

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA

QUÍMICA Y MANUFACTURERA



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD
PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA DE PERICLASA**

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO QUÍMICO

ALEJANDRO CASTILLO MENDIETA

DIEGO ALAYO ECHAVARRIA

LIMA ★ PERU ★ 1978

A MIS QUERIDOS PADRES,
AMADA ESPOSA Y A MIS
HERMANOS QUE COLABORA-
RON A LA CULMINACION -
DE MI CARRERA,

DIEGO,

CON MUCHO CARIÑO
PARA MIS QUERIDOS PADRES,
MI AMADA Y ESPOSA Y TODOS
MIS HERMANOS QUE SIEMPRE
ME APOYARON,

ALEJANDRO,

LA PRENSA

5 OCT. 1975

12

La naturaleza ha sido pródiga con el Perú en todo orden de recursos de la tierra. En la Selva, el petróleo; en el Centro, las grandes minas; y en el Norte, ahora, los promisorios yacimientos de fosfatos y de salmuera, sólo para citar algunos de nuestros grandes potenciales de riqueza.

En la inmensidad de las pampas del Departamento de Piura, son extraordinarias las reservas de fosfatos y de salmuera. Formando grandes concentraciones, estos dos elementos naturales constituyen un nuevo factor determinante del progreso futuro del país.

Los fosfatos de Piura, con los cuales se elaboran fertilizantes, significan un voluminoso potencial de esperanza para los peruanos. Es una fuente de riqueza que posee una elevada cotización mundial ante el alza registrada en los precios del petróleo y de los mismos fertilizantes.

De otro lado, los yacimientos de salmuera son el complemento indispensable para la producción de fertilizantes, debido a que son usados como materia prima. Se estima que en la región hay reservas por 10 mil millones de toneladas de fosfatos y de 10 millones de salmuera (cloruro de sodio).

La explotación de los fosfatos y de la salmuera de Piura se viene

Complejo de Bayóvar:

FOSFATOS Y SALMUERA MAS ESLABONES PARA EL PROGRESO

programando a través de las acciones del Comité Ejecutivo del Complejo de Bayóvar (CECOMBA), creado, exactamente, hace un año, para poner en marcha uno de los proyectos más ambiciosos del Perú en las últimas décadas.

CECOMBA es mucho más que fosfatos y salmuera. Se ha propuesto, además, establecer un Complejo Petroquímico, con el petróleo que debe llegar de la Selva a través del oleoducto, cuyo punto final es Bayóvar y otro Complejo Metalúrgico, en base a la producción de Michiquillay.

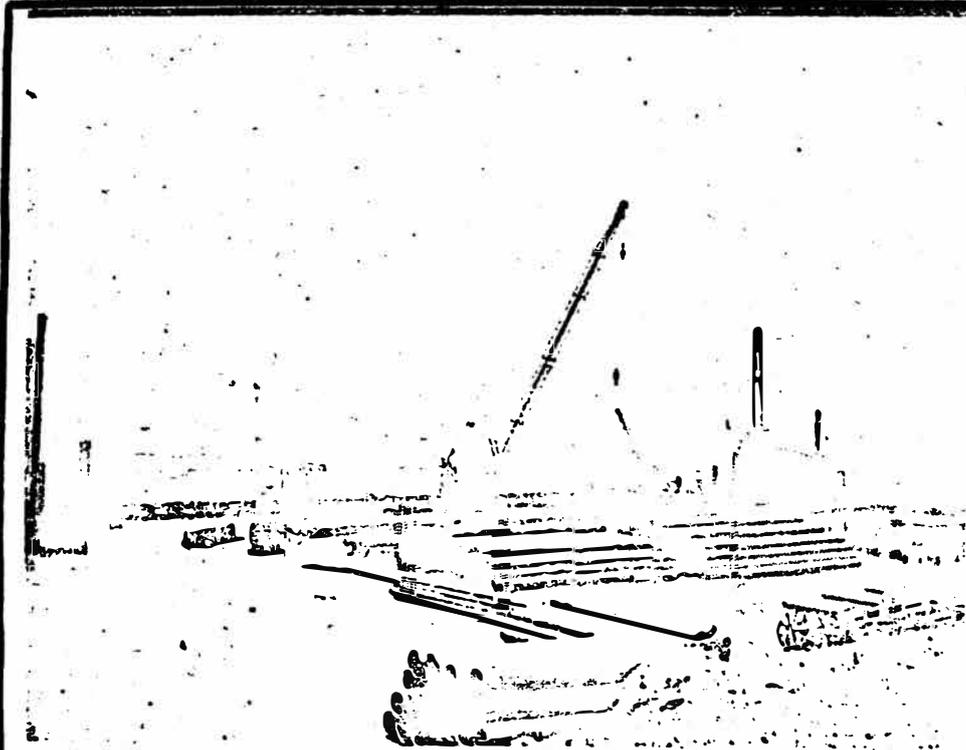
En cuanto a los fosfatos, se ha previsto, inicialmente, el tratamiento de este recurso en una planta concentradora, que debe entrar en producción a comienzos de 1977. Se estima que la producción será del orden de las 800 mil toneladas

métricas de concentrados de roca fosfórica.

El 95 por ciento se destinará a la exportación y el resto a cubrir la demanda interna. A la fecha, se está preparando la mina correspondiente y las obras de infraestructura. La inversión para poner en marcha la primera etapa de los fosfatos se calcula en 1,820 millones de soles.

La segunda etapa, se aplicará desde 1979, con una inversión total de 7,160 millones de soles. Se producirán, entonces, 460 mil toneladas métricas de ácido fosfórico, cuyo uso será destinado a la fabricación de 377 mil toneladas de superfosfato triple y 231 mil toneladas de fosfato diamónico.

La producción estará dirigida a cubrir la demanda del mercado nacional y del Grupo Andino. Desde 1974, en la zona de Bayóvar



viene operando una planta piloto, cuya producción es de 5 mil toneladas al año. Se considera que la producción de esta planta piloto es óptima.

En el rubro de las salmueras, interviene Minero Perú. Actualmente, en la región se observan grandes yacimientos, a flor de tierra, especialmente en las pampas de Las Salinas. Minero Perú iniciará la producción en serie a partir de 1979 con una inversión de más de mil millones de soles.

El objetivo del proyectos es la

producción de 100 mil toneladas métricas al año de cloruro de potasio, con el fin de destinaria a la elaboración de fertilizantes potásicos y a la exportación; y la producción de un millón de toneladas métricas de cloruro de sodio, para hacer soda cáustica y cloro.

Con el uso de los subproductos del petróleo, en Bayóvar se ha programado la construcción de una planta de fertilizantes nitrogenados, para la producción de amoníaco y/o úrea, hasta por una cantidad oscilante entre 600 a 900 toneladas métricas al día.

Estará a cargo de Petróleo del Perú y se piensa ponerla en operaciones entre 1979 y 1980. La producción de fertilizantes nitrogenados del Complejo de Bayóvar demandará una inversión global superior a los 6 mil millones de soles, con financiación del exterior.

Simultáneamente, se proyecta ejecutar el proyecto de un Complejo Petroquímico Integrado, con una inversión de 25 mil millones de soles, a cargo de InduPerú. Se ha previsto elaborar allí desde elementos para la fabricación de tubos, películas y calzado, hasta materias primas para nylon, botellas y caucho.

Minero Perú intervendrá en la producción de 200 mil toneladas de zinc refinado y de otras 200 mil toneladas al año de cobre refinado. Además, se ha previsto la producción de 700 mil toneladas de ácido sulfúrico que se emplea en la producción de ácido fosfórico. El costo estimado de la planta es de 8,500 millones de soles.

Toda una millonaria inversión para un gran proyecto peruano. De esta manera, el norte peruano se constituye en un extraordinario polo de desarrollo, cuyos efectos beneficiosos se extenderán ondulantés hacia la consecución de las metas de progreso y bienestar a nivel territorial.— (Eduardo Deza Ormeño).

ace un gigante

Por Jaime Hugo RIVERA

Un gigantesco complejo de desarrollo económico que exige una inversión de 80 mil millones de soles, ha nacido en el desierto.

Bayóvar se convertirá dentro de 5 años en pujante polo de desarrollo del norte del país. Este inmenso proyecto que está demandando los mayores esfuerzos del Gobierno Revolucionario de la Fuerza Armada, comprende fundamentalmente perspectivas petroleras, mineras e industriales de gran envergadura, las cuales darán una nueva fisonomía no sólo al departamento de Piura sino a toda la zona norte, así como a la economía general del Perú.

Según el Jefe del Comité Ejecutivo del Complejo de Bayóvar, General Guillermo Arbulú Galliani, tal obra es la más grande y ambiciosa que se realiza en nuestro país.

Y, en efecto, lo es.

El promotor de Bayóvar es el propio Jefe de la Revolución, General Juan Ve-

lasco Alvarado, quien asimismo ha otorgado al Complejo la principal prioridad, dentro del vasto plan de obras, a nivel nacional, que se tiene proyectado. Bayóvar, en pleno desierto, se convertirá en un auténtico oasis de progreso, debido al empuje revolucionario y a la visión de los miembros del actual Gobierno, quienes conjuntamente con miles de trabajadores civiles, están demostrando con hechos, lo que pueden hacer gobernantes y gobernados cuando ambos se identifican y marchan inspirados por los superiores intereses del país.

Este gigantesco polo de desarrollo se vislumbra como una reconfortante realidad, donde miles de peruanos están convirtiendo el desierto en lo que será, en breve plazo, una gran ciudad que albergará en sus inicios a 120 mil personas.

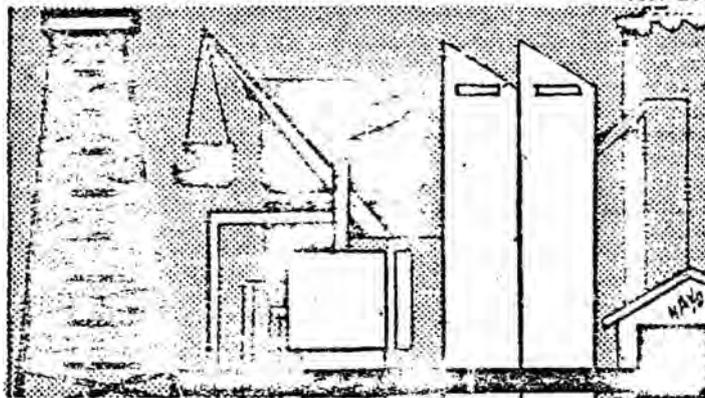
La bahía de Sechura ha cambiado su hasta ayer habitual soledad y modorra. Hoy, gigantescas máquinas, campamentos de trabajadores, tuberías para el oleoducto, tractores, grúas, vehículos, barcos y miles de compatriotas entre técnicos y obreros, han alterado definitivamente la placidez tropical de la zona. El tráfico

Cerro Verde, en Chimbote, en Majes, etc., los peruanos estamos demostrando no sólo que somos capaces de desenvolvernos sin el tutelaje foráneo, sino que somos capaces, a todas luces, de superar a los propios extranjeros.

La Revolución ha entrado sin duda a una etapa de despegue industrial. Después de concretar en gran parte la Reforma Agraria y de recuperar de manos extranjeras y particulares nuestras riquezas básicas como el petróleo, la pesca, la minería, así como de eliminar tutorías denigrantes y dirigir sin interferencia alguna nuestro comercio exterior y nuestras finanzas en general, la Revolución Peruana que dirige la Fuerza Armada y encabeza el Presidente Velasco, concentra sus esfuerzos en la industrialización del país.

Es evidente que este significativo hito revolucionario denominado Bayóvar, será, en breve plazo, el complejo industrial más grande del Perú y uno de los más grandes e importantes del mundo.

Este pedazo de desierto del norte grande peruano puede decirse que es hoy un verdadero don de la na-



del progreso ha convertido a Bayóvar en una bulente área donde se trabaja las 24 horas del día para convertir el ambicioso sueño en tangible y beneficiosa realidad; arrancar al desierto las riquezas que esconde en sus entrañas. Y arrancarlas no para el beneficio de unos cuantos, sino para elevar el nivel de vida de los peruanos en general.

Bayóvar es pues la respuesta revolucionaria a los negros vaticinios de la reacción de casa y de fuera. Es la respuesta a quienes consideraban a los peruanos como menores de edad: es decir, incapaces de realizar obras de envergadura, incapaces de abocarse en gigantescas tareas sin la tutela foránea. Aquí, en Ilo, en La Oroya, en Trompeteros, en

cionalidad, donde hay petróleo, fosfatos y salmueras y donde se está creando la infraestructura correspondiente para desarrollar una serie de industrias colaterales y de obras complementarias. Allí pues, desembocará el oleoducto. Allí se está construyendo un muelle petrolero, una planta de fertilizantes nitrogenados, un complejo petroquímico integrado por 15 plantas, una refinería gigante de petróleo que será cuatro veces más grande que la de La Papayilla. Allí se estima que existen reservas de 500 millones de toneladas de fosfatos y 10 mil millones de cloruro de potasio, entre otras riquezas menores.

Bayóvar es, indudablemente, un canto al trabajo, a la fe, al nacionalismo y a la

INDICE GENERAL

| | PAG. |
|--|------|
| A. PREFACIO | 8 |
| B. SUMARIO | 12 |
| C. CONCLUSIONES | 15 |
| D. RECOMENDACIONES | 17 |
| E. METODOLOGIA | 18 |
| E.1 Investigación Preliminar | |
| E.2 Investigación Definitiva | |
| F. ANALISIS DEL MERCADO | 24 |
| F.1 Descripción del Producto y Residuo Industrial | |
| F.2 Usos | |
| F.3 Mercados | |
| F.3.1 A Nivel Nacional | |
| F.3.2 A Nivel del Grupo Andino | |
| F.3.3 A Nivel Mundial | |
| F.4 Demanda | |
| F.5 Oferta | |
| F.6 Demanda Proyectada | |
| F.7 Tendencia de los Precios | |
| F.8 Proyección de los Precios | |
| G. ESTUDIO DE LAS MATERIAS PRIMAS:AMARGOS Y COQUINAS | 84 |
| G.1 Amargos | |
| G.2 Geología del Yacimiento de Salmueras | |
| G.3 Coquinas | |
| G.4 Calidad de las Materias Primas | |
| G.5 Cantidad de Materia Prima Disponible | |
| G.6 Disponibilidad presente y futura | |
| G.7 Otros usos de las Materias Primas | |
| G.8 Futuras Materias Primas | |

| | PAG. |
|--|------|
| H. INGENIERIA DEL PROYECTO | 104 |
| H.1 Descripción de los Procesos | |
| H.1.1 Métodos de Obtención del Oxido de Magnesio (Periclasa) | |
| H.1.2 Métodos de Obtención del Hidróxido de Calcio | |
| H.2 Comparación de diversas posibilidades de los procesos. | |
| H.3 Selección de los Procesos | |
| H.4 Flow Sheet General | |
| H.5 Balances de Materias y Energía | |
| H.6 Diseño de Equipos | |
| H.7 Tecnología | |
| H.8 Especificaciones de Maquinarias y Equipos | |
| H.9 Cronograma de Implementación Preliminar | |
| I. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA | 162 |
| I.1 Tamaño | |
| I.2 Localización | |
| J. INVERSION | 168 |
| J.1 Inversión Fija | |
| J.2 Otros Activos | |
| J.3 Capital de Trabajo | |
| J.4 Requerimiento de Moneda Nacional y Moneda Extranjera | |
| J.5 Programa de Inversión | |
| K. ANALISIS FINANCIERO | 173 |
| K.1 Estudio de Ingresos | |
| K.2 Estudio de Egresos | |
| K.3 Costos Unitarios de Operación | |
| L. EVALUACION | 177 |
| L.1 Generalidades | |
| L.2 Estado de Pérdidas y Ganancias y Flujo de Fondos. | |

| | PAG. |
|---|------|
| L.3 Punto de Equilibrio | |
| L.4 Análisis de Rentabilidad | |
| L.5 Período de Recuperación de la Inversión | |
| M. MARCO LEGAL | 182 |
| M.1 Legislación Industrial y Relacionada | |
| M.2 Régimen Tributario | |
| N. ORGANIZACION DE LA EMPRESA PROYECTADA | 189 |
| N.1 Organización de la Empresa | |
| Ó. BIBLIOGRAFIA | 193 |
| P. ANEXOS | 195 |

A. PREFACIO

Este estudio de Pre-factibilidad para la instalación de una planta de Periclusa (Óxido de Magnesio), constituye la Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico en el Programa Académico de Ingeniería Química y Manufacturera de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El presente estudio, es una de las soluciones propuestas para la industrialización de los "Amargos" (aguas madres magnésicas), que provendrían de la Planta de Salmueras de Ramón a ubicarse en la Zona de Bayovar.

Dichos amargos remanentes contienen considerables cantidades de sales de magnesio, bromuros, cloruros, sulfatos, sodio y potasio. Lo cual indica que en su procesamiento se generará Óxido de Magnesio como producto, debido al considerable porcentaje de magnesio contenido en la solución remanente (8.9% Mg^{++}).

Para el proceso de obtención del MgO , se requiere además de los amargos remanentes, el hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$, el cual puede ser obtenido de los mantos de "Coquinas" (restos de conchas marinas), existentes en los márgenes del Estuario de Virrilá, ubicado a unos 50 Kms. de la Planta de Salmueras. Estos constituyen la materia prima básica para la producción del óxido de magnesio nacional.

Teniendo en cuenta los diferentes usos del óxido de magnesio, se ha investigado la posibilidad de su industrialización, con miras a abastecer a los países del Grupo Andino. Los factores que intervienen en el desarrollo del mercado del MgO, han sido analizados, obteniéndose su proyección en los próximos quince años.

El producto en el grado denso o pesado (periclasa), -- constituye la materia prima más importante para la fabricación de refractarios básicos; porque además pueden obtenerse el óxido de magnesio en los grados liviano y alta pureza, que son usados como relleno en la industria del caucho y en la elaboración de productos farmacéuticos, respectivamente.

Entre los derivados del magnesio, la producción del magnesio metálico es considerado por el D.L.18350 (Ley General de Industrias), como industria de primera prioridad; los demás derivados, cloruros, sulfatos y carbonatos son industrias de segunda prioridad. La fabricación del óxido e hidróxido de magnesio, no están clasificados en el D.L. 18350.

Según el Programa de Liberación de Aranceles de la Junta del Acuerdo de Cartagena, para las importaciones de los derivados del magnesio, el carbonato de magnesio calcinado (MgO), es el único que está liberado de aranceles.

Actualmente no existen plantas nacionales productoras del MgO, por lo que en su totalidad son importados para la fabricación de refractarios básicos.

En los últimos veinte años, en la industria de los refractarios, se han realizado muchos cambios, tanto en la producción como en la utilización de los mismos. Se ha dado comienzos al uso de nuevas materias primas, tales como la magnesita, el agua de mar, la cromita; mientras que otras materias primas, tales como el Diásporo ($Al_2O_3 \cdot H_2O$) han llegado prácticamente a quedar agotadas.

Por supuesto que también han habido muchas variaciones en las demandas de los consumidores, así cada cierto tiempo, aumenta el número de refractarios para diversos usos, entonces la demanda en cada caso varía, permitiendo de esta manera una mejor selección del refractario para usos particulares.

La posible instalación de la planta de óxido de magnesio, lleva consigo la modernización y empleo de alta tecnología, para así conseguir el desarrollo industrial de la Zona de Bayóvar, ya que esta área es muy rica en recursos naturales, que no han sido explotados en años anteriores a pesar de haber sido estudiados; debido a que las empresas dueñas de la conseción, esperaban mejores perspectivas económicas para su explotación, entonces se limita-

ron a separar estas ricas zonas naturales, como sus "reservas".

Ahora con la recuperación de las concesiones mineras de esta zona norteña, por el Estado Peruano, y la creación del Comité Ejecutivo del Complejo de Bayóvar (CECOMBA), se empieza el desarrollo del Complejo Industrial más importante del país, allí mismo se harán realidad múltiples proyectos del Sector Industrial, Minería e Hidrocarburos, como también la infraestructura terrestre, aérea, portuaria, a bastecimiento de agua dulce y de mar, abastecimiento de energía eléctrica y preservación del medio ambiente.

Finalmente, la instalación de la planta de MgO, requiere del empleo de una alta tecnología, para una pronta recuperación de la inversión y además conseguir el desarrollo socio-económico de la población respectiva.

Existen actualmente tres fuentes en el mundo para obtener MgO que son:

Agua de mar

- Giobertita o Magnesita

- Salmueras

- El proceso a partir del agua de mar es demasiado costoso y también se necesita utilizar Dolomita ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$), - el cual no existe en la zona de Bayóvar.

- El proceso a partir de la Giobertita, no sería conveniente ya que este mineral está en extinción.

- Y a partir de la salmuera, este proceso es el más económico, y puede utilizarse las coquinas existentes en la zona para obtener el hidróxido de calcio.

B. SUMARIO

Este estudio está basado en una investigación a nivel de Pre-Factibilidad.

En la primera parte abarca la metodología empleada a lo largo del desarrollo del proyecto; el estudio de mercado, el cual en la primera parte proporciona las características, propiedades y usos del producto óxido de magnesio MgO, y residuo industrial, solución rica en cloruro de calcio, CaCl₂. Y en la segunda parte, las proyecciones de las demandas y precios para los próximos quince años.

El estudio de las materias primas comprende, la ubicación: Zona de Bayóvar-Piura; análisis químico de los amargos y coquinas: Mg⁺⁺ 8.9%, Br⁻ 0.52%, Cl⁻ 23.42%, H₂O 64.31%, otros 2.85% y CaCO₃ 90.25%, SiO 3.64%, H₂O 2.45%, otros 3.66%, respectivamente. Disponibilidad presente y futura de estas materias primas: amargos, 2'500,000 T/año, coquinas, 134'000,000 T/año, siendo el tiempo teórico de explotación de 100 años.

El capítulo de Ingeniería del Proyecto describe los procesos seguidos para obtener MgO, a partir de los amargos, del agua de mar y de la magnesita. También tratamos los métodos de obtención del hidróxido de calcio, a partir de piedra caliza, como a partir de las coquinas. En base a una comparación entre los procesos descritos, lue-

go seleccionamos los procesos más convenientes. Los balances de materias y energía, dan los siguientes resultados : debe procesarse, 267,928.95 T/año de amargos; 114,568.8 T/año de coquinas; 17,663.5 T/año de agua; 5,863.55 T/año de petróleo; obteniéndose 36,000 T/año de periclusa; 4,000 T/año de magnesia activa (o liviana) de las cuales pueden obtenerse 2,000 T/año de magnesia de alta pureza; y como residuo industrial se obtiene 98,238.85 T/año de solución rica en cloruro de calcio. El diseño de equipos, determina que se requiere: de un horno rotatorio para obtener periclusa, con una longitud de 243 pies y 7.79 pies de diámetro; de un horno rotatorio para obtener óxido de calcio, con una capacidad de 55,051.1 T/año y de 331.4 pies de largo por 8.22 pies de diámetro; un tostador o hierro de calcinación de 4 pisos y un sedimentador de 70.3 pies de diámetro por 6.41 pies de altura.

En la localización de la planta, fueron estudiadas dos alternativas: Zona de Bayóvar (Piura) y Lima; después de un análisis de cercanía y abastecimiento de la materia prima y otros insumos, como también acceso a puertos que faciliten la distribución del producto al mercado Andino, y por último la política de descentralización, determinaron que la zona de Bayóvar reúne los requisitos necesarios y convenientes para la localización y ubicación de la planta de periclusa. En esta ubicación se prevee espacio y faci-

lidades para futuras ampliaciones de la planta.

La inversión total de la planta ha sido estimado en S/.486'529,000; siendo el costo de la maquinaria de S/.414'000,000; edificaciones S/.20'000,000 y el capital de trabajo en S/.16'029,000.

Para la financiación del proyecto tenemos que el 39% de la Inversión Total será capital o aporte propio y el 61% de la Inversión será deuda a largo plazo.

En el análisis de la Rentabilidad de la Empresa, tenemos que la rentabilidad después de los impuestos es 11.46% y antes de los impuestos es 39.05%. Y el tiempo de recuperación de la Inversión es 4.21 años.

El aporte económico de esta empresa de óxido de magnesio, se reflejará en la creación de nuevos puestos de trabajos, una mejor utilización de los amargos remanentes de la Planta de Salmueras, contribución de impuestos, generación de divisas y mercado para los refractarios a base de MgO.

C. CONCLUSIONES

En la presente tesis llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Del estudio se desprende la factibilidad de usar las coquinas que se encuentran en los márgenes del Estuario - de Virrilá, de la Zona de Bayóvar, y los amargos remanentes de la Planta de Salmueras de Ramón (ubicado en la misma zona) en la fabricación del óxido de magnesio en los grados:
 - Periclasa (denso, 84 - 97% MgO)
 - Magnesia Liviana (o Activa, malla 326)y además obtener como subproducto una solución rica en cloruro de calcio.
2. Las reservas de materias primas, sobrepasan los 100 años de explotación.
3. Por su situación geográfica y localización en Sechura - Departamento de Piura, este proyecto puede competir ventajosamente, tanto en el mercado Andino como en el mercado Nacional, por la disponibilidad del puerto a construirse en esta provincia, y por su cercanía a Chimbote y Lima.
4. Los países de América Latina y en especial los del GRAN ofrecen magnificas perspectivas para la venta de nuestro

producto, MgO, debido a que su precio estimado con el de los competidores, nos permitiría colocar con éxito el producto en estos países.

5. La producción del MgO está destinado principalmente a la elaboración de ladrillos refractarios, los cuales son muy usados en las empresas siderúrgicas.

D. RECOMENDACIONES

1. Para el mercado Andino, que en general presenta las mejores perspectivas, la información disponible es insuficiente. Recomendamos un estudio de mercado más detallado, el cual deberá cuantificar la real y potencial demanda de este sector, en base a informaciones y datos de fuentes primarias.
2. Considerando la tecnificación del proceso, y para poder introducir el MgO en el mercado exterior, recomendamos la instalación de esta planta a nivel de Planta Piloto y posteriormente producir a nivel industrial.
3. Para conseguir la calidad exigida y a bajo costo, es recomendable que la selección del proceso productivo de la planta esté en función de la patente y del Know-How.
4. Por motivo de las alzas y distorsiones que se han venido produciendo en los precios de los fletes en el área Andina, es necesario que se analicen estos precios para luego diseñar una efectiva y hábil estrategia al respecto.
5. Cuando se realizó el estudio en el año 1975 el precio de cambio del dollar era de S/.45.00, por lo cual se recomienda que para cualquier actualización se tome en cuenta el valor vigente del dollar.

E. METODOLOGIA

E.1 Investigación Preliminar

Luego de plantearnos como una necesidad el que se disponga de un estudio a nivel de pre-factibilidad de algún producto, que en su proceso de manufactura se utilicen los amargos remanentes de la Planta de Salmueras de Ramón, ubicado en la Zona de Bayóvar, procedimos a realizar una investigación preliminar por lo que efectuamos las siguientes actividades:

1. Sabiendo que la parte principal del estudio a realizar, exigía se utilicen los amargos remanentes; entonces se procedió a comparar las composiciones químicas de dichos amargos, el cual resulta siendo muy rico en Mg^{++} , con 8.9%, después del Cl^{-} que tiene 23.42%; el $SO_4^{=}$ con 2.58% y el Br con 0.52%. Como el cloro, Cl_2 , se obtiene con mayor rendimiento a partir del agua de mar, desechamos como una solución propuesta, la extracción del cloro a partir de los amargos. Entonces las alternativas a analizar, son los productos derivados de magnesio, que pueden obtenerse procesando estos amargos.

Luego de un análisis minucioso de los derivados del magnesio, quedan las soluciones propuestas para:

- a. La fabricación del óxido de magnesio en los grados:

Denso o Periclusa (84 - 97% MgO)

Magnesia Liviana o Activa (Malla 326)

Magnesia de Alta Pureza (98% MgO)

b. La fabricación del Carbonato de Magnesio

c. La fabricación del Sulfato de Magnesio

d. Extracción y aplicación del Bromo

Se desechó la alternativa de producir magnesio metálico, por ser mínima su demanda en los mercados analizados (nacional y países del GRAN), y por ser una industria de primera prioridad, por lo tanto su producción está reservada al Estado (D.L.18350 - Ley General de Industrias). También se desechó la alternativa de extraer y aplicar el bromo a partir de los amargos, porque tendría que incluirse una planta de extracción del bromo (Métodos Kubiersky) y la planta de dibromuro de etileno, ya que el 80% del Br_2 producido mundialmente, es aplicado en la fabricación del aditivo de gasolinas, dibromuro de etileno, el cual además tiene una baja demanda en los mercados antes mencionados.

La posible fabricación: del óxido de magnesio en el grado periclusa, que es muy empleado en la manufactura de refractarios básicos, el óxido de magnesio en el grado liviano o activo, que es empleado en la industria del caucho y productos industriales, todo esto nos represen-

ta una utilización de un mayor volumen de los amargos, que además reportaría mayor ganancias que en las otras soluciones propuestas.

En la fabricación del Carbonato y Sulfato de Magnesio, a partir de los amargos, tenemos que, aparte que la demanda de estos productos es menor que la del óxido de magnesio, el uso que se daría a estos amargos es de menor volumen que en el caso anterior.

Todo ésto, nos inclinó a elegir como tema de estudio - la fabricación del MgO en los dos grados mencionados en la primera alternativa. Además podría fabricarse el MgO en el grado de Alta Pureza o grado Farmacéutico.

2. Por medio de los principales importadores del MgO se obtuvo la siguientes información:

- Las características y especificaciones técnicas del producto, que en la actualidad a nivel de uso industrial no existen sustitutos para la manufactura de refractarios básicos, igualmente en los productos farmacéuticos, los derivados del óxido de magnesio (leche de magnesia) no tienen sustitutos.

3. Investigación en las fuentes disponibles: como se trata de un estudio que abarca mercados a nivel del GRAN y como no podemos realizar las investigaciones en cada uno de los países miembros del Area Andina, entonces - recurrimos a las siguientes fuentes de información:

- a. Biblioteca de la U.N.I.
- b. Biblioteca de la U.N.Mayor de San Marcos
- c. Biblioteca Nacional
- d. Biblioteca de Minero Perú
- e. Biblioteca de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN).
- f. Biblioteca de ADELA
- g. Sección Estadística del Acuerdo de Cartagena
- h. Biblioteca del Ministerio de Integración
- i. Sección Estadística de la Dirección General de Aduanas

4. Planteamos la Hipótesis:

- a. La existencia real de una demanda creciente por los productos derivados del MgO.
- b. La posibilidad de fabricar MgO en los grados Periclusa, Magnesia Activa y también de Alta Pureza, a partir de las materias primas principales: "Amargos" remanentes de la Planta de Salmueras de Bayóvar y de las Coquinas existentes en los márgenes del Estuario de Virrilá (a unos 50 Kms. de la Planta de Salmueras de Ramón).

E.2 Investigación Definitiva.

- 1. Recolección de datos
- 2. Clasificación y Ordenamiento de la Información.
 - a. Los criterios aplicados en Orden de importancia para realizar el Análisis de Mercado:

- Por composición química del producto
- Por usos
- Por los volúmenes importados

3. Proyecciones de las demandas.- Se ha aplicado la teoría de los Mínimos Cuadrados a las series históricas de importaciones, utilizando como variables dependientes los volúmenes de importación, en T.M. y como variable independiente el tiempo en años y en el sector de la Industria de la producción del Producto Bruto Interno en millones de dólares.
4. La determinación del precio actual de venta a los consumidores se realiza en base al comportamiento histórico del precio del producto. Y contando con costos de producción confiables se asumió el margen de las utilidades y con estos datos evaluamos el precio de venta de la tonelada de óxido de magnesio.
5. La determinación del Tamaño de Planta se realiza en base al estudio de plantas existentes en el extranjero (Know How: Metalurgia Mexicana Peñoles S.A. - Parsons & Victoria)
6. La localización y ubicación de la planta de periclasa se realiza en base al análisis de factores económicos y de política de descentralización, característica de cada zona.

7. La inversión total de la planta de MgO fue evaluada en S/.486'529,000, a partir de información obtenida en revistas especializadas y del Know-How.

F. ANALISIS DE MERCADO

F.1 Descripción del Producto y Residuo Industrial

1. Descripciones del Producto Oxido de Magnesio.-

Denominación

Nombre Químico: Oxido de Magnesio

Fórmula : MgO

Características

El óxido de magnesio se presenta en tres formas o grados:

Un material liviano y esponjoso, que se obtiene que mando la magnesita, $MgCO_3$, ó el hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$, a $600^\circ - 800^\circ C$, con lo que se elimina la mayor parte del bióxido de carbono que contiene también se conoce este producto con los nombres de "magnesia activa" o "magnesia caústica"; este óxido reacciona lentamente con el agua y forma hidróxido ; es soluble en la solución de bióxido de carbono en agua, formando el carbonato de magnesio e hidrógeno, $Mg(CO_3H)_2$.

- El segundo grado o forma del óxido de magnesio, se obtiene calcinando la "magnesia activa", a unos $1760^\circ C$ ($3200^\circ F$), entonces se forma la "magnesia de alta pureza", de grado farmacéutico.
- Y el tercer grado del MgO, que es el más importante

por su gran aplicación en refractarios, se obtiene calcinando directamente el hidróxido de magnesio, o la -- magnesita, a unos 1820°C (3300°F), formándose un material denso, conocido como "periclasa".

El óxido de magnesio, en general se obtiene como un -- polvo blanco no combustible.

Su sistema cristalino es el Romboédrico hexagonal.

Peso específico es 3.576

Dureza (Mosh) : 3 a 5

Índice de refracción : 1.65

Punto de Fusión: 2900°C

Calor de Fusión: 18.5 Kcal/mol-gr

Punto de Ebullición: 3600°C

En contacto con el agua, si bien es poco soluble, se -- transforma lentamente en hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$.

Presenta gran resistencia a las temperaturas elevadas.

Presenta caracter básico.

Especificaciones Técnicas

De acuerdo a la forma o grado del producto, tenemos:

a. Del Oxido de Magnesio pesado (Periclasa)

Análisis en base seca,

| | | |
|-------------------|-------|--------|
| MgO | ----- | 99.35% |
| CaO | ----- | 0.065% |
| Na ₂ O | ----- | 0.009 |

| | | |
|-----------|-------|-------|
| K_2O | ----- | 0.001 |
| SiO_2 | ----- | 0.054 |
| Fe_2O_3 | ----- | 0.034 |
| B_2O_3 | ----- | 0.045 |
| Cl | ----- | 0.21 |
| SO_4^- | ----- | 0.24 |

Pérdida por ignición : 0.3 - 3%

Densidad 0.7 - 0.8 gr/cc

b. Del Oxido de Magnesio Liviano (Neopreno)

Aspecto ----- polvo blanco no cristalino

MgO ----- 98.00% mínimo

CaO ----- 2.00% máximo

Al_2O_3/Fe_2O_3 --- 0.35% "

SiO_2 ----- 0.75% "

SO_4^- ----- 0.40% "

Pérdida por ignición 8.0% máximo

Cobre (Cu) 0.003% máximo

Manganeso (Mn) 0.006% máximo

Densidad sin compactar 0.25 - 0.40 gr/cc

Densidad compactada 0.40 - 0.60 gr/cc

+ Malla 325 99.0% Mínimo

+ Malla 100 100.0% Máximo

2. Descripciones del Residuo Industrial Cloruro de Calcio.-

Denominación

Nombre Químico : Cloruro de Calcio

Fórmula : $CaCl_2$

Características

El cloruro de calcio, cristaliza con $6\text{H}_2\text{O}$ en columnas hexagonales que pasan calentándolas a unos 200°C , a una masa blanca porosa de CaCl_2 anhidro, produciéndose algo de CaO por hidrólisis. Además se conocen también hidratos con 4, 2 y 1 moléculas de agua.

Peso específico (15°C): 2.152 gr/cc

Temperatura de Fusión : 782°C

Calor de Fusión 6.78 Kcal Mol-gr

Tiene caracter deshidratante

Con el amoníaco forma : $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$; y con el etanol: $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, por lo tanto no seca estas sustancias, a pesar de ser un deshidratante.

El $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ es muy soluble en el agua y forma con el hielo una mezcla congelante, alcanzando temperaturas tan bajas como -55°C .

F.2 Usos del Producto y Residuo Industrial

1. Usos del Oxido de Magnesio.- Según los grados en que se presenta el producto, los usos son:
 - a. Oxido de Magnesio pesado (periclusa).- Debido a que funde a 2900°C , se emplea para la fabricación de los ladrillos refractarios básicos, que son muy usados en los hornos industriales, y fabrican con los minerales magnesita y cromita o las mezclas de ambos. También

se emplea para la elaboración de crisoles y como aislante térmico.

b. **Magnesia Liviana (Activa).**- Es destinado a la industria del jebe y caucho, y además en la industria a base de neopreno. Su empleo se debe a su propiedad de agente de vulcanización y de su actividad de absorber el cloro en el caso que se descomponga el neopreno -- (caucho clorado). El cemento sorel se hace moliendo el MgO liviano, el que se mezcla con una solución de cloruro de magnesio.

c. **Oxido de Magnesio de Alta Pureza (Farmacéutico).**- Se emplea en la elaboración de productos farmacéuticos, como la leche de magnesia, útil para corregir la hiperacidez estomacal; como ingrediente de los polvos de tocador y de ciertas pastas dentríficas. También se emplea como materia prima en la manufactura del rayon, papel, azúcar, etc. Esta variedad de MgO, mezclado con asbesto (85% de MgO de alta pureza), se emplea como material aislante para recubrir tubos y calderas de vapor. Sirve además para separar la sílice en las instalaciones purificadoras del agua de alimentación de las calderas de alta presión.

2. **Usos del Cloruro de Calcio.**- La sal anhidra, CaCl_2 , y la sal monohidratada, $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, se emplean:

- Como deshidratante en los laboratorios químicos.

Como agentes desecantes para líquidos y gases

- Sus soluciones son usadas comúnmente como salmuera en friadoras en las plantas, de refrigeración.
- Para la obtención de Calcio, Ca, el cloruro de calcio en el material de partida más importante.
- En la electrólisis de sal común fundida, sirve como adición al electrólito para reducir el punto de fusión. Para cortar hemorragias y como medicina contra la caries, sabañones y enfermedades carenciales de cal.
- Y la sal hexahidratada, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, se emplea para privar de polvo a las carreteras y en las minas de carbón de piedra. También es usada frecuentemente para quitar la nieve y el hielo de las carreteras y las veredas.
- Para producir arseniato de calcio (insecticida).
- Como agente extinguidor.
- En la pulpa de papel.
- Acondicionador de concreto.
- En los lodos de perforación.

F.3 Mercados: A Nivel Nacional, a Nivel del Grupo Andino y a Nivel Mundial

En el presente estudio estamos considerando para el -- mercado interno, sustitución de importaciones por la pro-- ducción nacional de óxido de magnesio en los tres grados antes mencionados: liviano, pesado y de alta pureza. Dentro

del sistema de mercados, más importancia reviste el mercado externo a nivel del Grupo Andino, siendo ésta la meta principal del ante-proyecto.

En consecuencia, el mercado propuesto comprende a los países que son importadores de estos productos y el mercado interno constituido por las industrias que elaboran y/o emplean el material refractario básico, tales como las metalúrgicas, cerámicas, vidrios, fábricas de cemento, etc.

F.3.1 A Nivel Nacional

Como se ha expresado anteriormente, en el país se utiliza el óxido de magnesio de grado periclasa, principalmente para la manufactura de ladrillos refractarios básicos, además la "magnesia activa" para la industria del jebe y el caucho y por último la magnesia de alta pureza en la fabricación de la "leche magnesia"; aunque los dos últimos productos del MgO son importados en menor cantidad, sin embargo nuestro producto permitiría la sustitución de las importaciones nacionales.

a. Demanda de Oxido de Magnesio: Grado Periclasa.- El óxido de magnesio en el grado periclasa no ha sido importado, ya que la fabricación nacional de ladrillos refractarios básicos se basa en la calcinación de la magnesita (carbonato de magnesio natural, $MgCO_3$), obteniéndose un óxido de aproximadamente 90 a 98% de pureza.

La única industria que importa magnesita, y que a su vez

produce los ladrillos refractarios básicos (de magnesita, cromita y magnesita-cromita) es la compañía REFRACTARIOS PERUANOS S.A. REPSA, que es subsidiaria de Harbison Walker Refractories Company de los Estados Unidos de Norteamérica.

