

Universidad Nacional de Ingeniería  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAL

Anteproyecto de la Fabricación de  
Arcillas Activadas

*TESIS DE GRADO*

para optar el Título de

INGENIERO QUIMICO E INDUSTRIAL

DANIEL NORIEGA MECKLENBURG

LIMA - PERU

1958

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

Desde tiempo atrás se han conocido las propiedades decolorantes de algunas arcillas y fueron inicialmente explotadas para el lavado y desengrasado de los tejidos; dándosele el nombre de tierras de batan (dado su uso en las máquinas de este nombre en las lavanderías) y de tierras de Fuller. Este poder decolorante de las arcillas fue aprovechándose progresivamente en muchas industrias, tales como la de aceites comestibles y minerales, en la purificación de sustancias orgánicas en las que una remanencia de color era indeseable.

Con el desarrollo de la industria en gran escala y la creciente demanda de arcillas decolorantes aumentó el interés por el estudio de propiedades decolorantes: ocurre que cuando deseamos hacer uso de una arcilla decolorante sobre algún producto comestible, caso típico del aceite de pepita, no puede emplearse mayor cantidad que el cinco por ciento (5%) de la arcilla pues un mayor empleo de la misma le comunicará un sabor al aceite indeseable; entonces se pensó en obtener productos de mayor calidad, ó específicamente de un mayor poder decolorante. Lográndose entonces en forma artificial, mediante un tratamiento ácido vapor sobre una arcilla darle propiedades decolorantes a ésta; en muchos casos superior al del

producto natural, conociéndose esto como el proceso de activación de la arcilla.

Es de hacer notar en este momento que las investigaciones de activación en diferentes arcillas han dado como resultado que la activación no depende ni de la composición química, ni de las propiedades físicas de la arcilla natural.

En el Perú la importación de tierras decolorantes ha alcanzado a 756,194 kilos en el año 1955; existiendo en el país una gran variedad de arcillas y el precedente de la activación de bentonita, estudio realizado por el Dr. Luis Alva Saldaña es que me permite presentar a consideración del jurado el presente anteproyecto de FABRICACION DE ARCILLAS ACTIVADAS.

---

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE LA ACTIVACION DE ARCILLAS EN EL LABORATORIO

OBJETO DE LA ACTIVACION.- La activación tiene por objeto poner a las arcillas en condiciones tales, que puedan ser utilizadas en la industria para la decoloración.

En cuanto al proceso de activación y las transformaciones que las arcillas sufren con ella existen diferentes opiniones:

- La propiedad decolorante de las arcillas según Nütting, se debe a valencias parciales o enlaces abiertos en las moléculas de las arcillas que se sueldan a los grupos no saturados de las sustancias que producen el mal color o mal olor de los aceites. Estas valencias parciales se desarrollan al eliminar el agua absorbida en las arcillas naturalmente activas, y al eliminar con ácidos parte de la base ó esqueleto de las arcillas no activas pero activables.

- Según Hoffman, las arcillas activables, tienen ocupadas sus valencias superficiales por elementos como el hierro, aluminio, calcio y magnesio (iones cambiables); los cuales mediante la acción de los ácidos, se pueden sustituir por iones de hidrógeno y aluminio, lo que provoca un aumento en la decoloración.

- Según Frey, la causa que las arcillas pueden ser activables es que pueden considerarse como verdaderos silicatos de aluminio, de aquí que sean fácilmente atacables por los ácidos rápidamente.

- De estas opiniones y de investigaciones propias, el boletín industria de la Sociedad de Fomento Fabril de Chile, manifiesta al referirse al tema en punto: "Nosotros creemos" que la tierra decolorante, pasee una estructura de silicato, "compuesta de canales, muy estrechos. Los granos de tierra" decolorantes tiene una microestructura muy fina; estos granos pequeños están atravezados por canales microscópicos y "ultramicroscópicos. En el producto inicial estos canales están cargados de álcalis.

"Por la acción química de la naturaleza, una parte" de estos álcalis ha sido eliminada por lavado, y la actividad ha sido aumentada.

"Estos canales pues provocan la absorción de compuestos cuya acción es perjudicial para los aceites y grasas. "La tierra pues, tendrá un poder decolorante tanto más grande como mayor haya sido el número de canales lavados, se comprende pues, fácilmente porque es necesario someter ciertas "tierras a una activación artificial, que no representa otra "cosa que una limpieza de canales".

De esta opinión es fácil, imaginar el por qué las arcillas activadas artificialmente poseen un poder decolorante

mayor que las naturalmente activas, ya que las sustancias que originaron el lavado de bases actuaron en concentraciones pobres y a temperaturas relativamente bajas rompiendo parte del esqueleto silícico y arrastrándolo conjuntamente con pequeñas cantidades de ácido.

Por el contrario el procedimiento de activación artificial se va hacia la mayor eliminación posible de las bases tratando de dejar intacto el esqueleto silícico de la arcilla.

PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVACION.- Para la activación de arcillas se usan los ácidos minerales; como el sulfúrico y el clorhídrico y pasaje de vapor.

En el laboratorio se procedió de la siguiente manera:

1.- a) Se colocó en un balón; la arcilla a ser activada y el ácido mineral (en distintas concentraciones según las pruebas).

b) En un Erlenmeyer se generó vapor que se hizo burbujear en @

c) Los gases que salían de (6) fueron llevados a un condensador.

2.- En un autoclave se puso la arcilla y el ácido mineral (en distintas concentraciones según la prueba) elevando la temperatura a 140°C y la presión a 60 psia.

Del sistema seguido podemos observar lo siguiente:

**Variables dependientes.-**

- 1.- Calidad de la arcilla.
- 2.- Clase de ácido
- 3.- Concentración del ácido
- 4.- Tiempo de digestión
- 5.- Temperatura de digestión
- 6.- Presión de digestión
- 7.- Relación agua arcilla.

**Variables dependientes.-**

- 1.- Bases extraídas
  - 2.- Grado de decoloración.
-

## PRUEBAS DE LABORATORIO

### 1.- Arcillas probadas.

Diatomita

Pirofilita

Caolín

Bentonita (variedad de color verde)

Bentonita (variedad de color chancaca).

### 2.- Acidos usados

Acido sulfúrico

Acido clorhídrico

### 3.- Concentración del ácido.

Las concentraciones usadas han sido

5%, 10%, 20% y 30% en peso.

### 4.- Temperatura de digestión

Las pruebas se han ejecutado a 100°C

y 140°C.

### 5.- Presión de digestión.

Las pruebas se han ejecutado a la presión normal y a 60 psig.

### 6.- Tiempo de digestión.

Los tiempos de digestión se han hecho variar de 2 horas a 18 horas.



7.- Relación agua arcilla.

Se ha mantenido una relación en 2 a 1 por permitir esta su mejor maniobrabilidad de la masa (determinado experimentalmente).

RESULTADOS OBTENIDOS

De las distintas arcillas probadas el mejor resultado se obtuvo con la bentonita de color chancaca (procedencia de Pisco).

Por lo que en el presente trabajo únicamente vamos a incluir los resultados obtenidos para esta arcilla.

Antes de ver los resultados quiero dar las siguientes definiciones.

Bases extraídas.- Se ha llamado así: a la diferencia de peso existente entre el material seco antes de ser activado y después de ser activado, expresado en tanto por ciento.

Grado de decoloración.- Se ha llamado así a las distintas decoloraciones logradas por las diferentes arcillas activadas, formándose así una escala completamente arbitraria, señalándose como grado 100 a la decoloración máxima reacionada; y como grado 0 a la coloración propia del material a decolorar, en este caso aceite proporcionado por la compañía Oleoficio S.A.

Para un mejor análisis de los resultados, éstos se presentan en la forma de gráficos.

#### EXPLICACION DE LOS GRAFICOS

Se han graficado: 1ero. las distintas extracciones de bases por los distintos tiempos de digestión y las diferentes concentraciones de ácido.

2do.- El porcentaje de extracción de bases por las distintas decoloraciones logradas.

#### CONTENIDO DE LOS GRAFICOS

Gráficos Nos. 1 y 2.- Pruebas con ácido sulfúrico y presión normal.

Gráficos Nos. 3 y 4.- Pruebas con ácido clorhídrico y presión normal.

Gráficos Nos. 5 y 6.- Pruebas con ácido sulfúrico y 60 psi<sub>g</sub> de presión.

Gráficos Nos. 7 y 8.- Pruebas con ácido clorhídrico y 60 psi<sub>g</sub> de presión.

Véanse los cuadros pág. N°

C O N C L U S I O N E S

Del análisis de los gráficos podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- La decoloración más grande se alcanza con una extracción de bases del 25% cuando se trata con ácido sulfúrico y del 23% cuando se trata con ácido clorhídrico.

- La extracción óptima de bases puede ser <sup>alrededor</sup> <sub>60-70%</sub> con:

A c i d o	Concentración	Tiempo de digestión	Presión	Temperatura
Sulfúrico	10%	18 horas	Normal	100°C
"	20%	12 "	"	100°C
"	30%	6 "	"	100°C
"	10%	10 "	60 psig	140°C
"	20%	6 "	"	140°C
"	30%	3 "	"	140°C
Clorhídrico	20%	3 "	Normal	100°C
"	30%	2 "	"	100°C
"	15%	5 "	60 psig	140°C
"	20%	2 "	"	140°C
"	30%	1.5 "	"	140°C

### SELECCION DEL METODO DE ACTIVACION

Para seleccionar el ácido a usar podemos apreciar que el consumo mínimo de ácido clorhídrico sería de 1 tonelada de ácido al 30% por tonelada de materia a activar. Siendo hoy en día el precio del ácido clorhídrico de \$2,300.00 la tonelada 30% concentrado y si pensamos que el precio de venta del material activado será de \$3.50 por kilo tendremos un márgen muy bajo utilitario de otro lado el precio del ácido sulfúrico está muy por debajo de este \$1.20 el kilo 96% concentrado, así pues que descartemos la posibilidad de usar el clorhídrico aunque este proporciona una mejor calidad desde el punto de vista de ayuda filtrante; y dejémoslo para un futuro en que su uso pueda ser comercial.

Nos queda por ver únicamente el tiempo de activación con ácido sulfúrico, podemos apreciar de los resultados presentados en forma gráfica, que de la máxima concentración de ácido usada (30%) tenemos un gasto 3 veces mayor de ácido por tonelada que si usamos la mínima concentración, pero nos proporciona a la vez un ahorro de casi 3 veces el tiempo de operación o sea que si usamos la concentración más baja tendremos un gasto de mano de obra directa 3 veces mayor y un ahorro del 66% en ácido si nos remitimos al capítulo de economía del proceso veremos, que de esta relación preferible será usar la máxima concentración y el mínimo tiempo de activa-

ción.

C O N C L U S I O N

METODO DE ACTIVACION

Arcilla a emplear: Bentonita, variedad de color chan  
caca.

Acido: sulfúrico.

