilidad interesante desde el punto de vista privado si se tiene en cuenta que una inversión financiera internacional tiene retornos promedios reales del 10 al 12% anual.

El proyecto no tiene cargas altas de costos fijos, lo que se traduce en un bajo nivel de equilibrio calculado en el 33% de su capacidad operativa.

Estos datos, confirman la hipótesis inicial de que el proyecto es factible desde el punto de vista económico por lo que se considera conveniente abordar el estudio del proyecto definitivo.