Entonces la magnesita calcinada viene a ser el sustituto o producto competitivo de la periclasa, por este motivo se ha considerado como óxido de magnesio, MgO, según puede apreciarse en las importaciones de magnesita calcinada del Cuadro F-1 siguientes:

CUADRO F-1

IMPORTACIONES DE MAGNESITA CALCINADA PARA LADRILLOS
REFRACTARIOS MAGNESIANOS (*)

| AÑO | KGS. BRUTO | VALOR CIF (\$USA) |
|------|--------------|-------------------|
| 1965 | 1'206,009.00 | 105,759 |
| 1966 | 1'272,878.00 | 118,549 |
| 1967 | 3'234,032.00 | 249,913 |
| 1968 | 1'019,679.00 | 86,604 |
| 1969 | 1'526,508.00 | 132,550 |
| 1970 | 1'515,653.00 | 162,122 |
| 1971 | 2'272,227.00 | 305,128 |
| 1972 | 1'737,865.00 | 155,505 |
| 1973 | 1'203,034.00 | 110,520 |
| 1974 | 2'488,648.00 | 252,398 |

FUENTE (*) Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior del Perú. Ministerio de Economía y Finanzas. Dirección General de Aduanas.

Y el principal importador de la magnesita calcinada es REPSA, quien de acuerdo al Listado Detallado por Partidas de las importaciones en los años 1972, 1973, 1974, adquirió las siguientes cantidades:

IMPORTACIONES DE MAGNESITA CALCINADA POR LA CIA.REPSA

| AÑO | KGS. BRUTO | CIF(\$ USA) | PROVEEDOR |
|------|------------|-------------|------------------------|
| 1972 | 1'693,360 | 132,034 | Magnesita S.A.(Brasil) |
| 1973 | 1'193,140 | 110,400 | " " |
| 1974 | 2'462,025 | 298,392 | " " |

FUENTE: Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior-Perú
Ministerio de Economía y Finanzas.

Tenemos, que además del consumo de MgO en forma de productos sustitutorios, se tiene el consumo en forma incorporada de ladrillos refractarios básicos (Tipo magnesianos), aunque podemos afirmar que la producción nacional de refractarios básicos abastece casi el íntegro de la demanda.

CUADRO F-2

IMPORTACIONES DE LADRILLOS REFRACTARIOS MAGNESIANOS

| AÑO | KGS. BRUTO | VALOR CIF (S/.) |
|------|------------|-----------------|
| 1965 | 910,602 | 3'877,041 |
| 1966 | 533,132 | 3'189,713 |
| 1967 | 836,909 | 5'013,123 |
| 1968 | 997,609 | 8'897,474 |
| 1969 | 1'683,040 | 18'049,506 |
| 1970 | 1'241,519 | 14'229,267 |
| 1971 | 1'813,141 | 18'002,783 |
| 1972 | 1'399,949 | 16'025,109 |
| 1973 | 2'616,718 | 23'611,966 |
| 1974 | 843,245 | 10'290,779 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior del Perú.

También tenemos que para los años 1972 a 1974, las importaciones de ladrillos, losas, baldosas y otras piezas análogas de construcción refractarios que contenían magnesio, dolomita ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) o Cromita ($FeCr_2O_4$), fueron:

| IMPORTADORES | KGS. BRUTO | | |
|--------------------------------------|------------|-----------|---------|
| | 1972 | 1973 | 1974 |
| Sootherm Perú Copper Corp. | 291,357 | 58,273 | 3,638 |
| Cemento Lima S.A. | 849,324 | 735,980 | 276,695 |
| Cerro de Pasco Corp. | 17,568 | 68,994 | --- |
| Cía.Manufac.de Vidrio del Perú Ltda. | 9,584 | --- | --- |
| SiderPerú | --- | 1'410,140 | 118,120 |
| Cementos Pacasmayo S.A. | --- | 155,251 | 61,418 |
| Cemento Andino S.A. | --- | 119,500 | --- |
| Vidrios Planos del Perú S.A. | --- | 68,580 | --- |
| Cía Minera Agregados Calcáreos. | --- | --- | 4,840 |
| Otros | 80,316 | --- | 378,534 |

Acerca de los refractarios, podemos decir que son productos no metálicos, los que se emplean para soportar altas temperaturas, así en hornos, muflas, crisoles y otros. En el Perú el principal productor es REPSA, que está operando desde 1955.

Los refractarios están hechos de una diversidad de materias primas, entre las cuales destacan las arcillas refractarias, sílice, magnesita, cromita y bauxita.

Los refractarios actualmente tienen diversos usos, así en el vidrio de los focos de luz, la pantalla de los te

levisores, el acero, el bronce, el aluminio y todos los objetos metálicos fueron fundidos y refinados en hornos revestidos internamente con refractarios, la loza de la vajilla, el azúcar, el papel, las telas, la gasolina o el pañ, necesitaron en algún momento de su elaboración de un horno construído con refractarios, inclusive las toberas de los cohetes espaciales llevan estos materiales refractarios.

A diferencia de los ladrillos comunes que se utilizan en la construcción de las casas, los ladrillos refractarios se manufacturan mediante procesos rigurosamente técnicos y costosos. Normalmente se presentan en forma de ladrillos, o como concreto en bolsas, o en cajas y los plásticos apisonables. Con los ladrillos, concretos y plásticos refractarios se reparan o construyen todos los tipos de hornos industriales.

Los productos refractarios más conocidos y empleados son: PRODUCTO SILICO-ALUMINOSOS.- Obtenidos de las arcillas refractarias recomendados para usarse en diversas condiciones de operación no muy severas, como en cámaras de combustión, calderos, incineradores, hornos metalúrgicos, hornos de cemento, vidrio y cerámica.

PRODUCTO DE SILICE.- Son productos manufacturados con cuarcitas especialmente seleccionadas, que se usan principalmente en la construcción de las bóvedas de los hor

nos de vidrio, hornos de coque, hornos eléctricos, hornos reverberos. Son productos de reacción química ácida.

PRODUCTOS ALUMINOSOS.- Son productos refractarios de la categoría alta alúmina y sus propiedades varían en proporción aproximada con el contenido de alúmina. Se usan en la construcción de regeneradores de calor, calderos, refinerías de petróleo, horno de forja y recalentamiento, hornos rotativos de cal y cemento, hornos eléctricos.

PRODUCTOS BASICOS.- Son los productos refractarios más usados en los metalúrgicos y que se fabrican con los minerales magnesita y cromita o la mezcla de ambos. Se les denomina comúnmente como refractarios de magnesita, cromo-magnesita o cromo. Y se usan en hornos metalúrgicos, hornos de fundición, hornos de cemento, regeneradores de calor, hornos de vidrio, hornos eléctricos, paredes y bóvedas de reverberos.

Los ladrillos básicos se distinguen por su gran densidad, alto punto de fusión y excelente resistencia al ataque de escorias y óxidos básicos; tienen además moderada conductividad pero alta expansión térmica.

Los ladrillos básicos elaborados también por REPSA y -- que contienen magnesio son:

- Marca : REPSA REPMAG B

Análisis Químico (Aproximado):

| | | |
|--|-------|------|
| Sílice(SiO ₂) | ----- | 1.2% |
| Alúmina(Al ₂ O ₃) | ----- | 0.3% |
| Oxido de Hierro(Fe ₂ O ₃) | ----- | 1.9 |
| Cal (CaO) | ----- | 0.5 |
| Magnesia (MgO) | ----- | 95.5 |

Temperatura de Falla: 1621°C - 1658°C

- Marca: REPSA MAGNEX H

Clasificación: Ladrillos de Magnesita-Cromo químicamente ligados.

Análisis Químico (Aproximado):

| | | |
|---|-------|------|
| Sílice(SiO ₂) | ----- | 4.9% |
| Alúmina(Al ₂ O ₃) | ----- | 8.6 |
| Oxido de Hierro(FeO) | ----- | 4.4 |
| Cal(CaO) | ----- | 1.1 |
| Magnesia (MgO) | ----- | 66.7 |
| Oxido de Cromo(Cr ₂ O ₃) | ----- | 10.9 |

Temperatura de Falla: 1682°C

- Marca: REPSA MAGNEX

Clasificación: Ladrillo de Magnesita-Cromo químicamente ligado

Análisis Químico (Aproximado)

| | | |
|--|-------|------|
| Sílice(SiO ₂) | ----- | 4.8% |
| Alúmina(Al ₂ O ₃) | ----- | 12.5 |

| | | |
|--|-------|------|
| Oxido de Hierro (FeO) | ----- | 5.6% |
| Cal (CaO) | ----- | 0.9% |
| Magnesia (MgO) | ----- | 60.5 |
| Oxido de Cromo (Cr ₂ O ₃) | ----- | 13.2 |
| Pérdida por ignición | ----- | 2.5 |
| Temperatura de Falla: 1651°C - 1671°C | | |

- Marca: REPSA CHROMEX

Clasificación: Ladrillo de Cromo-Magnesita químicamente ligado.

Análisis Químico (Aproximado):

| | | |
|--|-------|------|
| Sílice (SiO ₂) | | 5.6% |
| Alúmina (Al ₂ O ₃) | | 21.7 |
| Oxido de Hierro (FeO) | ----- | 10.0 |
| Cal (CaO) | ----- | 0.7 |
| Magnesia (MgO) | ----- | 33.5 |
| Oxido de Cromo (Cr ₂ O ₃) | ----- | 25.8 |
| Pérdida por ignición | ----- | 2.7 |
| Temperatura de Falla: 1664°C | | |

Marca: REPSA CB-20

Clasificación: Ladrillo de Cromo - Magnesita quemada.

Análisis Químico (Aproximado):

| | | |
|---|-------|------|
| Sílice (SiO ₂) | ----- | 4.4% |
| Alúmina (Al ₂ O ₃) | ----- | 19.3 |
| Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃) | ----- | 12.8 |
| Cal (CaO) | ----- | 0.7 |

Magnesia (MgO) ----- 32.4%

Oxido de Cromo (Cr₂O₃) 30.7

Temperatura de Falla: 1650°C - 1702°C

- Marca: REPSA CHROMEPAK

Descripción: Concreto refractario formado a base de minerales de Cromo y Magnesio. Su fraguado no es hidrúlico, pero endurece en frío. Su reacción química es básica.

Análisis Químico (Aproximado):

Alúmina (Al₂O₃) 23.3%

Sílice (SiO₂) 8.9

Oxido de Hierro (Fe₂O₃) ----- 10.8

Cal (CaO) ----- 0.6

Magnesia (MgO) ----- 32.2

Oxido de Cromo (Cr₂O₃) ----- 23.4

Temperatura máxima de servicio: 1593°C

- Marca: REPSA CHROMEX S

Clasificación: Ladrillo de Cromo químicamente ligado.

Análisis Químico (Aproximado):

Sílice (SiO₂) ----- 6.0%

Alúmina (Al₂O₃) ----- 28.5

Oxido de Hierro (FeO) ----- 12.5

Cal (CaO) ----- 0.5

Magnesia (MgO) 18.4

Oxido de Cromo(Cr_2O_3) ----- 31.4%

Pérdida por ignición ----- 2.7

Temperatura de Falla: 1,357°C

Marca: NUCON 60 REPSA

Análisis Químico(Aproximado):

Sílice(SiO_2) ----- 1.5%

Alúmina(Al_2O_3) ----- 11.9

Oxido de Hierro(Fe_2O_3) ----- 6.3

Cal (CaO) ----- 0.8

Oxido de Cromo(Cr_2O_3) ----- 13.9

Magnesia (MgO) ----- 65.6

La producción nacional de refractarios está dado en base a las siguientes industrias:

- REPSA (Av.Materiales 2828 Callao-Lima), productos -- refractarios de arcilla, alúmina, sílice, básicos, - concretos refractarios, plásticos refractarios y materiales apisonables.
- REFRACTARIOS RIVARA S.A. (A.Argentina 2529 Lima), re-
fractarios de arcilla y piezas especiales.
- REFRACTARIOS Y ANEXOS (El Dorado 280 Ate-Lima), re-
fractarios de arcilla y piezas especiales.
- ELECTROCERAMICA CHIMBOTE S.A.(Chimbote), refracta--
rios de arcilla y piezas especiales.

REFRACTARIOS PERUANOS S. A.

APARTADOS 2828 - 4267 / LIMA - PERU



| | | | |
|--|---|--|--|
| MARCA: | REPSA REPMAG B | | |
| CLASIFICACION: | LADRILLO QUEMADO DE MAGNESITA | | |
| ANALISIS QUIMICO: (APROXIMADO) | Silice | (Si O ₂) | 1.2 % |
| | Alúmina | (Al ₂ O ₃) | 0.3 |
| | Oxido de Hierro | (Fe ₂ O ₃) | 1.9 |
| | Cal | (Ca O) | 0.5 |
| | Magnesia | (Mg O) | 95.5 |
| PROPIEDADES FISICAS: (TIPICAS) | Densidad aparente: | Gr. / cm ³ (Libras / Pie cub.) | 2.75 - 2.85 (172 - 178) |
| | Porosidad aparente: | % | 18 - 22 |
| | Resistencia a la compresión en frío: | Kgs./cm ² (Libras / Pulg. cuad.) | 472 - 592 (6,700 - 8,400) |
| | Módulo de rotura a la flexión: | Kgs./cm ² (Lbs. / Pulg. cuad.) | 120 - 180 (1,700 - 2,550) |
| | Variación lineal por recalentamiento: | % Cambio lineal permanente a 1,650 °C (3,002 °F) | -0.2 a - 0.8 |
| | Deformación bajo carga | Temperatura de falla | 1,621 °C-1,658 °C (2,950 °F-3,015 °F) |
| | 1.76 Kgs. / cm ² (25 Libras/Pulg. cuad.) | | |
| | | | |
| FABRICACION: | En Lima, Perú, en planta ubicada a 8 Kms. del puerto del Callao y a 5 Kms. de la Carretera Panamericana. | | |
| DESPACHOS: | En parihuelas de 1,000 Kgs. preparadas para transporte por camión, tren o barco. | | |
| NOTA: | Los métodos usados para la determinación de los datos son de la A.S.T.M. Los datos indicados son propiedades típicas de un ladrillo recto normal de 229x114x64 mm. (9" x 4.1/2" x 2.1/2") y están sujetos a variaciones razonables. | | |

IDENTITY

K/R-BOND 30-A

CLASIFICACION MEZCLA DE ALTO CONTENIDO DE PERICLASA-CROMO

CARACTERISTICAS FACIL DE TRABAJAR. SECO TIENE GRAN RESISTENCIA

| | | | |
|----------|--------------------------------|-------|-------|
| | MgO | ----- | 31.4% |
| | SiO ₂ | ----- | 6.8 |
| ANALISIS | Fe ₂ O ₃ | ----- | 11.1 |
| QUIMICO | Cr ₂ O ₃ | ----- | 24.5 |
| | Al ₂ O ₃ | ----- | 23.5 |
| | CaO | ----- | 0.8 |
| | Otros | ----- | 1.9 |

CANTIDAD MEZCLA APROXIMADAMENTE SECA/1000 q" EQUIVALENTE
REQUERIDA PARA 1/8" DE JUNTURAS LLANAS; 700-800 lbs.

DESPACHO Despacho seco en bolsas de 100 lbs. Impermeables a la humedad.

Estos datos representan un promedio de propiedades obtenidas de lotes de producción comercial y no pueden ser considerados como especificaciones garantizadas.

IDENTITY

K/R-BOND 95-A

CLASIFICACION MEZCLA DE ALTO CONTENIDO DE PERICLASA.

CARACTERISTICAS

FACIL DE TRABAJAR. SECO TIENE GRAN RESISTENCIA
MEZCLA DE ALTO CONTENIDO DE MgO. RETIENE EL AGUA.

ANALISIS

QUIMICO

| | | |
|--------------------------------|-------|-------|
| MgO | ----- | 91.5% |
| SiO ₂ | ----- | 2.7 |
| Fe ₂ O ₃ | ----- | 0.6 |
| Cr ₂ O ₃ | ----- | 0.4 |
| Al ₂ O ₃ | ----- | 0.6 |
| CaO | ----- | 1.0 |
| Otros | ----- | 3.2 |

CANTIDAD

Mezcla aproximadamente seca/1000 q" equivalente.

REQUERIDA

Para 1/8" de Junturas llanas; 600 - 700 lbs.

DESPACHO

Despacho seco en bolsas de 100 lbs. Impermeables a la humedad.

Estos datos representan un promedio de propiedades obtenidas de lotes de producción comercial y no pueden ser considerados como especificaciones garantizadas.

ALBERTO BARRIGA S.A., refractarios de arcilla y piezas especiales.

- a. Demanda de Magnesia Activa y Alta Pureza.- Con respecto a los otros dos grados del MgO, tenemos que las importaciones de óxido e hidróxido de magnesio para el período 1965 a 1974 son:

CUADRO F-3

IMPORTACIONES DE OXIDO E HIDROXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | KGS. BRUTO | VALOR CIF (\$ USA) |
|------|------------|--------------------|
| 1965 | 230,469 | 252,126 |
| 1966 | 116,764 | 5,805 |
| 1967 | 94,787 | 113,568 |
| 1968 | 79,540 | 151,973 |
| 1969 | 64,168 | 116,884 |
| 1970 | 147,935 | 72,882 |
| 1971 | 156,688 | 252,555 |
| 1972 | 107,297 | 185,545 |
| 1973 | 83,871 | 108,984 |
| 1974 | 115,223 | 207,739 |

FUENTE: Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior-
Perú. Ministerio de Economía y Finanzas
Dirección General de Aduanas.

La importación de estos productos, alcanzó un promedio de 100 T/año, representando un significativo egreso de divisas y en cantidades cada vez más creciente.

Más detalladamente, las importaciones de MgO en los grados farmacéuticos y neopreno, tenemos que para el año 1974 fue tal como se muestra en el cuadro siguiente de importaciones-importadores:

CUADRO F-4

IMPORTACIONES DE OXIDOS E HIDROXIDOS DE MAGNESIO EN EL
AÑO 1974

Producto : Hidroxido de Magnesio $Mg(OH)_2$

Grado Farmacéutico

| <u>Importadores:</u> | <u>Kgs.Netos</u> | <u>%</u> | <u>Valor CIF(\$US)</u> | <u>%</u> |
|------------------------------------|------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Sydney Ross | 86,460 | | 164,837 | |
| Laboratorios Alfa | 2,110 | | 2,606 | |
| Laboratorios Efesa | 200 | | 741 | |
| Establecimientos Collie re S.A. | 734 | | 670 | |
| Parke Davis y Cía. | 654 | | 743 | |
| Jhonson & Jhonson | 126 | | 184 | |
| Laboratorios Rousell | 454 | | 290 | |
| | <u>90,738</u> | <u>84.9</u> | <u>170,071</u> | <u>90.1</u> |

.....//

//

Producto: Oxido de Magnesio MgO

Grado Farmacéutico

| <u>Importadores:</u> | <u>Kgs.Netos</u> | <u>%</u> | <u>Valor CIF(\$US)</u> | <u>%</u> |
|--------------------------------|------------------|-------------|------------------------|-------------|
| Laboratorios Roche | 553 | | 1,142 | |
| Laboratorios Wyeth Inc. | 400 | | 788 | |
| Manufact. Química-Farmacéutica | 50 | | 175 | |
| Productos Roche S.A. | 400 | | 1,654 | |
| Luque Checa S.A. | 75 | | 185 | |
| Establecimientos Colliere S.A. | <u>1</u> | <u> </u> | <u>41</u> | <u> </u> |
| | 1,489 | 1.4 | 3,985 | 2.1 |

Producto: Oxido de Magnesio MgO

Grado Analítico

| | | | | |
|---------------------|----------|-------------|-----------|-------------|
| Cimatec | 13 | | 74 | |
| Ifarpe | 24 | | 83 | |
| Merck Peruana | 16 | | 226 | |
| Distribuidora Albis | <u>3</u> | <u> </u> | <u>48</u> | <u> </u> |
| | 56 | 0.1 | 451 | 0.2 |

Producto: Estearato Oxido de Magnesio

Importador:

| | | | | |
|-----------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Droguerías Kahan S.A. | <u>500</u> | <u> </u> | <u>687</u> | <u> </u> |
| | 500 | 0.5 | 687 | 0.4 |

.....//

//.....

Producto: Oxido de Magnesio(Liviano) MgO

Grado Neopreno

| <u>Importadores:</u> | <u>Kgs.Netos</u> | <u>%</u> | <u>Valor CIF(\$US)</u> | <u>%</u> |
|----------------------------|------------------|---------------|------------------------|---------------|
| Zapatería El Diamante | 3,000 | | 3,368 | |
| Fca.de Calzado Peruano. | 1,000 | | 1,011 | |
| Industrias Delta | 1,000 | | 1,077 | |
| Ind.del Jebe y Derivados. | 1,000 | | 1,140 | |
| Pegamentos Sintéticos S.A. | 1,701 | | 1,463 | |
| Ind.Químicas Bi-Color S.A. | 1,996 | | 1,808 | |
| Tereson Peruana S.A. | 3,402 | | 2,760 | |
| Lima Rubber Co. | 907 | | 830 | |
| Lima Tecnocientífica | 15 | | 34 | |
| | <u>14,021</u> | <u>13.1</u> | <u>13,491</u> | <u>7.2</u> |
| TOTAL | <u>106,804</u> | <u>100.0%</u> | <u>188,685</u> | <u>100.0%</u> |

FUENTE: Dirección General de Aduanas - Perú (Callao)

(Pólizas de Importaciones)

Existen algunas diferencias con el total de las importaciones mostradas en el cuadro F-3.

Como puede observarse del cuadro F-4, la mayor importación de estos productos es del Hidróxido de Magnesio, en el grado farmacéutico, siendo el principal importador el Labora-

torio Sidney Ross S.A., quien utiliza este producto para la elaboración del antiácido conocido como "Leche de Magnesia".

CUADRO F-5

IMPORTACIONES DE OXIDO E HIDROXIDO DE MAGNESIO PARA LOS
AÑOS 1972, 1973, 1974 (Acumuladas)

Productos Hidróxido de Magnesio y Oxido de Magnesio
Grado Farmacéutico

| <u>Importadores:</u> | <u>Kgs. BRUTO</u> |
|----------------------------|-------------------|
| Sidney Ross S.A. | 217,667 |
| Bayer Químicas Unidas S.A. | 20,180 |
| Laboratorios Alfa S.A. | 6,387 |
| Laboratorios Efesa S.A. | 2,385 |
| Laboratorios Wyeth Inc. | 2,214 |
| Laboratorios Roussel | 2,174 |
| Droguería Kahan S.A. | 1,582 |
| Productos Roche QFSA | 3,650 |
| Otros | <u>2,043</u> |
| TOTAL | 258,282 ===== |

.....//

//.....

Producto: Oxido de Magnesio

Grado Neopreno

| <u>Importadores :</u> | <u>Kgs. BRUTO</u> |
|----------------------------------|-------------------|
| Tereson Peruana S.A. | 11,853 |
| Fca. de Calzado "El Diamante" | 7,889 |
| Industrias Químicas Bicolor S.A. | 4,987 |
| Pegamentos Sintéticos | 3,861 |
| Ind. de Jebe y Derivados S.A. | 3,064 |
| Lima Rubber Company S.A. | 2,331 |
| Adhesivos Industriales S.A. | 1,857 |
| Fca. de Calzado Peruano | 1,655 |
| Cía Industrial del Perú | 1,645 |
| Industria Delta | 1,064 |
| Hidroquímica Indust. S.A. | 1,020 |
| Freno S.A. | 1,020 |
| Otros | <u>5,900</u> |
| TOTAL | 48,146 ===== |

Y los países proveedores de la Magnesita Calcinada, del Oxido de Magnesio y de los ladrillos refractarios magnesianos para el Perú, en los años 1972 a 1974 se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO F-6

Producto importado: Magnesita Calcinada

| <u>País Proveedor</u> | <u>1972</u> | <u>1973</u> | <u>1974</u> |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | <u>Kgs. Bruto</u> | | |
| Alemania Occidental | 40,712 | 6,183 | 9,763 |
| Brasil | 1'693,360 | 1'193,287 | 2'462,025 |
| Bélgica-Luxemburgo | 180 | -- | -- |
| Países Bajos | 1,530 | 1,650 | -- |
| Estados Unidos | 1,093 | -- | -- |
| Suiza | 993 | 1,914 | -- |
| Reino Unido | -- | -- | 16,860 |
| TOTAL | <u>1'737,865</u> ===== | <u>1'203,034</u> ===== | <u>2'488,648</u> ===== |

Producto importado: Oxido de Magnesio

| <u>País Proveedor</u> | <u>1972</u> | <u>1973</u> | <u>1974</u> |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | <u>Kgs. Bruto</u> | | |
| Alemania Occidental | 4,387 | 24,572 | 6,163 |
| Estados Unidos | 101,359 | 56,663 | 105,599 |
| Japón | 1 | -- | 224 |
| Países Bajos | 51 | 28 | --- |
| Reino Unido | 1,435 | 428 | 2,597 |
| Suiza | 53 | 100 | 640 |
| Canadá | -- | 1,900 | --- |
| Francia | -- | 184 | --- |
| TOTAL | <u>107,297</u> ===== | <u>83,871</u> ===== | <u>115,223</u> ===== |

Producto importado: Ladrillos Refractarios Magnesianos

| <u>País Proveedor</u> | <u>1972</u> | <u>1973</u> | <u>1974</u> |
|-----------------------|-------------------|-------------|-------------|
| | <u>Kgs. Bruto</u> | | |
| Alemania Occidental | 348,882 | 879,950 | 523,362 |
| Austria | 151,800 | 522,802 | 116,710 |
| Canadá | 414,738 | --- | --- |
| Estados Unidos | 318,509 | 195,847 | 93,728 |
| Italia | --- | 1'018,119 | --- |
| España | --- | --- | 4,840 |
| Francia | --- | --- | 104,605 |
| TOTAL | 1'399,949 | 2'616,718 | 843,245 |
| | ===== | ===== | ===== |

El área nacional resulta aún un mercado incipiente para la manufactura del óxido de magnesio en sus diversos grados, debido al poco número de industrias que utilizan materiales refractarios, a excepción de las industrias metalúrgicas, fábricas de vidrio, de cemento y cerámicos.

F.3.2 A Nivel Andino

El mercado andino representa un reto que compromete seriamente el sector industrial y en general a toda la economía peruana.

En el caso específico de la producción del óxido de magnesio en los tres grados antes descritos, el Perú no tendría competidor a nivel andino, ya que ninguno de los países -

del GRAN lo producen.

A continuación mostramos las importaciones de los productos derivados del magnesio en cada uno de los países miembros del GRAN:

- a. Bolivia
- b. Colombia
- c. Chile(*)
- d. Ecuador
- e. Venezuela

(*) Hacemos la salvedad, que cuando se realizó el presente estudio, Chile todavía no se había retirado del GRAN, como lamentablemente lo ha hecho.

a. BOLIVIA

CUADRO F-7

IMPORTACIONES DEL OXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | KGS. BRUTO | VALOR CIF (\$US) |
|------|------------|------------------|
| 1965 | 1,741 | 1,140 |
| 1966 | 1,823 | 949 |
| 1967 | 3,520 | 2,004 |
| 1968 | 4,245 | 1,107 |
| 1969 | 1,622 | 1,158 |
| 1970 | 7,188 | 3,791 |
| 1971 | 563 | 881 |
| 1972 | 4,924 | 6,183 |
| 1973 | 2,717 | 3,715 |
| 1974 | 3,086 | 3,642 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Bolivia.

CUADRO F-8

IMPORTACIONES DE:

| AÑO | LADRILLOS REFRACTARIOS MAGNESIANOS | | MAGNESITA CALCINADA | |
|------|------------------------------------|------------------|---------------------|------------------|
| | Kg. Neto | Valor CIF (\$US) | Kg. Bruto | Valor CIF (\$US) |
| 1965 | 178,097 | 31,898 | 507 | 196 |
| 1966 | 246,054 | 45,597 | 11 | 14 |
| 1967 | 81,963 | 14,665 | | |
| 1968 | 188,931 | 51,495 | 60,016 | 7,148 |
| 1969 | 178,655 | 35,237 | 472 | 133 |
| 1970 | 102,171 | 31,626 | 66,470 | 12,609 |
| 1971 | 208,970 | 57,646 | 41,238 | 10,652 |
| 1972 | 57,672 | 23,016 | ----- | ----- |
| 1973 | 125,565 | 26,211 | 780 | 552 |
| 1974 | 109,955 | 36,624 | 41,222 | 11,446 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Bolivia

Producción de Bolivia.- Este país no produce ningún tipo de derivados del magnesio. Producen ladrillos refractarios, pero no del tipo básico, por lo que no se considera como una oferta competitiva.

Exportación de Bolivia.- Dentro del período analizado, 1965-1974, este país no registra exportaciones de los productos - derivados del magnesio.

b. COLOMBIA

CUADRO F-9

IMPORTACIONES DEL OXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | KGS. NETO | VALOR CIF (\$US) |
|------|-----------|------------------|
| 1965 | 298,469 | 56,344 |
| 1966 | 779,410 | 143,290 |
| 1967 | 122,853 | 47,102 |
| 1968 | 322,252 | 119,590 |
| 1969 | 377,253 | 106,684 |
| 1970 | 454,528 | 161,824 |
| 1971 | 151,936 | 86,058 |
| 1972 | 161,772 | 97,985 |
| 1973 | 245,968 | 156,735 |
| 1974 | 341,412 | 221,236 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Colombia.

CUADRO F-10

IMPORTACIONES DE:

| AÑO | LADRILLOS REFRACT. MAGNESIANOS | | MAGNESITA CALCINADA | |
|------|--------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | Kg. Neto | Valor CIF(\$US) | Kg. Neto | Valor CIF(\$US) |
| 1965 | 903,927 | 215,020 | ---- | ---- |
| 1966 | 481,649 | 103,185 | 10,000 | 3,515 |
| 1967 | 1'521,472 | 317,693 | ---- | ---- |
| 1968 | 1'653,233 | 320,040 | 23,495 | 8,515 |
| 1969 | 597,800 | 126,074 | ---- | ---- |
| 1970 | 2'363,836 | 504,073 | ---- | ---- |
| 1971 | 2'285,346 | 532,040 | ---- | ---- |
| 1972 | 2'125,970 | 501,835 | 1 | 6 |
| 1973 | 1'960,424 | 482,489 | 234 | 101 |
| 1974 | 2'338,376 | 678,501 | 52,646 | 18,811 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Colombia.

(1) Listado de las Importaciones de Colombia (Biblioteca del Acuerdo de Cartagena).

Producción de Colombia .- En este país existe una Cía(2) que produce el sulfato, óxido y carbonato de magnesio, a partir de un yacimiento de carbonato de magnesio ubicado en el departamento del Cauca. Y en el caso de la producción del óxido de magnesio, esta planta colombiana logra competir ante los yacimientos de salmueras de Bayóvar, donde puede obtenerse un 99% de pureza para el MgO.

(2) Cía Colombiana- Bolivalle S.A.

Exportaciones de Colombia .- Revisando los Anuarios de Comercio Exterior de este país, observamos que ha realizado exportaciones de óxido y sulfato de magnesio en pequeñas cantidades, así para el año 1974, exportó:

1,400 Kgs. de MgO a Ecuador y

4,500 Kgs. de MgSO₄ a Venezuela.

Colombia se distingue de los demás países del GRAN de mayor desarrollo relativo, porque su importación de magnesita es menor que en los otros países, salvo las que hemos anotado en el Cuadro F-10.

Los principales países proveedores de los ladrillos refractarios magnesianos, en los años 1972, 1973 y 1974 son mostrados en el siguiente cuadro: (Cuadro F-11).

CUADRO F-11

| <u>Países Proveedores</u> | <u>Kgs. Neto</u> | <u>Años</u> | <u>%</u> |
|---------------------------|------------------|---------------|-------------|
| Estados Unidos | 1'952,037 | (72, 73, 74) | 30.38 |
| Austria | 1'384,369 | (72, 73, 74) | 21.55 |
| Canadá | 1'003,354 | (72, 73, 74) | 15.62 |
| Yugoslavia | 711,350 | (73, 74) | 11.07 |
| Brasil | 356,205 | (74) | 5.54 |
| Australia | 337,760 | (73, 74) | 5.26 |
| Checoslovaquia | 301,290 | (72, 74) | 4.69 |
| Italia | 111,125 | (74) | 1.73 |
| México | 93,785 | (73, 74) | 1.46 |
| Francia | 91,144 | (74) | 1.42 |
| Reino Unido | 55,019 | (72, 73) | 0.86 |
| España | <u>27,332</u> | (73) | <u>0.42</u> |
| | 6'424,770 | | 100.00% |

FUENTE : Anuarios de Comercio Exterior de Colombia.

Y los principales países proveedores del óxido de magnesio en los años 1972, 1973 y 1974 se muestran en el Cuadro -- F-12:

CUADRO F-12

| <u>Países Proveedores</u> | <u>Kgs. Neto</u> | <u>Años</u> | <u>%</u> |
|---------------------------|------------------|-------------|----------|
| Estados Unidos | 335,475 | (72,73,74) | 44.78 |
| Francia | 156,691 | (72,73,74) | 20.92 |
| Países Bajos | 104,691 | (72,73,74) | 13.96 |
| Italia | 61,772 | (72,73,74) | 8.25 |
| Alemania Occidental | 51,412 | (72,73,74) | 6.86 |
| Austria | 20,000 | (74) | 2.67 |
| Reino Unido | 17,357 | (72,73,74) | 2.32 |
| Suiza | 1,500 | (72,73,74) | 0.20 |
| Bélgica y Luxemburgo | 270 | (73,74) | 0.04 |
| | 749,085 | | 100.00% |

FUENTE : Anuarios de Comercio Exterior de Colombia

e. CHILE

CUADRO F-13

IMPORTACIONES DE OXIDO DE MAGNESIO

| <u>AÑO</u> | <u>KGS.NETO</u> | <u>VALOR CIF (\$US)</u> |
|------------|-----------------|-------------------------|
| 1965 | 38,690 | 29,654 |
| 1966 | 77,900 | 36,949 |
| 1967 | 37,900 | 27,928 |
| 1968 | 29,357 | 20,906 |
| 1969 | 47,703 | 37,112 |
| 1970 | 72,924 | 49,160 |
| 1971 | 81,492 | 56,563 |
| 1972 | 75,740 | 54,799 |
| 1973 | 112,626 | 85,380 |
| 1974 | 289,008 | 214,570 |

CUADRO F-14

IMPORTACIONES DE:

| AÑO | LADRILLOS REFRACT.MAGNESIANOS | | MAGNESITA CALCINADA | |
|------|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | Kgs. Neto | Valor CIF(\$US) | Kgs. Neto | Valor CIF(\$US) |
| 1965 | 20'865,300 | 4'465,419 | 7'450,645 | 713,251 |
| 1966 | 19'295,094 | 4'610,461 | 4'872,722 | 440,425 |
| 1967 | 1'780,100 | 279,495 | 2'719,400 | 346,930 |
| 1968 | 730,800 | 145,004 | 3'156,240 | 252,305 |
| 1969 | 7'173,800 | 2'201,710 | 2'822,600 | 363,021 |
| 1970 | 8'691,900 | 2'177,287 | 2'132,609 | 273,199 |
| 1971 | 12'923,600 | 3'104,677 | 16'945,000 | 347,705 |
| 1972 | 3'692,400 | 1'055,300 | 6'595,100 | 731,285 |
| 1973 | 3'105,900 | 945,528 | 1'338,200 | 195,000 |
| 1974 | 13'737,100 | 4'369,126 | 5'050,372 | 719,406 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Chile.

Producción de Chile.- La industria Chilena, no produce derivados del magnesio, observándose además que de los productos importados los que revisten más importancia son los de ladrillos refractarios magnesianos, la magnesita y el óxido de magnesio, que son empleados frecuentemente en la industria siderúrgica.

Las principales empresas chilenas(1) importadoras de la magnesita son:

- Cía Aceros del Pacífico S.A.
- Famae - Fab. y Maestranzas del Ejército
- Indac - Estab. Metal Indac S.A.

(1) Fuente: Perfil Analítico de Magnesita.

.....//

- Ind. Metal Aza S.A.
Refractarios Chilenos S.A.
- Refractarios Lota Green S.A.

Exportación de Chile .- No se registran exportaciones, salvo unas hechas a Bolivia y que no es muy significativa, por lo que no se ha considerado.

d. ECUADOR

CUADRO F-15

IMPORTACIONES DE OXIDO DE MAGNESIO

| <u>AÑO</u> | <u>KGS. NETO</u> | <u>VALOR CIF (\$US)</u> |
|------------|------------------|-------------------------|
| 1965 | 47,710 | 30,322 |
| 1966 | 33,753 | 27,766 |
| 1967 | 39,041 | 20,670 |
| 1968 | 45,668 | 25,901 |
| 1969 | 39,665 | 28,986 |
| 1970 | 55,969 | 38,097 |
| 1971 | 25,193 | 18,217 |
| 1972 | 30,212 | 31,780 |
| 1973 | 49,126 | 47,062 |
| 1974 | 58,773 | 58,950 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior del Ecuador.

(1) //.... Boletín N°17 - Ministerio de Minas y Energía
Por, Joselirido Do Carmo Silva (Rio de Janeiro
GB 1973).

Producción de Ecuador.- En este país existe una planta industrial que produce refractarios a partir de la magnesita importada. Y de los demás productos derivados del magnesio no se ha detectado producción alguna.

CUADRO F-16
IMPORTACIONES DE:

| AÑO | LADRILLOS REFRACT.MAGNESIANOS | | MAGNESITA CALCINADA | |
|------|-------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| | Kgs. Neto | Valor CIF(\$US) | Kgs. Neto | Valor CIF(\$US) |
| 1965 | 50,312 | 10,146 | 3,850 | 492 |
| 1966 | 32 | 88 | 3,561 | 958 |
| 1967 | 77,152 | 14,208 | 4,000 | 949 |
| 1968 | 16,600 | 2,085 | 4,000 | 737 |
| 1969 | 100,341 | 20,336 | 590 | 400 |
| 1970 | 108,226 | 39,863 | 4,172 | 1,330 |
| 1971 | 105,470 | 24,120 | 5,500 | 1,460 |
| 1972 | 378,926 | 90,391 | 7,363 | 1,891 |
| 1973 | 330,962 | 98,859 | 3,390 | 1,708 |
| 1974 | 354,525 | 90,758 | 8,147 | 4,290 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Ecuador.

Exportación de Ecuador.- No se registran exportaciones de los productos estudiados.

e. VENEZUELA

CUADRO F-17
IMPORTACIONES DE OXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | KGS. NETO | VALOR CIF (\$US) |
|------|------------|------------------|
| 1965 | 2'656,259 | 236,332 |
| 1966 | 1'317,980 | 123,385 |
| 1967 | 3'610,891 | 299,396 |
| 1968 | 6'695,270 | 553,017 |
| 1969 | 5'066,670 | 494,899 |
| 1970 | 9'308,505 | 815,705 |
| 1971 | 18'642,782 | 1'509,540 |
| 1972 | 15'110,778 | 1'341,497 |
| 1973 | 3'526,607 | 446,744 |
| 1974 | 6'444,241 | 753,569 |

CUADRO F-18
IMPORTACIONES DE:
MAGNESITA LADRILLOS REFRACT.MAGNESIANOS

| AÑO | MAGNESITA | | LADRILLOS REFRACT.MAGNESIANOS | |
|------|-----------|------------------|-------------------------------|------------------|
| | Kgs. Neto | Valor CIF (\$US) | Kgs. Neto | VALOR CIF (\$US) |
| 1965 | 2'113,970 | 173,690 | 4'234,869 | 678,307 |
| 1966 | 2'218,960 | 260,707 | 321,659 | 45,242 |
| 1967 | 1'799,291 | 172,100 | 554,249 | 215,726 |
| 1968 | 3'456,328 | 281,290 | 283,917 | 78,554 |
| 1969 | 3'687,690 | 288,210 | 524,320 | 170,811 |
| 1970 | 1'374,924 | 58,633 | 992,131 | 351,475 |
| 1971 | 284,852 | 32,571 | 370,861 | 152,422 |
| 1972 | 6,140 | 1,949 | 403,271 | 120,154 |
| 1973 | 19,030 | 3,672 | 545,200 | 217,986 |
| 1974 | 4'487,703 | 560,661 | 885,176 | 396,374 |

FUENTE: Anuarios de Comercio Exterior de Venezuela.

Producción de Venezuela.- Tampoco este país produce algún derivado del magnesio, a excepción de los refractarios, que los fabrica la firma Cerámica Carabobo S.A.(1) para lo cual importa magnesita principalmente del Japón y Brasil.

Exportación de Venezuela .- No exporta ningún producto derivado del magnesio.