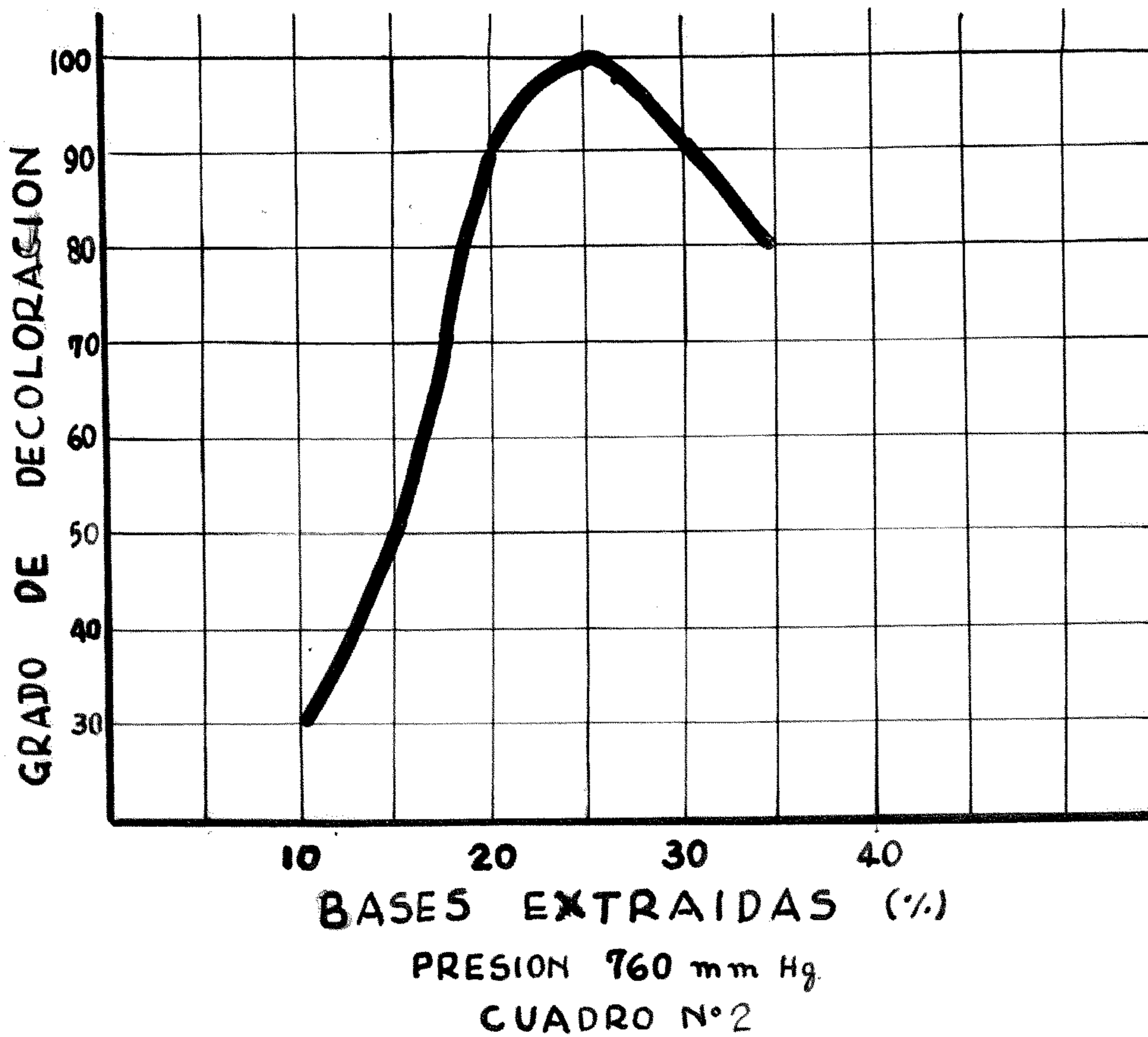
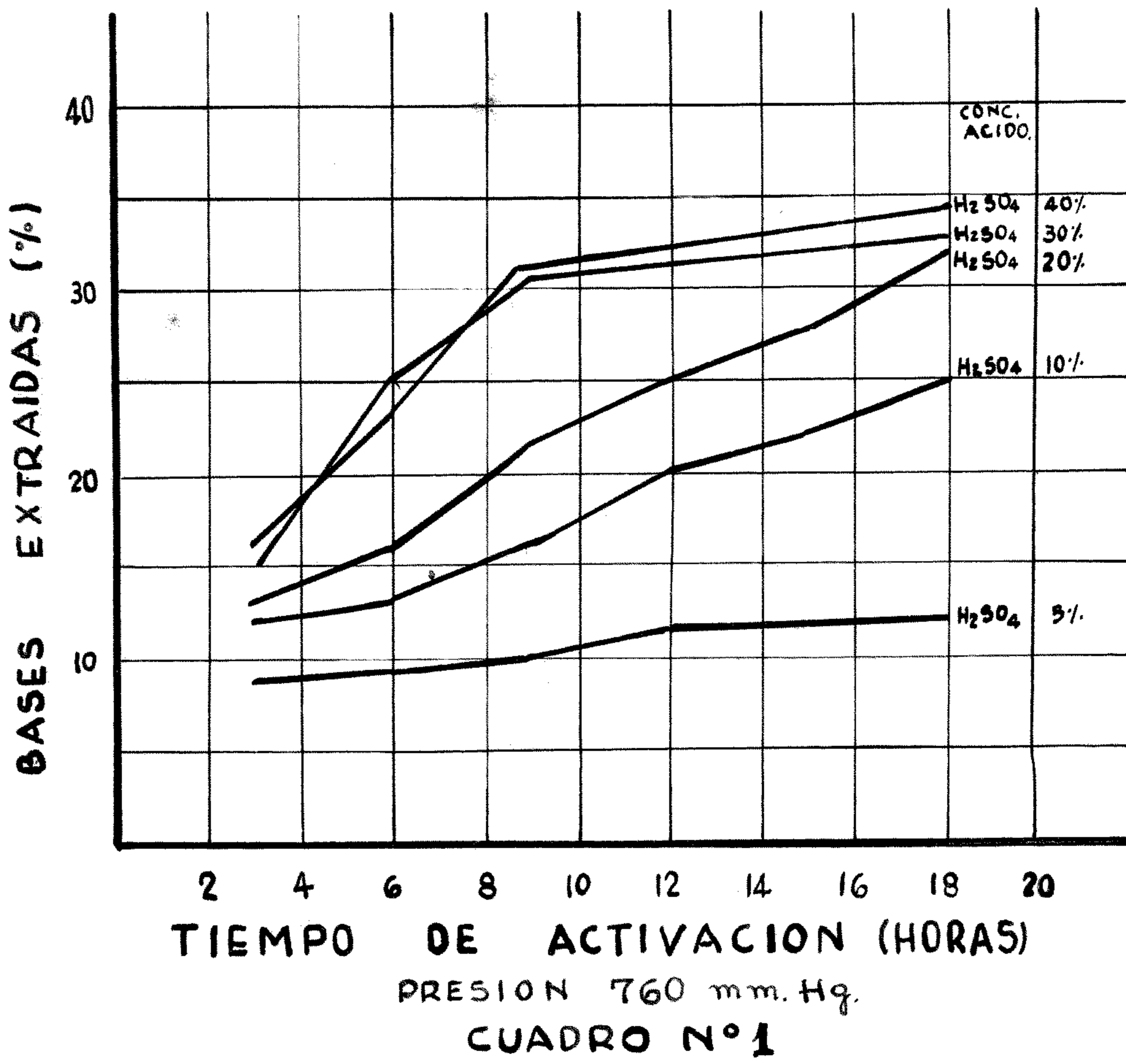
Concentración: 30 %

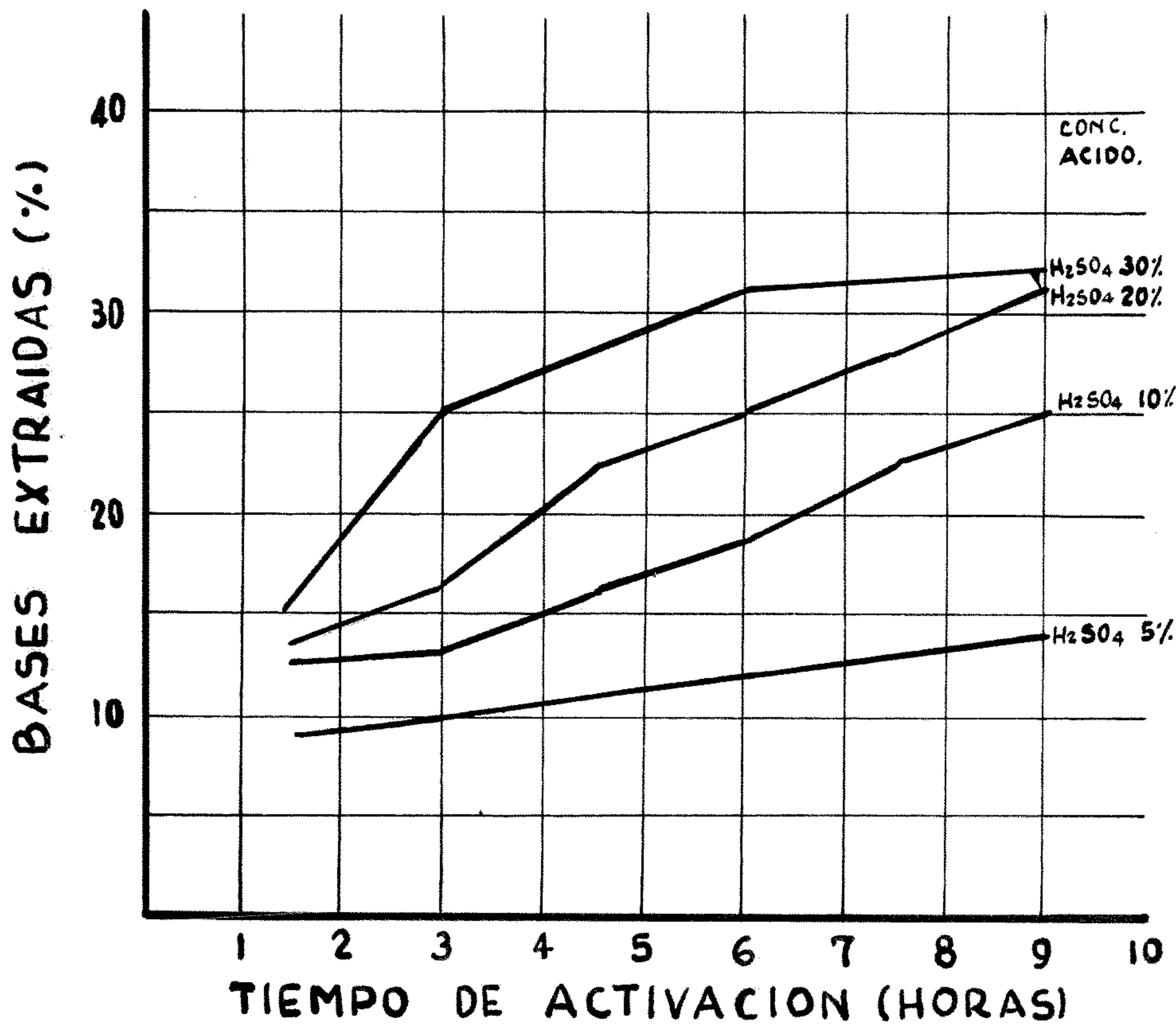
Temperatura de digestión: 140°C

Presión de digestión: 60 psi

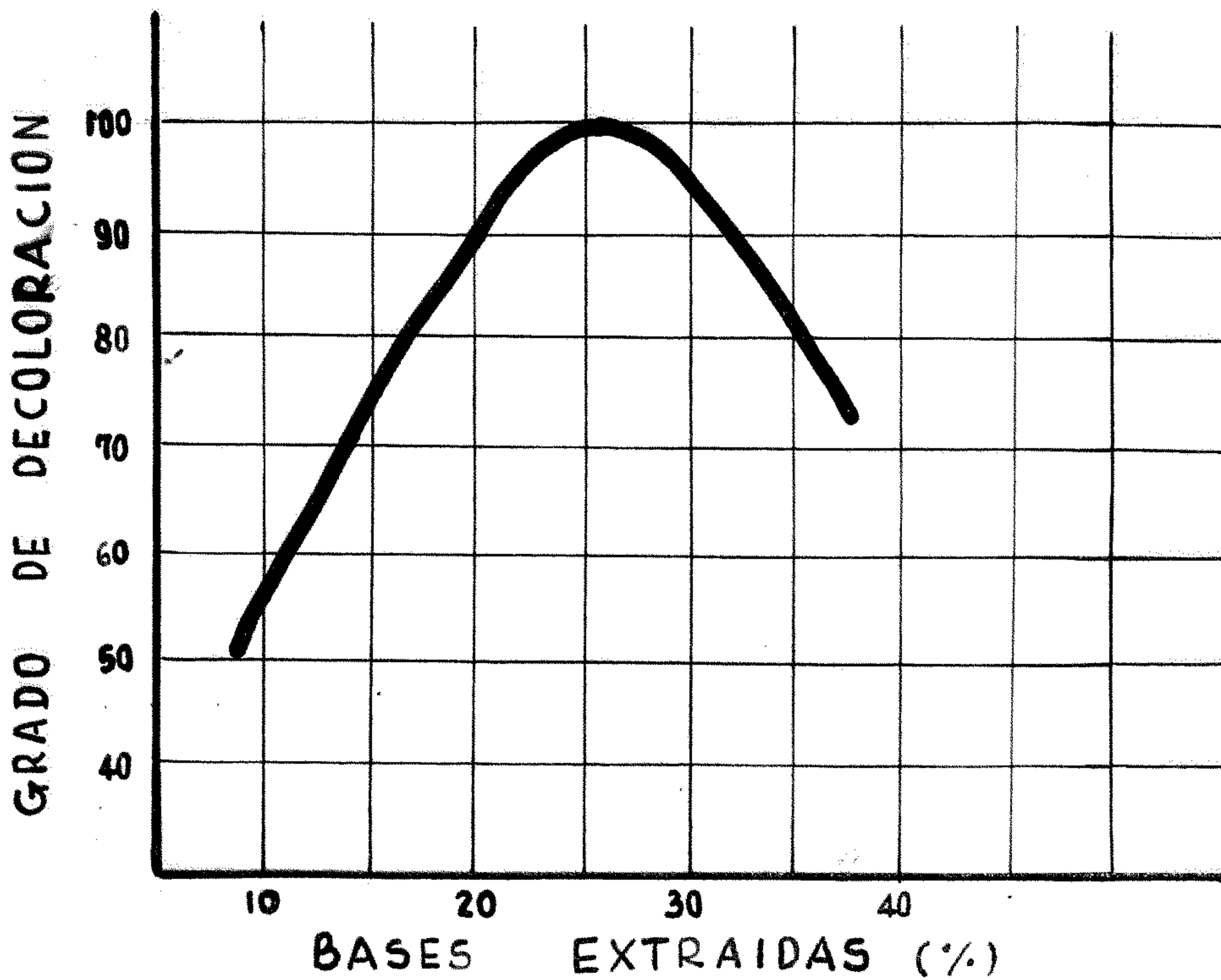
Tiempo de digestión: 3 horas.

---

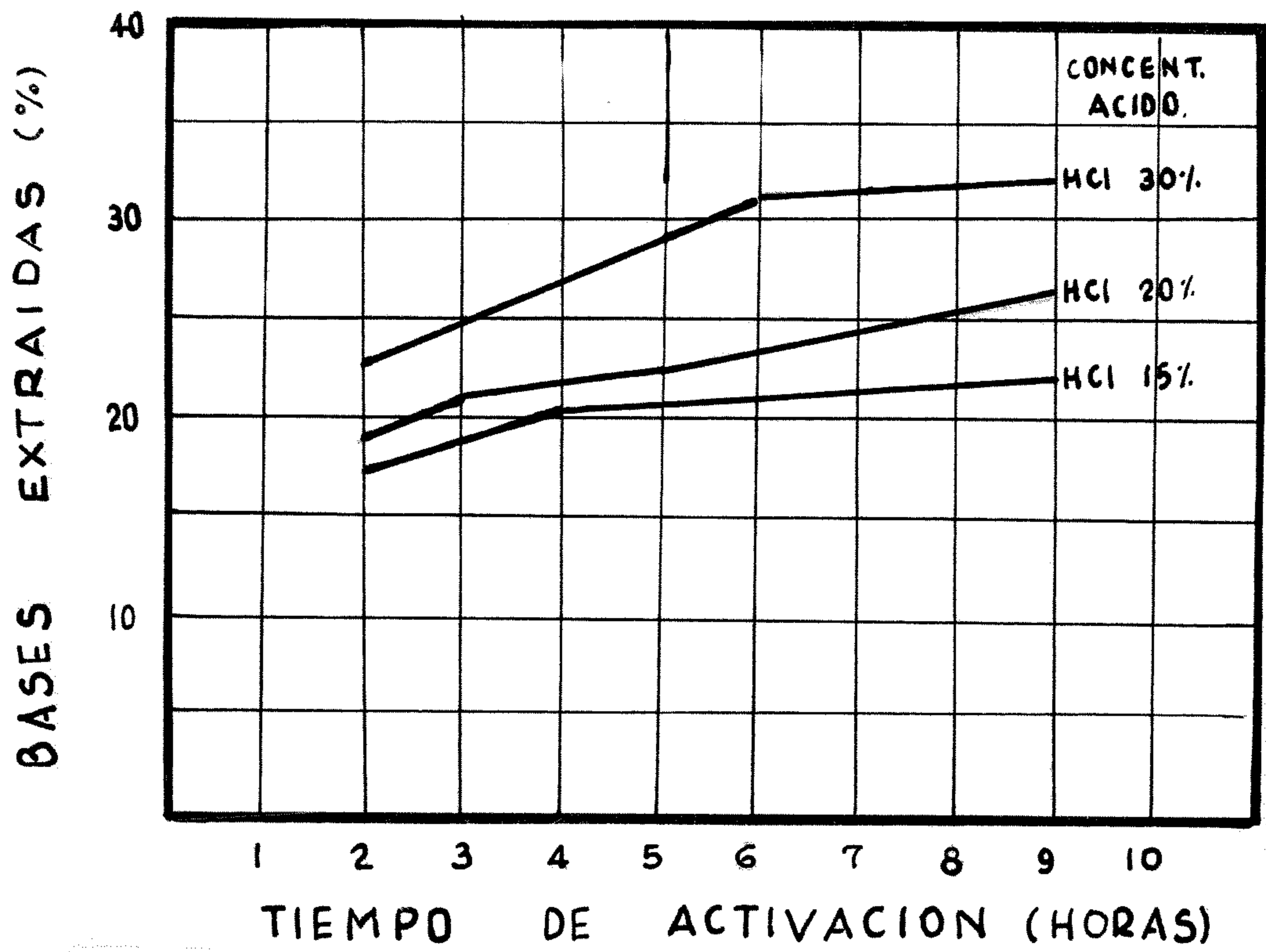




ACTIVACION EN AUTOCLAVE  
CUADRO N°5

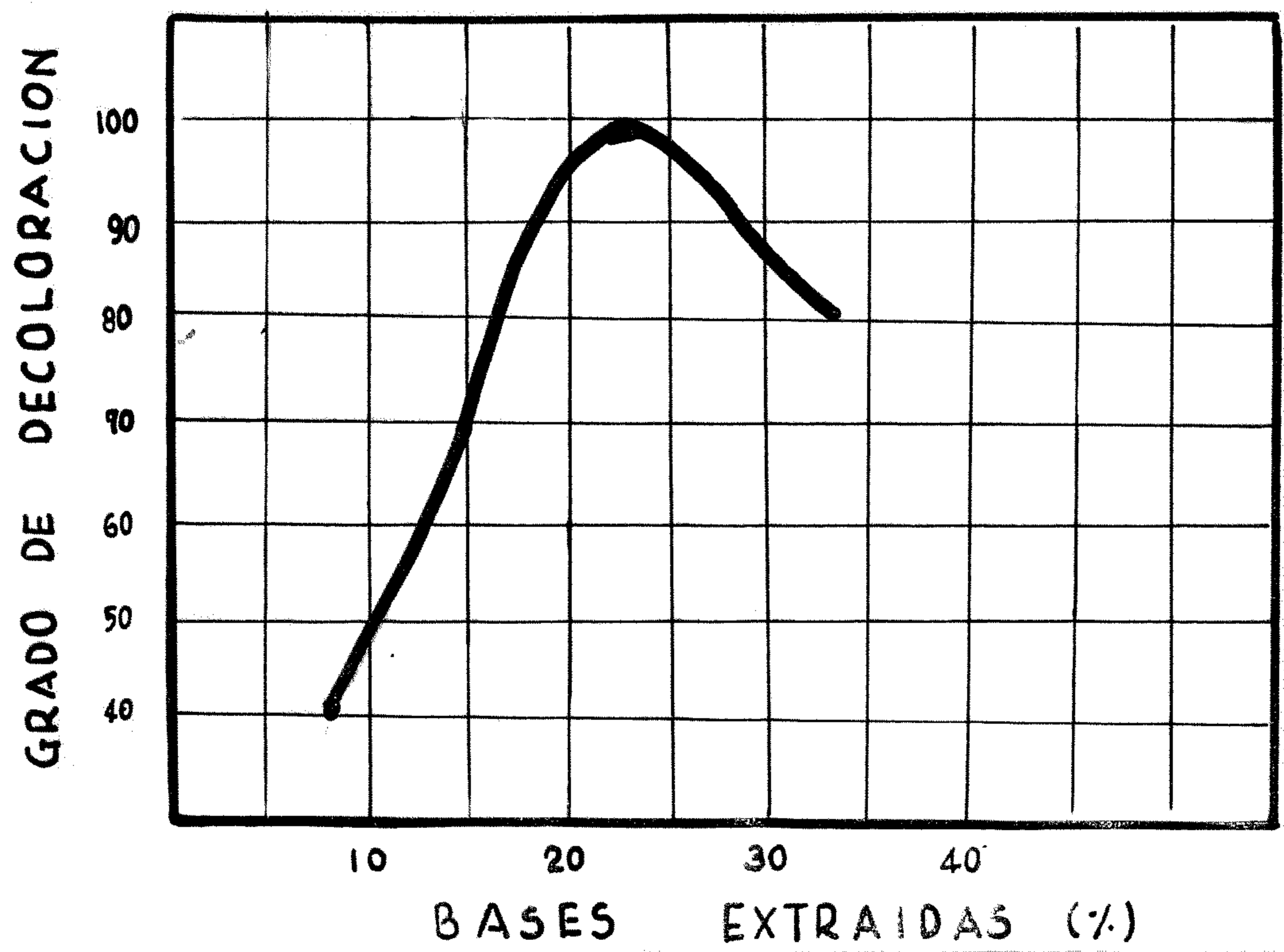


ACTIVACION EN AUTOCLAVE  
CUADRO N°6



PRESION 760 mm Hg.

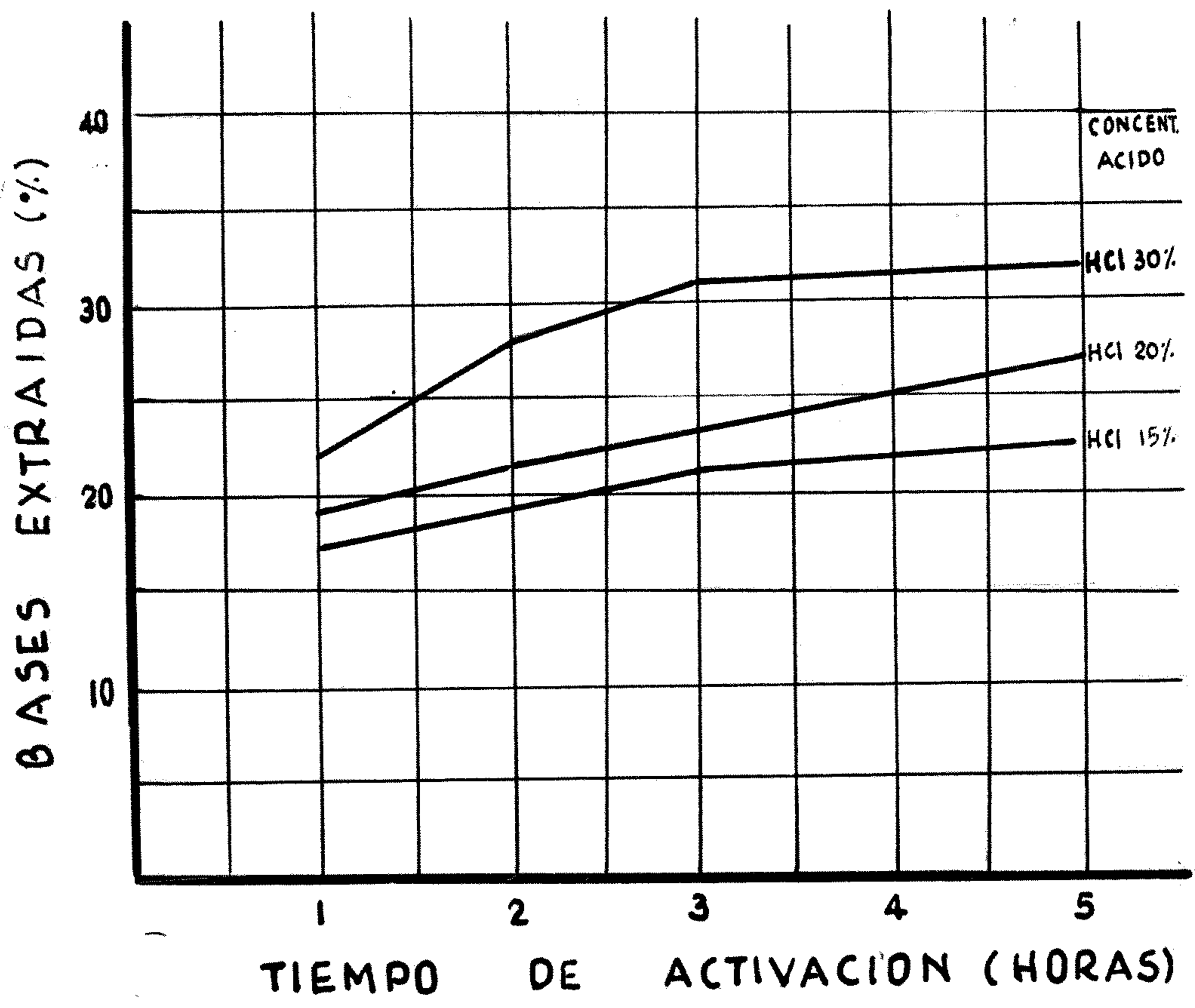
CUADRO N° 3



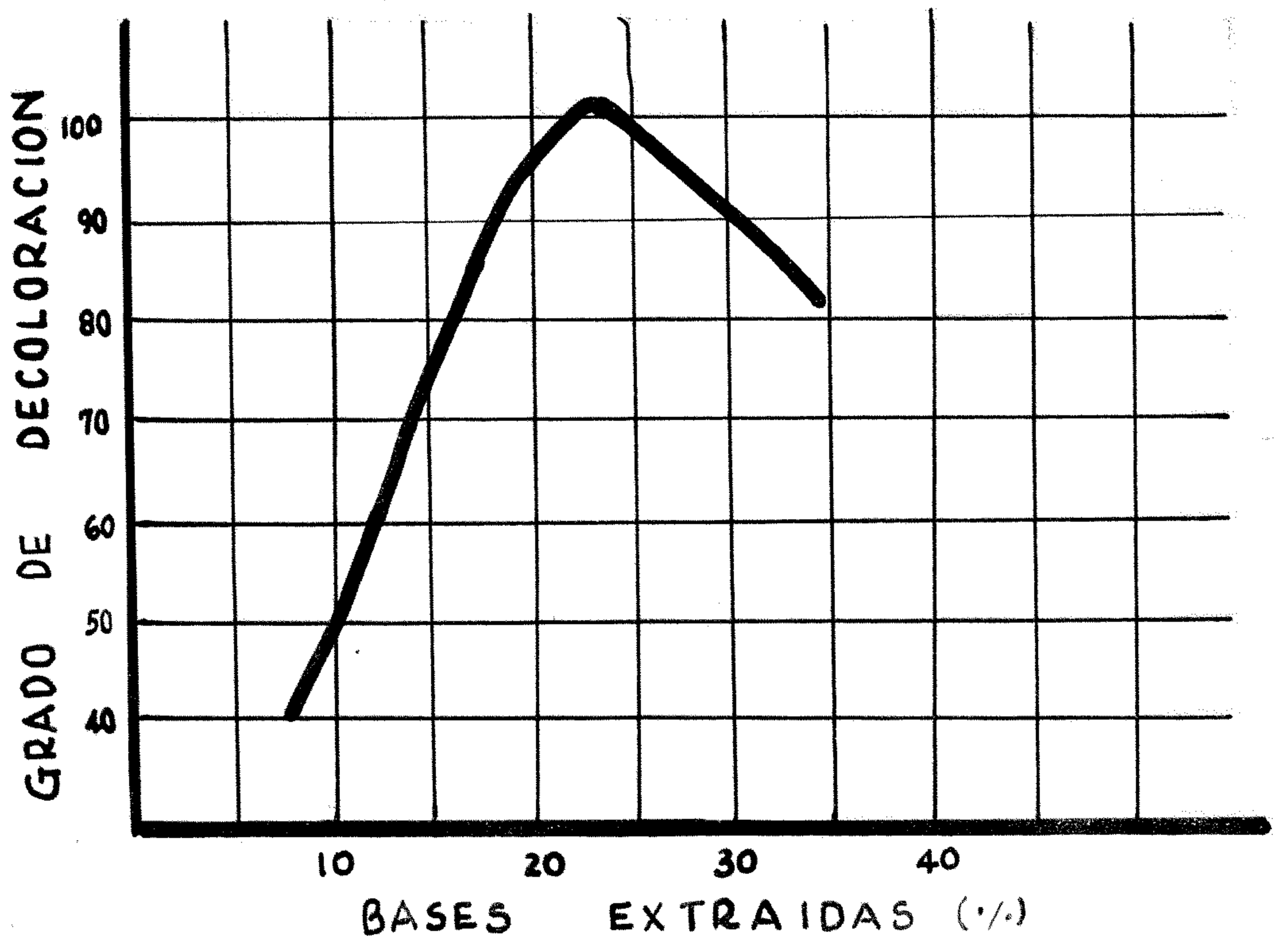
PRESION 760 mm Hg.

CUADRO N° 4





ACTIVACION EN AUTOCLAVE  
CUADRO N° 7



ACTIVACION EN AUTOCLAVE  
CUADRO N° 8

### CAPITULO III

#### M E R C A D O

Las tierras decolorantes son prácticamente usadas sólo para la decoloración de aceites, y su consumo ha de variar en forma proporcional a la producción de aceites. La industria aceitera en el Perú crece continuamente debido a que somos grandes productores de algodón beneficiándose la semilla para esta industria.

De otra parte tenemos el mercado potencial que representa la industria textil en el país para la aplicación de arcillas activadas como material desengrasante, que hoy en día no se hace uso de él por no haber en el mercado y en el caso de importación prefieren hacer uso de técnicas americanas.

Otro de los usos a cubrir estaría dado por las refineries de petróleo y las plantas regeneradoras de aceite.

Una visión retrospectiva de la importación de tierras decolorantes nos podrá permitir tener una idea del volumen actual de demanda y también cual será el futuro de ésta.