Y según puede verse en el siguiente cuadro, Venezuela importa el óxido de magnesio y magnesita calcinada principalmente del Japón y Brasil.

CUADRO F-19

IMPORTACIONES DE MgO MAGNESITA CALCINADA

| PAIS PROVEEDOR | 1973 | | 1974 | |
|----------------|-------|-------|--------|-------|
| | Tons. | % | Tons. | % |
| Japón | 2,503 | 70.4 | 5,050 | 46.2 |
| Brasil | -- | -- | 4,050 | 36.6 |
| Estados Unidos | 776 | 21.8 | 762 | 6.9 |
| Otros | 276 | 7.8 | 1,122 | 10.3 |
| | 3,555 | 100.0 | 10,934 | 100.0 |

Podemos concluir, que para el período 1965-1974, según el Cuadro General siguiente, que el principal país importador

(1) Fuente: Perfil Analítico de Magnesita
Boletín N°17
Ministerio das Minas e Energía.

de ladrillos refractarios magnesianos y de magnesita, es Chile, con un promedio de 9,199 T/año y 5,308 T/año respectivamente, y para el óxido de magnesio es Venezuela el principal importador con un promedio de 7,238 T/año.

Por lo tanto podemos introducir nuestra producción de óxido de magnesio en dichos mercados, principalmente al país sureño vecino, por ser el mayor consumidor y por su cercanía que favorece al transporte marítimo.

La gran demanda de Chile, se debe a que es primer productor de cobre a nivel mundial, para lo cual requiere de grandes cantidades de magnesita calcinada y de ladrillos refractarios básicos; así mismo Venezuela, justifica su elevada demanda de óxido de magnesio, al poseer la mayor producción industrial siderúrgica dentro del grupo andino.

F.3.3 A Nivel Mundial.-

Basta observar el siguiente mapa del flujo del Comercio Mundial de Magnesita para tener conocimiento del Mercado Mundial del Óxido de Magnesio.

F.4 Demanda

1. Demanda a Nivel Nacional.- Dado que no hay producción nacional de óxido de magnesio, entonces, la demanda aparente será igual a la importación. Y además sabemos que el MgO constituye un bien intermedio que se destina a ser empleado en la producción de refractarios básicos

CUADRO GENERAL

PROMEDIO DEL CONSUMO DE DERIVADOS DEL MAGNESIO PARA LOS PAISES DEL GRAN
(Toneladas/Año) (Período 1965 - 1974)

| PAISES | LADRILLOS REFRACT. | % | OXIDO DE MAGNESIO | % | MAGNESITA | % |
|-----------|--------------------|---------|-------------------|---------|----------------|---------|
| BOLIVIA | 147.8 | 1.10 | 3.1 | 0.04 | 26.3 | 0.29 |
| COLOMBIA | 1,623.2 | 12.18 | 325.6 | 4.17 | 17.3 | 0.19 |
| CHILE | <u>9,199.6</u> | 69.06 | 86.3 | 1.11 | <u>5,308.3</u> | 58.67 |
| ECUADOR | 152.3 | 1.14 | 42.5 | 0.54 | 4.5 | 0.05 |
| PERU | 1,287.6 | 9.67 | 109.7 | 1.41 | 1,747.7 | 19.30 |
| VENEZUELA | 911.6 | 6.85 | 7,238.0 | 92.73 | 1,945.1 | 21.50 |
| TOTAL | 13,322.1 | 100.00% | 7,805.2 | 100.00% | 9,048.2 | 100.00% |

El contenido de MgO promedio para un ladrillo refractario magnesiano es del 80%.
Luego el promedio total de consumo de MgO de los países del GRAN para el período
1965-1974 es de 275,511.1 TM/AÑO.

(magnesianos), leche de magnesia, y en la industria del jebe-caucho, por lo que para un análisis de la demanda interna es suficiente tener en cuenta los datos de importaciones; de la magnesita calcinada (para refractarios) y del óxido de magnesio de los cuadros F-1 y F-3 respectivamente (pag.31 y Pag.44).

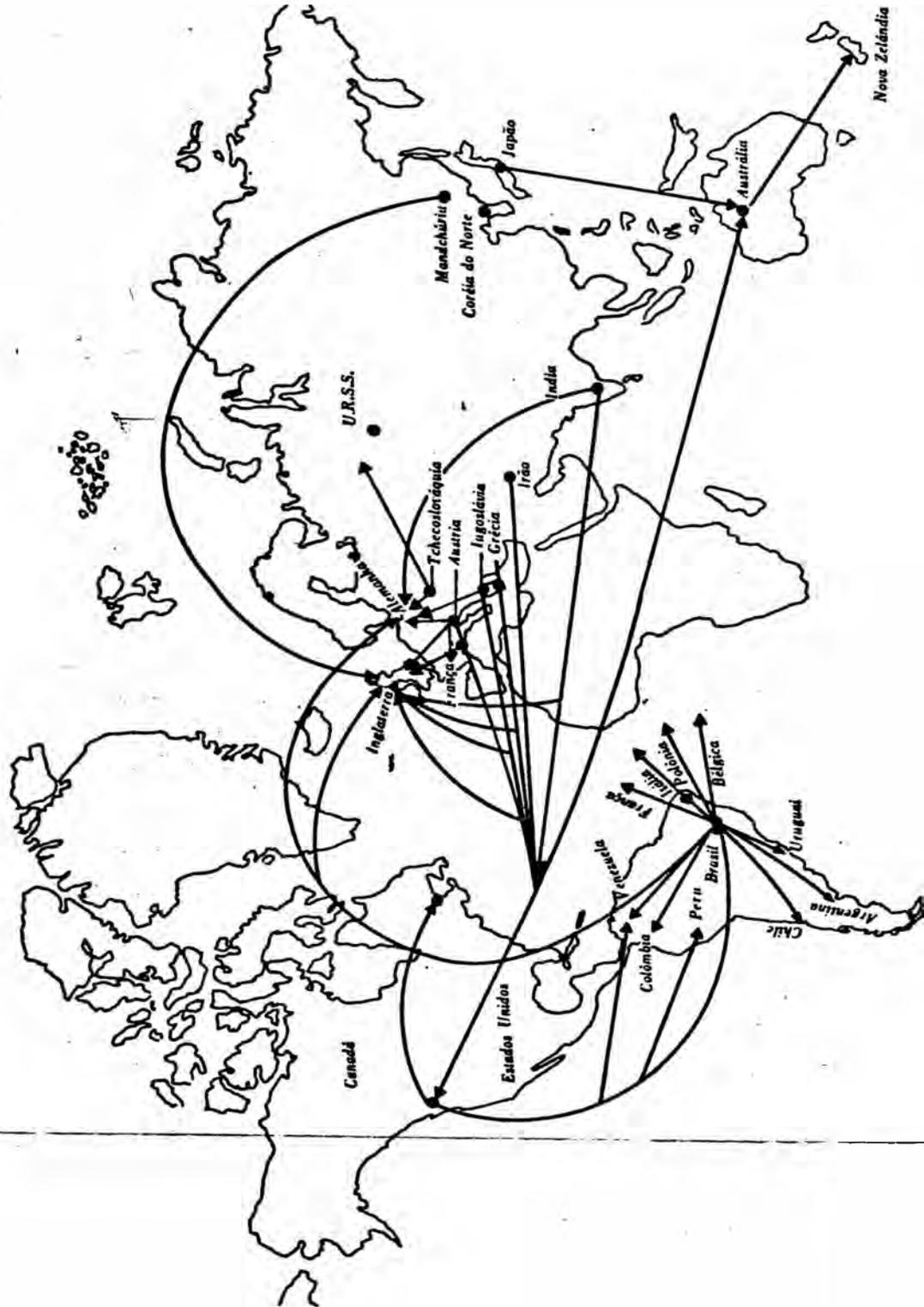
2. Demanda a Nivel Andino .- Igualmente, en los países miembros del GRAN no hay producción de óxido de magnesio, a excepción de Colombia que produce óxido, sulfato y carbonato de magnesio, para cubrir sus necesidades internas. Entonces el análisis de la demanda del área andina, deberá realizarse en base a los datos de importaciones del MgO y de la magnesita de los países miembros del GRAN, como se muestra en los cuadros siguientes:

CUADRO F-20

DEMANDA DEL GRAN

| <u>AÑO</u> | <u>MgO (T.M.)</u> | <u>MAGNESITA (T.M.)</u> |
|------------|-------------------|-------------------------|
| 1965 | 3,273.3 | 10,775.0 |
| 1966 | 2,327.7 | 8,378.1 |
| 1967 | 3,908.7 | 7,756.7 |
| 1968 | 7,176.3 | 7,719.8 |
| 1969 | 5,597.1 | 8,037.9 |
| 1970 | 10,047.0 | 5,093.8 |
| 1971 | 19,058.7 | 19,548.8 |
| 1972 | 15,490.7 | 8,346.5 |
| 1973 | 4,020.9 | 2,564.7 |
| 1974 | 7,251.7 | 12,128.7 |

FLUXO DO COMÉRCIO MUNDIAL DE MAGNESITA



F.5 Oferta

La industria tanto nacional como a nivel del área andina, requieren cada vez más cantidades de óxido de magnesio. Esto constituye una exigencia a la instalación de una planta de dicho producto, el que logrará sustituir las importaciones nacionales y satisfacer las demandas de los países del Grupo Andino.

Teniendo en cuenta que la instalación de la planta de MgO, está en función de la planta de salmueras, debido a que de ésta última se obtiene la materia prima principal; y que esta planta empezará a producir desde el año 1979 según estudios de Minero Perú, y nuestra planta en estudio podrá entrar en funcionamiento el año 1980. Además teniendo en cuenta los datos del Cuadro General y las tablas de demanda (Cuadro F-20); y por último la capacidad de producción dada de antemano por los diseños de los hornos rotatorios, llegamos a determinar una oferta de 40,000 T.M./Año de Oxido de Magnesio, distribuidos en sus tres grados, tal como se muestra enseguida:

OFERTA ESTIMADA

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| - MgO; GRADO PERICLASA | 36,000 T.M./Año |
| - MgO; GRADO MAGNESIA ACTIVA | 2,000 T.M./Año |
| - MgO; MAGNESIA DE ALTA PUREZA | <u>2,000</u> T.M./Año |
| PRODUCCION TOTAL DE MgO | 40,000 T.M./Año |

F.6 Demanda Proyectada

1. Demanda Interna Proyectada .- Aplicando el método de mínimos cuadrados a los datos de importaciones de los Cuadros F-1 y F-3, calculamos el crecimiento de la demanda nacional, tanto para la magnesita calcinada, como para el óxido de magnesio.

| AÑO | t | X (T.M.) | Xt | t ² |
|----------|-----------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1965 | 1 | 1,206.0 | 1,206.0 | 1 |
| 1966 | 2 | 1,272.9 | 2,545.8 | 4 |
| 1967 | 3 | 3,234.0 | 9,702.0 | 9 |
| 1968 | 4 | 1,019.7 | 4,078.8 | 16 |
| 1969 | 5 | 1,526.5 | 7,632.5 | 25 |
| 1970 | 6 | 1,515.7 | 9,094.2 | 36 |
| 1971 | 7 | 2,272.2 | 15,905.4 | 49 |
| 1972 | 8 | 1,737.9 | 13,903.2 | 64 |
| 1973 | 9 | 1,203.0 | 10,827.0 | 81 |
| 1974 | 10 | 2,488.6 | 24,886.0 | 100 |
| Σ | 55 | 17,476.5 | 99,780.9 | 385 |

$$t = 5.5 \quad n = 10 \quad \bar{X} = 1,747.7$$

$$b = \frac{n \sum Xt - \sum X \sum t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{(10)(99,780.9) - (17,476.5)(55)}{(10)(385) - (55)^2} = 44.4 \text{ T.M./Año}$$

$$b = 44.4 \text{ T.M./Año}$$

$$a = \bar{X} - b \bar{t}$$

$$a = 1,747.7 - 44.4(5.5) = 1,503.5$$

$$a = 1,503.5 \text{ T.M.}$$

Luego:

$$X' = 1,503.5 + 44.4 t$$

CUADRO F-21

DEMANDA INTERNA PROYECTADA DE LA MAGNESITA CALCINADA

| AÑO | t | DEMANDA (T.M.) |
|------|----|----------------|
| 1977 | 13 | 2,080.7 |
| 1978 | 14 | 2,125.1 |
| 1979 | 15 | 2,169.5 |
| 1980 | 16 | 2,213.9 |
| 1981 | 17 | 2,258.3 |
| 1982 | 18 | 2,302.7 |
| 1983 | 19 | 2,347.1 |
| 1984 | 20 | 2,391.5 |
| 1985 | 21 | 2,435.9 |
| 1986 | 22 | 2,480.3 |
| 1987 | 23 | 2,524.7 |
| 1988 | 24 | 2,569.1 |
| 1989 | 25 | 2,613.5 |
| 1990 | 26 | 2,657.9 |
| 1991 | 27 | 2,702.3 |

| AÑO | t | X (T.M) | Xt | t ² |
|----------|----|---------|---------|----------------|
| 1965 | 1 | 230.5 | 230.5 | 1 |
| 1966 | 2 | 116.8 | 233.6 | 4 |
| 1967 | 3 | 94.8 | 284.4 | 9 |
| 1968 | 4 | 79.5 | 318.0 | 16 |
| 1969 | 5 | 64.2 | 321.0 | 25 |
| 1970 | 6 | 147.9 | 887.4 | 36 |
| 1971 | 7 | 156.7 | 1,096.9 | 49 |
| 1972 | 8 | 107.3 | 858.4 | 64 |
| 1973 | 9 | 83.9 | 755.1 | 81 |
| 1974 | 10 | 115.2 | 1,152.0 | 100 |
| Σ | 55 | 1,196.8 | 6,137.3 | 385 |

$$\bar{t} = 5.5$$

$$n = 10$$

$$\bar{X} = 119.7$$

$$b = 1.3 \text{ T.M./Año}$$

$$a = 112.6 \text{ T.M.}$$

$$X' = 112.6 + 1.3 t$$

CUADRO F-22

DEMANDA INTERNA PROYECTADA PARA EL OXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | t | DEMANDA (T.M.) |
|------|----|----------------|
| 1977 | 13 | 129.5 |
| 1978 | 14 | 130.8 |
| 1979 | 15 | 132.1 |
| 1980 | 16 | 133.4 |
| 1981 | 17 | 134.7 |
| 1982 | 18 | 136.0 |
| 1983 | 19 | 137.3 |
| 1984 | 20 | 138.6 |
| 1985 | 21 | 139.9 |
| 1986 | 22 | 141.2 |
| 1987 | 23 | 142.5 |
| 1988 | 24 | 143.8 |
| 1989 | 25 | 145.1 |
| 1990 | 26 | 146.4 |
| 1991 | 27 | 147.7 |

2. Demanda Del GRAN Proyectada .- Igualmente aplicando el método de los mínimos cuadrados a los datos de demanda del GRAN en el Cuadro F-20, calculamos el crecimiento de la demanda para el área andina.

Así para el óxido de magnesio:

$$t = 55$$

$$X = 78,152.1$$

$$Xt = 502,669.1$$

$$t^2 = 385$$

$$\bar{t} = 5.5$$

$$(\bar{t})^2 = 3,025$$

$$n = 10$$

$$\bar{X} = 7,815.2$$

$$b = 882.8 \text{ T.M./Año}$$

$$a = 2,959.8 \text{ T.M.}$$

$$X' = 2,959.8 + 882.8t$$

Y para la magnesita:

$$X = 90,350$$

$$Xt = 500,415.7$$

$$\bar{X} = 9,035$$

$$b = 42.3$$

$$a = 8,802.4$$

$$X' = 8,802.4 + 42.3 t$$

CUADRO F-23
DEMANDA DEL GRAN PROYECTADA

| AÑO | t | OXIDO DE MAGNESIO (T.M.) | MAGNESITA (T.M.) |
|------|----|-----------------------------|---------------------|
| 1977 | 13 | 14,436.2 | 9,352.3 |
| 1978 | 14 | 15,319.0 | 9,394.6 |
| 1979 | 15 | 16,201.8 | 9,436.9 |
| 1980 | 16 | 17,084.6 | 9,479.2 |
| 1981 | 17 | 17,967.4 | 9,521.5 |
| 1982 | 18 | 18,850.2 | 9,563.8 |
| 1983 | 19 | 19,733.0 | 9,606.1 |
| 1984 | 20 | 20,615.8 | 9,648.4 |
| 1985 | 21 | 21,498.6 | 9,690.7 |
| 1986 | 22 | 22,381.4 | 9,733.0 |
| 1987 | 23 | 23,264.2 | 9,775.3 |
| 1988 | 24 | 24,147.0 | 9,817.6 |
| 1989 | 25 | 25,029.8 | 9,859.9 |
| 1990 | 26 | 25,912.6 | 9,902.2 |
| 1991 | 27 | 26,795.4 | 9,944.5 |

F.7 Tendencia de los Precios

Observando las demandas (en T.M.) y sus valores CIF (en \$ USA) respectivos, que aparecen en los cuadros de demanda de los países del GRAN, desde Bolivia (Cuadro F-7 y F-8) a Venezuela (Cuadros F-17 y F-18), incluyendo Perú (Cuadros F-1 y F-3), podemos notar la tendencia que siguen los precios (en \$ USA/TM.) de los productos, óxido de magnesio y de la magnesita calcinada.

El Cuadro F-24 y F-26 y el gráfico siguiente nos representan la tendencia ascendente que siguen los precios de los productos aquí estudiados.

F.8 Proyección de los Precios

Aplicando el método de los mínimos cuadrados a los datos de los precios que aparecen en los Cuadros F-24 y F-26, obtenemos las proyecciones de estos precios, y que aparecen en los Cuadros F-25 y F-27.

CUADRO F-24

PRECIOS DEL OXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | MgO (T.M.) | VALOR (\$US) | t | X (\$/T.M.) | Xt |
|----------|------------|--------------|----|-------------|---------|
| 1965 | 3,273.3 | 605,918 | 1 | 185.1 | 185.1 |
| 1966 | 2,327.7 | 338,144 | 2 | 145.3 | 290.6 |
| 1967 | 3,908.7 | 510,668 | 3 | 130.6 | 391.8 |
| 1968 | 7,176.3 | 873,494 | 4 | 121.7 | 486.8 |
| 1969 | 5,597.1 | 785,723 | 5 | 140.4 | 702.0 |
| 1970 | 10,047.0 | 1'141,459 | 6 | 113.6 | 681.6 |
| 1971 | 19,058.7 | 1'923,814 | 7 | 100.9 | 706.3 |
| 1972 | 15,058.7 | 1'717,789 | 8 | 110.9 | 887.2 |
| 1973 | 4,020.9 | 848,620 | 9 | 211.1 | 1,899.9 |
| 1974 | 7,251.7 | 1'459.706 | 10 | 201.3 | 2,013.0 |
| Σ | | | 55 | 1,460.9 | 8,244.3 |

$$\bar{t} = 5.5$$

$$n = 10$$

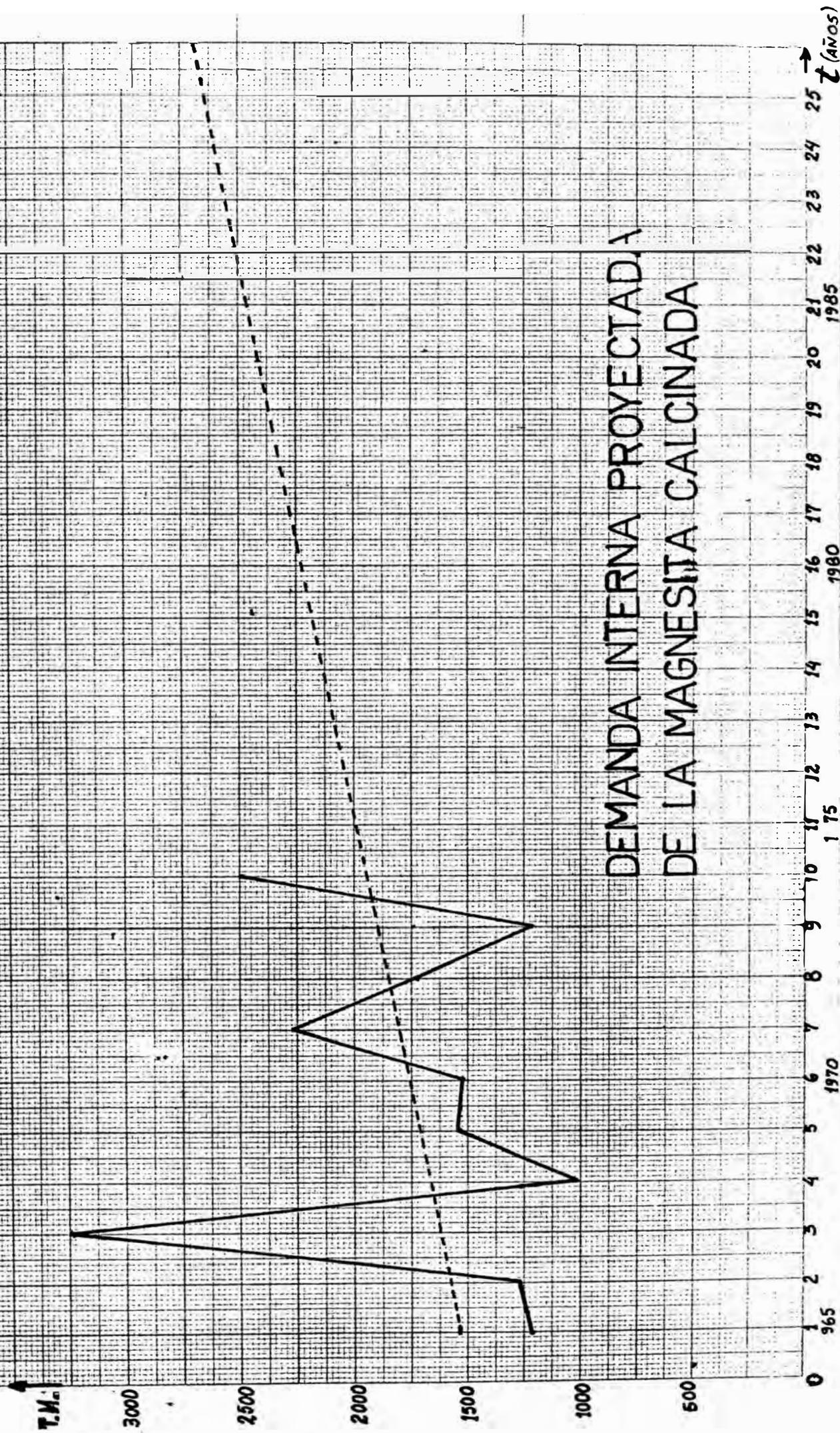
$$\bar{X} = 146.1$$

$$b = 2.5$$

$$a = 132.4$$

$$X' = 132.4 + 2.5 t$$

DEMANDA INTERNA PROYECTADA DE LA MAGNESITA CALCINADA



T.M.

200

100

20

0

DEMANDA INTERNA PROYECTADA DEL OXIDO DE MAGNESIO

25
AÑOS

24

23

22

21

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

10

1990

9

8

7

6

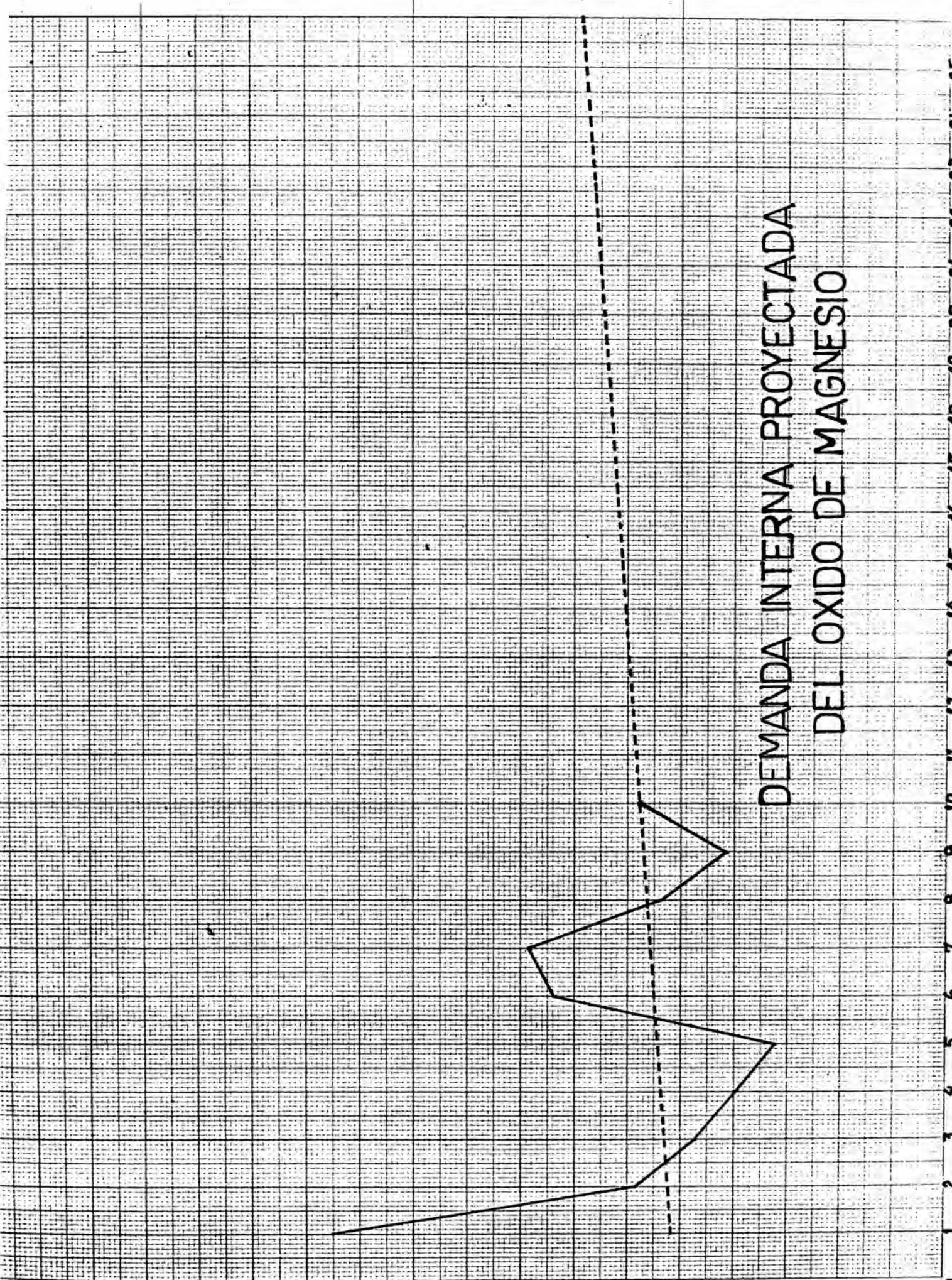
5

4

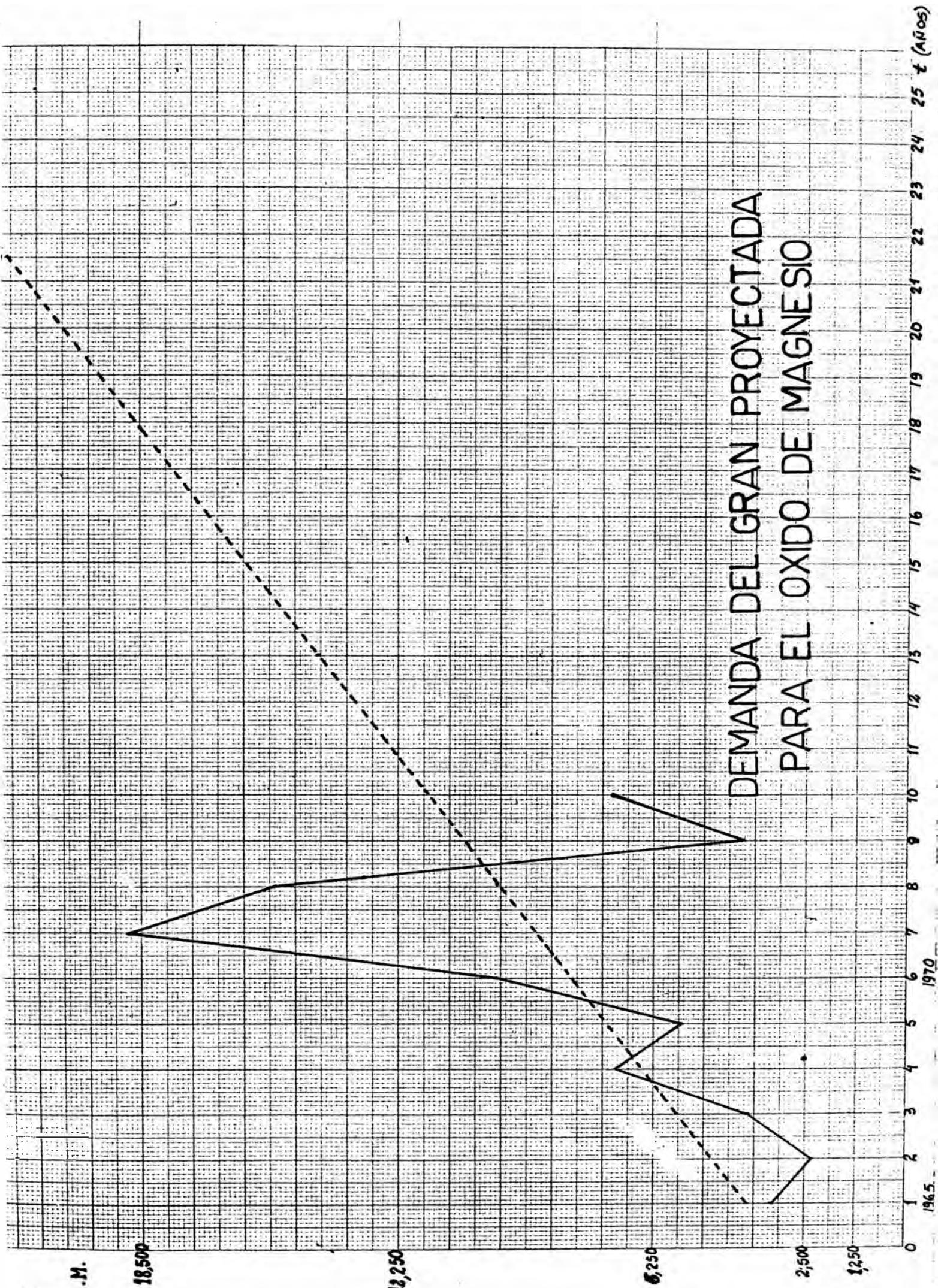
3

2

1



DEMANDA DEL GRAN PROYECTADA PARA EL OXIDO DE MAGNESIO



T.M.

15000

10,000

5000

2000

1000

0 1 2
10¹⁰ c

E AN
PAR

G
MAG

T DA

1070

10 11 12

14 15

16 17

18 19

20 21

2 23

24 25

(ANOS)

CUADRO F-25

PROYECCION DE LOS PRECIOS(*) DEL OXIDO DE MAGNESIO

| AÑO | t | \$/T.M. MgO |
|------|----|-------------|
| 1977 | 13 | 164.9 |
| 1978 | 14 | 167.4 |
| 1979 | 15 | 169.9 |
| 1980 | 16 | 172.4 |
| 1981 | 17 | 174.9 |
| 1982 | 18 | 177.4 |
| 1983 | 19 | 179.9 |
| 1984 | 20 | 182.4 |
| 1985 | 21 | 184.9 |
| 1986 | 22 | 187.4 |
| 1987 | 23 | 189.9 |
| 1988 | 24 | 192.4 |
| 1989 | 25 | 194.9 |
| 1990 | 26 | 197.4 |
| 1991 | 27 | 199.9 |

(*) En 1975 el costo del óxido de magnesio a nivel nacional, ascendía a 120 dólares por tonelada; sin embargo a fines del mismo se cotizaba en 140; y a principios de 1976 su valor era de \$US 155/Ton., equivalente a S/.7,000/Ton. Hemos considerado conservadoramente para el mercado externo S/.6,000/Ton. (\$US 133/Ton.)

CUADRO F-26

PRECIOS DE LA MAGNESITA

| AÑO | MAGNESITA (TM) | VALOR (\$US) | t | X (\$/TM) | Xt |
|------|----------------|--------------|----|-----------|---------|
| 1965 | 10,775.0 | 993,388 | 1 | 92.2 | 92.2 |
| 1966 | 8,378.1 | 823,717 | 2 | 98.3 | 196.6 |
| 1967 | 7,756.7 | 769,892 | 3 | 99.3 | 297.9 |
| 1968 | 7,719.8 | 636,599 | 4 | 82.5 | 330.0 |
| 1969 | 8,037.9 | 784,314 | 5 | 97.6 | 488.0 |
| 1970 | 5,093.8 | 507,893 | 6 | 99.7 | 598.2 |
| 1971 | 19,548.8 | 697,516 | 7 | 35.7 | 249.9 |
| 1972 | 8,346.5 | 890,636 | 8 | 106.5 | 852.0 |
| 1973 | 2,564.7 | 311,553 | 9 | 121.5 | 1,093.5 |
| 1974 | 12,128.7 | 1'567,012 | 10 | 129.2 | 1,292.0 |
| | | | 55 | 962.5 | 5,490.3 |

$$X' = 83.1 + 2.4 t$$

CUADRO F-27
PROYECCION DE LOS PRECIOS(*) DE LA MAGNESITA

| AÑO | t | \$/T.M. |
|------|----|---------|
| 1977 | 13 | 114.3 |
| 1978 | 14 | 116.7 |
| 1979 | 15 | 119.1 |
| 1980 | 16 | 121.5 |
| 1981 | 17 | 123.9 |
| 1982 | 18 | 126.3 |
| 1983 | 19 | 128.7 |
| 1984 | 20 | 131.1 |
| 1985 | 21 | 133.5 |
| 1986 | 22 | 135.9 |
| 1987 | 23 | 138.3 |
| 1988 | 24 | 140.7 |
| 1989 | 25 | 143.1 |
| 1990 | 26 | 145.5 |
| 1991 | 27 | 147.9 |

(*) Determinándose así para la magnesita un incremento anual en el precio de 2.4 \$/T.M.

Y en el caso de magnesio liviano, su actual cotización es de \$US0.60 lb. (1330 \$US/T.M.) vale decir - 60 mil soles la tonelada, precio que se emplea para valorar las ventas en el mercado nacional, mientras que en los países del GRAN se asumió conservadoramente 40 mil soles por tonelada (\$US886/T.M.).

TENDENCIA Y PROYECCION DE LOS PRECIOS

\$/T.M.

200

150

100

50

10

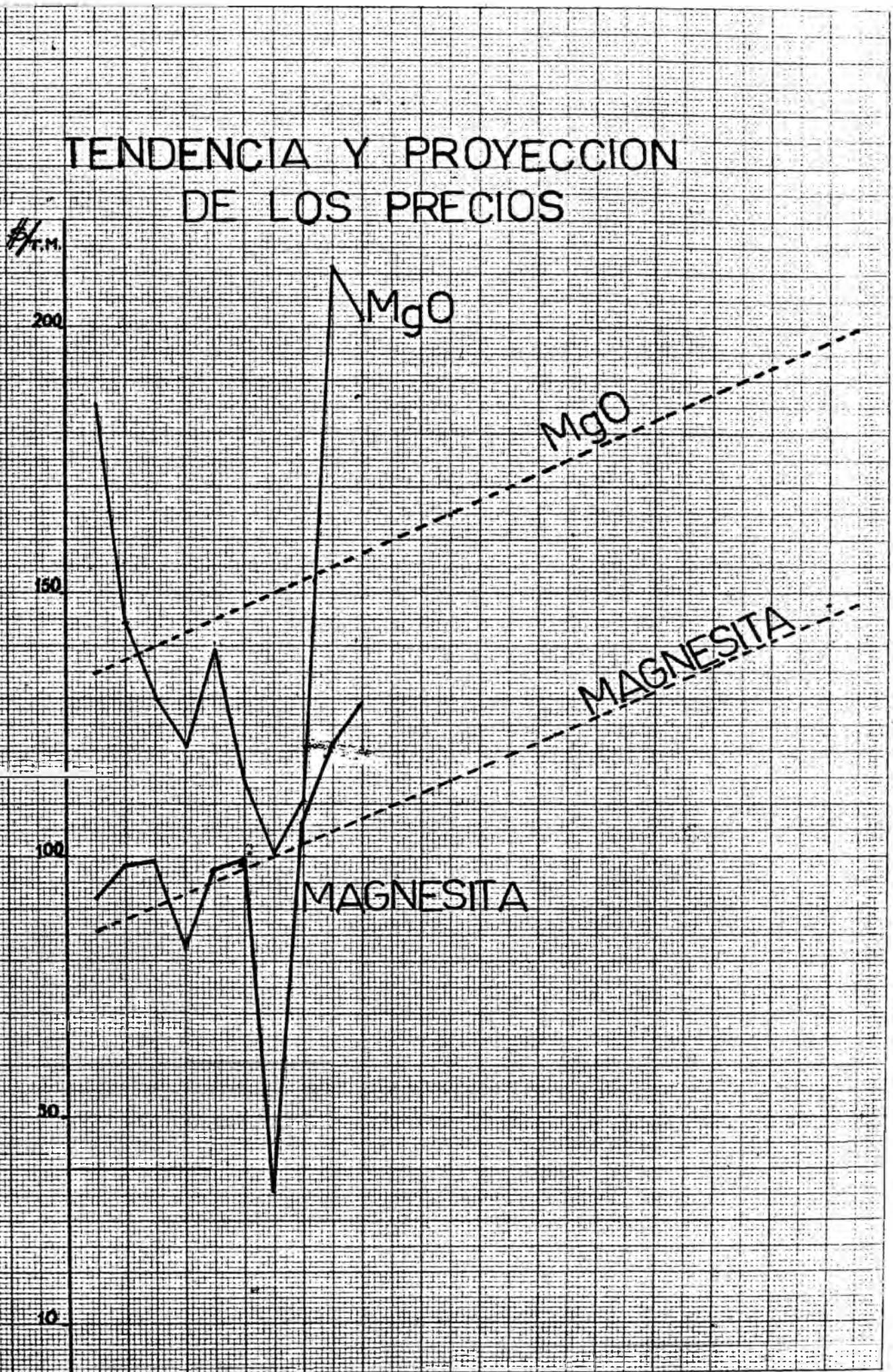
MgO

MgO

MAGNESITA

MAGNESITA

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 t (AÑOS)



G. ESTUDIO DE LAS MATERIAS PRIMAS: AMARGOS Y COQUINAS

G.1 Amargos

Actualmente Minero Perú ha realizado los estudios necesarios para ver la posibilidad técnica y el beneficio económico, que se obtienen en la producción de 100,000 Ton/Año - de Cloruro de Potasio (KCl) y 1'000,000 Tons/año de Cloruro de Sodio (NaCl), del yacimiento de Salmueras de Ramón en la Zona de Bayóvar, la cual se ubica a unos 30 Kms. del pueblo de Sechura, provincia de Piura-Dpto. de Piura, (Gráficas G-1 y G-2). Es decir estos estudios técnicos y la explotación de dichas salmueras están orientados por un lado a conseguir un aumento en la producción agrícola, esto debido a que la producción de cloruro de Potasioes parte del Proyecto Integral de Fertilizantes Potásicos de Bayóvar, y por otro lado el Cloruro de Sodio para la obtención de Soda Caústica (NaOH) y Cloro (Cl₂) que se requerirá en el Complejo Petroquímico Integrado, actualmente en estudios por empresas estatales.

Después de la extracción de salmueras y de conducir las a las pozas de evaporación, se desecha un exceso de una solución-residuo denominada AMARGOS (Bitters), y es ésta la solución que constituirá nuestra primera materia prima importante, la cual además no tiene una aplicación industrial definida dentro del estudio realizado por Minero Perú.

G.2 Geología del Yacimiento de Salmueras

Para tener una información acerca de la cantidad que podría disponerse en el futuro, de la materia prima conocida como "amargos", tendríamos que revisar la geología del yacimiento de salmueras.

El reservorio de salmueras es una cuenca de unos 80 Kms. de largo en dirección Norte-Sur, y unos 20 Kms. de ancho. Toda esta área es poco profunda y bastante plana, siendo la máxima altura de sus colinas ocasionales de 5 mts. sobre el nivel del mar. El área se encuentra erosionada en los sedimentos impermeables del Mioceno (diatomitas marinas, arenas y arcillas) y rellena con sedimentos porosos y permeables - del Cuaternario (arenas clasificadas, guijarros y conchas - marinas, halita, yeso y arcilla).