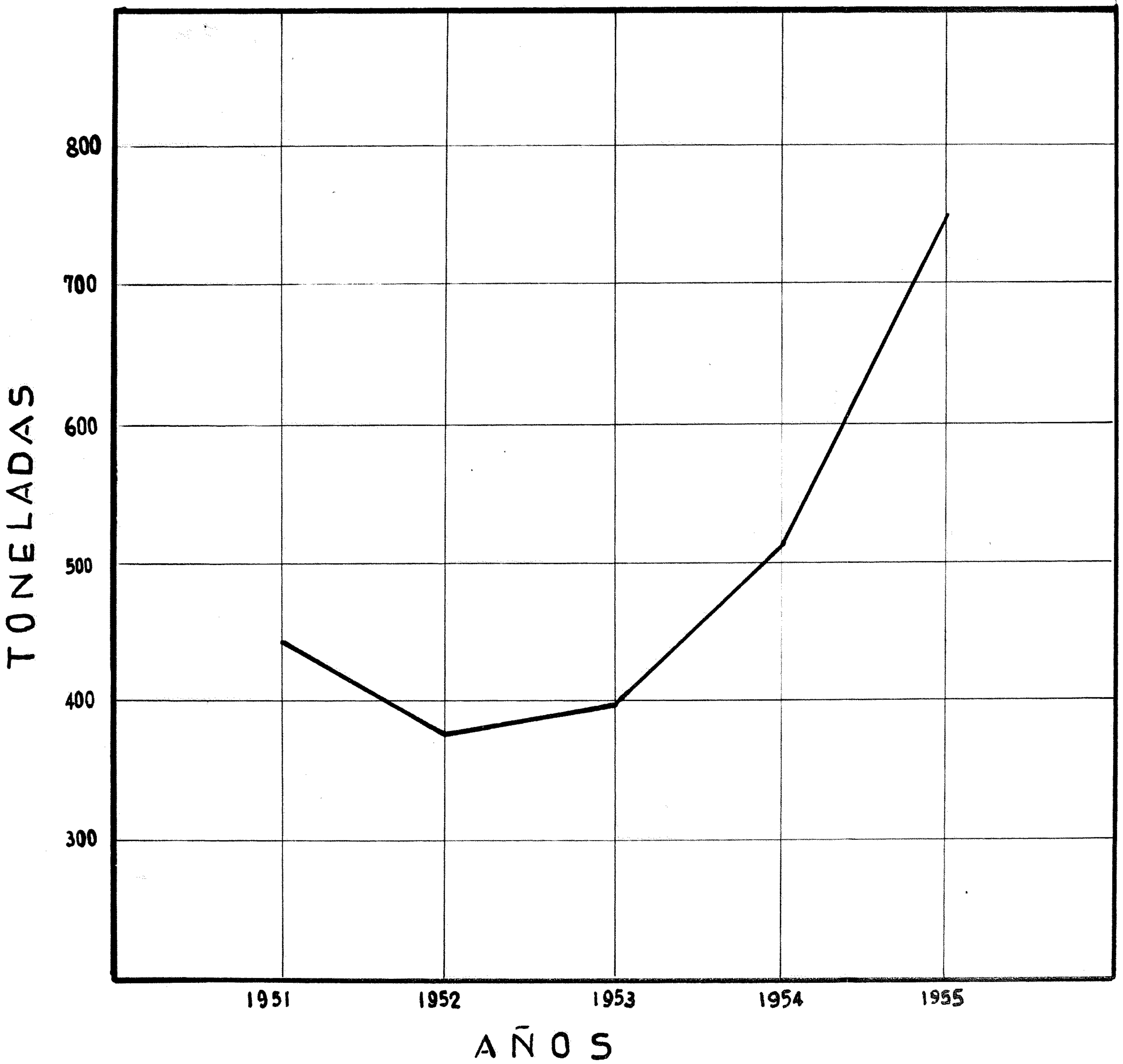
Del anuario del Comercio del Exterior, partida N° 2166 - Tierras decolorantes tenemos:

<u>AÑO</u>	<u>KILOS</u>
1950	642,252
1951	444,955
1952	379,955
1953	399,664
1954	508,135
1955	756,194

De los datos que preceden podemos apreciar que ha habido una baja en el mercado en el periodo 1950 - 1953 pero luego ésta ha sido sobrepasada y en los años que continúan vemos una tendencia muy favorable. Si consideramos los 3 últimos años y determinamos la línea de tendencia de estos valores por el método de los mínimos cuadrados encontramos que la demanda en los próximos años sobrepasará al 1'000,000 de kilos anuales que nos servirá de base para determinar nuestra capacidad.

Existiendo pues un mercado actual cercano a las 1,000 toneladas anuales, y asumiendo que de este mercado, solamente podremos obtener el 60%. Nuestra capacidad de planta será pues de 600 toneladas.

CONCLUSION.- Capacidad de Planta 600 toneladas anuales.



ESTADISTICAS DE IMPORTACION

## CAPITULO IV

### MATERIAS PRIMAS

Las materias primas a usarse, serán las siguientes:

- a) Bentonita procedente de Pisco, variedad de color chancaca.
- b) Acido sulfúrico
- c) Fosfato trisódico.

### C A R A C T E R I S T I C A S

A.- Bentonita procedente de Pisco variedad de color chancaca. Ha sido elegida esta arcilla por ser la que mejor resultado ha dado en el proceso de investigación.

PROPIEDADES FISICAS.- Es una arcilla compacta de aspecto graso y jabonoso; al ser raspada produce escamas como si fuera jabón.

Puesta en agua se disgrega como si fuera azúcar, esta propiedad la distingue de otros componentes del terreno sirviendo para diferenciarla en el campo.

El material desintegrado, presenta unas plaquitas, siendo esta propiedad la que permite comparar con otra ya que el porcentaje de estas plaquitas mayores de un décimo de milímetro (0.1 mm.) es característico para cada bentonita. Las arcillas con estas plaquitas son susceptibles de ser activadas

y utilizables por el método de percolación. La bentonita de que tratamos en el presente trabajo, tiene aproximadamente 75% de estas placas y se aprecia en ella escasez de materia amorfa.

-La bentonita, de la que tratamos, al ser puesta en contacto con agua se hincha; pero no desarrolla plasticidad. El frotamiento y desintegración del material con las manos y con un poco de agua produce una espuma de cualidades detergentes.

-El peso específico de la bentonita es de 2.5 Ton/m<sup>3</sup> y la densidad aparente es 0.84 Ton/m<sup>3</sup>.

-El índice de refracción y birrefringencia varían con el contenido de fierro y la proporción de agua combinada, no obstante estos valores permiten tener un criterio para la identificación de las bentonitas. La bentonita de Pisco de color chancaca tiene un índice de refracción alrededor de 51 (aceite de cedro).

-A la llama y altas temperaturas el material presenta bordes de fusión incipientes y el color de la llama en el espectro solo indica la banda del sodio.

-La bentonita de Pisco presenta, en su análisis térmico, una línea recta en las pérdidas de agua comprendidas entre 90 y 200°C dando a los 400°C una gran pérdida.

-Debido a la finura de la bentonita y su estructura acanalada presenta ésta un gran poder de absorción y de adsorción.

PROPIEDADES QUIMICAS.- Según Noll considera a las bentonitas en el grupo de las Montmorillonitas; teniendo un poder elevado de intercambio de bases, siendo su constitución esencialmente un hidrosilicato de alúmina y fierro con calcio y magnesio y algo de álcalis. La relación entre la sílice y la alúmina alta.

La bentonita ha de tener pues una composición que permita relacionarla con la montmorillonita:



aunque con pequeñas variaciones.

-El ácido clorhídrico en frío no gelatiniza las bentonitas de Pisco.

-Las sales solubles de la bentonita están representadas por cloruros de sodio y magnesio y los sulfatos de los mismos metales.

-Con relación a su poder decolorante las bentonitas pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- 1.- Naturalmente activas
- 2.- Naturalmente activas pero mas activables
- 3.- No activas inactivables
- 4.- No activas pero activables.

Las naturalmente activas no poseen un gran poder decolorante, aunque éste sea mejorado con una activación arti-

ficial, y han sido consideradas como productos que han derivado de las inactivas, gracias a una serie de transformaciones ocurridas en la naturaleza, pero siempre defectuosas.

Las no activas pero activables es el grupo comercialmente hablando el más importante y es al que pertenece la bentonita de Pisco que tratamos en el presente anteproyecto.

El origen de la activación tiene distintas opiniones. (Véase capítulo II, objeto de la activación).

ANALISIS QUIMICO DE LA BENTONITA

SiO <sub>2</sub>	54.49%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.53%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.85%
CaO	1.95%
MgO	2.95%
Perd. por calcinación	10.72%
No determinado	2.51%
TOTAL:	<u>100.00%</u>

SALES SOLUBLES EN AGUA

Cl <sup>-</sup>	1.18%
SO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0.95%
No determinado	1.12%
TOTAL:	<u>3.25%</u>



ANALISIS FISICO

COLOR: chancaca

INDICE DE REFRACCION: 1.51

PESO ESPECIFICO: 2.50

DENSIDAD APARENTE: 0.84

PERDIDAS DE AGUA

Temperatura	Pérdidas de agua
90°C ± 2°C	12%
120°C ± 2°C	14%
150°C ± 3°C	15.8%
200°C ± 5°C	19.2%
420°C ± 20°C	35 %

GRUESOS (material en bruto)

Mayores que 325 mallas 0.92%

Mayores que 200 mallas 0.08%

ABASTECIMIENTOS DE BENTONITA.- Aunque los yacimientos de bentonita de Pisco de la variedad de color chancaca no están ubicados se estima que existan mas de 100,000 toneladas de este material que podrán pues abastecer a la fábrica

ca por un tiempo mayor al de su total depreciación.

VALOR DE LA BENTONITA.- Puesta en fábrica \$250.00 por tonelada. (Lima).

B.- ACIDO SULFURICO.- El ácido sulfúrico tendrá por objeto la extracción de bases de la bentonita. Actualmente en el Perú hay dos fábricas de ácido sulfúrico la de Cerro de Pasco y la de Rayón Peruana, siendo esta última su mejor calidad se preferirá su uso.

ACIDO SULFURICO A USAR.- El producido por Rayón Peruana S.A.

VALOR DEL ACIDO SULFURICO.- \$1,200.00 la tonelada puesto en planta. (Lima).

C.- FOSFATO TRISODICO.- Tiene como función específica la de mantener en suspensión la bentonita. Este producto es de importación no existiendo en el país.

VALOR DEL FOSFATO TRISODICO.- Su precio para pedido directo es de \$5,000 por tonelada.

---

## CAPITULO V

### UBICACION DE LA PLANTA

Para estudiar la ubicación de la planta tenemos que tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.- Mercado
- 2.- Materias Primas
- 3.- Energía
- 4.- Mano de obra
- 5.- Facilidades de edificación
- 6.- Bancos
- 7.- Industrias similares
- 8.- Relaciones laborales
- 9.- Transportes.

Obviamente las posibilidades de ubicación de la planta están dadas por las ciudades de Pisco y la de Lima, la primera como fuente de materias primas y la segunda como mercado principal.

Para determinar la locación de la planta entre estas dos ciudades, vamos a seguir el sistema de la dación de puntajes según la importancia de cada acápite tomado en consideración:

1.- Mercado.- (Puntaje 1000). El principal mercado de la bentonita activada sería Lima por ser donde se encuentran casi todas las fábricas de aceite y las industrias similares

a la citada por lo que daremos como puntaje 900. Pisco en si no tiene un mayor mercado pero se encuentra muy cerca de Lima por lo que le asignaremos un puntaje de 700.

2.- MATERIAS PRIMAS.- Como hemos dicho anteriormente las materias primas a usar son bentonita de Pisco, ácido sulfúrico y fosfato trisódico, siendo este último un producto de importación no lo tomaremos en cuenta ya que su valor no se alterará sea una u otra localidad.

Consideremos la bentonita, la fuente de bentonita se halla en Pisco y del balance de materias podrá apreciarse que necesitaremos 3,000 Kg. diarios de ella y que por su transporte a Lima se pagan aproximadamente \$0.12 por kilo.

Consideremos el ácido sulfúrico, la fuente más cercana de ácido sulfúrico sería la de Rayón Peruana en Lima, y si nos remitimos al balance de materias veremos que por día gastamos 1,800 kilos y que pagarían aproximadamente \$0.30 por kilo en su transporte a Pisco.

Del análisis de lo expuesto vemos que el poner la planta en Lima nos recargaría el precio de la bentonita en \$360 por día y ponemos la planta en Pisco nos recargaría el precio del ácido en \$540 por día de trabajo. Si asumimos como puntaje máximo para materias primas 800 puntos, tendremos que asignarle a Lima el 90% o sea 700 pts. y a Pisco el 85% o sea 650 puntos.

3.- ENERGIA.- (Puntaje 500). La energía en general

es más fácil encontrarla en Lima que en Pisco, mas aún si pensamos en que sería prohibitivo para una industria pequeña, como ésta, el generarse su propia energía.

Por lo tanto daremos los siguientes puntajes para Lima: 450 puntos; y para Pisco 350 puntos.

4.- MANO DE OBRA.- (Puntaje 500).- En Lima es más fácil encontrar mano de obra, mejor preparada, que en otras localidades; dada la situación actual de desocupación, como se estima que esta situación no ha de perdurar y la mano de obra que se requiere no es mayormente especializada (la mayor parte son peones) asignaremos para Lima 400 puntos lo mismo que para Pisco, pues en un futuro la mano de obra tendrá que escasear en Lima.

5.- FACILIDADES DE EDIFICACION.- (Puntaje 400).- Tanto los materiales de construcción y la mano de obra especializada en ellos se encuentra concentrada en Lima, lo que nos inclina a darle el máximo puntaje a ésta y solamente 200 a Pisco.

6.- BANCOS.- (Puntaje 400).- Lima cuenta con todas las centrales bancarias, aunque en Pisco también existen muchas sucursales de los mismos; daremos en estas razones el máximo a Lima y 350 puntos a Pisco.

7.- INDUSTRIAS SIMILARES.- (Puntaje 400).- Lima tiene prácticamente todos los tipos de industria incluyendo la de molienda. Pisco no es muy industrializado pero tiene una

industria de molienda bastante adelantada por lo que asignaremos el mismo puntaje a ambas: 400 puntos.