Las salmueras se encuentran en el subsuelo de todo el reservorio a profundidades que oscilan hasta 15 mts. por debajo de la superficie.

Además existen en las partes bajas del reservorio, áreas conocidas como "salinas", en donde la superficie de la salmueras está a muy poca profundidad. En estas áreas la acción capilar levanta continuamente las salmueras a la superficie, donde son rápidamente evaporadas; una costra conocida evaporita se compone de yeso, cal y halita.

Dada la extensión y el extraordinario potencial del re

servorio de salmueras, determinado en la primera etapa de prospección para su estudio, se dividió en 6 áreas alicuotas: Area Zapallal, Area Ramón, Area Ñamuc, Area Reventazón, Area Depresión Grande y Area Depresión Este.

El estudio desarrollado por Minero Perú sólo contempla la posibilidad de explotación de las salmueras del Area de Ramón, el cual consiste en un cuerpo central de evaporitas con alta permeabilidad, saturado con salmueras enriquecidas en sales de Cl^- , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Br^- , etc. encontrándose rodeado a su vez por un reservorio lleno de sedimentos de baja permeabilidad, saturado también en salmueras enriquecidas.

Las reservas de salmueras de Ramón, Zapallal, Ñamuc y Depresión Este, contienen 10'140,000 T.M. de KCl y además se estima que una extensión indeterminada del reservorio - está siendo alimentado constantemente con valores solubles desde los ríos Piura y Cascajal.

G.3 Coquinas

Asímismo dentro de esta zona de Bayóvar, se encuentran ubicadas en los márgenes del Estuario de Virrilá (Gráfica G-2), grandes depósitos de "conchuelas" que se han formado en gran parte por la deposición en espesores variables de material calcáreo, a base de caparzones de animales marinos (coquinas), las que se han estratificado en capas,

conformando capas de conchuelas, arena y piedras de diferentes tamaños.

Estas "coquinas" están siendo estudiadas por el Ministerio de Industrias y Turismo (MIT) para ver la posibilidad técnica-económica de fabricar productos como Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), Cloruro de Calcio (CaCl_2) o implementar una fábrica de cemento.

G.4 Calidad de las Materias Primas

Se obtendrán muchas ventajas en trabajar con estas materias primas, debido a que estas tienen una composición muy apreciada y cotizada en el mercado mundial.

1. Descripción de las Materias Primas

- a. AMARGOS .- La solución que queda de las salmueras - luego de extraerse el NaCl y KCl, es un líquido casi incoloro.

Gravedad específica (22°C) = 1.3474

Punto de ebullición = 117°C

Soluble en agua

pH = 5.56

- b. COQUINAS.- Las conchuelas son derivados de moluscos de la clase Gasterópodos. Y su estructura cruzada lamelar, indica que la mayor parte de las conchuelas tienen la composición de la Aragonita (CaCO_3) la que tiene una gravedad específica de 2.93 a 2.95.

Todas las muestras de los diferentes lugares del yacimiento tienen apariencias muy similares. Algunas de estas muestras consisten de las caparazones marinas y piedras cementadas por sales de cloruro de sodio.

Presentan las siguientes propiedades:

Humedad = 0.25%

Densidad Aparente = 1.31 gr/cc.

Densidad Real = 1.78 gr./cc.

Granulometría:

| MALLA | PESO 1 | PESO 2 | Dif. | |
|----------|-----------|--------|----------|---------|
| 0.710 mm | 566.10gr. | 595.14 | 29.04 | 58.08% |
| 0.25 mm | 445.72gr. | 453.81 | 8.09 | 16.18% |
| -0.125 | 425.21gr. | 433.46 | 8.25 (-) | 16.50% |
| +0.125 | 470.39gr. | 475.05 | 4.62 (+) | 9.24% |
| | | | | 100.00% |

2. Composiciones de las Materias Primas .

De los análisis químicos realizados a las muestras de las materias primas, se ha determinado: (Cuadro G-1).

CUADRO G-1

| <u>COMPOSICION DE LOS AMARGOS</u> (*) | | <u>COMPOSICION DE LAS COQUINAS</u> (**) | |
|--|--------|--|--------|
| Mg ⁺⁺ | 8.90% | CaCO ₃ | 90.25% |
| Na ⁺ | 0.18% | SiO ₂ | 3.64% |
| K ⁺ | 0.09% | Al ₂ O ₃ | 1.54% |
| Cl ⁻ | 23.42% | Fe ₂ O ₃ | 1.02% |
| SO ₄ ⁼ | 2.58% | MgCO ₃ | 1.10% |
| Br | 0.52% | H ₂ O | 2.45% |
| H ₂ O | 64.31% | | |

(*) También conocido como Aguas Madres Magnésicas. Esta muestra es de la Planta Piloto de la Pampa de las Salinas (Bayóvar).

(**) Muestra obtenida en la Consultoría EICA, la cual realiza los estudios de las coquinas para fabricar cemento.

G.5 Cantidad de Materia Prima Disponible

- a. AMARGOS .- Según el estudio de Prefactibilidad de Salmueras Primera Etapa - realizado por Minero Perú, sabemos que la extracción de Salmueras empezará con 22'000,000 Tns./año, las cuales serán transportadas a las pozas de evaporación que tienen un área total de 13.5 Km² y donde se adicionarán 1'500,000 Tns./año de agua dulce, y el agua que evapora a su vez -

en estas pozas es de 16'700,000 Tns/año; siendo además el exceso de NaCl obtenido de 4'150,000 tns/año y el "exceso de amargos" de 2'500,000 Tns/año que constituye la materia prima disponible por año. La solución restante de las pozas es transportada a las plantas de beneficio de NaCl con una capacidad de 1'000,000 Tns./año y a la de beneficio de potasa (KCl) con una capacidad de 100,000 Tns./año.

- b. COQUINAS. - Los espesores de las estratificaciones de las conchas marinas, varían desde 0.30 m a 2.00 m. Y de acuerdo a los estudios ejecutados por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) dentro de la zona de Bayóvar, han determinado que las reservas probadas y reservas probables de coquinas localizadas en los márgenes del Estuario de Virrilá (sobre todo en el Sur) es de 134'000,000 toneladas.

G.6 Disponibilidad Presente y Futura

- a. AMARGOS. - La producción de NaCl y KCl se ha programado de la siguiente manera:

| <u>AÑO</u> | <u>NaCl</u> | <u>KCl</u> |
|------------|----------------|--------------|
| 1979 | 500,000 Tns. | 50,000 Tns. |
| 1980 | 1'000,000 Tns. | 100,000 Tns. |

ésto para la primera etapa de explotación de las salmues

ras, lo que nos indica probablemente un aumento en la producción para años futuros, de los arriba indicados; además que con los estudios de la zona Ba yóvar se ha determinado que las reservas de las salmueras contienen 10 millones de toneladas de KCl, 40 millones de toneladas de $MgCl_2$ y 100 millones de toneladas de NaCl. Lo que indica, que puede explotarse estas reservas en un lapso de tiempo teórico de 100 años para la producción de KCl y NaCl; y además puede obtenerse 17'000,000 toneladas de OXIDO DE MAGNESIO, a partir de los 40 millones de toneladas de $MgCl_2$; lo que redundaría en un incremento en la materia prima necesaria (amargos), para cualquier proyecto futuro de ampliación de la planta de MgO. En el siguiente Cuadro G-2 mostramos datos acerca de las reservas, obtenidas en 150 perforaciones.

CUADRO G-2

RESERVAS TOTALES (*) RESERVORIOS DE SALMUERAS

| | EVAPORITAS RAMON | ARENAS RAMON | ZAPALLAL | ÑAMUC |
|---|---------------------|-----------------|----------|-------|
| Area (Km ²) | 41.6 | 86.6 | 306.5 | 176.8 |
| Espesor (m) | 15.9 | 8.3 | 6.8 | 5.2 |
| Volumen (M ³ x10 ⁸) | 6.61 | 7.19 | 20.84 | 9.19 |
| Porosidad (%) | 24.5 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| Volumen Teórico de Salmueras (m ³ x10 ⁸) | 1.62 | 2.16 | 6.25 | 2.76 |
| Gravedad Especí fica | 1.210 | 1.180 | 1.148 | 1.144 |
| Salmueras (T.M.x 10 ⁸) | 1.96 | 2.55 | 7.18 | 3.16 |
| Contenido de KCl (%) | 1.06 | 0.74 | 0.41 | 0.43 |
| KCl (T.M.x10 ⁶) | 2.08 | 1.89 | 2.94 | 1.36 |

RESERVAS TEORICAS

KCl

| | | |
|----------|-------|-----------------|
| RAMON(*) | ----- | 3'970,000 Tons. |
| ZAPALLAL | ----- | 2'940,000 " |
| ÑAMUC | ----- | 1'360,000 " |

(*) FUENTE .- Ante proyecto de Salmueras, realizado por Minero Perú.

(*) El presente anteproyecto comprende solamente la explotación de salmueras de Ramón.

b. COQUINAS.- Los grandes depósitos de "conchuelas" que han formado a lo largo de nuestra Costa, especialmente Sechura, Moquegua y Tacna, pueden ser aprovechadas para obtener la cal, mediante la calcinación de éstas, caparazones de animales marinos. Y la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), por ubicación del yacimiento ubicado en la zona de Bayóvar, determinó la existencia de 134 millones de toneladas de coquinas; para obtener los resultados antes mencionados, debió tenerse en cuenta que el factor de tonelaje In-situ de conchuela es de 1.5 T.M./m^3

La producción de cal a partir de conchuelas sólo se lleva a cabo en Ilo, por la Southern Perú Copper Corp., lo que nos indica la factibilidad técnico-económica de explotar los yacimientos de coquinas.

El requerimiento anual del horno de cal es de 114,568.8 T.M., entonces tenemos que hay una reserva estimada para $134 \times 10^6 / 114,568.8 = 1,169$ años teóricamente y estimando un factor de seguridad de 0.2, tenemos que puede explotarse hasta el año 2,218.

1. Explotación de las Materias Primas

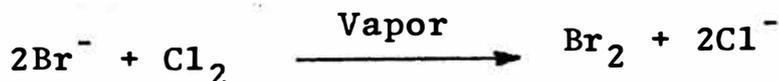
a. AMARGOS.- Como esta materia prima se encuentra al estado líquido, entonces su explotación es relativa-

mente fácil, limitándose solamente a un problema de transporte de fluidos.

- b. COQUINAS .- El yacimiento de coquinas, tiene fácil acceso a la planta de óxido de magnesio, ya que sólo se encuentra a unos 50 Kms. de la misma, lo cual hace que su explotación pueda efectuarse mediante una pala mecánica que tenga uñas en la cuchara para romper los blocks que puedan tener cierta dureza. También es conveniente tener en operación en las zonas del yacimiento, un bulldozer para hacer la remoción de las capas de arena a fin de facilitar el trabajo que ejecute la pala mecánica. Y como equipo auxiliar se debe contar con 2 camiones volquetes de 7 T.M. de capacidad que transporten el material de coquinas, desde el yacimiento hasta la planta de cal (adyacente a la planta de MgO).

G.7 Otros Usos de las Materias Primas

- a. AMARGOS .- Debido al apreciable contenido de sales de bromo (0.52% Br⁻) en los amargos, se puede pensar en obtener Bromo (Br₂) con miras a producir posteriormente dibromuro de etileno, el cual adicionado al plomo tetraetilo, forma un antidetonante empleado en gasolinas:





Dibromuro de Etileno.

Los amargos también podrían ser empleados en la producción de Carbonato de Magnesio:

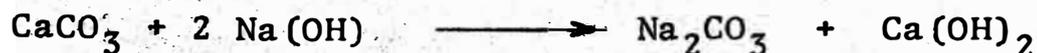


Además puede obtenerse el magnesio metálico por electrólisis del cloruro de magnesio:



b. COQUINAS .- Estas materias primas también puede ser utilizada para producir lo siguiente:

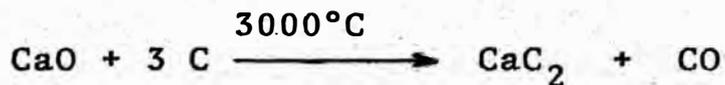
Carbonato de Sodio,



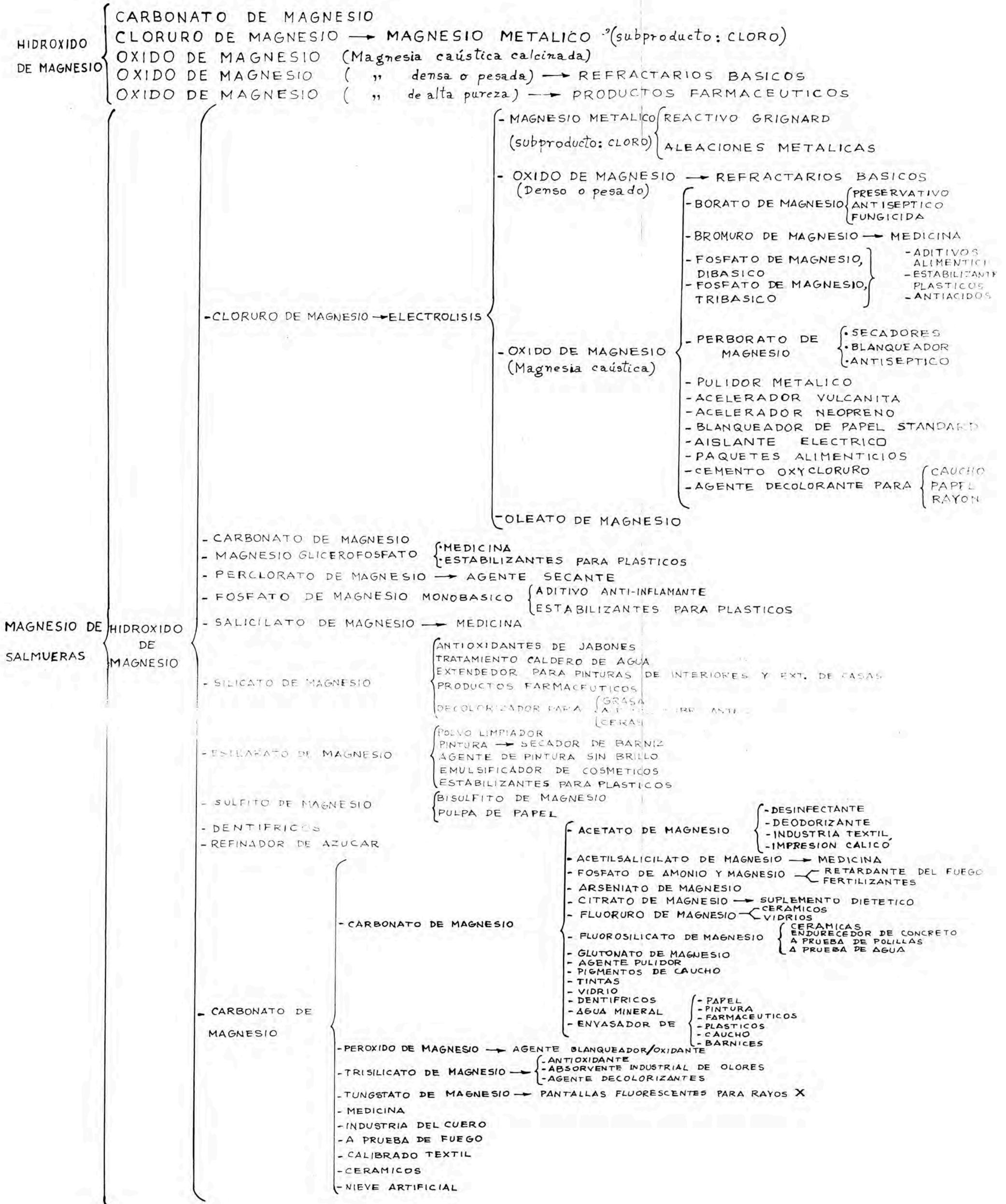
- Cloruro de Calcio,



Carburo de Calcio,



- En la manufactura del cemento, y en otros múltiples usos, como son: en fertilizantes, en relleno asfáltico, en la industria del papel, en la industria azucarera, en construcción, en la industria minera ,



DERIVADOS DE LAS SALMUERAS

en operaciones de concentración y en metalurgia co

mo fundente. La cal es por excelencia el regulador de pH más económico que se conoce, empleándose también como agente depresor en muchas plantas de flotación. La solubilidad máxima de la cal pura en agua fría es aproximadamente de 1.4 gr. de cal por litro de agua.

G.8 Futuras Materias Primas

Aparte de las salmueras de la zona Bayóvar, que son del tipo de las salmueras subterráneas de Michigan (EEUU), puede pensarse en utilizar en el futuro:

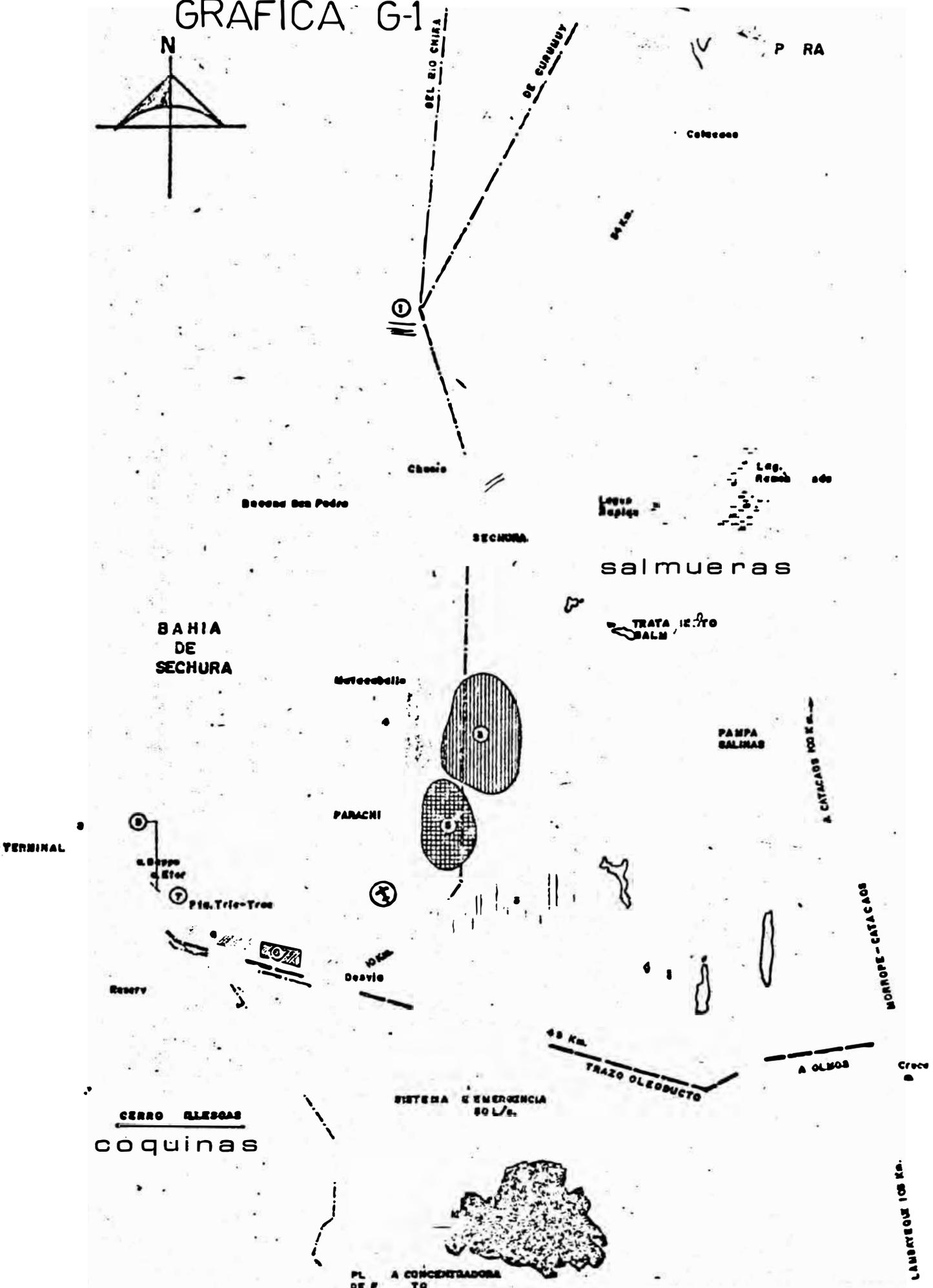
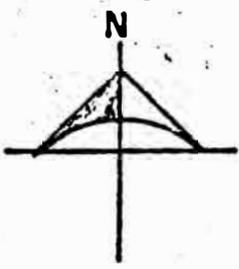
a. AGUA DE MAR .- Porque actualmente el agua del mar puede servir como una fuente muy importante e inextinguible de magnesio, y bromo, determinándose que cada milla cúbica de agua ($4,165 \times 10^6 \text{ m}^3$) contienen casi 6 millones de toneladas de magnesio, como sales de sulfato y cloruro; y de 67 a 70 gr. de bromo por m^3 de agua. Tal es así que la Cía norteamericana Dow Chemical extrae el magnesio -- del agua de mar en Freedport, Texas en el Golfo de México.

También en el Japón se obtiene magnesio a partir del agua del mar, pero lo que allí utilizan es la evaporación solar, para obtener cloruro de magnesio cristalizado.

b. MAGNESITA.- También se encuentra magnesio en los minerales insolubles denominados "magnesita", $MgCO_3$, y la "dolomita", $MgCO_3 \cdot CaCO_3$, que forman cadenas íntegras de montañas. La mayoría de las piedras calizas contienen cierta cantidad de carbonato de magnesio. Los principales depósitos de magnesita se encuentran en los siguientes países: Canadá, Estados Unidos, Brasil, España, Sud Africa, Austria, Yugoslavia, Grecia, Checoslovaquia, Rusia, Corea del Norte y Australia. (Perfil Analítico de Magnesita - Gráfica G-3).

Y sobre la obtención de Cal, podemos decir que la naturaleza tiene una gran variedad de rocas calizas entre las que podemos citar la "calcita", la "aragonita", greda, arcilla calcárea, mármol, conchas marinas. La roca común conocida por "piedra caliza" es un carbonato de calcio impuro, siendo esta una de las principales para obtener cal, junto en importancia con la "dolomita".

GRAFICA G-1

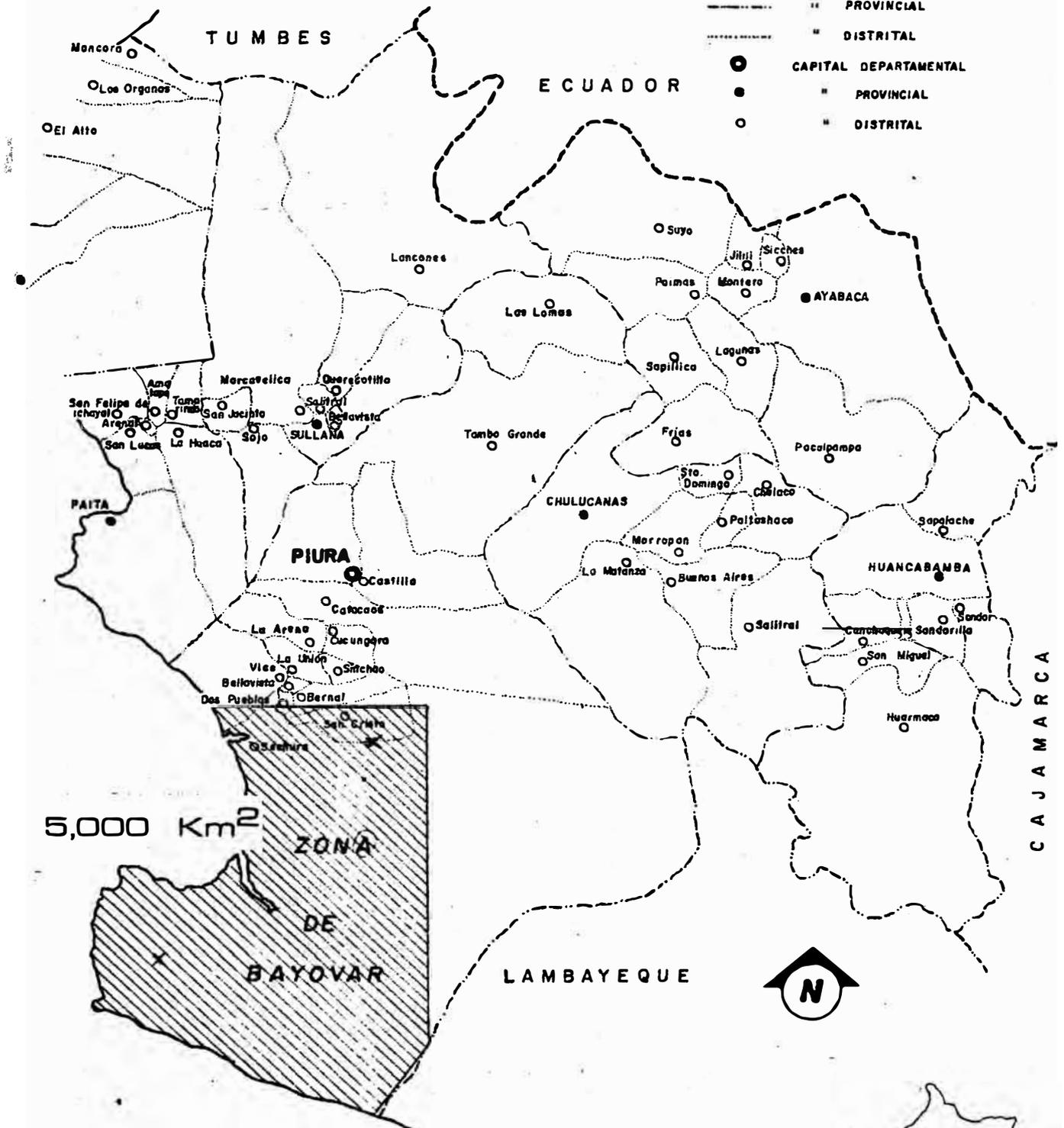


- 1.- SISTEMA DE AGUA POTABLE (A DETERMINAR)
- 2.- POSIBLE PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA
- 3.- AREA DE FORESTACION
- 4.- AREA DE RECREACION PLAYAS
- 5.- AREA URBANA
- 6.- AREA INDUSTRIAL
- T-P A T MO

GRAFICA G-2

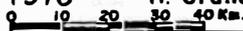
LEYENDA

- LIMITE INTERNACIONAL
- - - - - " DEPARTAMENTAL
- " PROVINCIAL
- " DISTRICTAL
- CAPITAL DEPARTAMENTAL
- " PROVINCIAL
- " DISTRICTAL



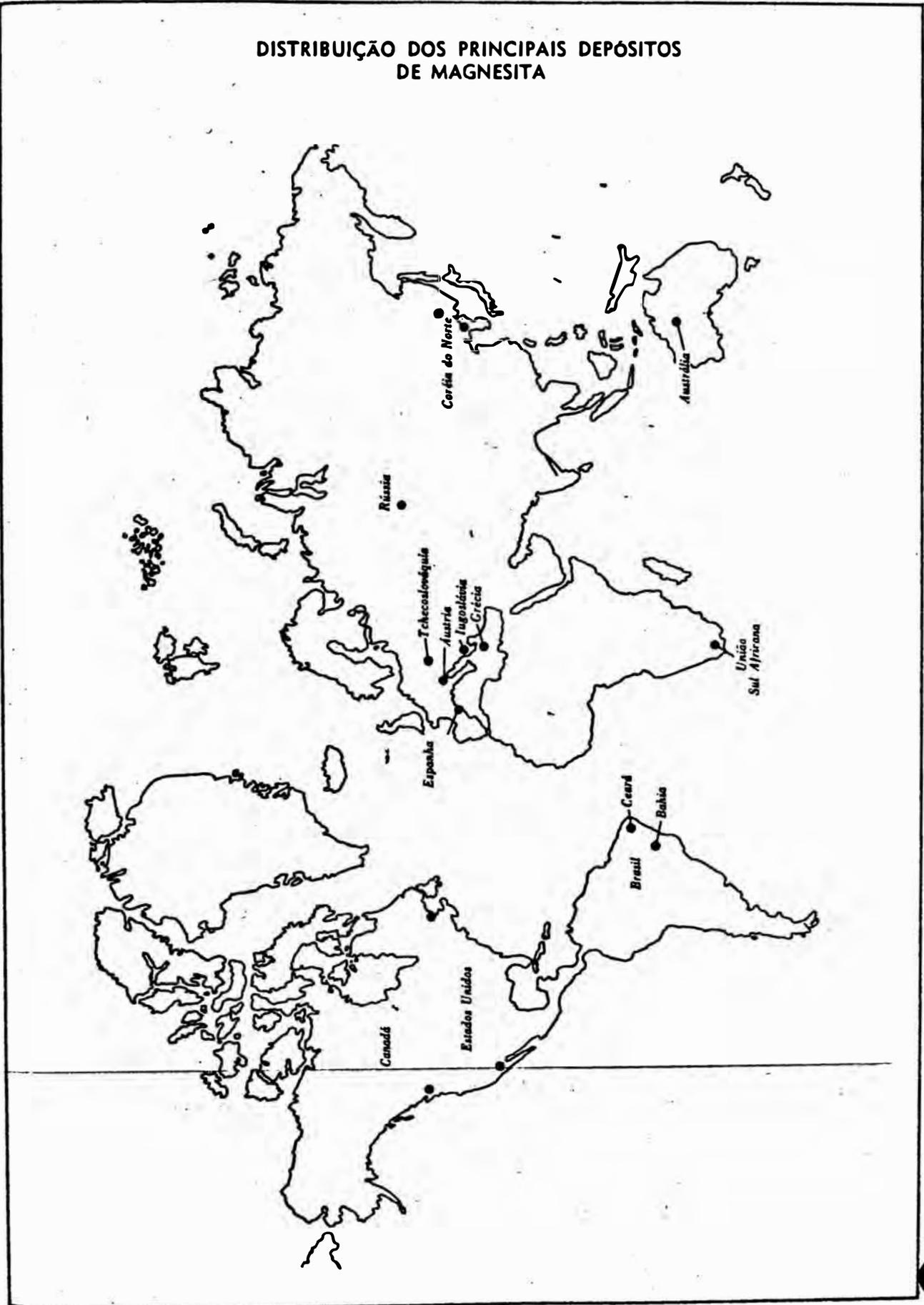
**DPTO DE PIURA
UBICACION ZONA BAYOVAR**

Julio 1976 — H. Granda M.

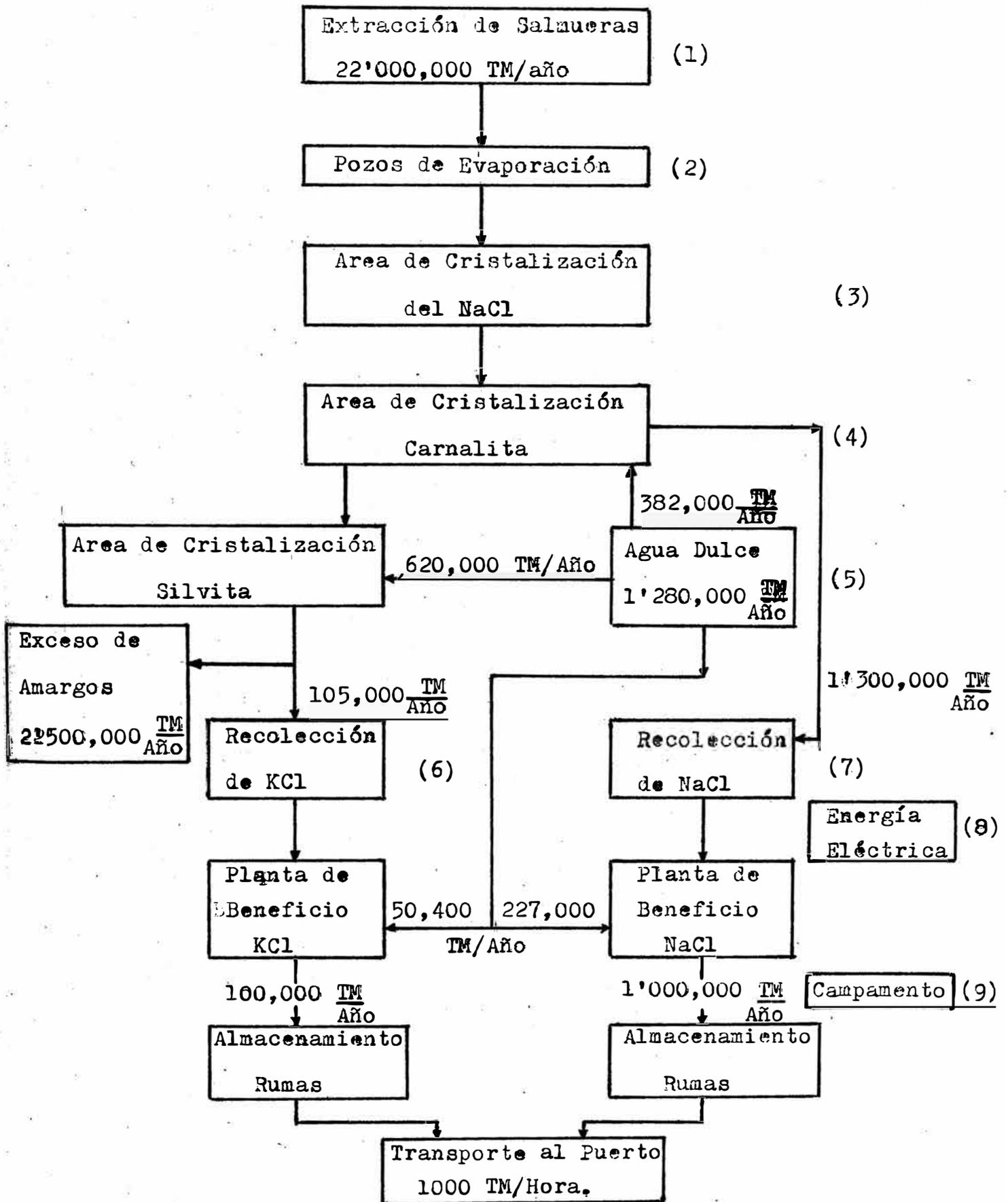


GRAFICA G - 3

DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS DEPÓSITOS DE MAGNESITA



PLAN GENERAL PARA EL PROYECTO DE SALMUERAS (PRIMERA ETAPA)



En el PLAN GENERAL:

- (1) - 4 pozos tubulares de 30 \emptyset y 20 m de largo.
Contenido: KCl 0.76; NaCl 2.10; MgCl₂ 4.10%
- (2) Canales trapezoidales de 18.4 Km. de largo y 5 m² de sección
1.6 Km. de tubería de 24" \emptyset
- (3) - Area = 192.4 Has.
Producción: 194 TM/Hora de NaCl.
Contenido : 80% de NaCl
- (4) Area = 24.3 Has.
- Producción: 132 TM/Hora
- Contenido: KCl 21.22%, NaCl 9%; MgCl₂ 21.44%.
- (5) - 3 pozos tubulares en Ramón (2500 GPM)
- (6) - Una cosechadora
- (7) - Dos cosechadoras
- (8) 3 Grupos Diesel, 750 Kw C/U
- (9) Habitaciones para 110 personas

H. INGENIERIA DEL PROYECTO

Lo que se trata de lograr es que el proyecto alcance la máxima productividad y una óptima calidad en los productos a obtener. Es por eso que la tecnología a emplear, debe -- ser de lo más moderna posible, para así obtener una buena eficiencia y que nos permita luego, la recuperación de la inversión realizada, en un plazo aceptable, incluso garantizar nuestros productos de un estricto control de calidad.

H.1 Descripción de los Procesos

Los amargos remanentes de la Planta de Salmueras de Ramón, son transportados a la Plan de Oxido de Magnesio, MgO donde a su vez llega también el hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 procedente de la Planta de Cal; en esta planta de magnesio, se consigue transformar el cloruro de magnesio, MgCl_2 a Oxido de Magnesio con un rendimiento de 90%.

La solución residual que queda luego de la reacción del MgCl_2 con el Ca(OH)_2 , contiene un alto porcentaje de cloruro de calcio, que puede ser empleado como se mencionó en el Item F-2.2.

H.1.1 Métodos de Obtención de la Periclasa

Son tres los métodos principales para la obtención de periclasa:

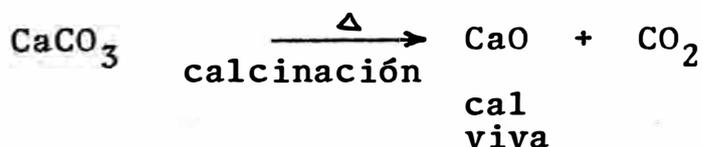
a. Proceso a partir del agua de mar.

b. Proceso a partir de Salmueras ("Amargos" término precipitado).

c. Proceso a partir de Magnesita.

a. PROCESO A PARTIR DEL AGUA DE MAR .- Si bien obtener magnesio del agua de mar no es cosa muy complicada desde el punto de vista químico, no es sencillo, ni mucho menos , el procedimiento desde el punto de vista económico pues se trata de una materia prima que contiene tan sólo una parte de magnesio por 800 de agua.

El procedimiento es sencillo en apariencia: el carbonato cálcico procedente de las coquinas, es transformado por calcinación en cal viva muy pura, la cal obtenida se apaga con el fin de obtener hidróxido de calcio, que se pone en suspensión, con la cantidad conveniente de agua dulce, formando una lejía alcalina, que se mezcla con el agua de mar para precipitar el hidróxido de magnesio, según:



(De coquinas)



La papilla de hidróxido de magnesio, se concentra en un filtro a vacío y se lava con agua dulce para eliminar el cloruro de calcio formado. Una vez bien lavado el $Mg(OH)_2$ se lleva a un filtro prensa y se seca. Y luego esta pasta se calcina en hornos rotatorios, obteniéndose por deshidratación el óxido de magnesio:



Método de la Marine Chemical Co.- Por primera vez, fueron obtenidos, en escala industrial, compuestos de magnesio a partir de agua de mar por la Marine Chemical Co. en sus instalaciones al sur de San Francisco.