8.- RELACIONES SINDICALES.- (Puntaje 300). Las relaciones laborales en Lima generalmente no son buenas, mientras que en las provincias del país las relaciones sindicales no son tan malas y no hay huelgas por lo que daremos a Pisco el máximo puntaje y a Lima sólo 200 puntos.

9.- TRANSPORTES.- (Puntaje 500).- La localidad de Lima cuenta con todas las facilidades de transporte y de distribución no así otras localidades en las que muchas veces falta el transporte por esto daremos el puntaje de 450 a Lima y a Pisco 300 puntos.

R E S U M E N

Puntos de vista	Puntaje Máximo	Lima	Pisco
Mercado	1000	900	700
Materias primas	800	700	650
Energía	500	450	350
Mano de Obra	500	400	400
Facilidades de edificación	400	400	200
Bancos	400	400	350
Industrias similares	400	400	400
Relaciones sindicales	300	200	300
Transportes	500	450	300
<b>T O T A L E S:</b>	<b>4800</b> (100 %)	<b>4300</b> (93%)	<b>3650</b> (76 %)

CONCLUSION.- La fábrica ha de ubicarse en la  
ciudad de Lima.

---

CAPITULO VI

TECNOLOGIA DEL PROCESO

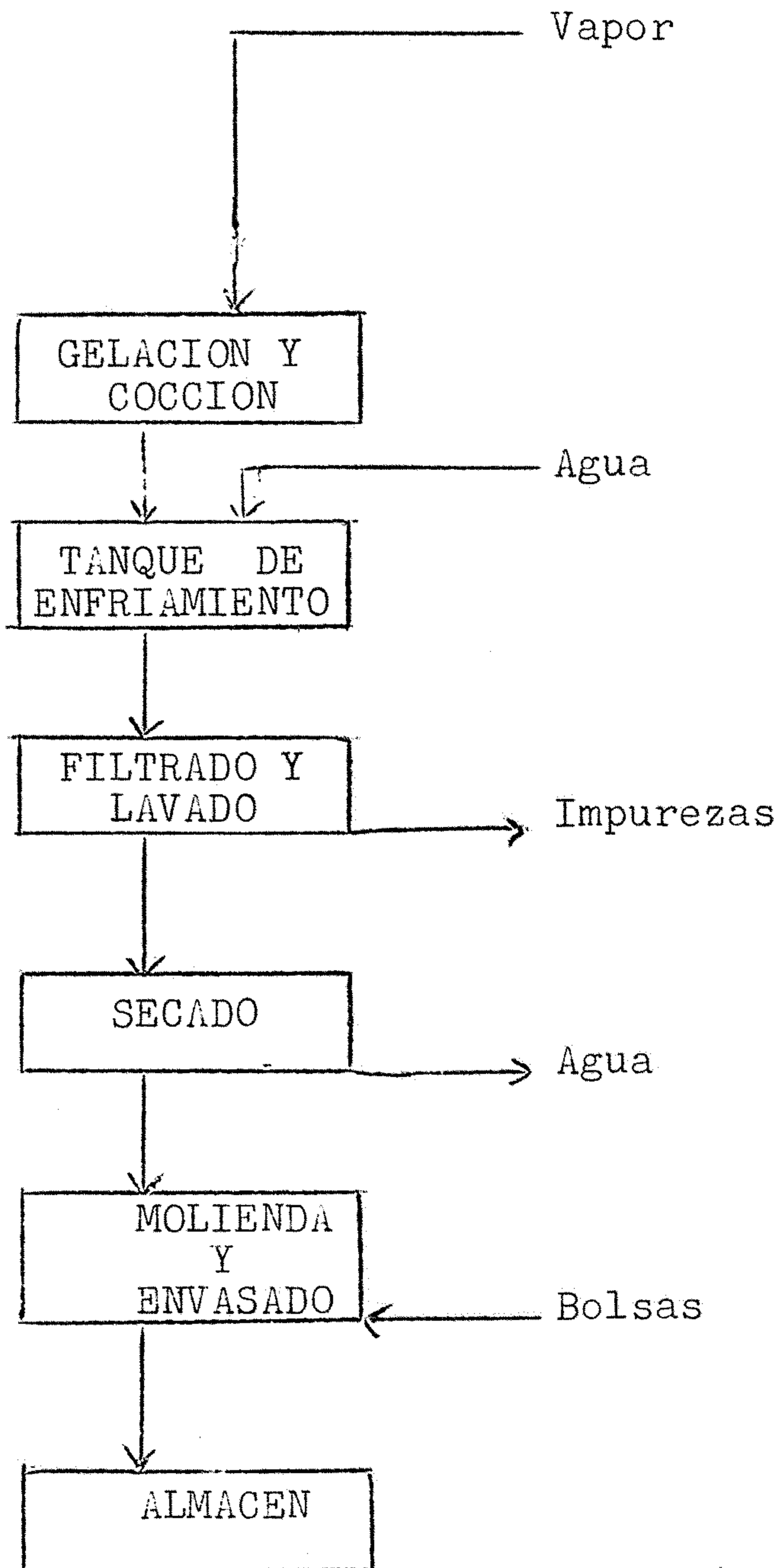
I.- FLOW SHEET CUALITATIVO

Bentonita

Agua

Fosfato trisódico

Acido sulfúrico





## II.- OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS

En esta parte del presente proyecto vamos a hacer un estudio detallado de cada una de las operaciones que lo integran; haciendo el balance de materias en cada una, lo mismo que el de energía, calculando el equipo que sea necesario para la ejecución de la operación y finalmente su especificación y su valor. Comencemos pues con la primera operación.

### PRIMERA OPERACION                      GELACION

Esta operación comienza al haber hechado a la cuba de digestión el ácido sulfúrico, la bentonita, el agua y el fosfato trisódico.

OBJETO DE LA OPERACION.- Disgregar la bentonita en el licor, haciendo que el conjunto forme una suspensión.

MATERIALES.- Los materiales que han de entrar por cada carga son:

Bentonita cruda	500 Kg (21.2 ft <sup>3</sup> )
Agua	1000 Kg (35.2 ft <sup>3</sup> )
Acido sulfúrico 66 Be	300 Kg. (5.7 ft <sup>3</sup> )
Fosfato trisódico	5 Kg.(desestimable)
	<hr/>
T O T A L:	1805 Kg.(62.1 ft <sup>3</sup> )

CONTROL DE CALIDAD.- Debe controlarse que la bentonita no traiga piedras ni materiales extraños, esto lo harán los mismos obreros al momento de hacer la carga.

-El ácido sulfúrico ha de ser de 66 Be.

MANIPULACION DE LOS MATERIALES

- 1.- Bentonita.- La alimentación se hará en forma manual mediante carrétilas.
- 2.- Fosfato trisódico.- Se alimentará en forma manual.
- 3.- Acido sulfúrico y agua.- La alimentación será por gravedad mediante tuberías.

En el lugar todos estos materiales serán procesados por la máquina mediante el agitador de la cuba.

No se hará descarga a la operación siguiente ya que esta será en la misma máquina.

EQUIPO A USAR.- La gelación se llevará a cabo en la misma cuba que la cocción especificaremos ésta en la próxima operación de cocción, ya que de momento únicamente podríamos dar las medidas.

---

SEGUNDA OPERACION.- COCCION.- Esta operación comienza al concluir la gelación cerrando entonces la cuba y elevando la presión y la temperatura a 60 psia y 140°C respectivamente.

OBJETO DE LA OPERACION.- Transformar la bentonita cruda, en arcilla activada.

MATERIALES.- La suspensión lograda con la operación anterior y vapor.

CONTROL DE CALIDAD.- Que la suspensión sea lo más uniforme posible.

#### MANIPULACION DE LOS MATERIALES

La alimentación ya está hecha.

El vapor circulará por una camiseta de agua.

La descarga será por gravedad.

#### PRODUCTOS QUE DESCARGA

Bentonita activada	360 Kg (15.2 ft <sup>3</sup> )
Sulfatos solubles	125 Kg (1.8 ft <sup>3</sup> )
Acido sulfúrico	70 Kg (2.2 ft <sup>3</sup> )
Agua con impurezas	1250 Kg. (40.2 ft <sup>3</sup> )

---

T O T A L E S: 1805 Kg (59.4 ft<sup>3</sup> )

EQUIPO A USAR.- El equipo a usar ha de ser autoclave. Vamos a calcular sus condiciones de trabajo.

VOLUMEN DEL AUTOCLAVE.- De los materiales que descargan tenemos un volumen total de 59.4 pies cúbicos lo que equivale a 445.5 galones considerando un exceso del 12% tendremos que el volumen del autoclave será de 500 galones.

CALCULO DEL AGITADOR PARA LA GELACION

Del manual de Perry tenemos: potencia del agitador:

$$H_p = \alpha L^{4.7} N^{2.85} \rho^{0.85} \mu^{0.15}$$

en donde:

$$\alpha = 0.017$$

$$L = 1/3 \text{ del diámetro interior del recipiente asumido } 5 \frac{1}{2} \text{ pies.}$$

$$N = 60 \text{ r.p.m.} = 1 \text{ rps.}$$

$$\rho = 70 \text{ Lbs/Lf}^3$$

$$\mu = 1000 \text{ centipois} = 0.68 \text{ Lb/pie-seg.}$$

$$= 0.017 \times 1.83^{4.7} \times 1^{2.85} \times 70^{0.85} \times 0.68^{0.15}$$

$$= 1.01$$

CALCULO DEL AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR

No considerando el calor de reacción que es exotérmicas, por ser este muy bajo y como las reacciones que si ocurren no han sido estudiadas, éste únicamente podría determinarse en forma experimental.

Entonces tenemos: calor necesario para la activación:

$$Q = M c_p (T_2 - T_1)$$

$Q_1$  = cantidad de calor para la activación.

$M$  = cantidad de bentonita en Kg = 500 Kg

$c_p$  = calor específico de la bentonita = 0.69

$T_2 - T_1$  = Temperatura su activación (140°C) menos temperatura ambiente.

$$Q_1 = 500 \times 0.69 \times (140^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}).$$

$$Q_1 = 41,400 \text{ K cal para tratar 500 Kg.}$$

de bentonita.

Para el agua y el ácido sulfúrico:

$$\begin{aligned} Q_2 &= 1300 \times 0.77 \times (140 - 20) \\ &= 120.00 \text{ K cal.} \end{aligned}$$

Para el fosfato trisódico:

$$\begin{aligned} Q_3 &= 5 \times 22.1 (140 - 20) \\ &= 13,260 \text{ Kcal.} \end{aligned}$$

Calor total necesario para la activación

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 41,400 + 120.000 + 13,260$$

$$Q_T = 174,660 \text{ K cal ó}$$

$$Q_T = 698,640 \text{ B T U / 500 Kg de bentonita cruda.}$$

Como al día vamos a tratar 3,000 Kg de bentonita tendremos por hora:

$$Q = \frac{698,640 \times 6}{24} = 174.660 \text{ BTU/hora}$$

Si pensamos en que las pérdidas de radiación serán del 14 % tendremos un consumo de

200,000 BTU/hora

Entonces tendremos que el área de transferencia de calor será:

$$A = \frac{Q}{U \Delta T_{m \text{ Log}}}$$

$$1/U = 1/h_1 + K/x + 1/h_2$$

en que  $h_1$  = coeficiente filmico del vapor

$K/x$  = resistencia de la pared del autoclave.

$h_2$  = Coeficiente filmico de la mezcla bentonita, ácido, agua.

Cálculo de  $\Delta T_{m \text{ Log}}$

$$(20^\circ\text{C}) \ 70^\circ\text{F} \quad \frac{\Delta T = 246^\circ\text{F}}{(140^\circ\text{C})}$$

$$316^\circ\text{F} \ (160^\circ\text{C})$$

(cond.)

$$(140^\circ\text{C}) \ 286^\circ\text{F} \quad \frac{\Delta T = 30^\circ\text{F}}{(20^\circ\text{C})}$$

$$316^\circ\text{F} \ (160^\circ\text{C})$$

$$\Delta T_{m \text{ Log}} = \frac{246 - 30}{2.3 \lgg \frac{246}{30}}$$

$$= 103^\circ\text{F}$$

$$= \frac{140 - 20}{2.3 \log \frac{140}{20}}$$

$$= 61.5^\circ\text{C}.$$

Del manual de Perry de terminamos el coeficiente pe-  
lucular para el ácido sulfúrico 60% concentrado, que nos dará  
un amplio margen de seguridad (ya que en nuestro caso solamen-  
te es 30%).

$$h_s = 140 \text{ BTU/ft}^2 \text{ x hr x } ^\circ\text{F}$$

valor que se chequea con el determinado en el trabajo de  
M A C K - U H L, aparecido en Chemical Engeniering, año 1947.

Cálculo del coeficiente filmico del vapor.

Temperatura media del líquido

$$\text{en el interior del autoclave} = \frac{70 + 286}{2} = 178^\circ\text{C}$$

Temperatura media de la pared

$$\begin{aligned} \text{(se asume media del vapor y del líquido)} &= \frac{178 + 316}{2} = \\ &= 247^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\Delta T \text{ entre la pared y el líquido} = 247 - 178 = 69^\circ\text{F}$$

$$\text{Area provisional} = \frac{Q}{h_s \Delta T} =$$

$$\begin{aligned} \text{Area provisional} &= \frac{200,000 \text{ BTU/hr}}{140 \text{ BTU/ft}^2 \text{ x hr x } ^\circ\text{F} / 69^\circ\text{F}} \\ &= 28.7 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vapor generado a 70 psig} &= \frac{200,000 \text{ BTU/hr}}{8978 \text{ BTU/Lb}} \\ &= 223 \text{ Lb/hr.} \end{aligned}$$

$$\text{Radio de condensación} = W = \frac{233}{28.7} = 7.75 \text{ Lbs/hrxft}^2$$

Siendo N igual a la altura del líquido y esta no podrá ser superior a 4 ft tendremos que el producto crítico será de:

$$N \times W = 4 \times 7.75 = 46.5$$

Que es inferior al dado en las tablas de Stoever, entonces de las mismas tablas tenemos:

$$h = 0.29 \times h_o \times F_t \times F_N^{1.71}$$

siendo:

h coeficiente filmico que se busca

h<sub>o</sub>, " " básico, igual a 2700.

F<sub>t</sub>, factor de corrección de temperatura igual 1.91

F<sub>N</sub> " " " " altura " a 1.71

$$= 0.29 \times 2.700 \times 1.91 \times 1.71$$

$$= 2554 \text{ BTU/ft}^2 \times \text{hr} \times \text{°F}$$

Cálculo de la resistencia al paso del calor del recipiente. Siendo el espesor del recipiente 3/4" asumimos que está formado por 5/8" de acero y 1/8" de vidrio, entonces tendremos:

$$\frac{K}{x} = \frac{1}{8 \times 12 \times 0.6} \div \frac{5}{8 \times 12 \times 35}$$
$$= \frac{1}{58}$$

Luego tendremos:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{140} \div \frac{1}{58} \div \frac{1}{2554}$$



$$= \frac{1}{41} \quad U = 41 \text{ BTU/ft}^2 \times \text{hr} \times \text{°F}$$

y el área será:

$$A = \frac{200,000 \text{ BTU/hr}}{41 \text{ BTU/ft}^2 \times \text{hr} \times \text{°F} \times 103 \text{°F}}$$

$$A = 47. \text{ft}^2$$

### ESPECIFICACION DEL AUTOCLAVE

- Material: acero, con revestimiento de vidrio.
- Capacidad 500 galones
- Agitador propio de 60 rpm con motor eléctrico de 1.5 Hp.
- Provisto con chaqueta de calentamiento con una superficie de calentamiento de 80 pies cuadrados y vapor circulando en ella 70 psig.
- Fondo cónico, provisto de compuerta de descarga.
- Presión de trabajo: 60 psig
- Temperatura de trabajo 160°C
- Con patas de sujeción
- Dimensiones del catálogo: Diámetro 6 pies  
Altura 10 ½ "
- Valor \$200,000.00 aproximado, instalado.

Equipo auxiliar a la operación: carretillas de mano para la carga de la bentonita, con llantas de jebe, de un pié cúbico de capacidad.

Carretillas a usarse 4 valor \$ .1000 cada una.

---

TERCERA OPERACION: DILUCION Y ENFRIAMIENTO

La suspensión del proceso anterior es descargada a un tanque, que es materia de estudio en este momento, y las funciones que tiene son las siguientes:

Enfriar;

Diluir; y

Almacenar durante el tiempo que dure el filtrado.

OBJETO EN LA OPERACION.- La operación tiene las siguientes finalidades: enfriar, permitiendo así la maniobrabilidad del material; diluir para que los residuos ácidos no ataquen las lonas del filtro; y por último un almacenaje temporal para el filtrado.

MATERIALES.- Los materiales que ingresan son los siguientes:

Material que ingresa	Peso	Volumen
Bentonita activa	360 Kg	15.2 $ft^3$
Sulfatos solubles	125 Kg	1.8 "
Acido sulfúrico	70 Kg	1.4 "
Agua con impurezas	1250	40.2 "
<b>T O T A L E S:</b>	<b>1805 Kg.</b>	<b>63.4 <math>ft^3</math></b>

Además necesitamos agua para diluir el sulfúrico.

Concentración actual del sulfúrico (únicamente se consideran los líquidos).

$$\text{tendremos: Concentración} = \frac{90 \times 100}{1320} = 5.3 \%$$

Esta concentración ha de ser bajada al 2.5% para no deteriorar los filtros. Entonces el volumen total de agua será:

$$\text{Kg de agua} = \frac{100 \times 70}{2.5} = 2,800 \text{ Kg.}$$

Como en el licor madre tenemos 1320 kilos será necesario aumentar  $2,800 - 1320 = 1,480$  kilos de agua o mejor aún 1500 Kg, que ocuparan un volumen de:

$$\frac{1500}{0.454 \times 62.4} = 53 \text{ FE}^3$$

CONTROL DE CALIDAD.- Como requisito de la inspección se tendrá que la concentración de ácido sulfúrico no pase del 2.5%.

#### MANIPULACION DE LOS MATERIALES

En la carga: La bentonita activada en suspensión caerá por gravedad al tanque. El agua para la dilución, llegará por gravedad a través de tuberías.

En la descarga: El material será descargado por medio de una bomba de lados de alimentación a los filtros.

EQUIPO A USAR.- Se usará un tanque de acero revestido en plomo.

Cálculo del tanque:

Volumen necesario, el tanque tendrá que tener una capacidad para albergar la bentonita activada en suspensión y el agua su dilución o sea:

$$53 \div 64.2 = 117.2 \text{ Ft}^3$$

Dándole más o menos el 20% de más como medida de seguridad tenemos:

$$117.2 \times 1.2 = 140 \text{ Ft}^3$$

Dimensiones del tanque:

Base circular de 8 pies de diámetro.

Altura 3 pies.

#### ESPECIFICACIONES DEL TANQUE

-Material: madera

-Dimensiones: 8 pies de diámetro por 3 de alto.

-Ha de estar provisto de conexiones inferiores para:

-La bomba de diafragma a los filtros; y a una llave de bronce para la evacuación de licores ácidos.

-Valor aproximado del tanque \$8,000.

---

CUARTA OPERACION: FILTRADO

Esta operación se ha de realizar en filtros prensa.

OBJETO.- Separa un cake de bentonita activa con más o menos 40% de humedad (en base de la bentonita).

MATERIALES.- Los materiales que ingresan son:

Bentonita activada	360 Kg (15.2 Ft <sup>3</sup> )
Sulfatos solubles	125 Kg (1.8 " )
Acido sulfúrico	70 Kg (1.4 " )
Agua con impurezas	2750 Kg (97.5 " )
	<hr/>
	3305 Kg (116 Ft <sup>3</sup> )

CONTROL DE CALIDAD.- Se harán determinaciones de humedad en el cake no debiendo sobrepasar ésta el 40 % sobre la base del material activado.

MANIPULACION DE LOS MATERIALES

En la carga: será por intermedio de una bomba de diafragma.

En la descarga: los licores serán descargados por gravedad y el filtrado será descargado en forma manual.

EQUIPO A USAR.- Se usará filtros prensa y una bomba de diafragma.

Capacidad del filtro:

Bentonita activada: 360 Kg

Agua formando cake: 140 Kg.

TOTAL: 500 Kg.

Densidad de la mezcla 1.76 Kg/litro

$$\begin{aligned} \text{Volumen en que ocupa el cake} &= \frac{500\text{Kg} \times 0.0353 \text{ ft}^3/\text{l}}{1.76 \text{ Kg/l}} \\ &= 10 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Para que el equipo esté en balance este volumen ha de ser separado en 4 horas, si se supone el uso de un filtro prensa con 16 marcas de 1' x 18" x 18" con un área filtrante de 3.4 pies cúbicos, tendremos que el número de descargas será:

$$\frac{10}{3.4} = 3 \text{ descargas.}$$

Estimando la velocidad de filtrado en 3 galones por hora y por pie cuadrado; tendremos un tiempo de duración del filtrado de:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Gal. que ingresan/carga}}{\text{Area ft}^2 \times \text{Gal. filtrados/hr}} &= \frac{116.0 \times 7.48}{3 \times 75 \times 3} \\ &= 1.3 \text{ horas.} \end{aligned}$$

Si consideramos como tiempo de lavado, descarga y acondicionamiento del material el 100% del tiempo de filtrado, tendremos:

Tiempo de filtrado	1.3 horas
Tiempo de descarga, acondicionamiento, lavado etc.	1.3 horas

Tiempo total de filtrado por carga 2.6 horas.

Como son 3 cargas las que tenemos que hacer tendremos como tiempo total de filtrado:

$$2.6 \times 3 = 7.8 \text{ horas} \approx 8 \text{ horas.}$$

Como la operación hay que realizarla en 4 horas tendremos necesidad de 2 unidades de este tipo.

### ESPECIFICACION DEL EQUIPO DE FILTRADO

- Filtros prensa con marcos de madera de 1" x 18" x 18".
- Número de marcos: 16
- Area filtrante: 15 pies cuadrados
- Alimentación por la esquina, lavado por esquina.
- Conexiones resistentes a ácidos.
- Número de unidades: 2
- Valor: \$ 15.000.00

### CAPACIDAD DE LA BOMBA

La bomba alimentadora del filtro ha de servir a estos por un tiempo efectivo de: 1.3 horas/carga x 3 cargas = 4 horas.

Su capacidad será de:

$$\frac{116.0 \times 7.48}{4 \times 60} = 3.64 \approx 4 \text{ gal/min.}$$



ESPECIFICACION DE LA BOMBA DE FILTRADO

-Bomba de diafragma de 1/2 Hp con conexiones resistentes a ácidos con una capacidad de 4 gal/min.

-Dimensiones exteriores = 2' x 2' x 2'

-Valor: \$15,000.

---

QUINTA OPERACION: SECADO

El cake extraído de la operación anterior ha de ser secado hasta dejarlo con una humedad del 1 %.

OBJETO DE LA OPERACION.- La operación de secado tiene por objeto, reducir la humedad del material hasta dejarlo en condiciones de ser molida, ya que si hiciera una molienda en húmedo la bentonita se tornaría plástica no habiendo lugar a la desintegración.

MATERIALES.- Los materiales que ingresan a la operación son:

Bentonita activada: 360 Kg.

Agua formando cake: 140 Kg.

Aire de desecación.

Los materiales que salen son:

Bentonita activada seca: 360 Kf.

Aire con el agua extraída.

CONTROL DE CALIDAD.- El material ha de entrar al desecador con una humedad del 40% base seca y ha de salir del mismo con una humedad del 1% base seca.

### MANIPULACION DE MATERIALES

En la carga: el cake se cargará en forma manual mediante carretillas; y el aire se inyectará con un ventilador.

En la descarga: La bentonita activada pasará por gravedad al molino; y el aire húmedo emergirá por tiro.

### EQUIPO A USAR

Se usará un secador rotatorio continuo.

Condiciones de trabajo

Material a ser secado: bentonita activada.

Humedad: 40 % (base seca)

Alimentación: por trozos

Humedad final 1 %

Aire atmosférico 60°F bulbo húmedo y 70°F del bulbo seco.

Velocidad de producción 200 Lbs/hora.

Aire caliente que entra al secador 250°F.

Flujo de aire seco: 1,000 Lbs/hro x ft<sup>2</sup> (del manual de Ferry)

Cálculo del tiempo de secado:

- $\theta_T$  = tiempo total de secado en horas  
 $w_0$  = contenido de humedad inicial: 0.4 Lbs/Lb.s.s.  
 $w_c$  = " " " crítico: 0.2 "  
 $w_e$  = " " " equilibrio 0.008 "  
 $w_f$  = " " " final : 0.01 "  
 $t_a$  = temperatura del aire: 250°F  
 $L$  = Espesor del cable: 1/12 pies  
 $\lambda$  = Calor latente a  $t_s$ .  
 $\rho_s$  = densidad del sólido seco 100 Lbs/ft<sup>3</sup>  
 $h_t$  = coeficiente total de transferencia de calor  
 $t_s$  = temperatura de la superficie del material húmedo durante el período de secado en relación constante.

$$h_t = (h_c \pm h_r) \left[ 1 \pm \frac{A_u}{1 \pm L (h_c \pm h_r)/k} \right]$$

- $h_c$  = coeficiente de transferencia de calor por convección =  $0.0128 G^{0.8}$   
 $G$  = Masa velocidad aire seco: 1000 Lbs/hra. x ft<sup>2</sup>  
 $h_r$  = Coeficiente de transferencia de calor por radiación (determinado gráficamente): 2.3 BTU/hra °F  
 $A_u$  = relación de superficie externa no mojada a superficie mojada, asumido: 1  
 $k$  = conductividad térmica del material: 0.5 BTU/hra. ft<sup>2</sup>(°F/ft).

Reemplazando valores:

$$h_t = 8.25 \text{ BTU/hr.ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$t_s =$  determinado gráficamente con el valor de  $h_t$ ;

$$t_s = 123^\circ\text{F}$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula original.

Tendremos:

$$t = 29.4 \text{ horas} \approx 30 \text{ horas.}$$

Capacidad del secador:

$$30 \text{ horas} \times 200 \text{ Lbs/hora.} = 6,000 \text{ Lbs.}$$

Volumen del secador: asumiendo que el material ocupa el 10% del volumen tendremos:

$$V = \frac{6000 \text{ Lbs}}{100 \text{ Lbs/ft}^3} \times 10 = 600 \text{ft}^3$$

Dimensiones del secador: suponiendo un diámetro de 5 pies tendremos:

$$V = 600 \text{ ft}^3 = \frac{3.14 \times 25}{4} \times l$$

$$l = \frac{600 \times 4}{25 \times 3.14} = 30.0 \text{ ft.}$$

Consumo de aire seco:

$$1,000 \text{ Lbs/hr} \times \text{ft}^2 \times 3.14 \times 6.25 \text{ ft}^2 = 19,000 \text{ Lbs/hr.}$$

Humedad inicial del cake = 0.4 Lbs/Lb.m.s.

" final " " = 0.01 " "

Agua a extraer: 0.39 Lbs/lb.m.s.

Agua total a extraer: 0.39 x 200 = 78 Lbs/hra.

Agua extraída por el aire:  $\frac{78}{19,000} = 0.0041$  Lbs/Lb.a.s.  
0.009 Lbs/Lb.a.s.

Humedad final del aire:  $\frac{0.0041 + 0.009}{1} = 0.0131$  Lbs/Lb.a.s.

Calor necesario para calentar el aire, de 70°F a 250°F se requieren 45 BTU/Lb.a.s.; entonces:

19,000 Lbs/hr x 45 = 850.000 BTU/hra.

Asumiendo una eficiencia del 82 % tendremos:

$850.000/0.82 = 1'000,000$  BTU/hr.

Lo que nos representa una demanda de vapor de:

$\frac{1'000,000}{899.7} = 3,330$  Lbs. de vapor /hr.

### ENERGIA MECANICA

La energía mecánica para el funcionamiento del secador puede estimarse como sigue:

Para mover el tambor: 6 HP

Para el ventilador: 1 HP

Para el transportador de producto seco  $\frac{1}{2}$  HP

TOTAL: 7.5 HP

ESPECIFICACION DEL EQUIPO

- Secador rotatorio
  - Velocidad de producción 200 Lbs/hr.
  - Capacidad del secador: 6,000 Lbs.
  - Dimensiones: Diámetro: 5 pies  
Longitud: 30 pies
  - Provisto de cámara de calentamiento del aire a  
250°F con vapor.
  - Valor: \$400.000
-

SEXTA OPERACION: MOLIENDA Y ENVASE

El producto seco de la operación anterior ha de ser molido y envasado para su distribución.