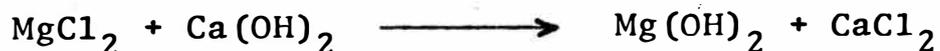
El agua de mar es esterilizada tratándola con cloro, eliminándose impurezas orgánicas. Se elimina la dureza de bicarbonato cálcico por precipitación con lechada de cal lo cual se realiza en el llamado floculador de Dorr con agitadores en marcha lenta. La lechada de carbonato cálcico es separada en concentradores de Dorr. El agua de mar purificada, llega a la precipitación con lechada de cal en un concentrador de Dorr, que proporciona el $Mg(OH)_2$, llamado lodo espeso (40-50 gr de MgO/lt), a un procedimiento de lavado por difusión. Aquí el lodo espeso cae a través de un disco cribador, en forma de hilos, en dirección contraria a una corriente ascendente de agua

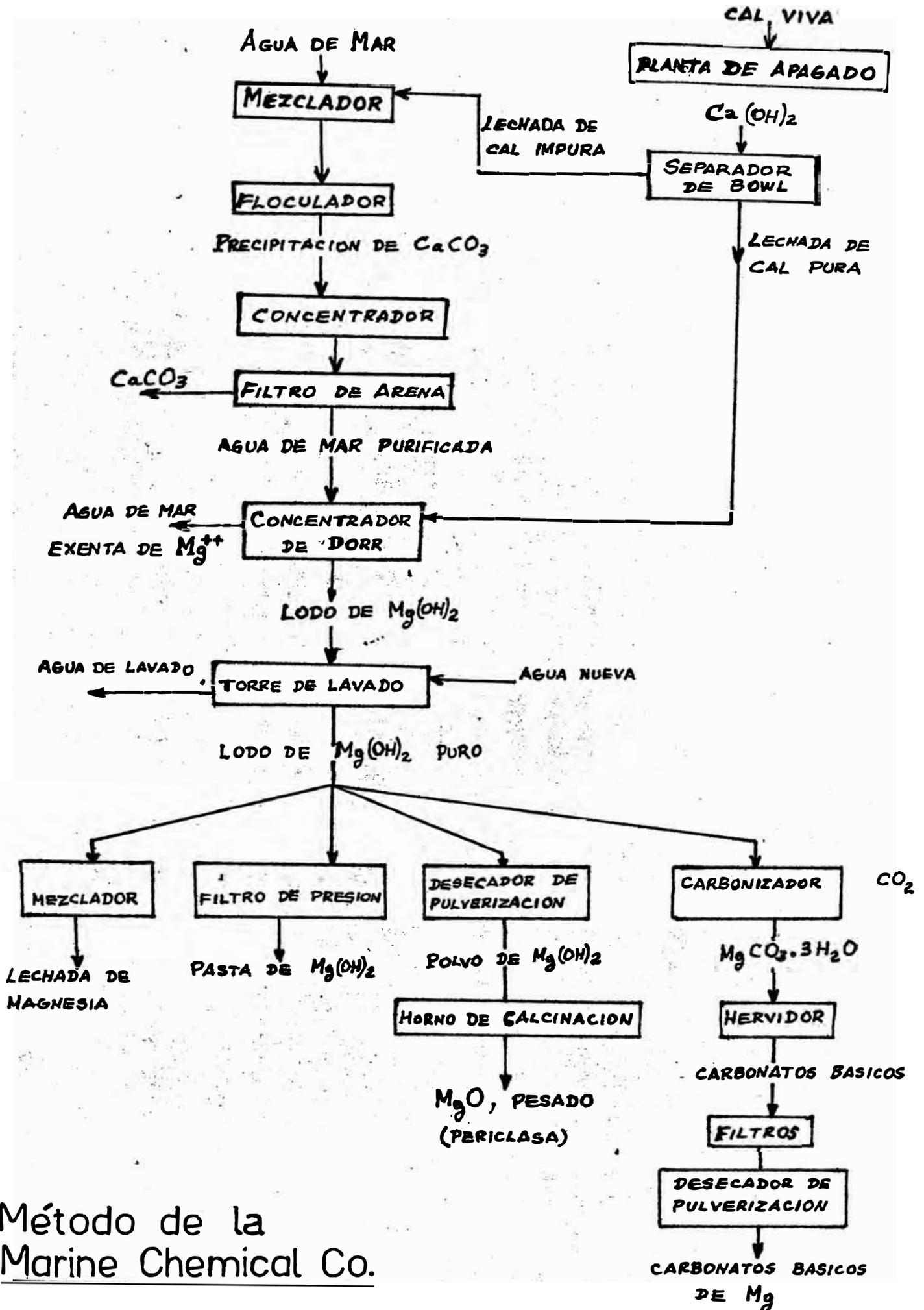
de lavado. Ajustando cuidadosamente la relación, lodo espeso: cantidad de agua de lavado, el tiempo de contacto y concentración del lodo espeso, se consigue con un solo lavado eliminar cerca del 40-50% de las sales cálcicas. Para obtener pastas de $Mg(OH)_2$ más concentradas, es necesario filtrar el lodo espeso que tiene unos 50gr MgO/lt. Para este fin la Marine Chemical Co, ha construido un filtro especial a presión.

b. PROCESO A PARTIR DE SALMUERAS (Método del Precipitado)

El procedimiento para obtener el óxido de magnesio, a partir de los "amargos remanentes" de la Planta de Salmueras de Bayóvar, es el más conveniente, debido al gran porcentaje de magnesio contenido como $MgCl_2$ (31.4%). Estos amargos, conocidos también como aguas madres magnésicas, son agregados a un mezclador, donde también se agrega la cantidad necesaria de hidróxido de calcio: 270 Kgs./T.M. de Amargos. El hidróxido de calcio, es obtenido por calcinación de las coquinas y un posterior apagado de la cal formada, según el "Proceso de Obtención de $Ca(OH)_2$ a partir de Conchuelas".

La reacción que se lleva a cabo en el mezclador es:





Método de la Marine Chemical Co.

El lodo de $Mg(OH)_2$ (mezclado con el $CaCl_2$) pasa a un precipitador, donde es concentrado por sedimentación, el cual enseguida es lavado para eliminar el $CaCl_2$ que pueda contener, luego pasa a un filtro de vacío para su secado.

La pasta filtrada se divide en dos partes, una, para ser molida y luego calcinada a $3300^\circ F$ en un horno rotatorio y así obtener MgO grado periclasa, y la otra parte, para ser molida y luego tostada aproximadamente a $3000^\circ F$ y obtener MgO grado liviano (neopreno).

c. PROCESO A PARTIR DE MAGNESITA

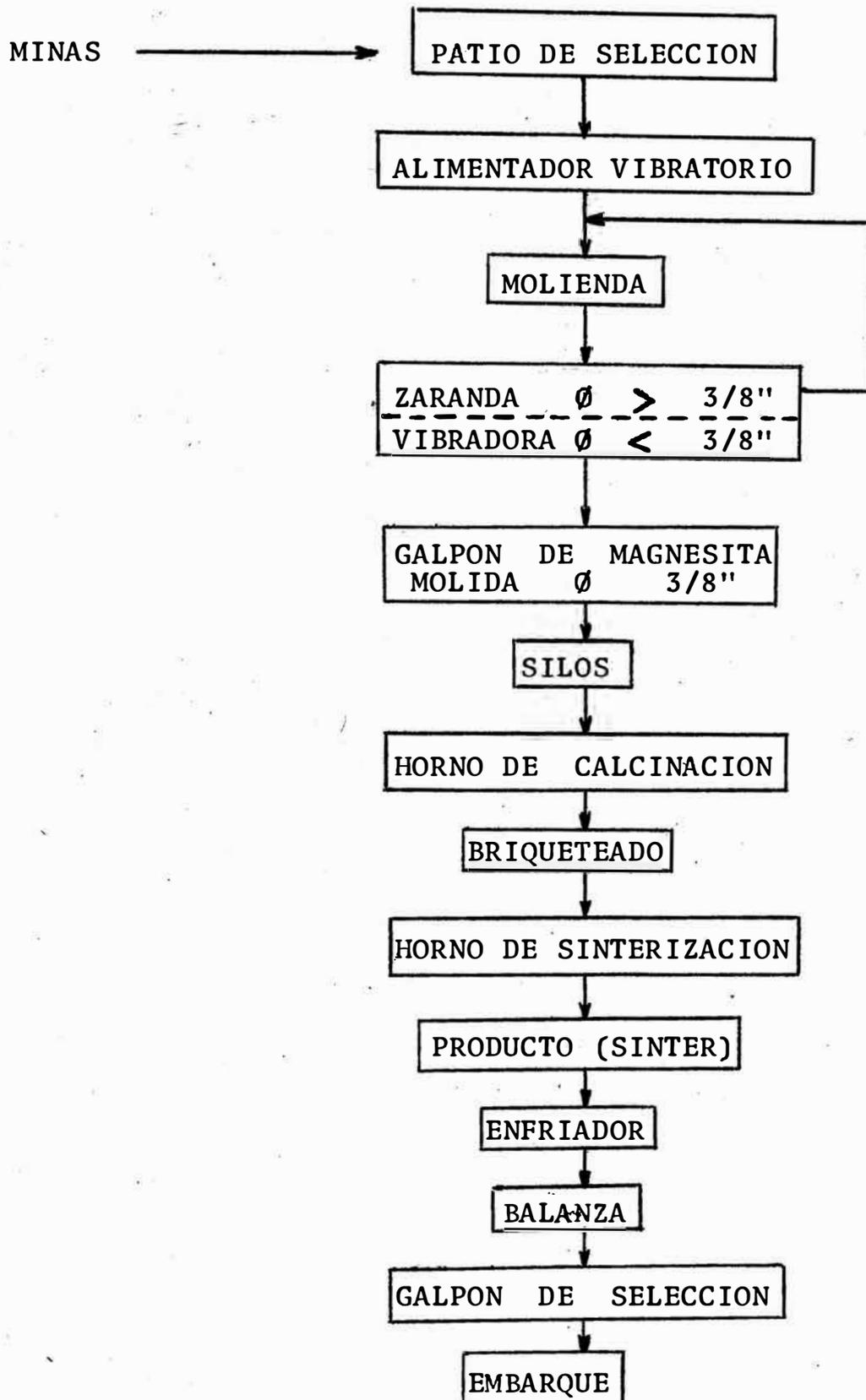
El óxido de magnesio se produce de la manera más sencilla, calcinando magnesita natural en hornos rotatorios y hornos verticales.

Investigaciones minuciosas (trabajos no publicados por la I.G. Farbenindustrie AG., Werk Aken) han demostrado que el carbonato de magnesio natural desprende su dióxido de carbono por encima de $500^\circ C$ y que en este proceso, hasta temperaturas de unos $800^\circ C$, se conserva la estructura externa del carbonato. Dentro de estos límites de temperaturas se puede conseguir un óxido de magnesio de buena capacidad de reacción; ver la siguiente figura.

H.1.2 Métodos de Obtención del Hidróxido de Calcio

Son dos los métodos básicos para la obtención del hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$:

DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO DEL TRATAMIENTO DE LA
MAGNESITA PARA LA OBTENCION DEL SINTER MAGNESIANO



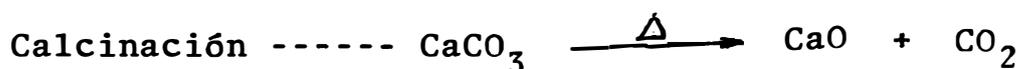
- a. Proceso a partir de piedra caliza
- b. Proceso a partir de las coquinas (caparazones de animales marinos).

a. PROCESO A PARTIR DE LA PIEDRA CALIZA

La piedra caliza es desmenuzada por medio de un triturador a tamaño adecuado de 10 a 20 cm., se pasa a través de una criba y luego pasa a un horno formando una mínima cantidad de partes finas. Las piedras de diferentes tamaños se calcinan con distintas velocidades.

Se emplean los hornos verticales casi universalmente, estos operan de modo continuo y producen hasta 80 Ton/día. La caliza más pequeña se puede calcinar en hornos rotatorios, estos calcinan hasta 200 ton/día, produciendo una cal que se apaga más rápidamente, lo que se debe en parte al tiempo relativamente corto de tres horas de permanencia en el horno.

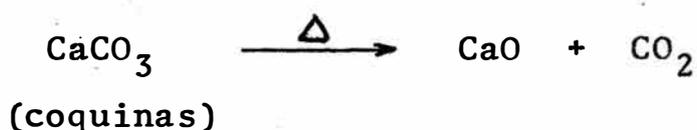
La cal obtenida en cualquiera de los tipos de hornos, se enfría y se lleva a tanques apagadores, en los cuales se hace reaccionar con agua, produciendo así el hidróxido de calcio:



Durante la calcinación hay contracción de volumen y durante la hidratación hay dilatación. Para la calcinación se utiliza carbón bituminoso, 3.23 Kg. de cal con 1 Kg. de carbón en hornos verticales y 3.37 Kg. en hornos rotatorios. La temperatura fluctúa entre 1000 a 1100 °C.

b. PROCESO A PARTIR DE COQUINAS

La materia prima, tal como ha sido explotada es llevada para un lavado y luego ser chancada en una chancadora tipo molino de martillo o de disco y de allí se separa por zarandeo las materias que serán calcinadas, esta separación se hace sobre una malla 8 de la serie Tyler* Siendo el material +8 el que se calcina en un horno rotatorio obteniéndose la cal viva:



posteriormente esta cal es apagada con agua dulce, para así obtener el hidróxido de calcio:



* Malla 8 = 0.0937" = 3/32" = 2.38 mm.

H.2 Comparación de Diversas Posibilidades de los Procesos

Obtención del Oxido de Magnesio:

| <u>PROCESO</u> | <u>VENTAJAS</u> | <u>DESVENTAJAS</u> |
|---------------------------|---|--|
| A partir del agua de mar. | . Materia Prima Inextinguible | . Poco contenido de Mg^{++} (0.13% Mg ó 1272 mgr/Kg. agua) . Se requiere procesar mucho volumen de materia prima. |
| A partir de Salmueras | . Apreciable cantidad disponible de m.p. . Considerable % de Mg^{++} contenido en la m.p. (8.9%) | |
| A partir de la Magnesita | . El proceso es sencillo ya que se necesita solo calentar la magnesita. | . Materia prima importada |

Obtención del Hidróxido de Calcio:

| <u>PROCESO</u> | <u>VENTAJAS</u> | <u>DESVENTAJAS</u> |
|---------------------------|---|---|
| A partir de piedra caliza | . El % contenido de CaCO_3 es ligeramente mayor que en las coquinas (96.70%) | . No existen fuentes cercanas a la zona de Bayóvar. |
| A partir de Coquinas | . Calidad de la cal obtenida es mayor que a partir de piedra caliza: Coquinas ---82.44% CaO Piedra de Caliza ---75.00 % CaO . Fácil disponibilidad de esta materia, tanto por su cercanía como por su volumen. | |

H.3 Selección de los Procesos

. Para la obtención de periclusa se ha seleccionado el método a partir de la salmuera. Dado su fácil y apreciable cantidad de la materia prima: amargos; aparte que su costo es bastante reducido S/.100 por tonelada. Además que tiene un considerable % Mg^{++} contenido en los amargos (8.9% ó 31.4% como MgCl_2).

. Y para la producción del Ca(OH)_2 es conveniente emplear el método a partir de las coquinas, debido a que el % CaO obtenido de esta materia, es mayor que si se calcinara piedra caliza. Además por su cercanía a la planta de periclasa y por el gran volumen de coquinas existentes en esta zona, según estudios de la ONERN.

H.4 Diagrama de Flujo

Por razones de tecnología y comercialización sugerimos a HARBISON WALKER con patentes MARTIN MARIETA como la empresa que implementa este importante proyecto.

El proceso empieza con una instalación de bombeo de los Amargos, flujo que deberá ser filtrado para impedir el pase de impurezas. Este material bombeado llega a unos tanques pulmones, donde se va a hacer el Hidro-Tratamiento. Este Proceso implica la unión de los Amargos con el Hidróxido de Calcio, para conseguir la precipitación del Hidróxido de Magnesio. La mezcla en suspensión del Hidróxido de Magnesio pasa a concentrarse en los espesadores. El producto contiene un precipitado de Hidróxido de Magnesio éste se lava en contracorriente con agua fresca dentro de tanques especiales, con la finalidad de bajar la concentración del contenido de Cloro de 1500 a 5000 partes por millón.

El agua gastada se envía al desagüe, siendo el conte-

nido de Oxido de Magnesio en este punto de 1.5 lbs/galón, del 97 al 98 de pureza.

En la siguiente operación se utilizan filtros rotativos al vacío que trabajan entre 20" y 24" de Hg, lo que permite aún más concentrar el magnesio, hasta lograr un 25 a 50% de Hidróxido de Magnesio, el agua filtrada se recicla a los espesadores. Debido a que el óxido de magnesio sinteriza - acerca de 3600°F, deben agregarse algunos aditivos al Keke de Hidróxido de Magnesio que se obtiene de los filtros, así tenemos: Alúmina, Sílice, Oxido de Hierro y Oxido de Calcio. Estos aditivos bajan considerablemente el punto de sinterización y permite una fluida recristalización, así como un encogimiento de los granos a temperaturas máximas, que son logrados por los hornos a gas directo. Entre las 2 y 3 horas de estadía del keke dentro del horno, se obtiene los granos de Periclasa, los que luego son enfríados y enviados a la planta de refractarios.

En la unidad de doble quemado, el keke se convierte en un Oxido de Magnesio de granos de alta pureza, con menos del 10% de porosidad, usandose un proceso de Briqueteado antes que aditivos químicos para su encogimiento. Luego en un tipo especial de horno quemador se coloca el 10% del keke proveniente de los filtros y se calcina a óxido de magnesio, se obtiene una magnesia liviana de alta actividad, co

respondiente a un 99% de pureza y a una malla de 325. Este producto se usa como materia prima en la manufactura del Rayón, papel y azúcar; una parte del óxido de magnesio obtenido se mezcla con la suficiente cantidad de agua para darle propiedades adhesivas y se le hace pasar por las prensas respectivas para obtener briquetes de 2000 psi. (La densidad de la magnesia de doble quemado es de 125 a 140 lb/pie³).

El diagrama de flujo se detalla en la siguiente lámina.

H.5 Balances de Materia y Energía

Según el Cuadro G-1 y el análisis del producto de coquina calcinada a 1400°C, tenemos:

| AMARGOS | | COQUINAS | | PRODUCTO DE COQUINA CALCINADA (Cal) | |
|------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Compto. | % | Compto. | % | Compto. | % |
| Mg ⁺⁺ | 8.90 | CaCO ₃ | 90.25 | CaO | 82.44 |
| Na ⁺ | 0.18 | SiO ₂ | 3.64 | CaCO ₃ | 6.13 |
| K ⁺ | 0.09 | Fe ₂ O ₃ | 1.02 | SiO ₂ | 6.18 |
| Cl ⁻ | 23.42 | Al ₂ O ₃ | 1.54 | Fe ₂ O ₃ | 1.73 |
| SO ₄ ⁼ | 2.58 | MgCO ₃ | 1.10 | Al ₂ O ₃ | 2.62 |
| Br ⁻ | 0.52 | H ₂ O | <u>2.45</u> | MgO | <u>0.90</u> |
| H ₂ O | <u>64.31</u> | | 100.00% | | 100.00% |
| | 100.00% | | | | |

BASES:

1. 36,000 TM/Año de PERICLASA (97% MgO)
2. 2,000 TM/Año de MAGNESIA ACTIVA (95% MgO)
3. 2,000 TM/Año de MAGNESIA DE ALTA PUREZA (99% MgO)

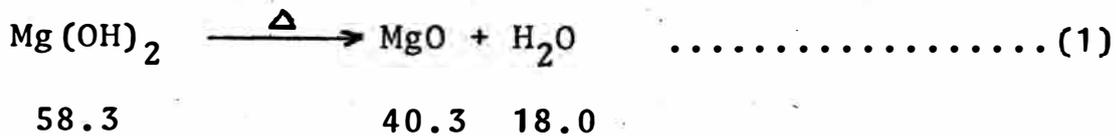
1. Balace de MgO puro

- a. $36,000 \times 0.97 = 34,920$ TM/Año
- b. $2,000 \times 0.95 = 1,900$ "
- c. $2,000 \times 0.99 = \underline{1,980}$ "

38,800 TM de MgO puro/año.

Hidr3xido de Magnesio puro, para obtener el MgO.-

La reacci3n qu3mica es:



a. $34,920 \text{ TM MgO/año} \times 58.3/40.3 = 50,517 \text{ TM Mg(OH)}_2/\text{año} +$
Y como 34,920 TM MgO es el 97% del producto s3lido a la salida del horno, entonces el 3% ser3 de Mg(OH)₂:

$$34,920 \times 0.03/0.97 \text{ TM/año} = 1,080 \text{ TM Mg(OH)}_2/\text{año} +$$

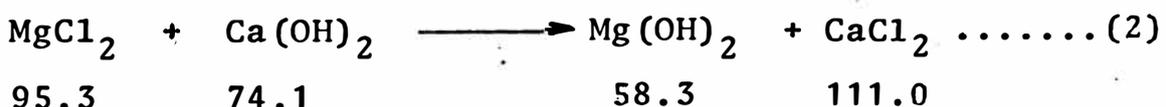
b. $1900 \text{ TM MgO/año} \times 58.3/40.3 = 2,748.6 \text{ TM Mg(OH)}_2/\text{año} +$

c. $1980 \text{ TM MgO/año} \times 58.3/40.3 = 2,864.4 \text{ TM Mg(OH)}_2/\text{año}$

TOTAL 57,210.0TM Mg(OH)₂/año

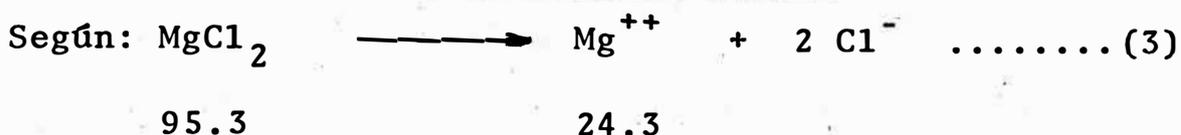
Cloruro de Magnesio necesario para obtener el Mg(OH)₂

Seg3n la reacci3n qu3mica:



$$57,210 \times 95.3/58.3 \text{ TM MgCl}_2/\text{año} = 93,518.23 \text{ TM MgCl}_2/\text{año}$$

2. Cantidad de Amargos necesarios por año.-



Y de acuerdo al análisis, % $\text{Mg}^{++} = 8.9\%$, tenemos:

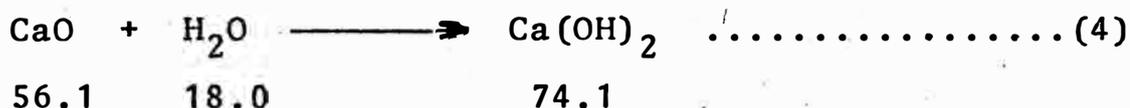
$$93,518.23 \text{ TM MgCl}_2/\text{año} \times 24.3/95.3 \times 100/8.9 \text{ TM Amargos/} \\ \text{TM MgCl}_2 = 267,928.95 \text{ TM Amargos/Año.}$$

3. Hidróxido de Calcio necesario .- Según la reacción (2):

$$93,518.23 \times 74.1/95.3 = 72,714.6 \text{ TM Ca(OH)}_2/\text{año}$$

- Oxido de Calcio, necesario para obtener el Ca(OH)_2 .-

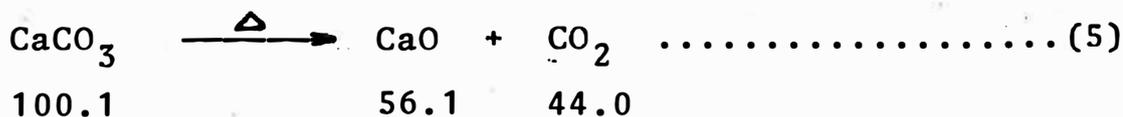
La reacción química del apagado de la cal es:



$$72,714.6 \times 56.1/74.1 = 55,051.1 \text{ TM CaO/año}$$

- Carbonato de Calcio necesario para obtener el CaO .-

La reacción de la calcinación del carbonato es:



$$55,051.1 \times 100.1/56.1 \text{ TM CaCO}_3/\text{año} = 98,228.43 \text{ TM CaCO}_3/\text{año}$$

4. Cantidad de Coquinas necesarias por año.- De acuerdo al análisis de las coquinas, el % $\text{CaCO}_3 = 90.25$, y el rendimiento del horno de calcinación = 95%:

$$98,228.43 \times 100/90.25 \times 1/0.95 = 114,568.8 \text{ TM Coquinas/año.}$$

5. Cantidad de Agua necesaria para apagar el CaO (Cal) .-

Según la reacción (4):

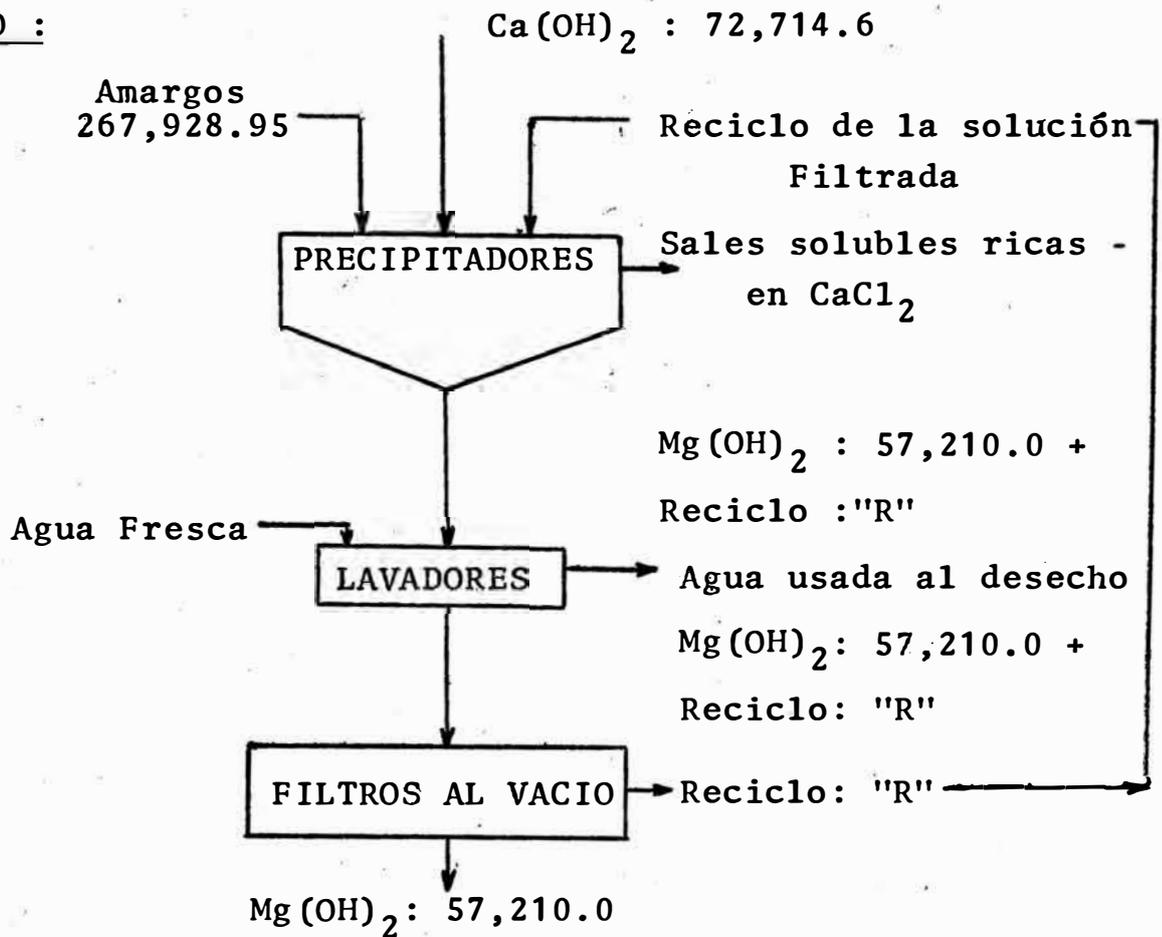
$$55,051.1 \times 18/56.1 \text{ TM H}_2\text{O/año} = 17,663.45 \text{ TM H}_2\text{O/año}.$$

6. Cantidad de Cloruro de Calcio obtenido por año.- Según

(2) y sabiendo que el 1% contenido de Cl^- en los amar-
gos es de 23.42, tenemos:

$$267,928.95 \times 0.2342 \times 111.0/71.0 = 98,100.5 \text{ TM/año de Cloruro de calcio disuelto en la solución total.}$$

TM/AÑO :



7. Cálculo del Reciclo .- Asumiremos que el reciclo es el do-
ble de la cantidad del producto, luego:

Reciclo = "R" = 57,210.0 x 2 = 114,420.0TM de Solución Filtrada/Año

8. Cálculo del Agua Fresca de Lavado .- Asumiremos que es la misma cantidad del producto:

Agua Fresca de Lavado = 57,210.0 TM/año.

9. Cálculo de TM/Año de Sales Solubles Ricas en CaCl₂.- En el precipitador se debe cumplir: ENTRADA = SALIDA

267,928.95 + 72,714.6 + 114,420 = 57,210 + 114,420 + TM/Año Sales.

De Donde:

TM/Año de Sales Ricas en CaCl₂ : 283,433.55 TM/Año.

10. Calcinación del Hidroxido de Magnesio.-

1. Para Obtener Periclusa.- En el horno de calcinación del Mg(OH)₂ para obtener 36,000 TM/Año de Periclusa (97% MgO), se realiza la siguiente reacción principal:



Según los datos de las entalpías de formación de los productos y reactantes que aparecen en la reacción (6), tenemos:

$$\Delta H = (-143,840) + (-57,798) - (-221,000) = 19,362 \text{Kcal/Kgmol}$$

Luego, esta cantidad de energía necesaria para la reacción, será generada por la combustión del petróleo, el cual tiene las siguientes características:

- Petróleo Industrial N°6, también conocido internacionalmente con el nombre de "Bunker C".
- Gravedad API (60°F) = 15.9
- Gravedad específica (60/60°F) = G = 0.980
- Temperatura de ebullición = Te = 890°F (1350°R)
- Viscosidad (122°F) SSF = 158.6 (340 centistokes).
- Factor de caracterización = $K = \frac{\sqrt[3]{Te}}{G} = 11.5$
- Poder Calorífico = 10,500 Kcal/Kg.
- Composición media del petróleo:

| | | |
|------------------|-------|------------|
| C | ----- | 86.8% |
| H ₂ | ----- | 11.0 |
| S | ----- | 0.4 |
| O ₂ | ----- | 0.7 |
| N ₂ | ----- | 0.5 |
| Cenizas | ----- | 0.2 |
| H ₂ O | ----- | <u>0.4</u> |
| | | 100.0% |

- Cantidad de Petróleo necesario = X TM/Año
- Cantidad de Aire necesario = Y TM/Año
- Reacciones de combustión del petróleo:



BALANCE PREVIO DE MATERIA: Todo en función de X:

$$\text{De(7), Peso } CO_2 \text{ (TM)} = 44/12(0.868 X) = 3.183 X \text{ T.M.}$$

$$\text{De(8), Peso H}_2\text{O(TM)} = 18/2(0/11X) = 0.990 X \text{ T.M.}$$

$$\text{De(9), Peso SO}_2\text{(TM)} = 64.1/32.1(0.004 X) = 0.008 X \text{ T.M.}$$

$$\text{Peso O}_2 \text{ del Petr3leo} = 0.007 X \text{ T.M.}$$

$$\text{Peso N}_2 \text{ del Petr3leo} = 0.005 X \text{ T.M.}$$

$$\text{Peso Cenizas " } = 0.002 X \text{ T.M.}$$

$$\text{Peso H}_2\text{O del " } = 0.004 X \text{ T.M.}$$

C3lculo del Peso del Aire = Y = f(X):

$$\text{De(7), Peso O}_2 = 32/12 (0.868 X) = 2.315 X$$

$$\text{De(8), Peso O}_2 = 16/2(0.11 X) = 0.880 X$$

$$\text{De(9), Peso O}_2 = 32.0/32.1(0.004 X) = 0.004 X$$

$$\text{Menos Peso O}_2 \text{ del Petr3leo(0.7\%)} = \underline{-0.007 X}$$

$$\text{PESO TOTAL O}_2 \quad 3.192 X \text{ T.M.}$$

Los combustibles industriales necesitan de un exceso de ox3geno, para as3 garantizar el total quemado de los componentes de dicho combustible; y se considera que el valor actual del exceso de O₂ en los hornos, debe ser de 6%. Entonces:

$$\text{Peso total real del O}_2 = 3.192 (1.06) X \text{ TM/A3o}$$

$$= 3.384 X \text{ T.M.O}_2\text{/A3o.}$$

$$\text{Peso del N}_2 \text{ en el Aire} = 3.384 X (28/32) (79/21) =$$

$$11.139 X \text{ TM/A3o}$$

Peso total del N₂ en la salida de los gases:

$$11.139 X + 0.005 X = 11.144 X \text{ T.M. N}_2\text{/A3o.}$$

Cantidad de aire seco (Kg-mol):

$$3.384 X \text{ TM O}_2 (1 \text{ Kgmol aire}/6.72 \times 10^{-3} \text{ TM O}_2) =$$

$$503.571 X \text{ Kg.mol Aire seco.}$$

Considerando que la temperatura ambiente de la zona de Piura es alrededor de 77°F y con una humedad relativa de 85%. Además según las tablas de humedad: 0.025 Kg-mol H₂O/Kgmol aire seco.

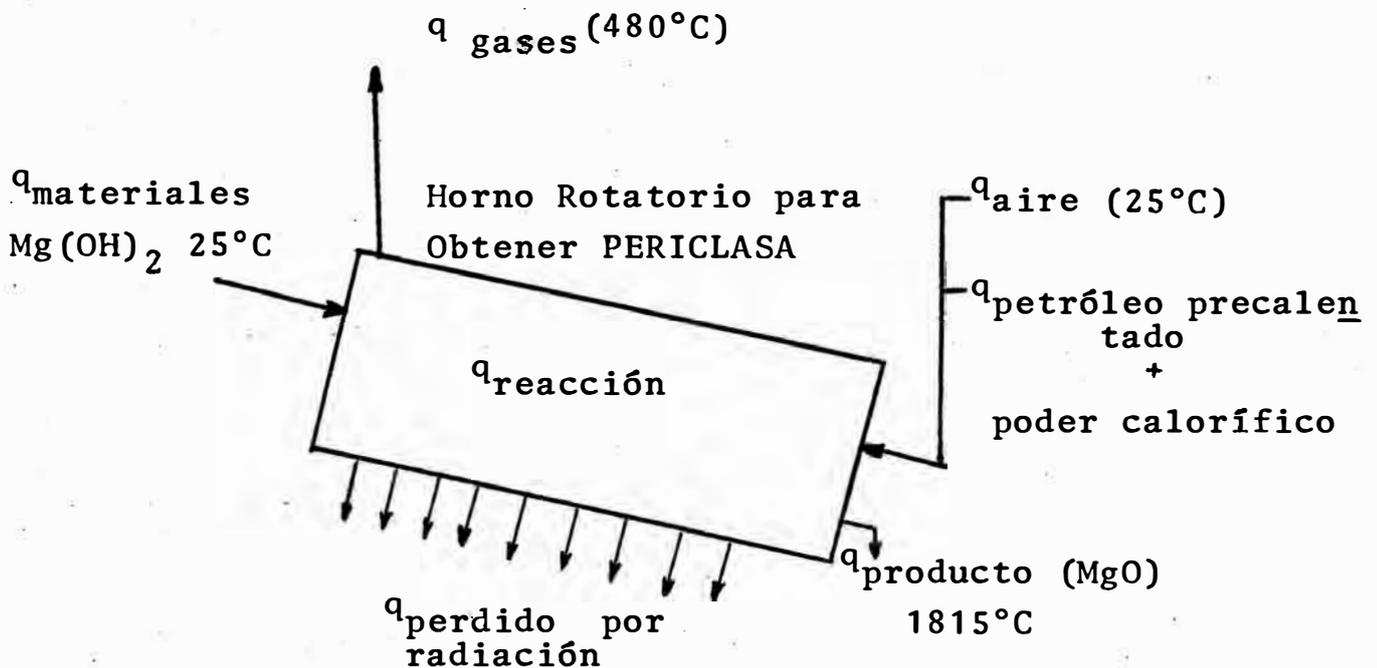
$$\text{Peso del H}_2\text{O en el aire: } 0.025 \times 18 \times 10^{-3} \times 503.571 \times X = 0.227 \times \text{T.M./Año.}$$

$$Y = \text{Peso del Aire Húmedo} : 3.384 \times X + 11.139 \times X + 0.227 \times X = 14.75 \times \text{T.M.Aire/Año.}$$

BALANCE GENERAL DE MATERIAS EN FUNCION DEL PETROLEO QUEMADO (X)

| Entrada : T.M./Año | Salida: | T.M./Año |
|---------------------------------|------------------------------|------------------|
| 1. Mg(OH) ₂ = 51,597 | 1. MgO(c) = | 34,920 |
| 2. PETROLEO = X | 2. Mg(OH) ₂ (c) = | 1,080 |
| 3. AIRE = <u>14.75 X</u> | 3. H ₂ O (v) = | 15,597 + 1.221 X |
| TOTAL 51,597 + 15.75 X | 4. CO ₂ (g) = | 3.183 X |
| | 5. SO ₂ (g) = | 0.008 X |
| | 6. N ₂ (g) = | 11.144 X |
| | 7. O ₂ (g) = | 0.192 X |
| | 8. Cenizas = | <u>0.002 X</u> |
| | | 51,597 + 15.75 X |

BALANCE PREVIO DE ENERGIA .- Realizamos este balance a una -
Temperatura de referencia igual a 25°C.



Debiendo cumplirse: $q_{ENTRADA} = q_{SALIDA} + q_{REACCION}$

$$q_{Materiales} + q_{aire} + q_{petr\u00f3leo} = q_{gases} + q_{producto} + q_{radiaci\u00f3n} + q_{reacci\u00f3n}$$

CALORES DE ENTRADA:

I) Entrada del $Mg(OH)_2$ a la temperatura de referencia (25°) = 0.0 Lcal.

II) Entalpia del Aire a $25^\circ C = 0.0$ Lcal.