OBJETO DE LA OPERACION.- Esta operación tiene por objeto reducir el tamaño de la partícula para que pueda ser utilizable en la industria para la decoloración; a la vez de facilitar su envase.

MATERIALES.- Bentonita activada, aglomerada, con un tamaño aproximado del aglomerado 1/4".

CONTROL DE CALIDAD.- El material que sale ha de tener una fineza del 95% en malla 200.

MANIPULACION DEL MATERIAL

En la alimentación se hará por gravedad.

En la descarga se hará por gravedad a las bolsas y estas serán almacenadas en forma manual.

EQUIPO A USAR.- Se usará un molino rotatorio de las siguientes características:

Medidas: diámetro 3 pies; longitud: 2 pies.

Carga de bolas: 1,700 Lbs.

Potencia: 10 Hp

Revoluciones por minuto 35 r.p.m.

Capacidad: 6,000 Lbs/~~min~~ o 250 Lbs/hra.

Provisto con clasificadog de aire.

Vãlor total S/ 50,000.



### III.- EQUIPO AUXILIAR

#### a.- INSTALACION DE VAPOR

Requerimientos de vapor:

Para el autoclave: 220 lbs/hora

Para el secador: 3330 " / " 

---

TOTAL: 3550 lbs/hora

POTENCIA.- Se tiene que 1 BHP equivale a 33,479 BTU/hora; por lo tanto:

$$HP = \frac{3.550 \times 899.7}{33.479} = 96$$

y como los calderos tienen 80% de eficiencia la potencia será:

$$96 : 0.8 = 120 \text{ HP}$$

SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO.- En forma práctica la superficie de calentamiento está dada en pies multiplicando la potencia en  $H_p$  por 10.

$$S = H_p \times 10$$

$$S = 120 \times 10$$

$$S = 1,200 \text{ ft}^2$$

#### ESPECIFICACION DEL CALDERO

Tipo: Tubos de agua automático

Presión de trabajo: 85 psia.

Capacidad: 120 Hp.

Generación de vapor 3550 Lbs/hra.

Superficie de calentamiento 1,200 ft<sup>2</sup>

Valor \$200.000<sup>oo</sup>

ABLANDADOR DE AGUA.- Para ablandar el agua se recomienda el uso de zeolitas artificiales, por la facilidad de su uso y la alta calidad de las aguas tratadas. La dureza del agua de Lima es de 18 gramos por galón, teniéndose entonces como dureza total a tratar:

$$\frac{3550 \text{ Lbs/hr} \times 7.48 \text{ gal/ft}^3 \times 18 \text{ granos/gal.}}{62.4 \text{ Lbs/ft}^3}$$

dureza total = 7695 gramos/hra.

en un día tendremos = 7695 x 24 = 184,600.

Se utilizará un ablandador con una capacidad de:  
200,000 gramos/día.

Valor \$15,000.

#### CONEXIONES DE VAPOR AL AUTOCLAVE

<u>Designación</u>	<u>Cantidad</u>
1) Tubería de acero st. (Sch.40)	
Descripción: A 53 con aislamiento térmico	15 pies
2) Accesorios:	

<u>Designación</u>	<u>Cantidad</u>
Tees de 1" x 1" x 1"	1
Reductor de 1" a 1/2"	1
Llave de globo de 1"	1
Llave de globo de 1/2"	1
Uniones universales de 1"	2
Codos st. de 1"	2
Trampa de vapor Sarco N° 9	1

CONEXIONES DE VAPOR AL SECADOR

1) Tubería st. de acero (Sch.40)

Designación A 53 con aislamiento térmico 16 pies

2) Accesorios:

Tee st. de 1" x 1" x 1"	1
Codos st. de 1"	3
Uniones universales de 1"	2
Llave globo de 1"	1
Trampa de vapor Sarco N° 9	1
Reductor de 1" a 1/2"	1
Llave globo de 1/2"	1

DEPOSITO PARA EL ALMACENAJE DE PETROLEO

El combustible a emplear en el caldero será el petróleo y habrá que almacenarlo en un tanque que por medidas de seguridad será subterráneo, de este depósito será bombeado

a un tanque pequeño, elevado, situado en el castillo del tanque de agua; para que fluya fácilmente al caldero sin dar lugar a las formaciones de bolsas de aire, de esta manera el petróleo fluirá por gravedad.

CALCULO DEL TANQUE.- El petróleo a usar será el Esso Industrial, con un poder calórico neto de 18.144 BTU/Lb; cantidad de vapor a generar 3550 Lbs/hra., a 85 psig saturado siendo su energía de 899.7 BTU/Lb. Entonces tendremos que:

$$\text{Cantidad de petróleo: } \frac{3550 \times 899.7}{18144} = 176 \text{ Lbs/hra.}$$

Si asumimos que el tanque lo hacemos para 15 días de almacenamiento, y que la eficiencia del caldero es de 0.8, y que al tanque le daremos 20% más del volumen de requerido por seguridad tendremos que el volumen del tanque será:

$$V = \frac{176 \text{ Lbs/hr} \times 24 \text{ hr/día} \times 15 \text{ días} \times 1.2}{7.4 \text{ Lbs/gal} \times 7.48 \text{ gal/ft}^3 \times 0.8}$$
$$V = 1,718 \text{ ft}^3$$

Considerando que el tanque sea cilíndrico y con un diámetro de 8 pies sus dimensiones serán:

$$V = \frac{D^2 L}{4} = \frac{3.14 \times 36 \times L}{4} = 1718$$
$$L = 35 \text{ ft}$$

Entonces tendremos que las dimensiones del tanque serán: Diámetro 8 ft.  
Largo 35 ft.

El tanque secundario tendrá capacidad para un día de trabajo y su forma cúbica, luego:

$$V = \frac{1718}{15} = a^3$$

$$a = \sqrt[3]{115}$$

$$a = 4.97'$$

### CALCULO DEL CONSUMO DE PETROLEO

Hemos visto que el consumo de petróleo es de 176 Lbs. por hora, entonces tendremos:

$$\frac{176 \text{ Lbs/hora} \times 24 \text{ horas/día}}{7.4 \text{ Lb/gal}} = 570 \text{ gal/día}$$

y al año será:  $570 \times 300 = 171,000 \text{ gal.}$

a un valor de:

$$171,000 \times 1.15 = \$ 196,650$$

### SELECCION DE LA TUBERIA DE PETROLEO

Haciendo uso del abaco de diámetro económico, tenemos diámetro de la tubería 3/4".

### BOMBA ELEVADORA DEL PETROLEO

Se empleará una bomba "Gould Rotary Force" de 10 gal/min. a 100 r p m. Peso aproximado 41 Lbs.

Valor \$/ 5,000.

b.- ESPECIFICACION DE LA INSTALACION DE AGUA

CONSUMO DE AGUA.- En el proceso se consume agua en las siguientes fases.

- 1.- Agua para el autoclave
- 2.- Agua para la dilución y lavado de la bentonita activada.
- 3.- Agua para el caldero.
- 4.- Agua para el servicio interno.

1.- El agua para el autoclave es de 2,200 Lbs. por carga, como son 6 cargas al día tendremos:  $2,200 \times 6 = 13,200$  Lbs./día.

2.- El agua de dilución y lavado, es de 3,300 Lbs por carga, al día tendremos:

$$3,300 \times 6 = 20,000 \text{ Lbs/día}$$

3.- El agua consumida por el caldero es de 3.550 Lbs/hra, al día tendremos:

$$3.550 \times 24 = 85,000 \text{ Lbs.}$$

4.- El agua para el servicio interno es 2,200 Lbs. (estimado).

CONSUMO TOTAL DE AGUA

$$13,200 \div 20,000 \div 85,000 \div 2,200 = 120,400 \text{ Lbs}$$

ó sea 14.500 gal/día = 10 gal/min.

DESCRIPCION DEL EQUIPO NECESARIO PARA LA INSTALACION DE AGUA

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
<b>A.- <u>TANQUE ELEVADO DE DISTRIBUCION</u></b>	
1.- Tanque de almacenamiento de agua para un día normal de producción, capacidad 14,500 galones. Ubicación a 6 mts. del nivel del piso. Paredes de acero de 1/8" de espesor, cilíndrico de 12 pies de diámetro y 17 pies de alto:	1
2.- Castillo de fierro de 20 pies de alto, por 10 pies de ancho y por 10 pies de largo para sostener el tanque:	1
3.- Bomba centrífuga de 1/4 Hp de 10 gal/min. de capacidad. Dimensiones: 2'x1'x1' para enviar el agua al tanque elevado:	1
4.- Tuberías de fierro galvanizado (Sch 40). Tubería st. de 1" para el circuito de la bomba longitud en pies:	36
Tubería st. para el rebase del tanque elevado, de distribución longitud en pies:	50
5.- Accesorios:	
Codos st. para tubería de 1"	5
Coplas para tubería de 1"	3
Tees st. para tubería de 1"	2
Válvula, check de bronce, vertical para la succión de la bomba; de 1":	1

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
Codos para la tubería de 2"	1
Uniones universales para los tubos de 2"	1
Coplas para la tubería de 2"	3
<b>B) <u>RED DE DISTRIBUCION INTERNA</u></b>	
1) Tuberías de fierro galvanizado (Sch.40)	
Tubería st. de 1" longitud en pies	120
2) Accesorios	
Codos st. para tubería de 1"	3
Válvulas de bronce de 1"	2
Coplas exteriores de 1"	10
Grampas de sujeción para la tubería	10
Tampones de 1"	7
Reducciones de 1" a 3/4"	2
<b>C) <u>RED DE AGUA PARA LOS FILTROS</u></b>	
1) Tubería de fierro galvanizado (Sch.40)	
Tubería st. de 3/4" en pies	12
2) Accesorios:	
Uniones universales de 3/4"	3
Válvula globo de 3/4"	1
Codos st. de 3/4"	2
Llave (Duriron) 3/4"	1
Unión universal (Duriron) 3/4"	1
Coplas 3/4"	2
Tee 3/4"	1



<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
D) <u>RED DE AGUA PARA EL AUTOCLAVE</u>	
1) Tubería de fierro galvanizado (Sch. 40) Tubería st. de 3/4", longitud en pies	36
2) Accesorios:	
Codos st. 3/4"	3
Uniones universales de 3/4"	2
Válvula globo de bronce 3/4"	2
Tees 3/4"	1
E) <u>RED DE AGUA PARA EL CALDERO</u>	
1) Tubería de fierro galvanizado (Sch. 40) Tubería st. 3/4", longitud en pies	16
2) Accesorios:	
Codo st. 3/4"	4
Codo de reducción 3/4" a 1/2"	1
Tee st. 3/4" x 3/4" x 3/4"	1
Válvula globo de bronce 3/4"	2
Uniones universales 3/4"	3
Tee con salida lateral 3/4"	1
F) <u>RED DE AGUA PARA LOS SERVICIOS HIGIENICOS</u>	
1) Tubería de fierro galvanizado (Sch. 40) Tubería st. 3/4" longitud en pies	86
2) Accesorios	
Tees st. 3/4"	9
Uniones universales 3/4"	12

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>
Válvulas globo de bronce 3/4"	6
Codos st. de 3/4"	13
Codos de reducción de 3/4" a 1/2"	7
Tampones de 3/4"	1
Chicagos tanque bajo	2
Chicago tanque alto	2
Urinario	1
Cernideras para duchas	2
<b>G) <u>RED DE GRIFOS CONTRA INCENDIO Y BALDEO</u></b>	
1) Tubería fierro galvanizado (Sch. 40)	
Tubería st. 3/4" longitud en pies	34
2) Accesorios:	
Válvulas globo 3/4" con conexión para mangueras	2
Uniones universales de 3/4"	2
Codos st. de 3/4"	2
Grampas de sujeción	4
Coplas de 3/4"	2
<b>C) <u>ESPECIFICACION DE LA INSTALACION DE ENERGIA ELECTRICA</u></b>	
1) Derivación del motor de la autoclave:	2 Hp
2) Derivación del motor a la bomba de diafragma	1 Hp
3)       "       del motor del secador rotativo	7.5 Hp
4)       "       "       "       "       molino	10 Hp

5)	Derivación del motor de la bomba de agua	0.25 Hp
6)	" " " " " " " " petróleo	0.25 Hp
7)	" " " " " " " " del tanque	
8)	" " " " " " " " de dilución	0.5 Hp
9)	Red de alumbrado	0.1 Hp

A) ESPECIFICACION DE LA INSTALACION DE DESAGUE

1) Red principal

Red de canaletas superficiales que convergen en la colectora principal.

-Agua del vapor condensado de la tubería de calentamiento de aire desecado.

-Agua del vapor condensado del autoclave.

-Agua de baldeo.

2) Red de canaletas superficiales que convergen a la red colectora de:

-Aguas ácidas de los filtros

-Aguas ácidas del tanque dilución.

C) ESPECIFICACION DEL EQUIPO DE MANIPULACION DE MATERIALES Y CONTROL DE PROCESO

1) Alimentación de ácido sulfúrico:

-Tanques de almacenamiento de ácido, principal y secundario.

- Bomba elevadora
- Tuberías y accesorios.

2.- Alimentación de Bentonita y fosfato:

- Balanza bascular
- Carretillas de mano
- Tolvas para el llenado

3.- Equipo de control.

- Pirómetros
- Colorímetros
- Termómetros
- Mesa de control

DISEÑO DEL TANQUE DE ACIDO SULFURICO

TANQUE PRINCIPAL.- Se almacenará ácido por 15 días, por lo tanto su capacidad será 300 Kg/carga x 6 carga/día x 15 días = 27,000 Kg.

Entonces tendremos:

$$V = \frac{27.000 \text{ Kg}}{0.454 \text{ Kg/lb} \times 112 \text{ Lbs/pie}^3} = 540 \text{ pies}^3$$

Admitiendo que el tanque sea cilíndrico y de 8 pies de diámetro tendremos:

$$h = \frac{V}{r^2} = \frac{540}{3.14 \times 16}$$

$$h = 11 \text{ pies (aprox.)}$$

Dimensiones del tanque: Diámetro 8 pies  
altura 11 "

Material: acero forrado en plomo.