III) Entalpia del petr\u00f3leo precalentado a $100^\circ C$;

$$x(10^3 \text{ Kgs})(0.43 \text{ Kcal/Kg } ^\circ C)(100-25)^\circ C = 32,250 \text{ X Kcal.}$$

IV) Calor cedido por el petr\u00f3leo: $X(10^3) \text{ Kgs}(10,500 \text{ Kcal/Kg}) = 10'500,000 \text{ X Kcal.}$

$$\text{TOTAL} = 10'532,250 \text{ X Kcal.}$$

CALORES DE SALIDA :

I) Entalpia de los gases que salen del horno a 480°C

| | (Kg-mol) | Cpm (Kcal/Kg-mol°C) | |
|-----------------|----------------------------|---------------------|--|
| CO ₂ | $\frac{3.183(10^3 X)}{44}$ | (10.7132) | = 774.90 X Kcal/°C |
| SO ₂ | 8 X/64.1 | (11.1640) | = 1.40 X " |
| N ₂ | 11,144 X/28 | (7.1450) | = 2,843.71 X " |
| O ₂ | 192 x/32 | (7.4932) | = $\frac{44.96 X}{3,664.97 X}$ Kcal/°C |

$$\text{Luego: } 3,664.97 \text{ X Kcal/°C}(480-25)^\circ\text{C} = 1'667,561.3 \text{ X Kcal.}$$

II) Entalpia del vapor de agua en los gases de salida a 480°C

$$(15,597+1.221X)10^3/18(10,519.5+8.513(480-25)) = \\ = 1.24714 \text{ x } 10^{10} \text{ Kcal} + 976,319.4 \text{ X Kcal.}$$

III) Calor absorbido en la reacción de calcinación, según (6)

$$\Delta H = 19,362 \text{ Kcal/Kg-mol y como se calcinará } 51,597 \text{ x } 10^3$$

Khs. de Mg(OH)₂ :

$$q_{\text{reacción}} = \frac{51'597,000 \text{ x } 19,362}{58.3} = 1.71358 \text{ x } 10^{10} \text{ Kcal.}$$

IV) Entalpia del producto MgO, que sale a 1815°C:

$$(34'920,000/40.3)(0.33(1815-25)) = 5.11842 \text{ x } 10^8 \text{ Kcal}$$

V) Entalpia del Mg(OH)₂ no calcinado:

$$1'080,000(0.3107(1815-25)) = 6.00645 \text{ x } 10^8 \text{ Kcal.}$$

VI) Pérdida de calor por radiación desde las paredes del horno : 20% del total del calor cedido por el petróleo:

$$q_{\text{perdido}} = 10'532,250 \times (0.20) \text{ Kcal} = 2'106,450 \text{ X Kcal.}$$

$$\text{TOTAL (Salida)} = 4'750,330.7 \text{ X Kcal} + 3'07196 \times 10^{10} \text{ Kcal.}$$

Finalmente, como debe cumplirse:

$$10'532,250 \text{ X Kcal} = 4'750,330.7 \text{ X Kcal} + 3.07196 \times 10^{10} \text{ Kcal}$$

$$X = 5,313.05 \text{ T.M. Petróleo/Año}$$

$$Y = 14.75 X = 78,367.49 \text{ T.M.Aire/Año.}$$

BALANCE GENERAL DE MATERIAS PARA OBTENER PERICLASA

| <u>Entrada</u> : T.M./Año | | <u>Salida</u> : T.M./Año | |
|---------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| 1. Mg(OH) ₂ | = 51,597.00 | 1. MgO (c) | = 34,920.00 |
| 2. PETROLEO | = 5,313.05 | 2. Mg(OH) ₂ (c) | = 1,080.00 |
| 3. Aire | = <u>78,367.49</u> | 3. H ₂ O (v) | = 22,084.23 |
| | <u>135,277.54</u> | 4. CO ₂ (g) | = 16,911.44 |
| | ===== | 5. SO ₂ (g) | = 42.50 |
| | | 6. N ₂ (g) | = 59,208.63 |
| | | 7. O ₂ (g) | = 1,020.11 |
| | | 8. Cenizas | = <u>10.63</u> |
| | | | 135,277.54 |
| | | | ===== |

BALANCE GENERAL DE ENERGIA PARA OBTENER PERICLASAEntrada : Kcal/Año1. Mg(OH)₂ a 25°C : 0.0 Kcal

2. AIRE a 25°C : 0.0 Kcal

3. PETROLEO PRECALENTADO
a 100°C: 1.71345 x 10⁸ Kcal4. Poder Calorifico del
PETROLEO: 5.5787 x 10¹⁰ KcalTOTAL + 5.59583 x 10¹⁰ Kcal
=====Salida: Kcal/Año

1. ENTALPIA de los GASES:

8.85983 x 10⁹ Kcal

2. ENTALPIA DEL VAPOR:

1.76586 x 10¹⁰ Kcal

3. Calor de REACCION:

1.71358 x 10¹⁰ Kcal

4. ENTALPIA del PRODUCTO (MgO):

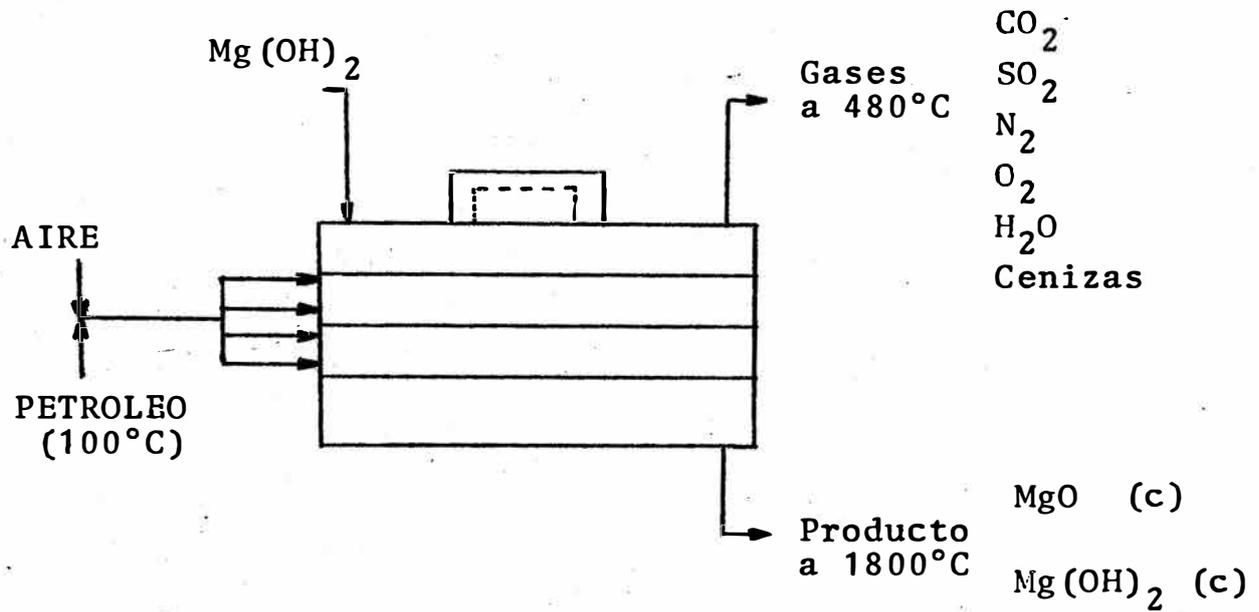
5.11842 x 10⁸ Kcal5. ENTALPIA DEL Mg(OH)₂ no -
Calcinado:6.00645 x 10⁸ Kcal6. PERDIDA DE CALOR POR RADIA
CION:1.11916 x 10¹⁰ KcalTOTAL= 5.59583 x 10¹⁰ kcal
=====

2. Para Obtener Magnesia Activa .- En el tostador ingresan
5,613 TM/año de Mg(OH)₂, siendo el producto obtenido:

3,880.00 TM MgO/año (95%)

204.21 TM Mg(OH)₂/año (5 %)

 4,084.21 T.M/Año (100%)



BALANCE GENERAL DE MATERIAS PARA OBTENER MAGNESIA ACTIVA

Entrada: T.M./Año

Salida: T.M./Año

| | | |
|------------------------|---|------------------|
| 1. Mg(OH) ₂ | = | 5,613.00 |
| 2. PETROLEO | = | 520.32 |
| 3. AIRE | = | <u>7,674.72</u> |
| | | <u>13,808.04</u> |
| | | ===== |

| | | |
|----------------------------|---|------------------|
| 1. MgO (c) | = | 3,880.00 |
| 2. Mg(OH) ₂ (c) | = | 204.21 |
| 3. H ₂ O (v) | = | 2,164.10 |
| 4. CO ₂ (g) | = | 1,656.18 |
| 5. SO ₂ (g) | = | 4.16 |
| 6. N ₂ (g) | = | 5,798.45 |
| 7. O ₂ (g) | = | 99.90 |
| 8. Cenizas | = | <u>1.04</u> |
| | | <u>13,808.04</u> |
| | | ===== |

BALANCE GENERAL DE ENERGIA PARA OBTENER MAGNESIA ACTIVA $(t_r = 25^\circ\text{C})$ Entrada: Kcal/añoSalida: Kcal/año

| | |
|--|---|
| 1. Mg(OH) ₂ a 25°C : 0.0 Kcal | 1. Entalpia de los gases: |
| 2. AIRE a 25°C : 0.0 Kcal | 7.07125x10 ⁸ Kcal |
| 3. PETROLEO PRECALENTADO | 2. Entalpia del vapor: |
| a 100°C:16'780,320 Kcal | 1.64385 x 10 ⁹ Kcal |
| 4. Poder Calorífico del | 3. Calor de Reacción: |
| Petróleo: | 1.86413 x 10 ⁹ Kcal |
| <u>5.46336x10⁹ Kcal.</u> | 4. Entalpia del producto(MgO): |
| TOTAL = 5.48014x10 ⁹ Kcal | 5.63948 x 10 ⁷ Kcal |
| ===== | 5. Entalpia del Mg(OH) ₂ no |
| | tostado: |
| | 1.1262 x 10 ⁸ Kcal |
| | 6. Pérdida del calor por radia |
| | ción: |
| | <u>1.09602 x 10⁹ Kcal</u> |
| | TOTAL = 5.48014 x 10 ⁹ Kcal. |
| | ===== |

De las 4,084.21 TM sólidos/año obtenido a la salida del tostador:

| | | | |
|-----------------|------------------------|-------|-------------|
| 3,880.00 | TM MgO | | 95% |
| 204.21 | TM Mg(OH) ₂ | | 5% |
| <u>4,084.21</u> | TM sólidos | | <u>100%</u> |

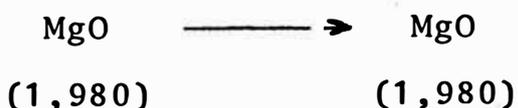
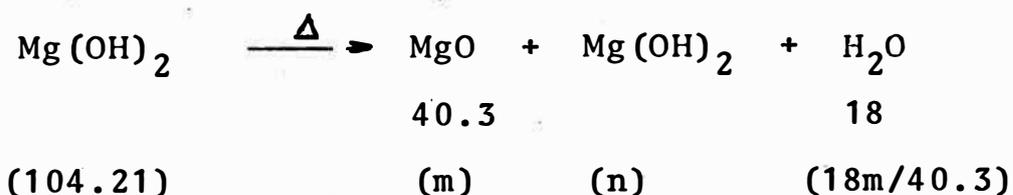
sólo 2,000 TM sólidos pasan al pulverizador para obtener Magnesia Activa (95% de pureza):

| | | |
|----------|------------------------------|------|
| 1,900.00 | TM MgO | 95% |
| 100.00 | TM Mg(OH) ₂ | 5% |
| | | |
| 2,000.00 | TM sólidos | 100% |

y lo demás (2,084.21 TM sólidos) prosigue en el proceso para finalmente ser calcinados en un horno rotatorio y así obtener Magnesia de Alta Pureza:

| | | |
|----------|------------------------------|------|
| 1,980.00 | TM MgO | 95% |
| 104.21 | TM Mg(OH) ₂ | 5% |
| | | |
| 2,084.21 | TM sólidos | 100% |

De acuerdo a lo último, de los 2,084.21 TM sólidos, sólo las 104.21 TM Mg(OH)₂ reaccionaran lo necesario para completar el 99% de contenido de MgO, según:



De donde:

i) $m + n + 18 m/40.3 = 104.21$

ii) $(m + 1,980)$ es el 99% de $(m + 1980 + n)$ ó

$$m + 1,980 = (99/100)(m + n + 1,980)$$

Resolviendo (i), (ii):

$$m = 57.81 \text{ TM MgO/año}$$

$$n = 20.58 \text{ TM Mg(OH)}_2/\text{año}$$

3. Para obtener Magnesia de Alta Pureza .- En el horno de calcinación para obtener Magnesia de Alta Pureza (99% de MgO), ingresan: 2,084.21 TM sólidos, siendo el producto:

| | | |
|----------|------------------------------|------|
| 2,037.81 | TM MgO | 99% |
| 20.58 | TM Mg(OH) ₂ | 1% |
| | | |
| 2,058,39 | TM sólidos/Año | 100% |

Los cálculos son semejantes para la Magnesia de Alta Pureza, obteniéndose:

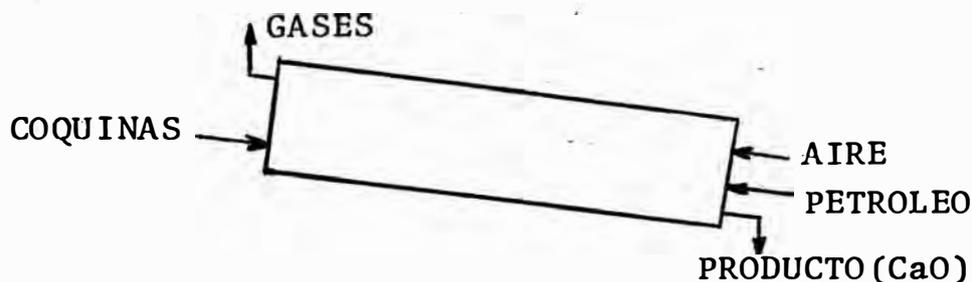
BALANCE GENERAL DE MATERIAS PARA OBTENER MAGNESIA DE ALTA PUREZA

| <u>Entrada:</u> TM/año | <u>Salida:</u> TM/año |
|---|------------------------------------|
| 1. Sólidos = 2,084.21 MgO, Mg(OH) ₂ | 1. MgO (c) = 2,037.81 |
| 2. PETROLEO = 30.18 | 2. Mg(OH) ₂ (c) = 20.58 |
| 3. AIRE = <u>445.15</u> | 3. H ₂ O (v) = 62.67 |
| 2,559.54 | 4. CO ₂ (g) = 96.06 |
| ===== | 5. SO ₂ (g) = 0.24 |
| | 6. N ₂ (g) = 336.33 |
| | 7. O ₂ (g) = 5.79 |
| | 8. Cenizas = <u>0.06</u> |
| | 2,559.54 |
| | ===== |

BALANCE GENERAL DE ENERGIA PARA OBTENER MAGNESIA DE ALTA PUREZA

| | |
|---|---------------------------------------|
| 1. MgO a 25 °C : 0.0 Kcal | 1. Entalpia de gases : |
| 2. Mg(OH) ₂ a 25°C: 0.0 Kcal | 1.12474 x 10 ⁸ Kcal |
| 3. Petróleo precalentado a 100°C : 973,305.0 Kcal | 2. Entalpia del vapor: |
| 4. Poder calorífico del petróleo: <u>3.1689x10⁸ Kcal.</u> 3.17800x10 ⁸ Kcal. | 67'345,778 Kcal |
| | 3. Calor de Reacción : |
| | 34'609,159 Kcal |
| | 4. Entalpia del MgO : |
| | 28'776,102 Kcal |
| | 5. Entalpia del Mg(OH) ₂ : |
| | 11'068,953 Kcal |
| | 6. Pérdida de calor : |
| | <u>63'572,661 Kcal</u> |
| | 3.17800 x 10 ⁸ Kcal. |

11. Calcinación de las Coquinas .- Según los puntos 3 y 4 debemos calcinar 114,568.8 T.M. Coquinas/Año para obtener 55,051.1 TM CaO/Año y de allí obtener 72,714.6 TM de Ca(OH)₂/AÑO, que serán empleados en la precipitación del MgCl₂ como Mg(OH)₂.



El combustible empleado para la calcinación de las coquinas, será de las mismas características, que el empleado para calcinar el hidróxido de magnesio; es decir se empleará el petróleo industrial N°6.

Los cálculos para el Balance General de Materias y Energía es similar a los cálculos para obtener Periclusa:

BALANCE GENERAL DE MATERIAS PARA OBTENER CAL(CaO) EN UN AÑO

| <u>Entrada</u> : TM/Año | <u>Salida</u> : TM/AÑO |
|-----------------------------|--|
| 1. COQUINAS = 114,568.80 | 1. CaO (c) = 55,630.25 |
| 2. PETROLEO = 7,682.97 | 2. CaCO ₃ (c) = 4,136.58 |
| 3. AIRE = <u>113,323.80</u> | 3. SiO ₂ (c) = 4,170.32 |
| 235,575.57 | 4. Fe ₂ O ₃ (c) = 1,168.61 |
| | 5. Al ₂ O ₃ (c) = 1,764.37 |
| | 6. MgO (c) = 602.35 |
| | 7. H ₂ O (g) = 12,187.85 |
| | 8. CO ₂ (g) = 68,744.26 |
| | 9. SO ₂ (g) = 61.46 |
| | 10. N ₂ (g) = 85,619.02 |
| | 11. O ₂ (g) = 1,475.13 |
| | 12. Cenizas = <u>15.37</u> |
| | 235,575.75 ===== |

BALANCE GENERAL DE ENERGIA PARA OBTENER CAL (CaO) EN UN AÑO

Entrada: Kcal/Año

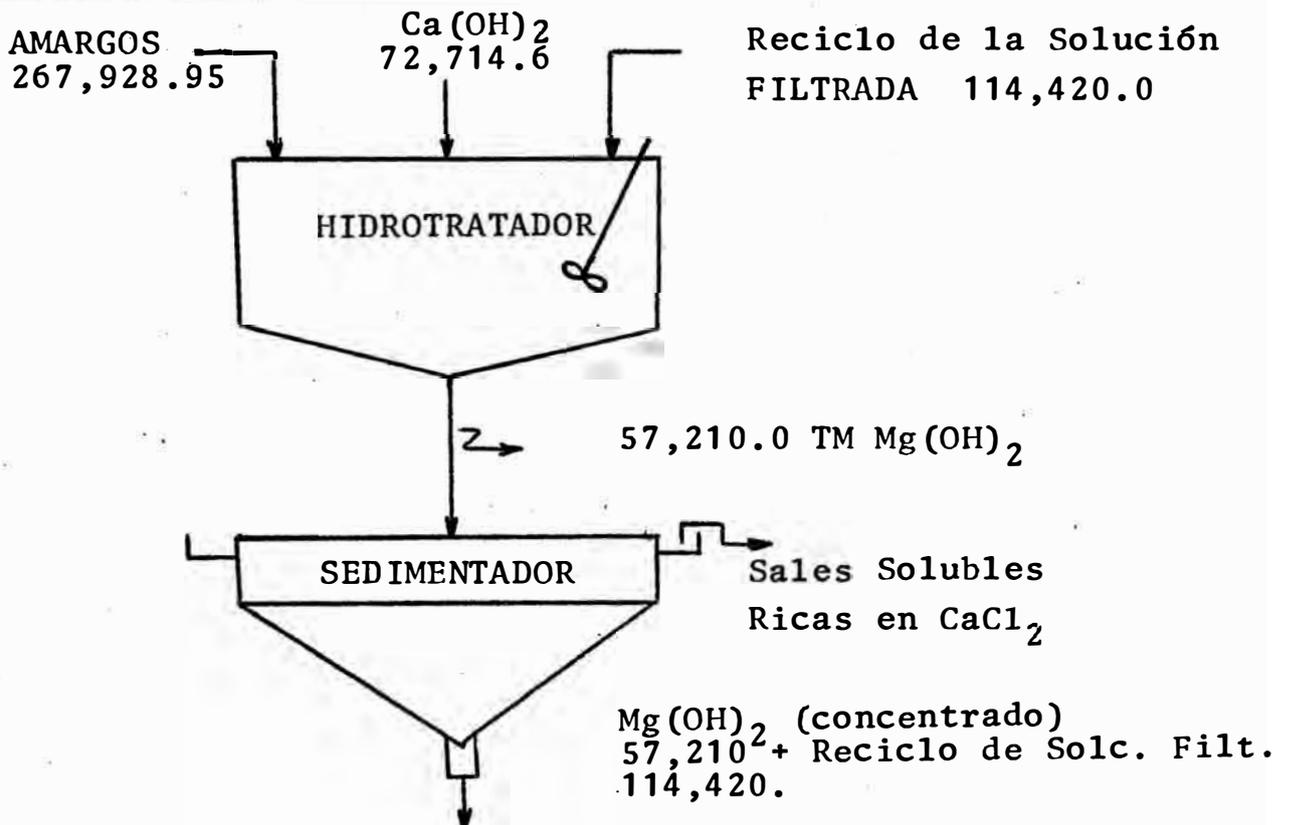
1. Coquinas a 25°C: 0.0 Kcal
2. Aire a 25°C : 0.0 Kcal
3. Entalpia del Petróleo Pre-
calentado 100°C :
2.47775 x 10⁸ Kcal
4. Calor cedido por el poder
Calorífico del Petróleo:
8.06711 x 10¹⁰ Kcal
8.09189 x 10¹⁰ Kcal

Salida: Kcal/Año

1. Entalpia de los gases de sa-
lida a 320  C:
1.1150311 x 10¹⁰
2. Entalpia del vapor a 320 C:
8.77143 x 10⁹
3. Calor de Reacción: ^qCaCO₂ +
^qMgCO₃:
4.43185 x 10¹⁰
4. Entalpia del producto que -
sale del horno a 1400 C :
4.95832 x 10⁸
5. Calor perdido por radiación:
1.61837 x 10¹⁰
8.09189 x 10¹⁰
=====

H.6 Diseño de Equipos

1. Diseño del Sedimentador.-



| AMARGOS: | | TN/Año | SUSPENSION: | | TM/Año |
|------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|---|--------------------|
| Mg ⁺⁺ | : | 23,845.676 | Mg(OH) ₂ | : | 57,210.00 (sólido) |
| Na ⁺ | : | 482.272 | CaCl ₂ | : | 98,238.842 |
| K ⁺ | : | 241.136 | Na ⁺ | : | 482.272 |
| Cl ⁻ | : | 62,748.960 | K ⁺ | : | 241.136 |
| SO ₄ ⁼ | : | 6,912.567 | Cl ⁻ | : | 0.0 |
| Br ⁻ | : | 1,393.231 | SO ₄ ⁼ | : | 6,912.567 |
| H ₂ O | : | <u>172,305.100</u> | Br ⁻ | : | 1,393.231 |
| | | 267,928.950 (58.87%) | H ₂ O | : | 172,305.100 |
| | | + | Ca ⁺⁺ | : | <u>3,860.402</u> |
| HIDROXIDO DE CALCIO: | | | | | 340,643.550 |
| | | 72,714.600 (15.97%) | | | + |
| | | + | RECICLO DE LA SOLUC.: | | |
| RECICLO DE LA SOLUC. | | | | | <u>114,420.000</u> |
| | | <u>114,420.000</u> (25.16%) | | | |
| <u>TOTAL</u> | | <u>455,063.550</u> (100.0%) | <u>TOTAL</u> | | <u>455,063.550</u> |
| | | ===== | | | ===== |

DATOS EXPERIMENTALES:

Muestras

| | | | |
|-------------------|-----------------|-------|-------------------------------------|
| Amargos de Ramón: | 115.0 c.c. | ----- | ρ Amargos = 1.35 gr/cc |
| Hidroxido de Cal: | 18.9 c.c | ----- | ρ Ca(OH) ₂ = 2.23 " |
| Reciclo (agua) : | <u>66.1 c.c</u> | ----- | ρ H ₂ O = 1.00 " |
| Volumen Total | 200.0 c.c. | | |

EQUIPO USADO:

- 1 Probeta de 200 CC.
- 1 Cronómetro
- 1 Regla graduada (30.0 cm.)

MATERIALES

115.00 cc de la muestra de amargos de Ramón
 32.0 grs. de CaO para obtener 18.9 cc de
 Ca(OH)₂.
 66.1 cc de agua no destilada.

DATOS DE SEDIMENTACION:TABLA N°1

| <u>ALTURA (cm.)</u> | <u>TIEMPO (min.)</u> | <u>TIEMPO (Hrs.)</u> |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| 20.0 | 0 | 0.000 |
| 18.0 | 5 | 0.083 |
| 16.0 | 10 | 0.167 |
| 15.0 | 15 | 0.250 |
| 12.5 | 24 | 0.400 |
| 10.0 | 33 | 0.550 |
| 8.50 | 39 | 0.650 |
| 6.5 | 50 | 0.833 |
| 6.0 | 54 | 0.900 |
| 5.0 | 60 | 1.000 |
| 4.0 | 67 | 1.117 |
| 3.5 | 72 | 1.200 |
| 3.0 | 84 | 1.400 |
| 2.6 | 105 | 1.750 |
| 2.4 | 133 | 2.217 |
| 2.2 | 159 | 2.650 |
| 2.0 | 180 | 3.000 |
| 1.6 | 264 | 4.400 |

Densidad Inicial de la suspensión = $\rho_o = 1.03 \text{ gr/cc}$

Densidad Final (solución concentrada = $\rho_u = 1.2 \text{ gr/cc}$

Concentración Inicial = C_o (gr sólido/lt suspensión =

$$C_o = \frac{57,210.00 \text{ gr Mg(OH)}_2}{455,063.55 \text{ gr. suspens.}} \times \frac{1}{(1/1.03 \text{ gr/cc})} \times 1000 \text{ cc/lt}$$

$$= 129.49$$

$$\text{Sólidos secos/Hr.} = \frac{57,210 \text{ TM Mg(OH)}_2}{280 \times 24 \text{ horas}} = 8.513 \frac{\text{TM. Sólido}}{\text{Hora}}$$

(1 año = 280 días para 3 turnos de 8 horas c/u).

Flujo de Entrada al Sedimentador (pies³/Hr) =

$$= L_o = \frac{455,063.55 \times 10^6}{280 \times 24 \times 1.03 \times 28316.9}$$

$$L_o = 2,321.78 \text{ pies}^3/\text{Hora}$$

$$\text{Concentración Final (parte precipitada)} = C_u = \frac{(9.6 - 4.5) \times 10^3}{8}$$

$$= \frac{5.1 \times 10^3}{8} = 637.5 \text{ grs. sólidos/lt suspensión}$$

9.6 = Peso Sólido + peso H₂O

8 cc = Volumen total de la muestra tomada

4.5gr = Peso del agua filtrada (4.5 cc)

$$\text{Densidad promedio de la suspensión} = \rho_{av} = \frac{C_u \rho_o - C_o \rho_u}{C_u - C_o}$$

$$P_{av} = \frac{637.5 \times 1.03 - 129.49 \times 1.2}{637.5 - 129.49} = \frac{501.237}{508.010} = 0.9867 = 1$$

Peso específico del $Mg(OH)_2 = 2.36 \text{ gr/cc}$

Con los datos de la tabla N°1, trazamos el gráfico N°1: Z (cm) vs. θ (Hr.)

$$Z_{\infty} = 1.6 \text{ cm.} \quad \theta = 4.4 \text{ horas}$$

$$Z_0 = 20 \text{ cm.} \quad \theta = 0 \text{ horas}$$

Trazando tangentes a varios puntos de la curva del gráfico N°1, obtenemos:

$$v = \frac{Z_i}{\theta_i} \quad (\text{cm/hora}) \quad C_0 Z_0 = C_L Z_i$$

$$129.49 \times 20 = C_L Z_i \quad \text{----} \quad C_L = \frac{2589.8}{Z_i} \quad (\text{gr/lt})$$

TABLA N°2

| θ | Z_i | θ | $v = Z_i / \theta_i$ | $C_L = 2,589.8 / Z_i$ |
|----------|-------|----------|----------------------|-----------------------|
| 0.1 | 20.0 | 0.980 | 20.408 | 129.490 |
| 0.2 | 20.0 | 1.040 | 19.231 | 129.490 |
| 0.5 | 18.6 | 1.180 | 15.763 | 139.237 |
| 0.8 | 15.5 | 1.430 | 10.839 | 167.084 |
| 1.0 | 13.6 | 1.570 | 8.662 | 190.426 |
| 1.1 | 12.3 | 1.660 | 7.410 | 210.553 |
| 1.2 | 9.2 | 1.950 | 4.718 | 281.500 |
| 1.3 | 7.5 | 2.300 | 3.261 | 345.307 |
| 1.4 | 6.0 | 2.820 | 2.128 | 431.633 |
| 1.6 | 4.5 | 3.960 | 1.136 | 575.511 |
| 1.7 | 4.0 | 4.820 | 0.830 | 647.450 |

Con los datos de la Tabla N°2, graficamos V vs. C_L (Gráfico N°2)

El área necesaria en un espesador, se fija de acuerdo con la concentración de la capa que requiere el área -- máxima, para el paso de una cantidad unitaria de sólidos.

$$\frac{L_L C_L}{S} = \frac{v}{(1/C_L - 1/C_u) \rho_{av} / \rho_w}$$

$$L_L C_L = 8.513 \text{ Ton/Hr.} = 18,744.5 \text{ lbs/Hr.}$$

S = Superficie transversal del sedimentador (pies²)

v = Velocidad para una concentración C_L

ρ_w = Densidad del líquido (agua) = 1.0

Con los datos de la Tabla N°2, obtenemos:

TABLA N°3

| (cm/Hr.) | C_L (gr/lt) | $(1/C_L - 1/C_u)$ | $L_L C_L / S = \frac{v}{(1/C_L - 1/C_u) \rho_{av} / \rho_w}$ |
|----------|---------------|--------------------------|--|
| 20.408 | 129.490 | 6.15398×10^{-3} | 3,360.928 |
| 19.231 | 129.490 | 6.15398 | 3,167.092 |
| 15.763 | 139.237 | 5.61337 | 2,845.968 |
| 10.839 | 167.084 | 4.41639 | 2,487.349 |
| 8.662 | 190.426 | 3.68276 | 2,383.744 |
| 7.410 | 210.553 | 3.18077 | 2,361.026 |
| 4.718 | 281.500 | 1.98377 | 2,410.358 |
| 3.261 | 345.307 | 1.32735 | 2,489.890 |
| 2.128 | 431.633 | 0.74816 | 2,882.651 |
| 1.136 | 575.511 | 0.16896 | 6,814.113 |

Para determinar el valor mínimo de $L_L C_L / S$ se grafican los datos de la Tabla N°3 en la figura N°3 ($L_L C_L / S$ vs. V). Este gráfico nos dá un valor mínimo de: $(L_L C_L / S)_{\min} = 2360$ Cm/Hr/lt/gr, que corresponde a $V = 7.0$ cm/Hr. y en el gráfico N°2 $C_L = 221.25$ gr/lt

Y ya que no han salido sólidos en el derrame, con un balance de materiales sólidos ($L_o C_o = L_L C_L$) resulta:

$$L_L C_L = 8.513 \text{ Ton/Hr.} = 18,744.5 \text{ lbs./Hr.}$$

$$\text{Luego: } 2360 \frac{\text{cm/Hr.}}{\text{lt/gr}} = 4.829 \frac{\text{Pies/Hr.}}{\text{Pies}^3/\text{lb}}$$

$$S = \frac{18,744.5}{4.829} = 3,881.59 \text{ pies}^2 \quad (\text{Diámetro} = 70.3 \text{ pies} \\ = 21.43 \text{ m.})$$

Cálculo de la Profundidad del Sedimentador

$$V = \frac{L_o C_o}{\rho_s} (\theta - \theta_c) + \frac{L_o C_o}{\rho} \int_{\theta_o}^{\theta} \frac{W_L}{W_S} d\theta$$

V = Volumen de la zona de compresión en pies^3

$$L_o C_o = 8.513 \text{ Ton/Hr.} = 18,744.5 \text{ lbs/Hr.}$$

W_L = Masa del líquido en la zona de compresión (lbs)

W_S = Masa del sólido en la zona de compresión (lbs)

$(\theta - \theta_c)$ = Tiempo de retención en la zona de compresión (Hrs.)

ρ_s = Densidad de la fase sólida (lbs/pie^3)

$$\rho_s = 2.36 \text{ gr/cc} = 147.20 \text{ lbs/pie}^3$$

ρ = Densidad de la fase líquida en $\text{lbs}/\text{pie}^3 = 1 \text{ gr}/\text{cc} = 62.37 \text{ lbs}/\text{pie}^3$

Para el cálculo del tiempo de retención elaboramos la Tabla N°4.

TABLA N°4

| Tiempo(Hrs.) | $(Z - Z_{\infty})$ | $(Z - Z_{\infty}) / (Z_c - Z_{\infty})$ | $\frac{W_s \text{ gr. Sólido.}}{W_l \text{ gr. Líquido.}}$ | $\frac{W_l}{W_s}$ |
|--------------|--------------------|---|--|-------------------|
| 0.000 | 18.4 | 1.000 | 0.12949 | 7.7226 |
| 0.083 | 16.4 | 0.8913 | 0.12949 | 7.7226 |
| 0.167 | 14.4 | 0.7826 | 0.12949 | 7.7226 |
| 0.250 | 13.4 | 0.7283 | 0.13080 | 7.6453 |
| 0.400 | 10.9 | 0.5924 | 0.13776 | 7.2590 |
| 0.550 | 8.4 | 0.4565 | 0.14549 | 6.8733 |
| 0.650 | 6.9 | 0.3750 | 0.15415 | 6.4872 |
| 0.833 | 4.9 | 0.2663 | 0.17038 | 5.8692 |
| 0.900 | 4.4 | 0.2391 | 0.17861 | 5.5988 |
| 1.000 | 3.4 | 0.1848 | 0.19043 | 5.2513 |
| 1.117 | 2.4 | 0.1304 | 0.21403 | 4.6722 |
| 1.200 | 1.9 | 0.1033 | 0.28150 | 3.5524 |
| 1.400 | 1.4 | 0.0761 | 0.43163 | 2.3168 |
| 1.750 | 1.0 | 0.0543 | 0.68153 | 1.4673 |
| 2.217 | 0.8 | 0.0435 | 0.73994 | 1.3515 |
| 2.650 | 0.6 | 0.326 | 0.76171 | 1.3128 |
| 3.000 | 0.4 | 0.217 | 0.80931 | 1.2356 |
| 4.400 | 0.0 | 0.00 | 1.36305 | 0.7336 |

18

Z¹⁷

m) 16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

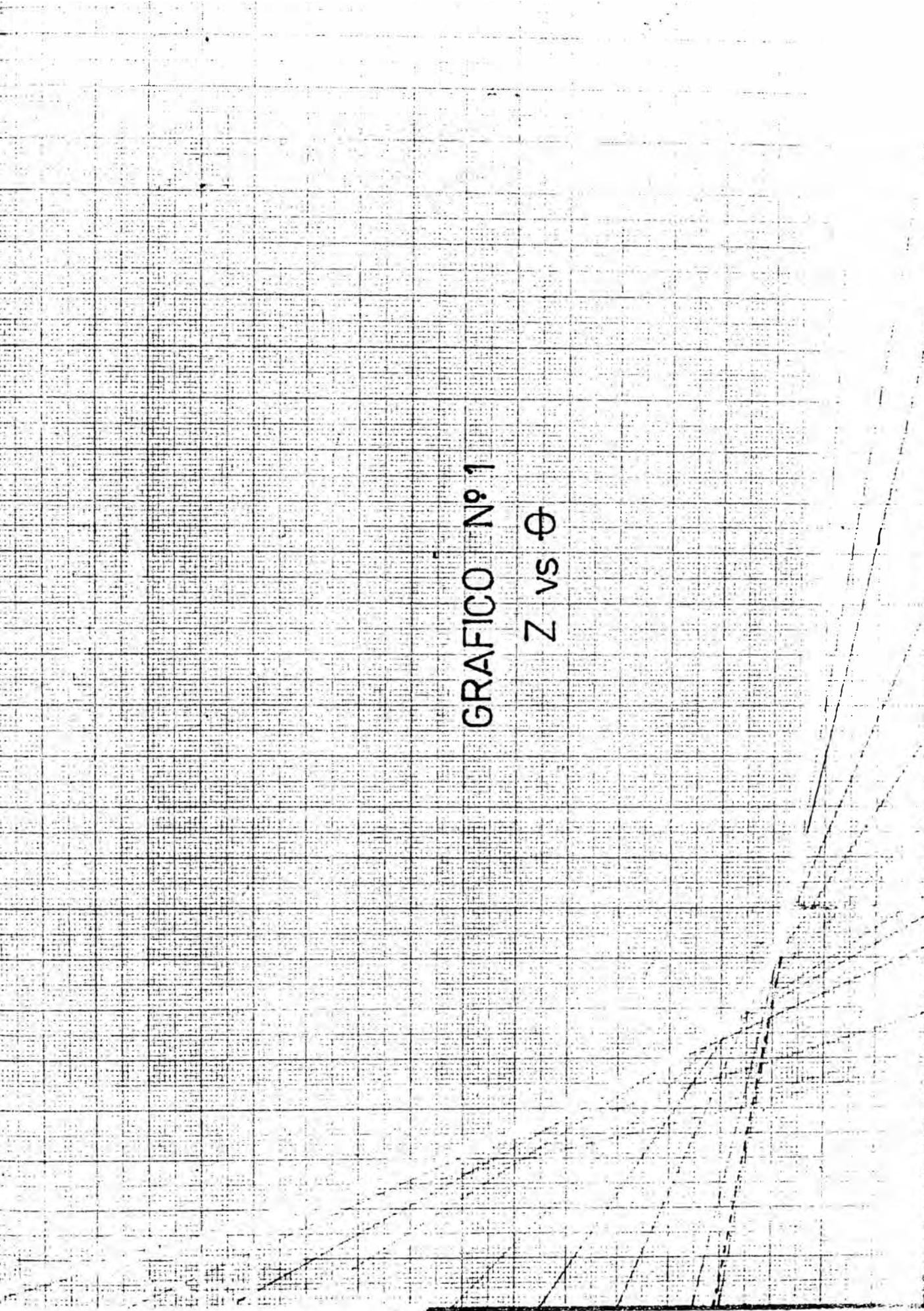
2

1

GRAFICO Nº 1

Z vs ϕ

0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4 2.6 2.8 3 3.2 3.4 3.6 3.8 4 4.2 4.4 4.6 4.8 ϕ^5 (Hrs)



18
V
/h)
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

GRAFICO Nº 2
V vs C_L

25 50 100 200 (221.25) 300 400 500 600 C_L (gr/H)

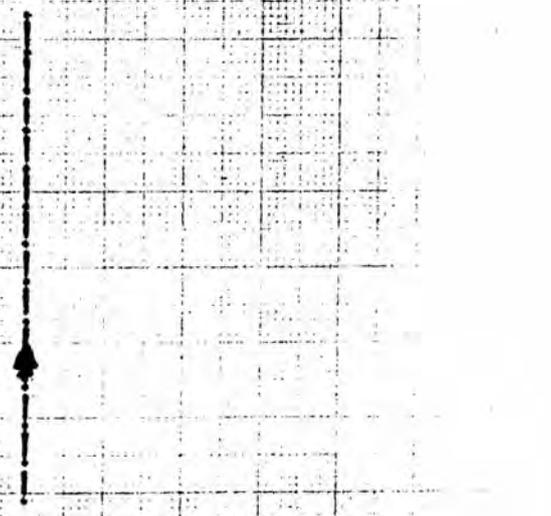


GRAFICO Nº 3

$$\frac{L_{CL}}{S} \text{ vs } V$$

000

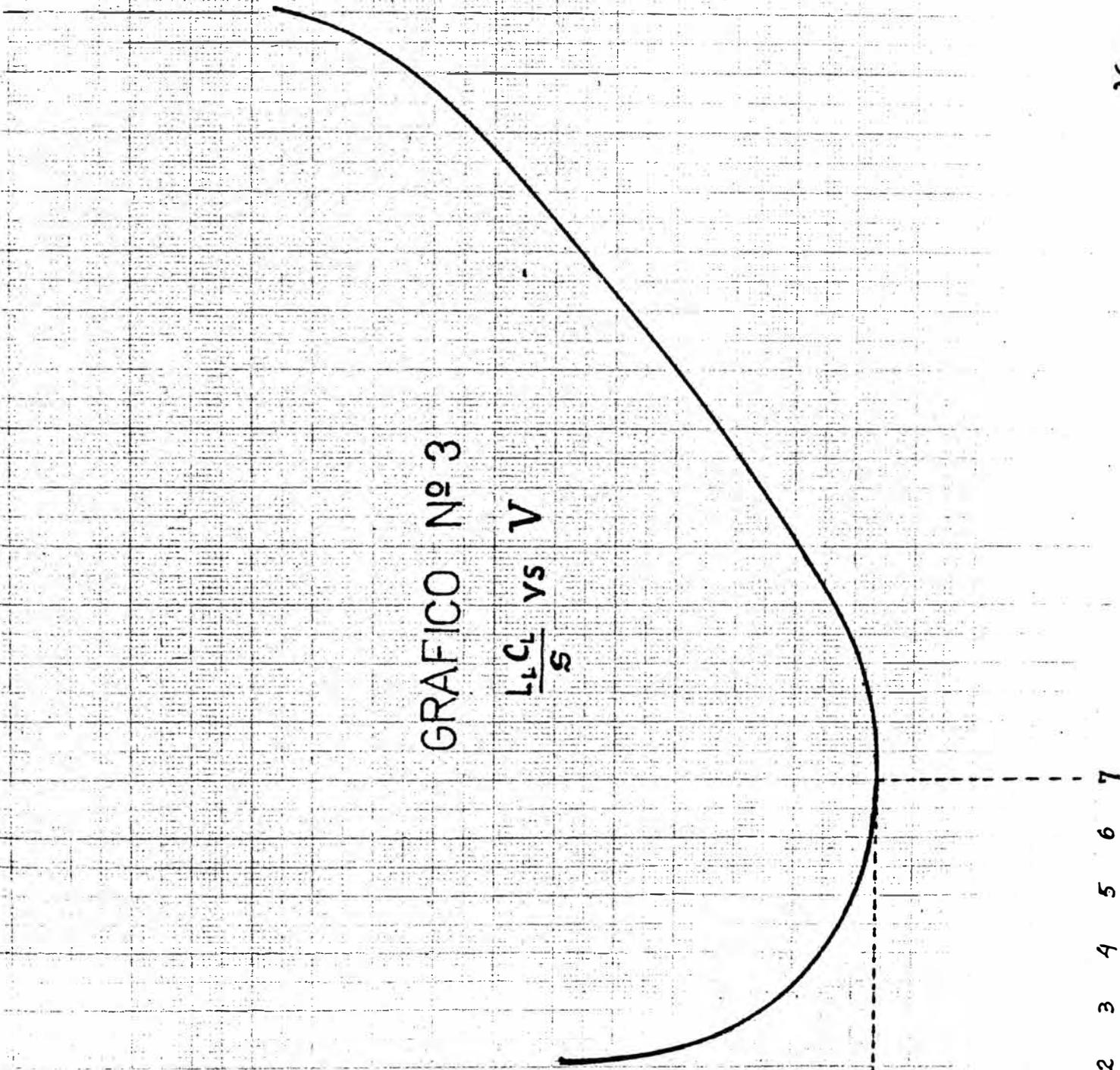
L_{CL} M/m

60

000

1 2 3 4 5 6 7

v



WELLS

100

$$\frac{Z - Z_{\infty}}{Z_0 - Z_{\infty}}$$

Z_0

.9

.8

.7

.6

.5

.4

.3

.2

.1

Z_0'

0

GRAFICO N° 4

$$\frac{Z - Z_{\infty}}{Z_0 - Z_{\infty}} \text{ vs } \theta$$

θ_c

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7

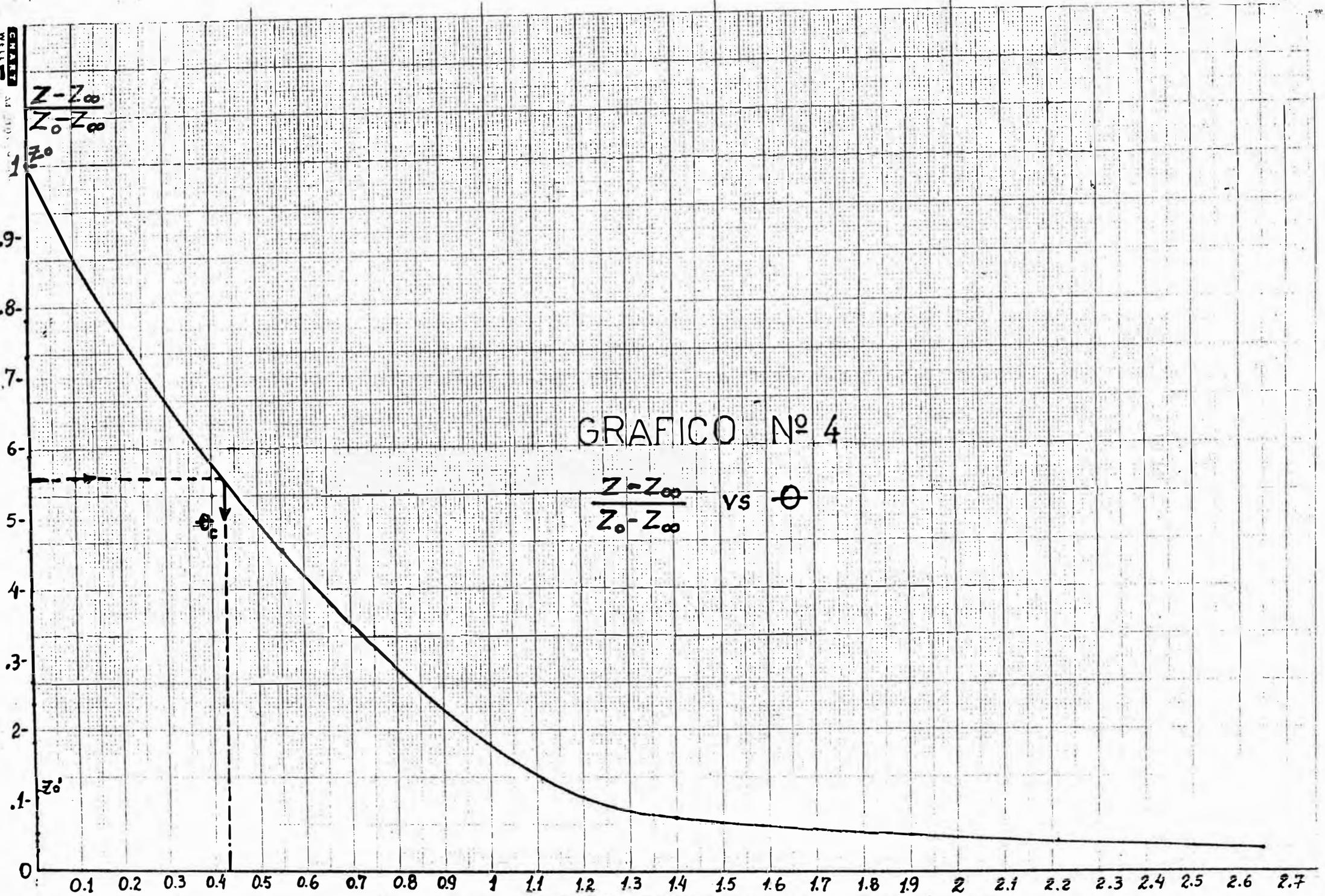
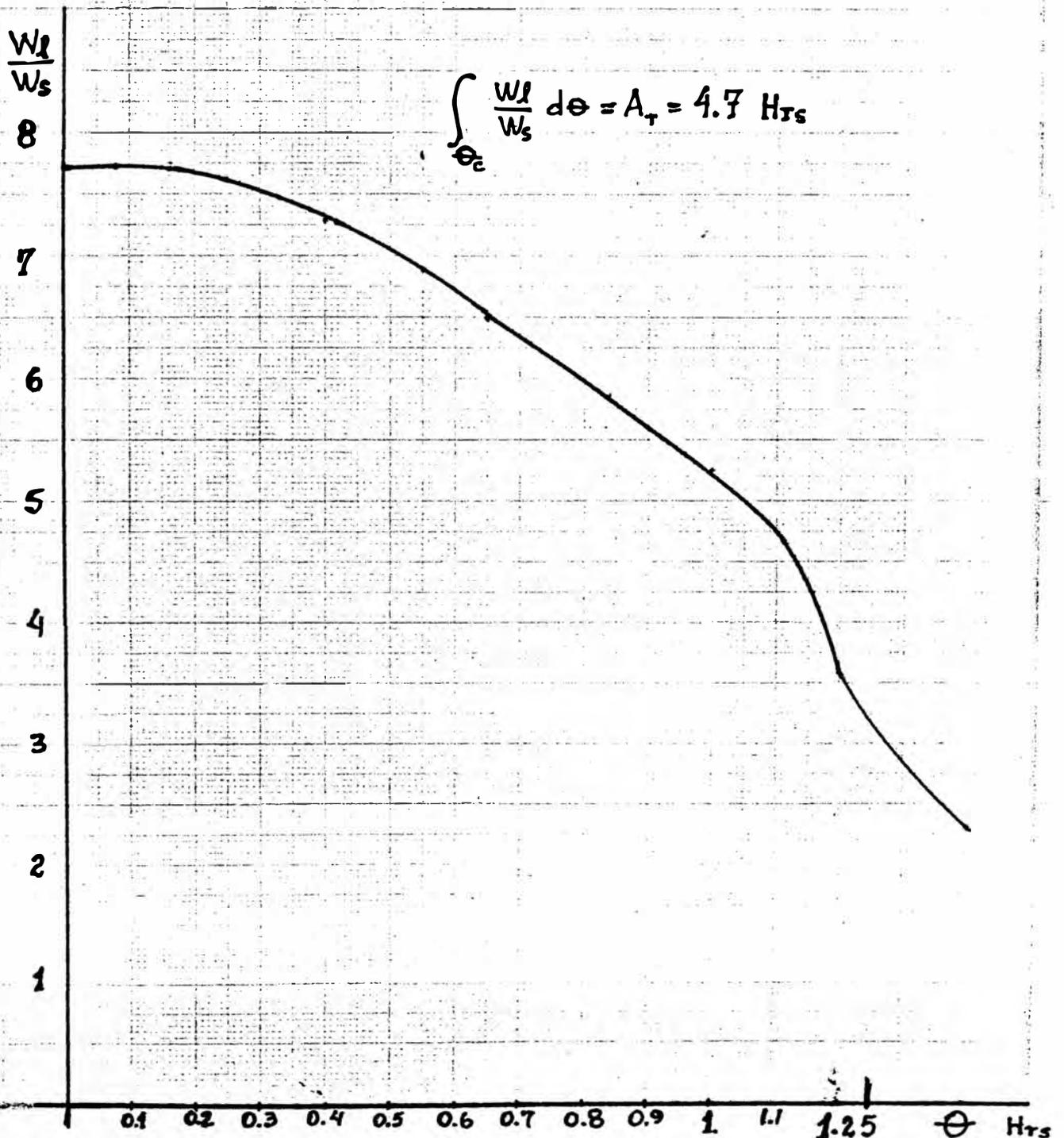


GRAFICO Nº 5



El tiempo crítico se calcula a partir del gráfico N°4, de terminando un valor de:

$$\frac{Z_o + Z_o'}{2} = (1.0 + 0.133)/2 = 0.557$$

que corresponde a $\theta_c = 0.43$ (en el mismo gráfico) y para $C_u = 637.5$ $\theta = 1.68$ Hrs.

Entonces el tiempo de retención = $1.68 - 0.43 = (\theta - \theta_c) = 1.25$ Hrs.

por integración gráfica, realizada en el gráfico N°5:

$$= 4.7 \text{ Hrs.}$$

Luego:

$$V = \frac{18,744.5}{147.02} \times 1.25 + \frac{18,744.5}{62.3} \times 4.7 = 1573.48 \text{ pies}^3$$

$$\text{ALTURA} = \frac{1,573.48 \text{ pies}^3}{3,881.59 \text{ pies}^2} = 0.41 \text{ pie}$$

PROFUNDIDAD DEL ESPESADOR:

Zona de Compresión = 0.41 pies

Inclinación del Fondo = 2.00 pies

Capacidad de Almacenamiento = 2.00 pies

Sumersión de profundidad = 2.00 pies

ALTURA TOTAL 6.41 pies (1.95 metros)

2. Diseño del Horno de Periclasa

1. Volumen de Aire que entra al horno.-

TM Aire/Año = 78,367.49 a 25°C y 29.3" Hg.

\bar{T}_M aire = 29.29 Kgs/Kg.-mol

$$\text{Volumen} = \frac{78,367.49 \times 10^3}{29.29} \times 22.4 \times \frac{298}{273} \times \frac{29.92}{29.3} \times \frac{1}{51,597}$$

$$= 1,294.76 \text{ m}^3 \text{ Aire/TM Mg(OH)}_2$$

Y como se producirán a partir de 51,597 TM Mg(OH)₂/Año, o sea 184.28 TM Mg(OH)₂/día

(1 año = 280 días laborables)

Luego el volumen de aire por día:

$$\text{Volumen aire} = 238,598.37 \text{ m}^3 \text{ aire/día}$$

2. Volumen de los gases húmedos de salida .- A partir del balance de materias, tenemos:

Kg-mol:

| | | | | | |
|------------------|---|---------------|---|--------------|--------|
| CO ₂ | = | 16'911,440/44 | = | 384,350.91 | Kg-mol |
| SO ₂ | = | 42,500/64.1 | = | 663.03 | " |
| N ₂ | = | 59'208,630/28 | = | 2'114,593.93 | " |
| O ₂ | = | 1'020,110/32 | = | 31,878.44 | " |
| H ₂ O | = | 22'084,230/18 | = | 1'226,901.67 | " |
| | | | | <hr/> | |
| | | | | 3'758,387.98 | Kg-mol |

Como la presión de tiro es de 0.02" H₂), lo despreciamos y sólo tenemos en cuenta la presión barométrica: 29.30" Hg. Y para la temperatura consideramos el promedio aritmético en la zona de combustión (1815°C) y en la zona de alimentación (480°C);

$$\text{Promedio} = (1815+480)/2 = 1,147.5^\circ\text{C} = 1,420.5^\circ\text{K}$$

Luego el volumen de los gases húmedos es:

$$V_g = 3'758,387.98 \times 22.4 \times \frac{1,420.5 \times 29.92}{273 \times 29.30} \times \frac{1}{51,597} = 8,669.57 \frac{\text{m}^3 \text{ gases}}{\text{TM Mg(OH)}_2}$$

$$\delta = 1'597,628.36 \text{ m}^3 \text{ gases/día} = 18.49 \text{ m}^3 \text{ gases/seg.}$$

3. Cálculo del diámetro del horno.- Debe tenerse en cuenta la cantidad de gases que pasan por el canal. Y se aplica la siguiente fórmula:

$$S = V/V_1 \quad (\text{m}^2)$$

Donde:

V = Cantidad media de gases que pasan por el horno en $\text{m}^3/\text{seg.}$

V_1 = Velocidad media real de los gases en el horno en $\text{m}/\text{seg.}$ Se sabe también que para la mayoría de los hornos rotatorios, V_1 , oscila entre 3 y 8 $\text{m}/\text{seg.}$

Para efectos del cálculo del horno, consideramos $V_1 = 5.5 \text{ m}/\text{seg.}$ (promedio entre 3 y 8).

S = Area de la luz del tubo (m^2).

$$S = V/V_1 = \pi D_i^2 / 4 ; D_i = \text{Diámetro interno del horno (m)}$$

$$D_i = \sqrt{4 V / \pi V_1} = \sqrt{4 \times 18.49 / 3.1415 \times 5.5} = 2.07 \text{ m} =$$

$$= 6.69 \text{ pies}$$

$D_e = 7.79$ (diámetro exterior, considerando que el revestimiento interno de ladrillos refractarios es de 1 pie).

4. Cálculo de la longitud del horno.- Según la siguiente fórmula podemos calcular la longitud del horno.

$$C = N L D^2 / 100$$

donde:

C = Capacidad de producción del horno en TM/día = 128.57
TM MgO/día.

N = Factor que depende de la carga del material y otras variables. N = 1.15 para hornos rotatorios.

L = Longitud del Horno en Pies.

D = Diámetro del horno en pies = 6.79 pies

$L = 100 C / N D^2 = 242.49 \text{ pies} = 243 \text{ pies (74 metros)}$.

5. Tiempo que permanece la carga en el horno, es igual a :
(Bibliografía 1)

$$\theta \text{ (mint)} = 0.19 L / N D S$$

Donde:

θ = Tiempo de permanencia en el horno en minutos

L = Longitud del horno = 243 pies

N = Velocidad rotacional (RPM) = 1.15 RPM (Dato práctico)

C = Inclinação del horno (pie/pie) = 1/24 pie/pie
($B^\circ = 2.38^\circ$)

D = Diámetro interno del horno = 6.79 pies

$\theta = 0.19 \times 243 / 1.15 \times 6.79 \times (1/24) = 141.91 \text{ minutos}$

2 horas 22 minutos.

Movimiento del material en pies/minuto

$$V = e/t = 243 \text{ pies}/14.91 \text{ minutos} = 1.71 \text{ pies/minuto.}$$

6. Determinación del segmento circular de llenado de la sección del tubo, por el material alimentado.

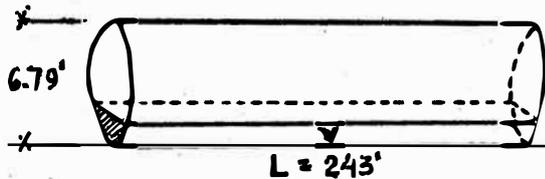
La alimentación es de 184.28 TM $\text{Mg}(\text{OH})_2$ /día (127.97 Kgs/minuto).

La densidad del $\text{Mg}(\text{OH})_2 = 2.4 \text{ grs/cc} = 68 \text{ Kgs/pie}^3$.

Volumen alimentado en el tiempo de permanencia, 142 mint.

(o volumen de carga):

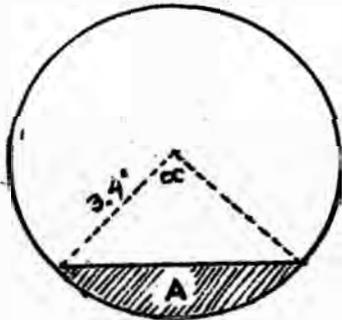
$$V = 127.97 \text{ Kgs/minut.} \times 142 \text{ mint.} / 68 \text{ Kg/pie}^3 = 267.23 \text{ pies}^3$$



$$V = A L = 267.23$$

$$A = 1.1 \text{ pie}^2$$

Además:



$$A = (3.4)^2 \frac{\pi \alpha}{360} - (3.4)^2 \frac{1}{2} \sin \alpha$$

$$1.1 = 0.10088 \alpha - 5.78 \sin \alpha$$

Por tanteo determinamos α : $\alpha = 61.03^\circ$

7. Cálculo del % de volumen de carga con respecto del volumen total del horno .- Bibliografía 1, este % debe variar entre 3 a 12%.

$$\% V = (\text{Volumen Carga}/\text{Volumen total horno}) 100 =$$

$$= \frac{267.23 \times 100}{243(6.79/2)^2 \pi} = 3.04\% , \text{ porcentaje que cae dentro del límite antes señalado.}$$

8. Area Util para la Calcinación .- $\alpha = 61.03^\circ$

$$X = 2 R \text{ sen } \alpha / 2$$

$$R = 3.4 \text{ pies } \dots X=3.45$$

$$\text{Area Util} = 3.45 \times 243/2 = 419.2 \text{ pies}^2$$

9. Eficiencia del horno Rotatorio .- Las TM $\text{Mg}(\text{OH})_2$ calcinadas en 24 horas = 184.28 (405,903.28 lbs)

$$\begin{aligned} E &= 405,903.28 \text{ lbs}/419.2 \text{ pies}^2 = 968.28 \text{ lbs}/\text{pie}^2/24 \text{ horas} \\ &= 4,732.14 \text{ Kgs}/\text{m}^2/24 \text{ horas} \end{aligned}$$

10. Potencia para el horno rotatorio .- De acuerdo a la fórmula:

$$\text{HP} = 0.8 \times D^2 \text{ tenemos que la potencia necesaria es:}$$

$$\text{HP} = 0.8 (6.79)^2 = 36.88 \text{ HP} \approx 37 \text{ HP}$$

Y de acuerdo a la fórmula D.10, podemos hallar las revoluciones por minuto del horno rotatorio:

$$\text{RPM} = D/10 = 6.79/10 = 0.679 \text{ ó } 1.47 \text{ minutos por revolución.}$$

Cantidad de aire ($\text{m}^3/\text{día}$) :

$$= 78,387.49 \times 10^3 \times \frac{298}{273} \times \frac{14.7}{250} \times \frac{22.4}{29.29} \times \frac{1}{280} = 13,738.44$$

$$= 13,738.44 \text{ m}^3/\text{día} \rightarrow 572.44 \text{ m}^3/\text{hr. ó } 20,227.51 \text{ pies}^3/\text{hora}$$

Finalmente la capacidad del quemador será de 218.3 glns/hr. de petróleo industrial N°6, el cual previamente es precalentado a 100°C (212°F) y luego atomizado a 250 psig. ya que es esencial que el quemador logre una perfecta atomiza

ción a fin de que se forme rápidamente una mezcla del petróleo y aire coincidiendo prácticamente con la combus--
tión.

3. Diseño del Horno de Cal .- Los cálculos son semejantes a los del horno de Periclasa.

1. Volumen de Aire que entra al horno:

$$\begin{aligned}\text{Volumen} &= 843.2 \text{ m}^3/\text{TM Coquinas} \\ &= 345,015.76 \text{ m}^3/\text{día}\end{aligned}$$

2. Volumen de los gases húmedos de salida.-

$$V_g = 4428.31 \text{ m}^3/\text{TM Coquina} = 1'811,931.60 \text{ m}^3/\text{día} = 20.97 \text{ m}^3/\text{sg.}$$

3. Diámetro del Horno.-

$$D_i = 2.20 \text{ m} = 7.22 \text{ pies}$$

$$D_e = 2.50 \text{ m} = 8.22 \text{ pies}$$

4. Longitud del Horno.-

$$L = 331.42 \text{ pies} (101.0 \text{ m})$$

5. Tiempo que permanece la carga en el horno:

$$\theta (\text{minutos}) = 182 \text{ minutos} = 3 \text{ Hrs. } 2 \text{ minutos}$$

$$\text{Movimiento del material} = 1.82 \text{ pies/minuto}$$

6. Segmento circular de llenado .- ($\rho_{\text{coquina}} = 27.98 \text{ Kgs/pie}^3$)

$$V = 284.15 \times \frac{182}{27.98} = 1,848.30 \text{ pies}^3$$

$$\text{Luego : } \alpha = 104.5^\circ$$

7. % de Volumen de carga con respecto del volumen total del horno.-

$$\% \text{ Volumen} = \frac{1,848.3 \times 100}{331.42(8.22/2)^2 \pi} = 10.5\%$$

8. Area Util de Calcinación .- = 946.2 pies²

9. Eficiencia del Horno .- = 952.5 lbs/pie²/24 horas
= 4,654.7 Kgs/m²/24 horas

10. Potencia para el horno.-

$$\text{HP} = 0.8 D^2 = 0.8(7.22)^2 = 41.7 \text{ HP} \approx 42 \text{ HP}$$

$$\text{RPM} = 0.72 \quad (1.4 \text{ minutos/revolución})$$

H.7 Tecnología

Actualmente en el mundo existen las siguientes tecnologías para obtener el Oxido de Magnesio:

- a. HARBINSON-WALKER REFRACTORIES INTERNATIONAL
- b. KAISER REFRACTORIES
- c. GARRET RESEARCH AND DEVELOPMENT COMPANY (OCCIDENTAL RESEARCH Co)
- d. DAVY POWERGAS CORP
- e. DOOR OLIVER COMPANY
- f. DEA SEA PERICLASE LTD.

Tecnología Recomendada .- De las Tecnologías mencionadas la más recomendable es la de HARBINSON-WALKER REFRACTORIES INTERNATIONAL, ampliamente reconocida en el mundo.

La dirección para el establecimiento de contactos futuros es:

HARBINSON-WALKER REFRACTORIES INTERNATIONAL
DIVISION OF DRESSER INDUSTRIES, INC
2 GATE WAY CENTER, Pitts WURGH,
P.A. 15222 USA

H.8 Especificaciones de Maquinarias y Equipos

La capacidad calculada para este importante ítem es de 40,000 T.M. MgO/Año, para lo cual se requiere de las siguientes maquinarias y equipos:

Preparación de la Lechada de Cal

Tolvas de Coquinas 4
Capacidad de c/una = 4.5 TM/Hrs.
Lavadora de Coquinas 1
Capacidad = 18 TM/Hora
Depósito de Coquinas Limpias 1
Capacidad = 18 TM/Hora
Horno Rotativo de Coquinas 1
Capacidad: 8.5 TM CaO/Hora
Longitud del Horno : = 100 m
Diámetro = 2.2 m
HP = 42
Enfriador 1
Capacidad = 8.5 TM CaO/Hora

- Apagador de Cal : 1

Capacidad = 12 TM Ca(OH)_2 /Hora

Preparación del Hidróxido de Magnesio, Mg(OH)_2

(Dow Chemical)

- Tanques hidrotratadores : 3

Capacidad = 23 TM/hora

- Tanques Espesadores : 3

Capacidad = 3 TM/ Mg(OH)_2 /Hora

- Tanque para Almacenamiento de la Lechada de Cal : 1

Capacidad = 11 TM Ca(OH)_2 /Hora

- Tanque de Lodos Precipitado : 1

Capacidad = 9 TM Mg(OH)_2 /Hora

- Filtro al Vacío : 5

Capacidad = 2 TM/Hora (1.8 TM Mg(OH)_2 /Hora)

Preparación de la Periclasa .- (Harbinson - Walker)

- Tanque de Lavado del Hidróxido de Magnesio : 1

Capacidad = 10 TM/Hora

- Horno Rotativo para Periclasa : 1

Capacidad = 5.5 TM MgO /Hora

- Precipitador Electrostático de Humos : 1

- Enfriador : 1

- Molino de Rodillos : 1

- Transportador de Tornillos : 1

Preparación de Magnesia Liviana (Neopreno).-

- Hierro de Calcinación de 4 pisos (Tostador tipo Herreschhof) : 1

Capacidad = 4,081.21 TM MgO/hora

- Elevador de Cangilones : 1
- Tambor Mezclador para diversos tipos de Magnesia : 1
- Briquetera de Pellets (2,000 psi) : 1
- Enfriador : 1
- Molino y Zaranda (Malla -4 +10) : 1

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION PRELIMINAR PERICLASA REFRACTARIOS

ACTIVIDAD

Ing. Básica

Disposición Detallada

Especificaciones de Equipo

Diseño Red de tuberias

Diseño Equipo Eléctrico

Ing. Civil

Planos de Cargas

Hojas de Dimensiones

Planos Detallados

Equipo

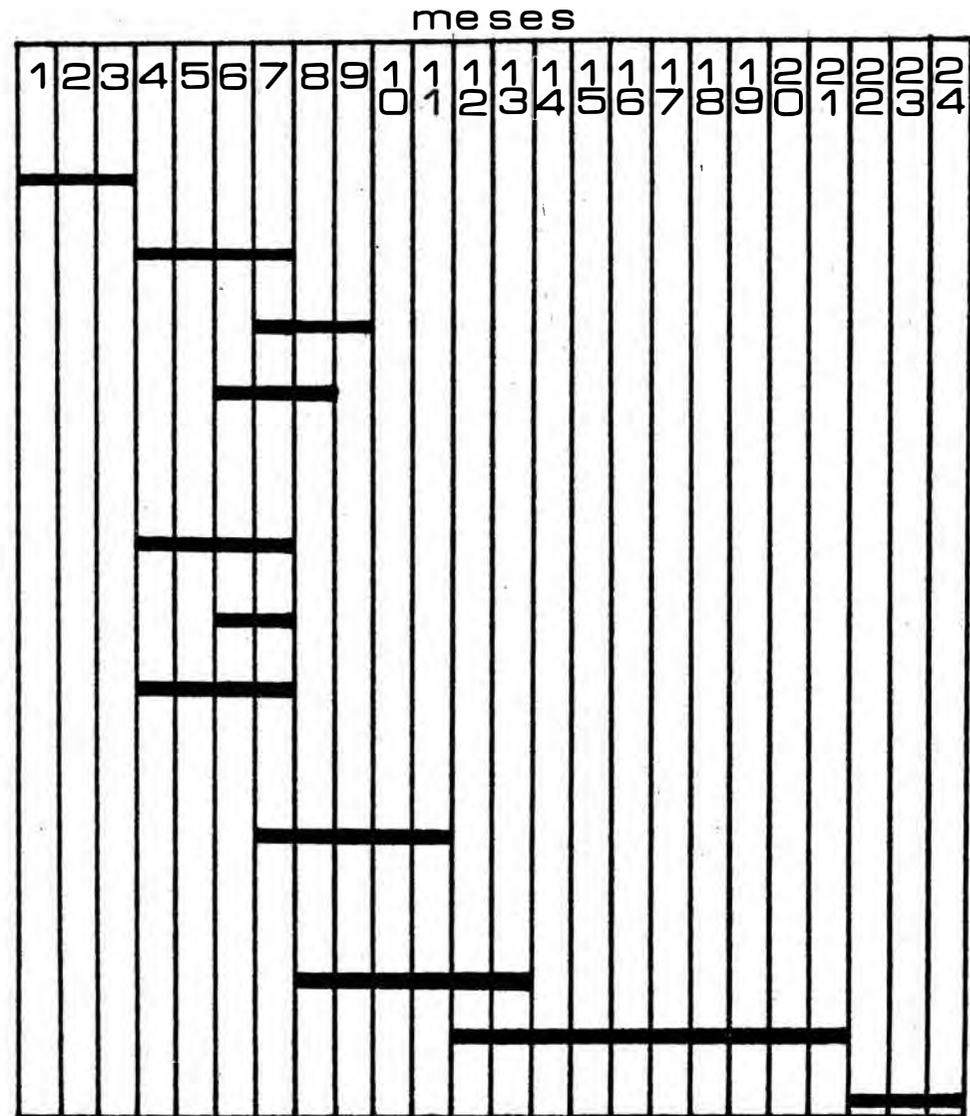
Fabricación y Despacho

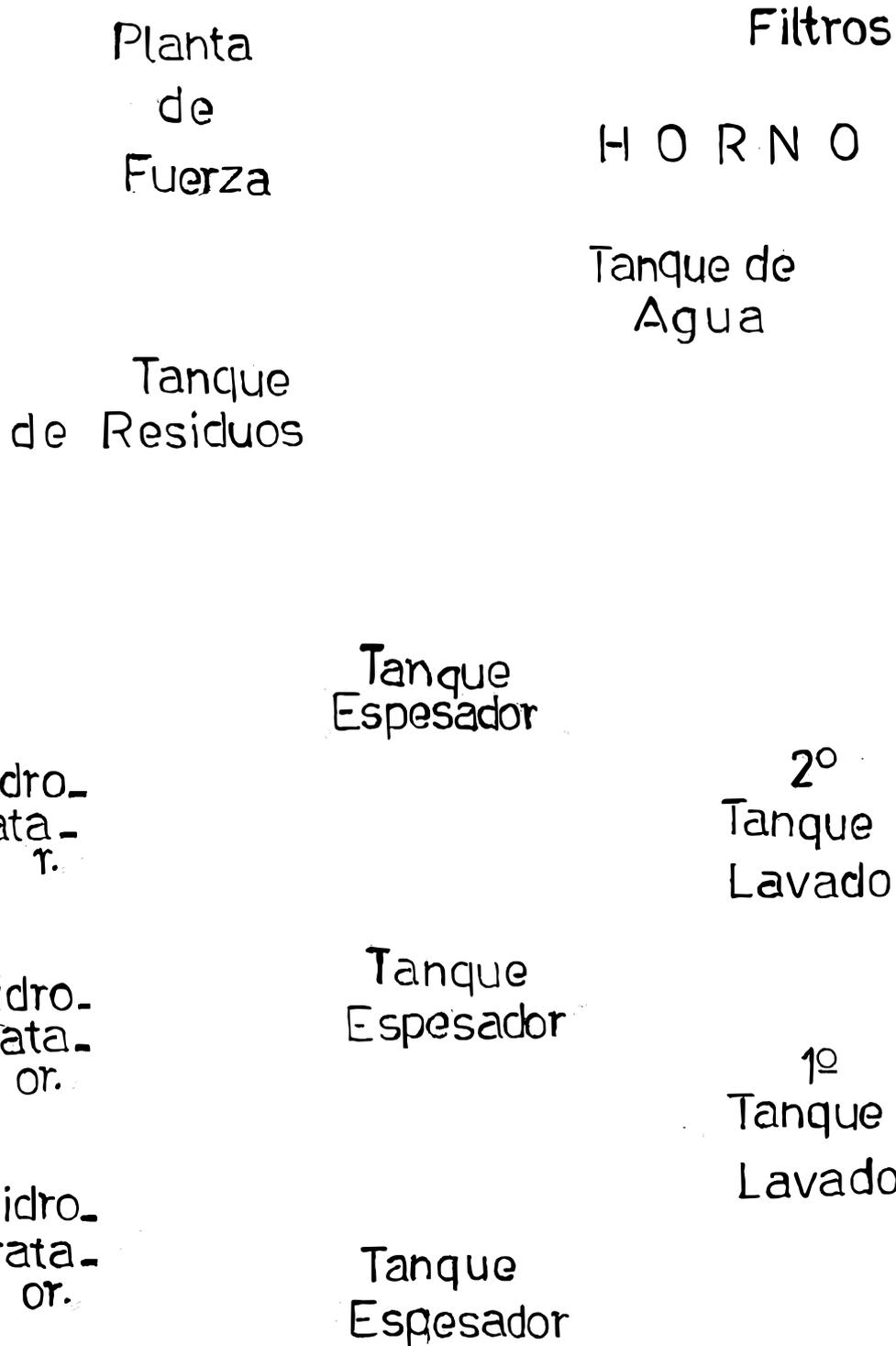
Edificacación e Instalaciones

Obra Civil

Maquinaria y Equipo

Pruebas Iniciales





AMARGOS

PLANTA DE PERICLASA
 DISPOSICION DE PLANTA

I. TAMAÑO Y LOCALIZACION DE PLANTA

I.1 Tamaño

Considerando la demanda proyectada total del óxido de magnesio y de la magnesita calcinada, tanto en los países del GRAN como a nivel nacional, para el año 1980 se requiere de 31,189.3 TM, lo cual justifica una planta de periclasa con una capacidad de producción anual de 40,000 T.M., ya que además debe tenerse en cuenta los planes de ampliación en la industria del acero, como es el caso de Sider Perú, lo cual significa que habrá mayor demanda de ladrillos refractarios y por lo tanto de periclasa.

Una planta de periclasa con una capacidad de 40,000 TM/Año, cubriría la demanda nacional, lo cual a su vez sería casi el 25% del total de las ventas a realizarse, debiéndose exportar la diferencia a países del GRAN, cuyos requerimientos son mayores que el mercado nacional, tal es el caso de Chile y Venezuela.

La planta proyectada sería ligeramente inferior en capacidad a plantas similares que trabajan a partir de salmueras de origen marino, y que actualmente operan en México e Israel, ambas con una capacidad de 45,000 TM/Año.

I.2 Localización

Para la localización de la planta en estudio, existen

dos factores muy importantes, el abastecimiento de materias primas y el mercado.

Y estos factores son los que determinan que la planta debe localizarse en el área del Complejo de Bayóvar, distrito de Sechura-Piura, por la disponibilidad actual como futura de la materia prima y otros insumos, porque de localizarse en Lima u otra parte del país, se tendría que transportar 267,929 TM/Año de amargos y 114, 569 TM/año de coquinas lo cual lógicamente incrementaría el costo del producto por el pago de fletes. (Ver gráfico N°1)

Además para la distribución del producto a los mercados se dispondrá de un puerto, según el Informe del Estado Actual de los Proyectos Productivos y de Infraestructura de Minero Perú:

Proyectos Productivos

Fosfatos 1° Etapa

Complejo Integrado de Fosfatos, Acido Fosfórico y Fertilizantes.

Proyecto Salmueras

Complejo Metalúrgico

Estudio de Calizas y Otros

Proyecto de Infraestructura

Estudios y obras 1° Etapa del Puerto Minero: Facilidades para embarque y desembarque de productos minerales a gra-

nel en naves de 30,000 tons., como también un muelle de carga general para naves de 30,000 tons.

Obras de la carretera Bayóvar - Planta Concentradora
- Construcción de Campamentos Planta Concentradora.

Y en general los proyectos del Sector del Comité Ejecutivo del Complejo Bayóvar (CECOMBA) abarcan desde abastecimiento de agua potable de emergencia a Bayóvar, acondicionamiento del Territorio de la Zona hasta Estudios de Promoción del Desarrollo: Plan de Promoción Turística de Bayóvar, Estudios de Propiedad Social, Programa de Capacitación Profesional y Técnica.

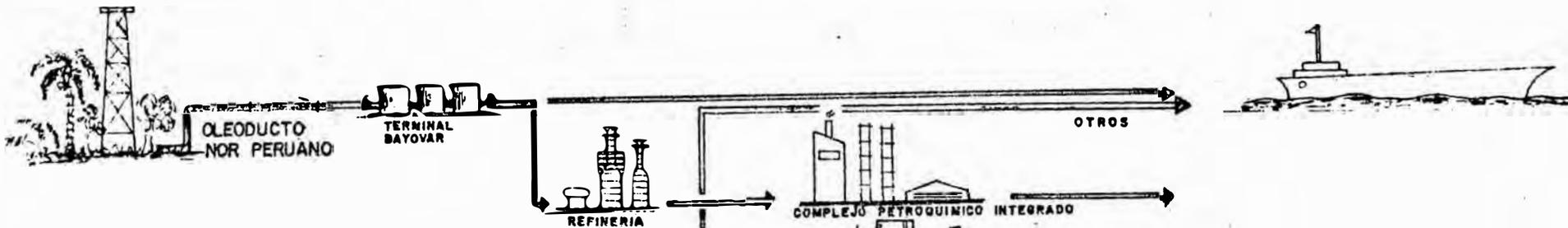
También hay un Proyecto para la instalación de un complejo petroquímico, de donde se obtendría el combustible necesario para la producción de la periclasa. Y con respecto a la energía eléctrica, el sector de Energía y Minas tiene proyectos para la electrificación de Bayóvar, incluyéndose la construcción de una casa de fuerza de Sechura con 2 grupos electrógenos de 600 KW/ c/u, instalaciones de redes primarias y secundarias en la ciudad de Sechura, subestaciones de transformación y casa de fuerza en Bayóvar - con 2 grupos electrógenos de 1100 KW c/u, redes primarias de 10,000 voltios, etc.

Sobre factores secundarios, también se justifica la localización de la planta dentro del área del Complejo de Bayóvar, porque según el Informe del Estado Actual -

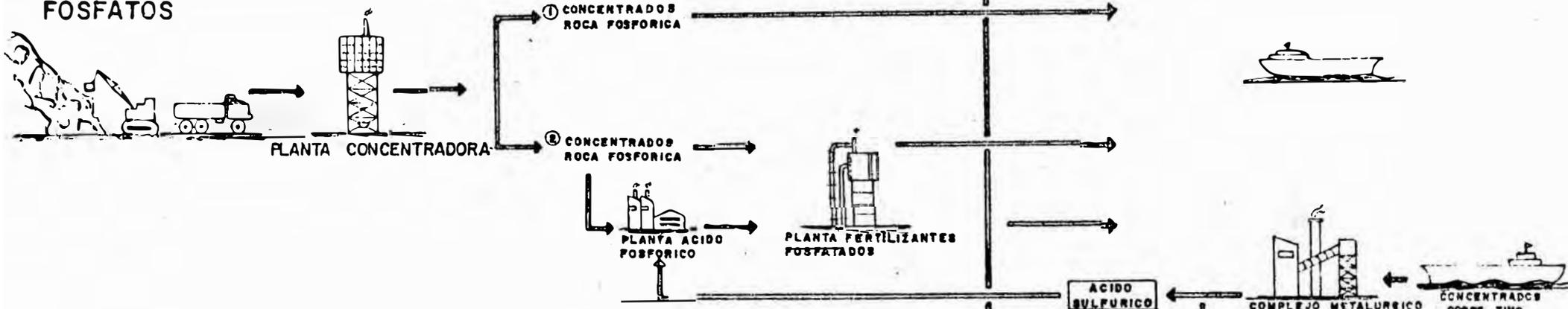
de los Proyectos del Sector Transporte y Comunicaciones se contempla la implementación de una adecuada infraestructura de transporte aéreo, ésto de acuerdo para el desarrollo de los múltiples proyectos productivos de la zona, además los estudios de acondicionamiento portuario de Bayóvar que permitan el óptimo aprovechamiento de las características naturales de la bahía de Sechura.

PROYECTOS PRODUCTIVOS

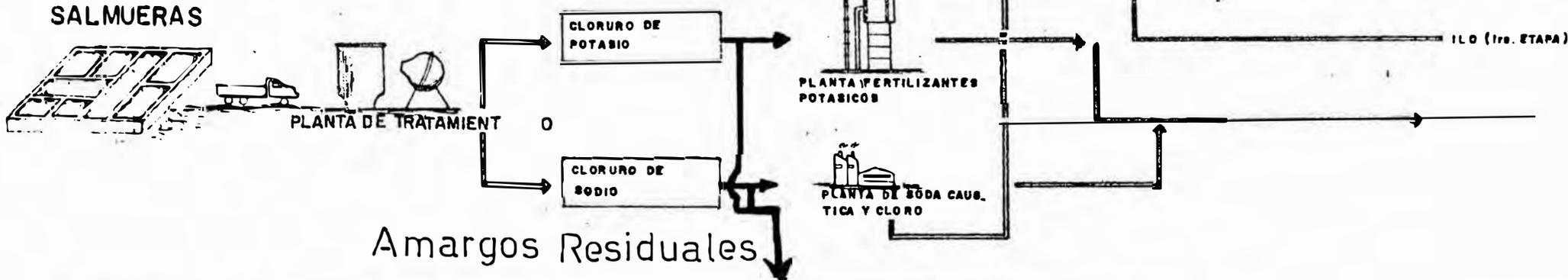
PETROLEO CRUDO



FOSFATOS



SALMUERAS



J. INVERSION

J.1 Inversión Fija

MILES S/.

- Terreno :

La planta proyectada requiere de un terreno de 30,000 m² con un precio estimado de S/.200 m²... 6,000

- Edificios:

Se ha considerado 20 millones para construcción de edificios que comprende:

Zona de Planta: bases para tanques sedimentados y de lavado, diques para derrame de tanques hornos de quemado, 6,000 m² a un promedio de S/.2000 m² 12,000

Zona de Administración: Laboratorios, Oficinas, vestuarios, etc. todos de construcción noble, - 1,000 m² a S/.7,000 m² 7,000

Pistas, Jardines y Otros 1,000 20,000

Maquinarias y Equipos:

A. PREPARACION DE LA LECHADA DE CAL (Convencional)

| | |
|--|---------------|
| 4 Tolvas de Coquinas | 15,000N |
| 1 Lavadora de Coquinas | 5,000N |
| 1 Depósito de Coquinas limpias | 15,000E |
| 1 Horno rotativo de Coquinas | 40,000E |
| 1 Enfriador | 5,000E |
| 1 Apagador de Cal (Clasificadores de Rastri- llos) | <u>4,000N</u> |

SUB TOTAL A 84,000

B. PREPARACION DEL HIDROXIDO DE MAGNESIO

(Dow Chemical)

| | |
|--|---------------|
| 3 Tanques Hidrotratadores | 9,000N |
| 3 Tanques Espesadores | 15,000N |
| 1 Tanque de almacenamiento para lechada de Cal | 2,000N |
| 5 Filtros a vacío | 10,000E |
| 1 Tanque de lodos precipitado | <u>1,000N</u> |
| | SUB TOTAL B |
| | 37,000 |

C. PREPARACION DE LA PERICLASA (Harbinson-Walker)

| | |
|--|---------------|
| 1 Tanque de lavado del Hidroxido de Magnesio.. | 2,000N |
| 1 Horno Rotativo para periclusa | 150,000E |
| 1 Precipitador electrostático de humos | 20,000E |
| 1 Enfriador | 10,000E |
| 1 Molino a rodillos | 1,000N |
| 1 Transportador de tornillos | <u>1,000N</u> |
| | SUB TOTAL C |
| | 184,000 |

D. PREPARACION DE MAGNESIA LIVIANA (Neopreno)

| | |
|--|----------------|
| 1 Tostador o Hierro de Calcinación de 4 pisos (Tipo Herreschhof) | 30,000E |
| 2 Elevadores de Cangilones | 4,000N |
| 1 Tambor Mezclador para diversos tipos de magnesia | 2,000E |
| 1 Briquetera de Pellets (200 psi) | 5,000N |
| 1 Enfriador | 10,000E |
| 1 Molino y Zaranda (Malla -4 +10) | <u>20,000E</u> |
| | SUB TOTAL D |
| | 71,000 |

| | | |
|---|---------------|---------|
| Sub Total de Maquinarias y Equipos | 376,000 | |
| Gastos de Pre-Operación: 10% de la Inver sión de Maquinarias y Equipos | <u>38,000</u> | |
| TOTAL DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS | | 414,000 |

* Gastos de Maquinarias y Equipos puesta en
planta incluido los gastos de montaje.

Vehículos:

| | | |
|---|-------|-------|
| 2 Camiones volquetes con capacidad de 7T... para transporte de materiales a granel | 1,600 | |
| 1 Camión D-800 con caseta-baranda para -- transporte producto terminado | 800 | |
| 1 Camioneta D-100 | 300 | |
| 1 Montacargas con capacidad de 4 Ton. | 1,100 | 3,800 |

- Mobiliario y Equipo de Oficina:

| | | |
|--|-----|--|
| 1 Escritorio para Gerencia General | 30 | |
| 3 Escritorios para Gerentes de División | 70 | |
| 5 Escritorios de Metal | 50 | |
| 15 Escritorios | 120 | |
| 6 Archivadores de Metal | 35 | |
| 2 Credenzas | 15 | |
| 6 Máquinas Calculadoras | 120 | |
| 4 Máquinas de Escribir | 100 | |
| 1 Planoteca | 7 | |
| 4 Equipos de Aire Acondicionado | 180 | |
| 5 Ventiladores | 40 | |

| | | |
|--|-----------|--------------|
| 1 Central telefónica | 180 | |
| 2 Mesas de Dibujo con taburetes | 12 | |
| Estantería (Contabilidad, Biblioteca, etc). | 30 | |
| Otros (Papeleras, tachos, ceniceros, etc) .. | <u>11</u> | <u>1,000</u> |
| TOTAL ACTIVO FIJO | | 444,800 |

J.2 Otros Activos

| | | |
|---|--------------|---------------|
| - Estudios de Pre-Factibilidad | 9,000 | |
| - Proyectos de Arquitectura (7% del valor de Obras Civiles) | 1,400 | |
| - Contrato Tecnológico: Aproximadamente 170 mil dólares | 7,600 | |
| Remuneraciones Pre-Operativas | 2,500 | |
| Gastos de Organización y Puesta en Marcha | 1,000 | |
| - Intereses Pre-Operativos | 3,000 | |
| - Impuestos 5% | <u>1,200</u> | <u>25,700</u> |
| TOTAL INVERSION FIJA ... | | 470,500 |

J.3 Capital de Trabajo

- Caja - Bancos:

| | | |
|--|-------|-------------------------|
| Un monto equivalente a tres meses de remuneraciones, se estima conveniente para mantener a la empresa dentro del rango de liquidez, que le permitan atender sus obligaciones productivas | 4,089 | 4,089 |
| - Cal apagada | 9,547 | |
| Amargos | 2,233 | |
| - Combustibles | 160 | <u>11,940</u> |
| TOTAL INVERSION INICIAL | | <u>486,529</u> ===== |

CUADRO J-2
PROGRAMA DE INVERSION
(Miles de Soles)

| ACTIVO/TRIMESTRE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7-8 | TOTAL |
|--------------------------------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| Terreno | 6,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 6,000 |
| Edificios | --- | 4,000 | 8,000 | 8,000 | --- | --- | --- | 20,000 |
| Maquin. y Equipos | --- | --- | 70,000 | 140,000 | -170,000 | 34,000 | --- | 414,000 |
| Vehículos | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 3,800 | 3,800 |
| Mobiliario y Equipo de Oficina | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1,000 | 1,000 |
| Gastos Pre-Operativos | 9,000 | 8,800 | 1,200 | 1,200 | 1,500 | 2,000 | 2,000 | 25,700 |
| Disponibles | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 4,089 | 4,089 |
| Existencias | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 11,940 | 11,940 |
| Moneda Extranjera | 1,000 | 8,000 | 70,000 | 140,500 | 141,500 | 1,000 | 1,000 | --- |
| Acumulado | 1,000 | 9,000 | 79,000 | 219,500 | 360,500 | 361,500 | 362,500 | 362,500 |
| Moneda Nacional | 13,500 | 4,000 | 9,000 | 9,200 | 32,000 | 36,000 | 20,329 | --- |
| Acumulado | 13,500 | 17,500 | 26,500 | 35,700 | 67,700 | 103,700 | 124,029 | 124,029 |
| Total General | 14,500 | 12,000 | 79,000 | 149,700 | 173,000 | 37,000 | 21,329 | --- |
| Acumulado | 14,500 | 26,500 | 105,500 | 255,200 | 428,200 | 465,200 | 486,529 | 486,529 |

K. ANALISIS FINANCIERO

K.1 Estudio de Ingresos

De acuerdo a lo establecido en política económica y co
mercialización del proyecto, las ventas de la producción se
rán destinadas en un 25% al mercado nacional y el resto(75%)
se colocará a los países del GRAN, entonces planteamos el
siguiente cuadro de ingresos:

CUADRO K-1

INGRESOS

| OXIDO DE MAGNESIO | PRODUCCION TOTAL (TM) | CONSU MO % | MERCADO NACIONAL (T.M.) | S/./TM | INGRESOS (Miles - S/.) | % INGRE SOS |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------------|--------|------------------------------|-------------------|
| PERICLASA | 36,000 | 25 | 9,000 | 6,900 | 62,100 | 15.5 |
| LIVIANO | 4,000 | 25 | 1,000 | 59,800 | 59,800 | 14.9 |
| TOTAL MERCADO NACIONAL | | 25 | 10,000 | | 121,900 | 30.4 |
| OXIDO DE MAGNESIA | PRODUCCION TOTAL (TM) | CONSU MO % | MERCADO: PAISES DEL GRAN (T.M.) | S/./TM | INGRESOS (Miles - S/.) | % INGRE SOS |
| PERICLASA | 36,000 | 75 | 27,000 | 5,900 | 159,300 | 39.8 |
| LIVIANO | 4,000 | 75 | 3,000 | 39,800 | 119,400 | 29.8 |
| TOTAL MERCADO: PAISES DEL GRAN | | 75 | 30,000 | | 278,700 | 69.6 |
| VENTAS TOTALES | | 100% | 40,000 | | 400,600 | 100% |

En el proyecto no se considera la venta del sub producto: solución rica en cloruro de calcio.

K.2 Estudio de Egresos

En lo que se refiere a los costos que demanda tal producción, los presentamos a continuación;

1. Materia Prima .- Para producir conforme a la meta del proyecto, 40,000 TM MgO, la materia prima necesaria determinada en el Balance respectivo, representa un costo anual de:

| | <u>CANTIDAD (TM)</u> | <u>COSTO UNITARIO</u> <u>S/. /TM</u> | |
|----------|----------------------|---|--------------------|
| Amargos | 267,929 | 100 | 26'792,900 |
| Coquinas | 114,569 | 1,000 | <u>114'569,000</u> |
| | | | 141'361,900 |

$$\text{COSTO UNITARIO} = \frac{\text{S/. } 141'361,900}{40,000\text{TM}} = \text{S/. } 3,534/\text{TM}.$$

2. Mano de Obra Directa .- Para realizar la producción mencionada se requiere, conforme se indica en el ANEXO I, de la labor de 3 jefes de planta, 1 Ing° Químico, 3 Químicos Asistentes, 1 Ing° Mecánico, 6 Técnicos, 3 Obreros, 3 Capataces, 12 Obreros calificados; cuyas remuneraciones anuales incluyendo los Beneficios Sociales alcanzan un total de:

| | |
|------------------------|------------------|
| Remuneraciones Básicas | S/. 10'884,000 |
| Leyes Sociales | <u>5'442,000</u> |
| | 16'326,000 |

$$\text{COSTO UNITARIO} = \frac{\text{S/}.16'326,000}{40,000 \text{ TM}} = \text{S/}.408.2/\text{TM}.$$

3. Gastos Generales de Fabricación .- De acuerdo a los datos formulados en el Anexo II, anotamos los siguientes rubros:

| | |
|------------------------------|------------------|
| - Energía, Agua, Combustible | S/. 3'350,000 |
| - Depreciación (Activo Fijo) | 39'150,000 |
| - Seguros Generales | 2'431,000 |
| - Mantenimiento | <u>6'240,000</u> |
| | 51'171,000 |

$$\text{COSTO UNITARIO} = \text{S/}.214.7/\text{TM}$$

4. Gastos de Administración .- Se consideran los rubros indicados en el Anexo III y que llegan a:

| | |
|---------------------------------|---------------|
| - Mano de Obra Indirecta | S/. 8'198,000 |
| - Servicios Bancarios | 229,000 |
| - Depreciación(Equipos Oficina) | 150,000 |
| - Seguros | <u>10,000</u> |
| | 8'587,000 |

$$\text{COSTO UNITARIO} = \text{S/}.214.7/\text{TM}$$

5. Gastos de Ventas.- Se estima que es el 2% del total de Ingresos por Ventas : 8'000,000

$$\text{COSTO UNITARIO} = \text{S/}.200/\text{TM}$$

6. Gastos Financieros .- Asumiendo los intereses devengados por el financiamiento según se demuestra en el Anexo IV, se ha calculado:

| INTERESES | COSTO TOTAL Miles S/. |
|--------------------------------------|--------------------------|
| - Compra de Maquinaria y Equipo (6%) | 19,872 |
| - Préstamo a Largo Plazo (10%) | <u>29,842</u> |
| | 49,714 |

COSTO UNITARIO = S/.1,242.9/TM

K.3 Costos Unitarios

Con los datos y cálculos anteriores podemos elaborar la siguiente tabla de Costos Unitarios de Operación

| COSTOS UNITARIOS | <u>Costo Unit.</u> | <u>%</u> |
|--------------------------------|--------------------|-------------|
| 1. Materia Prima | 3,534.0 | 51.4 |
| 2. Mano de Obra Directa | 408.2 | 5.9 |
| 3. Gastos Generales de Fabric. | 1,279.0 | 18.6 |
| 4. Gastos de Administración | 214.7 | 3.1 |
| 5. Gastos de Ventas | 200.0 | 2.9 |
| 6. Gastos Financieros | <u>1,242.9</u> | <u>18.1</u> |
| | 6,878.8 | 100.0% |

L. EVALUACION

L.1 Generalidades

La aceptación o rechazo de este proyecto dependerá del costo de la inversión y de las expectativas de ganancias durante su vida económica.

Para realizar la evaluación se hace necesario determinar la rentabilidad del proyecto, mediante diferentes indicadores y bajo distintos puntos de vista correspondientes a los diversos sectores involucrados en el mismo. Así para la determinación de la rentabilidad del Proyecto se ha generado la información básica, tales como el Estado de Pérdidas y Ganancias, y además el Flujo de Fondos del Proyecto.

El tratamiento de la información y análisis de mercado, programa de producción y ventas, costo de producción, gastos de ventas, administrativos, generales, gastos financieros y otros que permiten la preparación de un Estado de Pérdidas y Ganancias del Proyecto.

L.2 Estado de Pérdidas y Ganancias y Flujo de Fondos

| | <u>MILES DE SOLES</u> |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Venta Neta | 400,600.0 |
| Costo Producto Vendido | <u>216,858.0</u> |
| Renta Bruta | 183,741.1 |
| Gastos Administrativos y Comerciales | 8,587.0 |
| Gastos Financieros | 49,714.0 |

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Impuesto al Patrimonio Empresarial | ----- |
| Renta Neta | <u>125,440.1</u> |
| 2% INTINTEC | 2,508.8 |
| 10% Renta de Trabajadores | 12,544.0 |
| 15% Patrimonio Comunitario | <u>18,816.0</u> |
| Saldo | 91,571.3 |
| Reinversiones | ----- |
| Monto Imponible | 91,571.3 |
| Impuesto a la Renta | <u>31,656.2</u> |
| Saldo | 59,915.1 |
| Reserva Legal (10%) | <u>5,991.5</u> |
| Utilidad distribuible | 53,923.6 |
| Utilidad distribuida | 53,923.6 |

FLUJO INICIAL DE FONDOS

| | <u>MILES S/.</u> |
|--------------------------|------------------|
| A. ORIGEN | |
| Deuda a Largo Plazo | 296,783 |
| Fondo del Tesoro Público | <u>189,746</u> |
| | 486,529 |
| | ===== |
| B. APLICACION | |
| Terrenos | 6,000 |
| Edificaciones | 20,000 |
| Maquinarias y Equipo | 414,000 |
| Muebles y Enseres | 1,000 |
| Vehículos | 3,800 |

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Gastos Pre Operativos. | 25,700 |
| Existencias | <u>11,940</u> |
| TOTAL B | 482,440 ===== |
| Saldo Inicial en Cuenta Corriente | <u>4,089</u> |
| | 486,529 ===== |

Costos Fijos y Variables .- Clasificando los costos de acuerdo a su naturaleza en función del volumen producido, obtenemos el siguiente cuadro:

| <u>COSTO FIJOS</u> | <u>MILES S/.</u> |
|--|------------------|
| Salarios (mano de Obra Indirecta) | 8,198 |
| Seguros Generales | 2,441 |
| Depreciación General | 39,300 |
| Mantenimiento | 6,240 |
| Impuesto a la Deuda a Largo Plazo(10%) | 29,842 |
| Impuesto sobre compra de Maquinarias y Equipos | 19,872 |
| | <u>105,893</u> |
| <u>COSTOS VARIABLES</u> | |
| Salario (Mano de Obra Directa) | 16,326 |
| Materias Primas | 141,362 |
| Gastos Generales de Fabricación | 3,350 |
| Costos de Ventas | 8,000 |
| Servicios Bancarios | 229 |
| | <u>169,267</u> |
| <u>COSTOS TOTALES</u> | |
| Costos Totales Fijos | 105,893 |
| Costos Totales Variables | <u>169,267</u> |
| | 275,160 ===== |

L.3 Punto de Equilibrio

A partir del Costo Fijo Total, Costo Variable Unitario y Precio Unitario, se obtiene el punto de equilibrio:

$$\text{GASTOS} = \text{INGRESOS}$$

$$\text{Costo Total Fijo} + \frac{\text{Costo Total Variable}}{40,000 \text{ T.M.}} (X) = \\ = \text{Precio Unitario (X)}$$

X = Unidades (T.M.) producidas en el Punto de Equilibrio
Del Cuadro K-1 , el Precio Unitario es:

$$\text{S/. } \frac{400'600,000}{40,000 \text{ TM}} = \text{S/. } 10,015 \text{ /TM.}$$

$$105'893,000 + \frac{169'267,000}{40,000} X = 10,015 X$$

$$X = 18,310 \text{ T.M.}$$

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{18,310 \times 100}{40,000} = 45.8\%$$

L.4 Análisis de Rentabilidad

$$\text{Rentabilidad de la Empresa} = \frac{\text{Utilidad} \times 100}{\text{Capital Neto}} :$$

$$\text{- Después de los Impuestos} = \frac{53'923,600 \times 100}{470'500,000} = 11.46\%$$

$$\text{- Antes de los Impuestos} = \frac{183'741,100 \times 100}{470'500,000} = 39.05\%$$

L.5 Período de Recuperación de la Inversión (P.R.I).

$$\text{PRI} = \frac{\text{Capital Depreciable}}{\text{Utilidad/Año} + \text{Depreciación/Año}}$$

$$\text{Capital Depreciable} = \text{Inversión Total} - (\text{Capital de Trabajo} + \text{Valor de Recuperación})$$

$$\text{Depreciación Anual} = \frac{\text{Capital Fijo} - \text{Valor de Recuperación}}{\text{Tiempo de Vida Económica}}$$

$$\text{Utilidad Anual} = \text{S/}.53'923,600$$

$$\text{Depreciación Anual} = 39'150,000$$

$$\text{Tiempo de Vida Económica} = 10 \text{ años}$$

$$\text{Capital Fijo} = \text{S/}.470'500,000$$

$$\text{Valor de Recuperación} = \text{S/}.79'000,000$$

$$\text{Inversión Total} = \text{S/}.486'529,000$$

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{S/}.16'029,000$$

$$\text{Capital Depreciable} = \text{S/}.391'500,000$$

$$\text{PRI} = 4.21 \text{ años.}$$

M. MARCO LEGAL

Hemos revisado los dispositivos legales que tienen relación con el proyecto en estudio, para así evaluar las incidencias e implicancias en el desarrollo del proyecto. Y se han agrupado los diferentes dispositivos de acuerdo a la siguiente clasificación:

- . Legislación Industrial y Relacionada
- . Régimen Tributario

M.1 Legislación Industrial y Relacionada

En este rubro se ha considerado:

D.L.N°18350 (Ley General de Industrias)

D.L.N°18977 (Descentralización Industrial)

1. Análisis de la Ley de Industrias .- La fabricación del óxido de magnesio no está considerado directamente dentro de la Ley de Industrias N°18350, pero pueden considerarse de tercera prioridad o industrias complementarias de apoyo sectorial.

La Ley contempla para el proyecto los siguientes incentivos:

- a. Incentivos Tributarios .- Las Empresas Industriales ubicadas fuera de Lima y Callao pagarán en lo referente a importaciones, los derechos fijados en el Arancel de acuerdo al siguiente régimen:

Tercera Prioridad

| | |
|---------------------|-----------------|
| - Bienes de Capital | 30% del Arancel |
| - Insumos | 60% del Arancel |

Todas las importaciones pagarán, además el 4% sobre los fletes de mar.

- b. Incentivos de Reinversión.- Las Empresas Industriales tiene la facultad de reinvertir, libre de Impuestos a la Renta, el siguiente porcentaje del Saldo de su renta neta (porcentajes netos): hasta el 47.45%.
- c. Incentivos Crediticios .- La Banca Estatal de Fomento hará préstamos para Bienes de Capital y Capital de -- Trabajo hasta la 3° Prioridad, en condiciones más ven tajosas que la tasa normal vigente. Esta tasa será - periódicamente determinada, para cada prioridad por el Ministerio de Economía y Finanzas, mediante Resolu ción Ministerial de la que se fije los porcentajes de reducción de la tasa de interés normal vigente, consi derándose como tal la que legal y periódicamente seña le la Junta de Política Crediticia Estatal. Las em- presas Industriales de tercera prioridad gozarán para el capital de trabajo, del incentivo de la tasa de in terés preferencial, únicamente durante el plazo de a mortización de 1 año.
- d. Incentivos por Descentralización.- Las Empresas Indus triales instaladas fuera del área de Lima y Callao, gozarán, además de los incentivos normales y de las

mejoras en los incentivos tributarios de importación antes mencionados, del siguiente incentivo adicional:

La deducción del 6.57% de la Renta Neta Libre de Impuestos a la Renta, para las Empresas Industriales de 2° y 3° Prioridad y no Prioritarias.

- e. Incentivos Administrativos y Tecnológicos .- El sector público ayudará en la infraestructura industrial, comercial y financiera, venta de insumos y asistencia tecnológica.
- f. Prioridad Industrial.- Investigación Tecnológica y Normas Técnicas: La empresa deberá deducir un 2% de la renta neta para ser empleada en investigaciones científica y tecnológicas.
- g. Participación del Capital Extranjero.- El capital extranjero puede participar en la constitución de la empresa siempre y cuando no sobrepase en 49% del capital social.
- h. De la participación de los trabajadores .- De la renta anual se deducirá un 10%, el cual será distribuido entre los trabajadores que laboren a tiempo completo.
- i. De la Comunidad Industrial.- Anualmente se deducirá en cada ejercicio el 15% de la renta neta de la empresa, libre de impuestos para formar el pa

rimonio de la comunidad industrial, hasta alcanzar el 50% del capital social de la Empresa.

Si la empresa no reinvierte, la comunidad deberá adquirir parte del capital social perteneciendo a otros socios, como las acciones adquiridas con el 15% de cada año pasa a formar parte de la comunidad industrial, éste se haría acreedora a dividendos por participación de los cuales pasan a formar parte del fondo general de la comunidad industrial. Se incrementará al patrimonio de la Comunidad Industrial, con la reinversión que haga la Empresa de la renta neta correspondiente al capital que la Comunidad Industrial haría con ella.

La empresa estará protegida a través del Ministerio de Industria y Turismo en el continuo incremento de la utilización de bienes de capital ó insumos nacionales, prohibiendo la importación de artículos que compitan con dichos productos.

2. Análisis de la Ley 18977 de Descentralización Industrial

Como ya se mencionó anteriormente, las empresas ubicadas fuera de Lima y Callao gozan de ciertos incentivos tributarios y de incentivos por descentralización; además estas empresas estarán exoneradas del pago de impuestos de registros y timbres sobre acciones sobre su constitución y/o aumento de capital.

La empresa estará exonerada de los impuestos de alcabala y adicionales por compra de inmuebles.

Se podrá depreciar los bienes hasta en tres ejercicios consecutivos.

M.2 Régimen Tributario

1. Análisis del régimen tributario .- Impuesto de la constitución y funcionamiento.

a. Impuesto a la formación de sociedades.- El impuesto , al registro (2% del capital social) está exonerado para las empresas establecidas fuera de Lima y Callao; artículo 14 de la Ley 18977.

b. Legalización de Libros de contabilidad.- Papel sellado S/.2.00 hoja para capitales mayores de 6,500 soles más los gastos de secretario del juzgado los libros de contabilidad y registros especiales y auxiliares deberán registrar en la dirección general de contribuciones.

c. Registros Especiales.- Los registros que a continuación escribimos no generan gastos alguno en forma de tributo, solamente los gastos de tramitación: LEGISLACION DE PLANILLA DE SUELDOS Y SALARIOS ANTE LA DIRECCION DE TRABAJO - MINISTERIO DE TRABAJO. Tarjeta de servicio del empleo y recursos humanos Ministerio de Trabajo.

Registros Industriales .- Ministerio de Industria y Turismo.

Registros de fabricantes y mayoristas.

Dirección de contribuciones Ministerio de Economía y Finanzas.

Registro Patronal, inscripción en el seguro social del empleado.

Registro de Senati.

2. Impuesto a la producción y al Comercio.- D.L.Nº19620.

El impuesto a la renta a nivel de fabricantes corresponde al 17% sobre el valor de la venta (Base imponible) De acuerdo a lo prescrito en la Ley 19621 Artículo 2, que norma la base imponible, (valor de la venta) para el impuesto a la renta a nivel de fabricantes para las industrias que se localizan fuera de Lima y Callao, obtenemos el resultado de aplicar los siguientes porcentajes al valor de la venta:

| | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|----|----|-------|-------|------|----|------|
| 1º año, 40% | del | valor | de | la | venta | sobre | ello | el | 17%. |
| 2º año, 50% | " | " | " | " | " | " | " | " | 17% |
| 3º año, 60% | " | " | " | " | " | " | " | " | 17%. |
| 4º año, 70% | " | " | " | " | " | " | " | " | 17%. |

Los siguientes años el 80% del valor de la venta sobre ello el 17%.

Si la comercialización del producto la efectúa la misma empresa deberá abonar 1% adicional sobre el valor de venta que le corresponde al mayorista.

3. Impuesto a las exportaciones.- Por constituir un producto denominado de manufactura no tradicional está exonerado a todo impuesto a la exportación; igualmente está exonerada a la renta a los exportadores, artículo 16 y 17 de la Ley 19620.

4. Cargos Tributarios Por leyes sociales correspondientes al:

| Concepto | Obrero |
|---------------------------|-------------|
| - Seguro Social | 6% |
| - Caja de Pensiones | 4% |
| - Impuestos a los sueldos | 2.5% |
| Senati | 1.0% |
| - Indemnización | 9.0% |
| - Vacaciones | 9.0% |
| - Dominical | 17.0% |
| - Gratificaciones | 9.0% |
| - Otros | <u>1.0%</u> |
| TOTALES | 58.5% |

N. ORGANIZACION DE LA EMPRESA PROYECTADA

N.1 Organización de la Empresa

La empresa proyectada contempla un total de 80 empleados dependientes de una Gerencia General, quien delega funciones específicas a tres Jefes de División: Producción, Administración y Comercialización.

La Gerencia General .- es el organismo ejecutivo máximo de la empresa. El Gerente General tiene como función básica el dictaminar las políticas que emanen del Director; es el representante legal de la firma, siendo la persona autorizada para firmar contratos, girar cheques, certificar balances, etc.

Además, es el responsable ante el Directorio de los resultados económicos de la empresa, debiendo enmendar y/o sugerir políticas tendentes a que las metas generales trazadas se cumplan de acuerdo con las limitaciones preestablecidas.

La Gerencia de Producción.- a cargo de un Ingeniero Químico o Industrial quien tendrá como funciones principales: Establecer prácticas y procedimientos generales de inspección relacionados con materiales, procesos y mano de obra en todas las operaciones de la fábrica.

Coordinar con la Sección Compras para el Control de Calidad de las materias primas e insumos por adquirirse.

Dirigir la inspección física y las pruebas de laboratorio y/o la certificación de partidas de producción contra los estándares de calidad de materias primas, envases y productos terminados.

Y será responsable de la aprobación de todas las declaraciones y referencias públicas sobre asuntos de Control de Calidad.

Gerencia Administrativa.- a cargo de un Ingeniero o Economista, quien se encargará de:

La formulación de políticas financieras y de cuidar que se realicen, además ayudar y orientar cuando sea necesario.

Establecer y mantener los métodos de contabilidad y los procedimientos para planear y evaluar las necesidades financieras de la empresa.

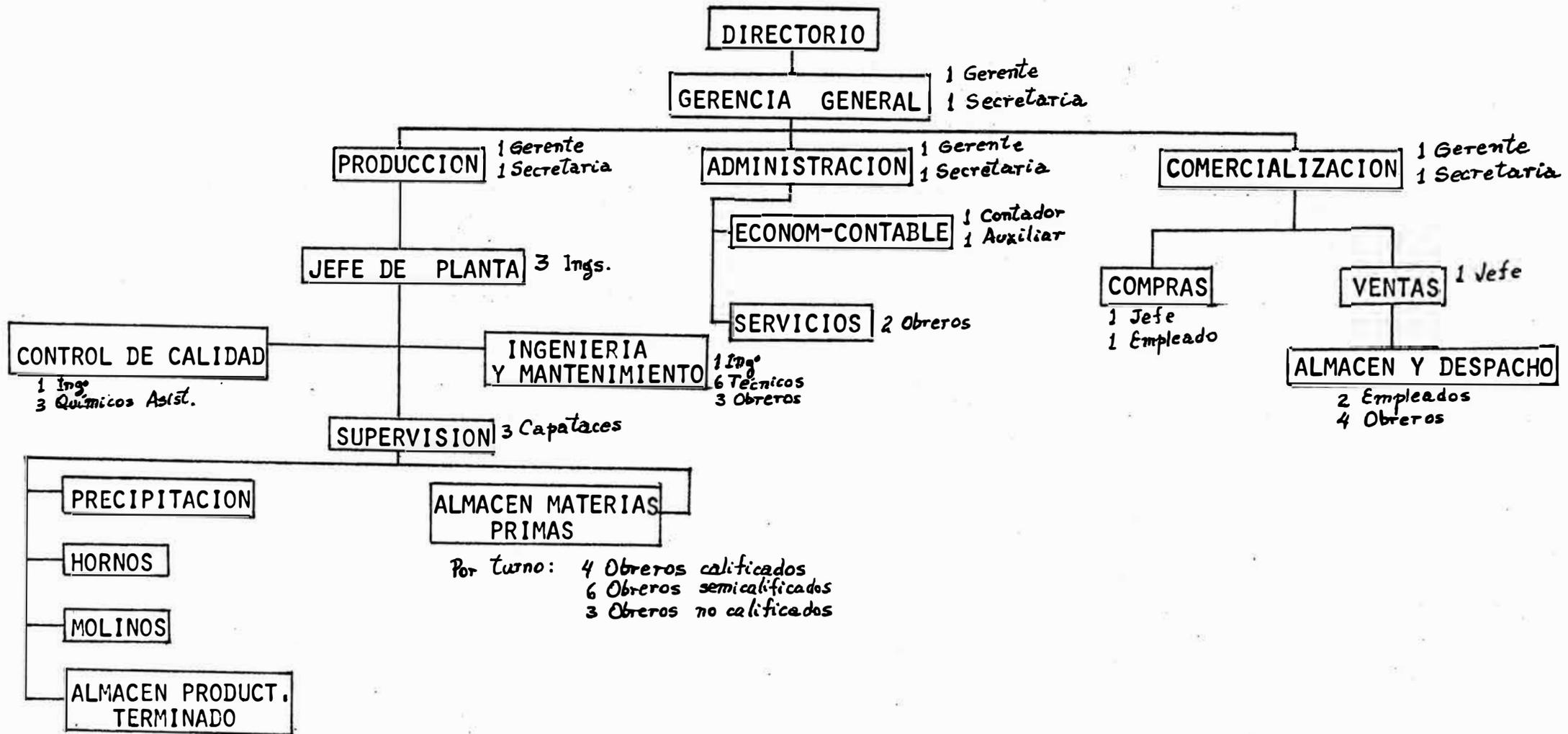
Evaluar constantemente los desembolsos de capital propuestos por su Departamento de Finanzas y someter o aconsejar sobre su conveniencia al Gerente General cuando dichos egresos sean de regular cuantía.

Gerencia de Comercialización .- a cargo de un Ingeniero Químico, quien se encargará de colocar en el mercado Nacional y Andino, los volúmenes de producción que anual--

mente se programen.

Deberá permanecer atento a las condiciones cambiantes del mercado, debiendo comunicar al Departamento Técnico las sugerencias apropiadas para desarrollar el proceso de comercialización en forma óptima.

ORGANIGRAMA



PLANTA DE PERICLASA

O. BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DEL ING° QUIMICO .-
R.H. Perry y C.H. Chilton - 5ta. Edición.
- TECNOLOGIA QUIMICA (TOMOS I Y II)
Karl Winnacker - E. Weingaertner
- REFRACTARIOS
F.H. Norton
- MANUFACTURE OF SODA
Te Pang Hou
- QUIMICA ELEMENTAL MODERNA
Celsi Iacobucci

QUIMICA GENERAL MODERNA
Joseph A. Babor - J. Ibarz
- REVISTA "QUIMICA"
Año 1955. Octubre - (9)
- REVISTAS : CHEMICAL ENGINEERING
Año -1947 - Agosto (Págs.132-135)
Año 1965 - Agosto 2, (Págs. 84-86)
Año 1965 - Julio 19, (Págs.150-152)
- QUIMICA GENERAL Y ANALISIS QUIMICO
William H. Nebergall - F.C. Schmidt

LA GRAN INDUSTRIA QUIMICA (TOMO I)
Salustiano Recalde Laca - Ricardo López G.
- QUIMICA INDUSTRIAL: PRINCIPIOS TECNICOS
Helmut Stapf
- QUIMICA INDUSTRIAL
Carlos Gini Lacorte
- QUIMICA INDUSTRIAL
F.H. Thorp

- ANTEPROYECTO SALMUERAS
Minero Perú
- ESTUDIO DE LAS COQUINAS (EN EJECUCION)
La ONERN
- ANUARIOS ESTADISTICOS DE COMERCIO EXTERIOR
(Países del GRAN)
Adela
- ANUARIOS DE COMERCIO EXTERIOR
Acuerdo de Cartagena
- ANUARIOS ESTADISTICOS DE COMERCIO EXTERIOR
Ministerio de Integración.
- ANUARIOS Y LISTADOS ESTADISTICOS DE LAS IMPORTACIONES
DEL PERU.
Dirección General de Aduanas
- INFORMES DE PROYECTOS A OCTUBRE 1965
Comité Ejecutivo del Complejo de Bayóvar
- EXPOSICION DEL Sr. Gral. Brig. José Soriano M.- Jefe
del ORGANISMO DE DESARROLLO DEL COMPLEJO DE BAYOVAR.
Setiembre de 1976 - EL COMPLEJO DE BAYOVAR.

P. ANEXOS

ANEXO I

| COMPUESTO | ENTALPIA Kcal/Kgmol | H_f | ENTROPIA S° Kcal/KgMol $^\circ$ K | C_{pm} Kcal/Kgmol $^\circ$ C | PESO MOLECU LAR. |
|--------------------------------|------------------------|-------|---|-----------------------------------|---------------------|
| Mg(OH) ₂ | -221000 | | 15.1 | 0.3107 | 58.3 |
| MgO | -143840 | | 6.4 | 0.33 (1727 $^\circ$ C) | 40.3 |
| H ₂ O | -57798 | | 45.1 | 8.513 (480 $^\circ$ C) | 18.0 |
| CO ₂ | -94052 | | 51.06 | 10.713 (480 $^\circ$ C) | 44.0 |
| SO ₂ | -70960 | | 59.4 | 11.164 (480 $^\circ$ C) | 64.1 |
| N ₂ | | | | 7.145 (480 $^\circ$ C) | 28.0 |
| O ₂ | | | | 7.493 (480 $^\circ$ C) | 32.0 |
| CaCO ₃ | -288450 | | 22.2 | 0.40 (1400 $^\circ$ C) | 100.0 |
| CaO | -151900 | | 9.5 | 0.31 (1400 $^\circ$ C) | 56.1 |
| SiO ₂ | -205400 | | 10.0 | 0.34 (1400 $^\circ$ C) | 60.1 |
| Fe ₂ O | -196500 | | 21.5 | 0.33 (1400 $^\circ$ C) | 159.7 |
| Al ₂ O ₃ | -399090 | | 12.19 | 0.34 (1400 $^\circ$ C) | 102.0 |
| MgO | | | | 0.32 (1400 $^\circ$ C) | |

ANEXO II

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA
(Miles de Soles)

| N° | CARGO | SUELDO MENS. | LEYES SOCIALES | SUELDO ANUAL |
|----|-------------------------|--------------|----------------|--------------|
| 3 | Jefe Planta | 40.0 | 20.0 | 2,160 |
| 1 | Ing° Químico | 35.0 | 17.5 | 630 |
| 3 | Químicos Asistentes | 25.0 | 12.5 | 1,350 |
| 1 | Ing° Mecánico | 35.0 | 17.5 | 630 |
| 6 | Técnicos | 20.0 | 10.0 | 2,160 |
| 3 | Obreros | 10.5 | 5.25 | 567 |
| 3 | Capataces | 18.0 | 9.0 | 972 |
| 12 | Obreros Calificados | 15.0 | 7.5 | 3,240 |
| 18 | Obreros Semicalificados | 10.5 | 5.25 | 3,402 |
| 9 | Obreros no calificados | 7.5 | 3.75 | 1,215 |
| 59 | | 10,884 | 5,442 | 16,326 |

ANEXO III

GASTOS GENERALES DE FABRICACION

| | COSTO UNIT. (S/.) | DEMANDA (Miles S/.) | COSTO ANUAL |
|---------------------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Energía Eléctrica (KW-Hr) | 0.75 | 1,320 | 990 |
| Agua (M ³) | 3.0 | 120 | 360 |
| Combustible (glns) | 4.0 | 500 | <u>2,000</u> |
| | | | 3,350 |

DEPRECIACION

| CONCEPTO | VALOR (Miles S/.) | TASA (%) | CARGA ANUAL (Miles de S/.) |
|-----------------|----------------------|----------|-------------------------------|
| Edificio | 20,000 | 3 | 600 |
| Maquinar.Equipo | 376,000 | 10 | 37,600 |
| Vehículos | 3,800 | 25 | <u>950</u> |
| | | | 39,150 |

SEGUROS GENERALES

| CONCEPTO | VALOR (Miles S/.) | TASA (%) | CARGA ANUAL (Miles S/.) |
|------------------|----------------------|----------|----------------------------|
| Edificios | 20,000 | 0.566 | 113 |
| Maquinar.Equipos | 376,000 | 0.566 | 1,128 |
| Vehículos | 3,800 | 5.000 | <u>190</u> |
| | | | 2,431 |

MANTENIMIENTO

| CONCEPTO | VALOR (Miles S/.) | TASA (%) | CARGA ANUAL (Miles de S/.) |
|--------------------|----------------------|----------|-------------------------------|
| Maquinar.y Equipos | 376,000 | 1.5 | 5,640 |
| Edificios | 20,000 | 3.0 | <u>600</u> |
| | | | 6,240 |

ANEXO IV

GASTOS DE ADMINISTRACION

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA (Miles de S/.)

| Nº | CARGO | SUELDO MENSUAL | LEYES SOCIALES | SUELDO ANUAL |
|----|-------------------------|----------------|----------------|--------------|
| 1 | Gerente General | 70.0 | 35 | 1,250 |
| 1 | Secretaria Ejecutiva | 15.0 | 7.5 | 270 |
| 1 | Gerente de Producción | 60.0 | 30 | 1,080 |
| 1 | Secretaria | 8.0 | 4 | 144 |
| 1 | Gerente de Administrac. | 40.0 | 20 | 720 |
| 1 | Recepcionista | 10.0 | 5 | 180 |
| 2 | Obreros de Servicios | 7.5 | 3.75 | 270 |
| 1 | Contador | 35.0 | 17.5 | 630 |
| 1 | Auxiliar de Contabili. | 15.0 | 7.5 | 270 |
| 1 | Gerente Comercial | 50.0 | 25 | 900 |
| 1 | Secretaria | 8.0 | 4 | 144 |
| 1 | Jefe de Compras | 25.0 | 12.5 | 450 |
| 1 | Empleado | 15.0 | 7.5 | 270 |
| 1 | Jefe de Ventas | 30.0 | 15 | 540 |
| 2 | Empleados | 15.0 | 7.5 | 540 |
| 4 | Obreros | 7.5 | 3.75 | 540 |
| 21 | | 5,472.0 | 2,726.0 | 8,198 |

SERVICIOS BANCARIOS :Miles de S/.229 (anual)

GASTOS DE VENTAS : Se estima en el 2% del total de ingresos por ventas 8,000

DEPRECIACION: Mobiliario y Equipo. Oficina; es el 15% del valor (1 millón) Carga anual S/.150,000

SEGUROS : Mobiliario y Equipo de Oficina; la tasa es de 1% del Valor, Carga anual S/.10,000

ANEXO V

GASTOS FINANCIEROS

El financiamiento de la inversión presentará dos fuentes básicas de financiamiento. La primera proveniente de fondos del Tesoro Público que cubrirán desembolsos en moneda nacional y un 20% correspondiente al valor de la maquinaria y equipos extranjeros.

La segunda fuente será cubierta por la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE), a través de los créditos externos que consiga de instituciones financieras internacionales (Corporación Andina de Fomento, Banco Interamericano de Desarrollo, etc.) o firmas proveedoras de equipos que paralelamente ofrezcan convenientes líneas de crédito para el país.

Resultaría así una sólida estructura financiera con -- una relación inicial Capital/Deudas de 64% el cual significa que cada sol prestado a la compañía cuenta con un respaldo brindado por el aporte del tesoro de 64 centavos.

DESDOBLAMIENTO DE LA INVERSION

| <u>Concepto</u> | <u>Miles de S/.</u> | <u>%</u> |
|---------------------|---------------------|-----------|
| Capital Propio | 189,746 | 39 |
| Deuda a Largo Plazo | <u>296,783</u> | <u>61</u> |
| | 486,529 | 100 |

1. CALCULO DE INTERESES EN LA COMPRA DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS
(Miles de S/.)

| AÑO | MONTO DEL CONTRATO | MONTO DE LAS ARMADAS | SALDO | INTERES 6% ANUAL |
|------|--------------------|----------------------|---------|------------------|
| 1979 | 414,000 | 82,800 | 331,200 | 19,872 |
| 1980 | --- | 41,400 | 289,800 | 19,872 |
| 1981 | --- | 41,400 | 248,400 | 17,388 |
| 1982 | --- | 41,400 | 207,000 | 14,904 |
| 1983 | --- | 41,400 | 165,600 | 12,420 |
| 1984 | --- | 41,400 | 124,200 | 9,936 |
| 1985 | --- | 41,400 | 82,800 | 7,452 |
| 1986 | --- | 41,400 | 41,400 | 4,968 |
| 1987 | --- | 41,400 | ---- | 2,484 |
| | 414,000 | 414,000 | | 89,424 |

2. REEMBOLSO DE LA DEUDA A LARGO PLAZO

| AÑO | MONTO DE LA DEUDA | SUMA A REEMBOLSAR | SALDO | INTERESES 10% ANUAL |
|------|-------------------|-------------------|---------|---------------------|
| 1980 | 298,416 | ---- | 298,416 | 29,842 |
| 1981 | ---- | ---- | 298,416 | 29,842 |
| 1982 | ---- | 74,604 | 223,812 | 22,381 |
| 1983 | ---- | 74,604 | 149,208 | 14,921 |
| 1984 | ---- | 149,208 | | 14,921 |
| | | 298,416 | | 111,907 |