TANQUE SECUNDARIO.- Tendrá capacidad para una carga, entonces ésta será de:

$$\frac{300 \text{ K}}{0.454 \times 112} = 6 \text{ pies cúbicos.}$$

Dimensiones: 2' x 1  $\frac{1}{2}$ " x 2'

Material: Acero forrado en plomo.

Bomba para el ácido, se usará una bomba de diafragma protegida a ácidos de 1/4 de Hp.

---

#### IV.- DISTRIBUCION DE LA PLANTA

El edificio será de un solo piso y constará de las siguientes partes:

<u>Descripción</u>	<u>Dimensiones</u>
-Oficina con sus baños	3 x 13.00 m.
-Guardianía	2.5 x 2.5 m.
-Laboratorios	5.6 x 3 m
-Gerencia	4.8 x 3 m
-Servicios para el personal obrero.	
-Area de operación (dimensión del equipo)	
-Almacén de bentonita cruda	5 x 6 m
-Autoclave	1.7 x 1.7 x 3.2 m.
-Tanque de almacenamiento y dilución:	2.4 x 2.4 x 0.9 m.
-Bomba de diafragma	0.6 x 0.6 x 0.6 m
-Filtros prensa (2 unidades)	0.6 x 2.4 x 1.2 m
-Secador	1.5 x 9.0 x 1.5 m
-Molino	0.6 x 0.9 x 0.6 m
-Almacén de producto terminado	4 x 4 m.
-Tanque de petróleo subterráneo	2.4 x 1.10 x 2.4 m
- " " " secundario	1.3 x 1.3 x 1.3 m.
- " " agua principal	3.6 x 3.6 x 5.1 m.
- " " ácido secundario	0.6 x 0.6 x 0.5 m.
- " " " principal	2.4 x 2.4 x 3.3 m
Caldero de vapor	3 x 4
Bomba de agua	0.6 x 0.3 x 0.3
Abladador de agua	0.5 x 0.5 x 1.6 m.
Guardianía	2.5 x 2.5

V.- CONSUMOS TOTALES Y UNITARIOS

Del balance de materias tenemos que:

DESCRIPCION	C A N T I D A D	
	AL AÑO	POR TON.PROD.
<u>Materiales:</u> Bentonita cruda	900 Ton.	1.39 Ton.
Fosfato trisódico	9 Ton.	0.0140 Ton.
Acido sulfúrico	540 Ton	0.832 Ton
Agua	16,300 Ton	25.200 Ton
Petróleo	575 Ton	0.884 Ton
Envases (25 Kg.c/u)	26,000 unid.	40 unid.
<u>Energía</u>		
Para el autoclave (1.5 Hp)	8,050 Kw h	12.40 Kw h
Para la bomba de diafragma	2,700 Kw h	4.15 Kw h
Motores del secador (7.5 Hp)	40,250 Kw h	62.00 Kw h
Molino (10 Hp)	53,700 Kw h	82.60 Kw h
Bomba de agua (0.25 Hp)	1,350 Kw h	2.08 Kw h
Bomba del tanque de petróleo	1,350 Kw h	2.07 Kw h
Alumbrado	600 Kw h	1.00 Kw h
<b>T O T A L E S:</b>	<b>108,400 Kw h</b>	<b>167 Kw h</b>

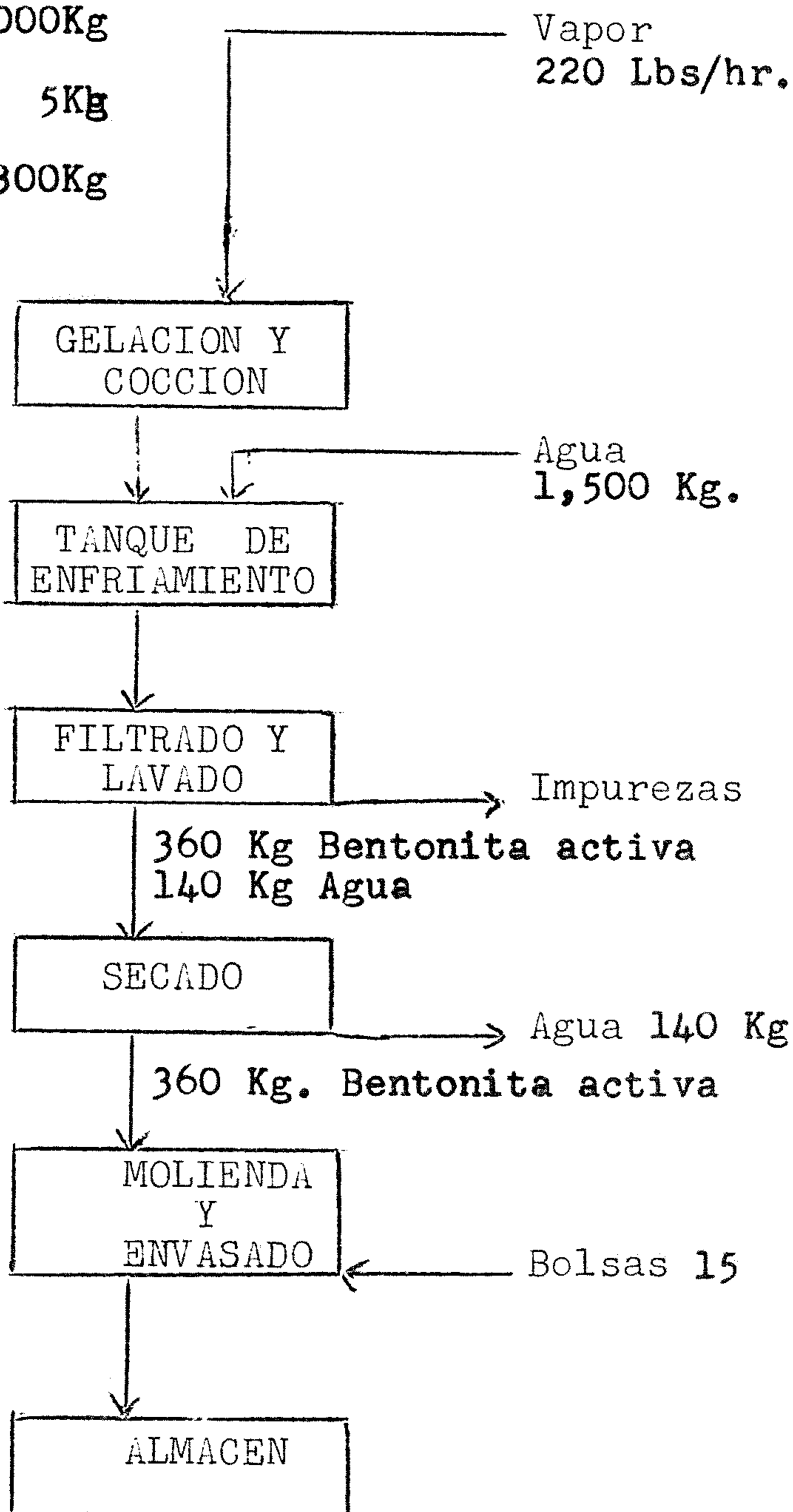
VI.- FLOW SHEET CUANTITATIVO

Bentonita: 500Kg

Agua: 1000Kg

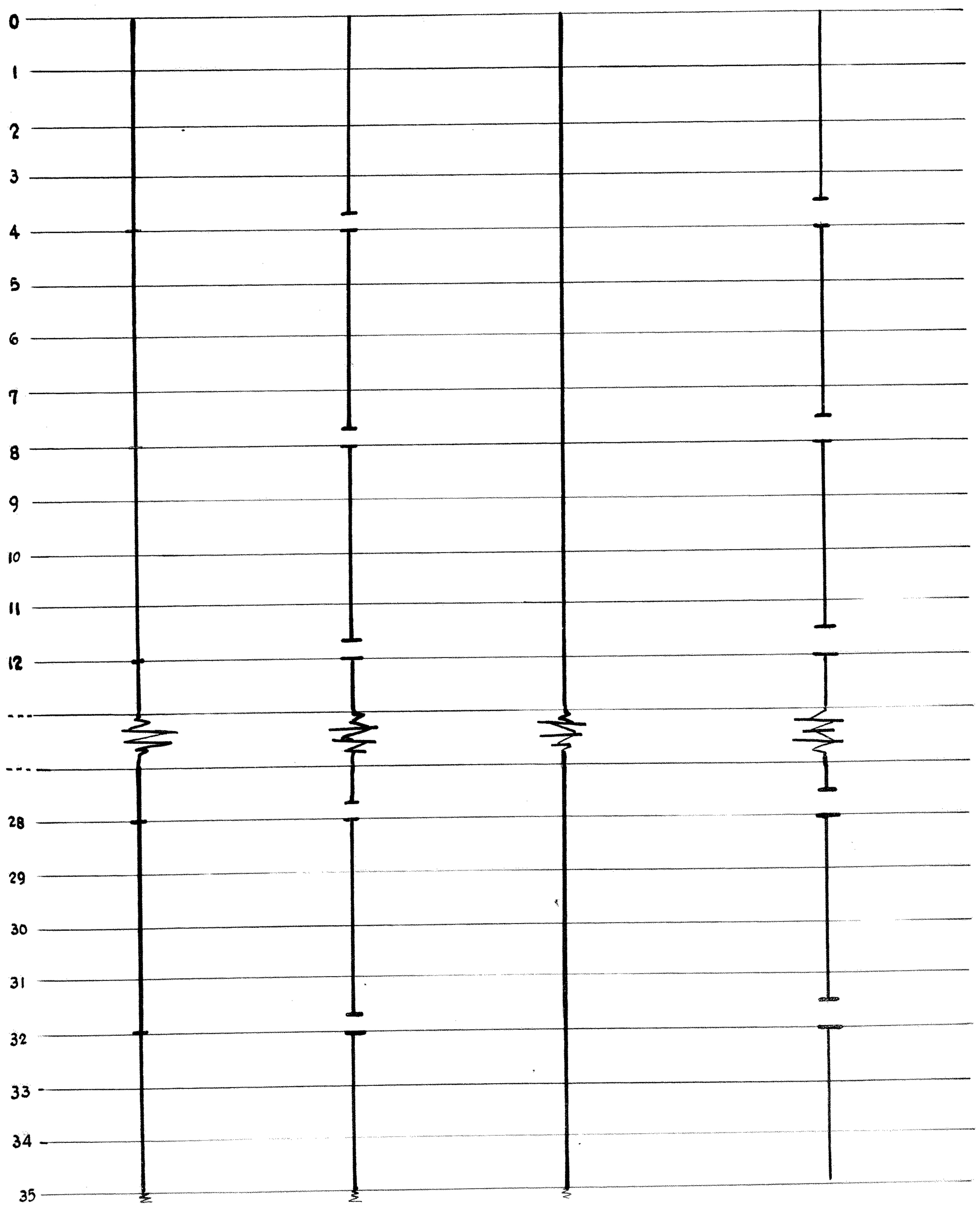
Fosfato trisódico: 5Kg

Acido sulfúrico: 300Kg





HORAS AUTOCLAVE FILTROS SECADO MOLINO



DISTRIBUCION DE LOS TIEMPOS DE PRODUCCION.

VIII.- CONSIDERACIONES COMERCIALES LEGALES, SANITARIAS Y DE  
SEGURIDAD

CONSIDERACIONES LEGALES

a) Patentes.- No hay patentes vigentes que cubran, el proceso de activación de arcillas, por lo tanto no será necesario pagar "royalties"

b) Contratos.- Como la planta en consideración va a comprar las materias primas: bentonita y ácido sulfúrico, a otras compañías se debe tener especial cuidado en lo referente a los contratos de suministro estas materias. Los precios proporcionados para la demanda de esta fábrica son: para la bentonita. Agregados calcáreos S.A. se compromete a venderla en \$0.25 el kilo; y para el ácido sulfúrico, Rayón Peruana S.A. se compromete a venderlo en \$1.20 el kilo.

CONSIDERACIONES SANITARIAS

Las arcillas activadas no tienen efectos tóxicos sobre el organismo, no así el ácido sulfúrico que ha de mantenerse siempre en recipientes cerrados. La bentonita activada en su condición de polvo finamente dividido puede ser causa de la enfermedad conocida como silicosis. Por lo que el personal que trabaje en la planta ha de estar protegido con máscaras contra polvos.

CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

Los riesgos de incendio son prácticamente nulos no obstante se dispondrá de grifos contra incendio y de extinguidores del tipo de espuma en donde se encuentra el depósito de combustible y en el caldero, este mismo tipo de extinguidor se usará en el laboratorio.

La planta ha de contar con un botiquín de emergencia, en el que además de sus implementos normales contará con los apropiados para tratar quemaduras e intoxicaciones con ácido sulfúrico.

---

CAPITULO VII

ECONOMIA DEL PROCESO

1.- Presupuesto de construcción

a) Terreno (20 x 40 m <sup>2</sup> a \$ .75/m <sup>2</sup> )	\$ 60,000.00
b) Nivelación	1,000.00
c) Pavimentación	4,000.00
d) Pisos de madera (800 pies <sup>2</sup> )	4,000.00
e) Techado (Texolita 800 pies <sup>2</sup> )	15,000.00
f) Escaleras, canales, plataformas, etc.	6,000.00
g) Pozo de agua	30,000.00

---

Total presupuesto de construcción \$/ 120,000.00

2.- Presupuesto de maquinaria

a) Autoclave vertical con agitador 500 gal. de capacidad	\$/ 200,000.00
b) Tanque de enfriamiento	8,000.00
c) Filtros prensa con marcos de madera 1"x18"x18" (2 unidades)	30,000.00
d) Bomba de diafragma Shriver con motor acoplado	15,000.00
e) Secador Deuver rotatorio, con tu- bería de precalentamiento	400,000.00
f) Molino micro pulverizador con motor eléctrico	50,000.00

g) Caldero (generador de vapor 3550 Lbs/hr) S/	200,000.00
h) Ablandador de agua:	15,000.00
i) Red de tuberías para distribución del vapor con aislamiento:	15,000.00
j) Red de instalación eléctrica y accesorios:	12,000.00
k) Tanque de agua y sus instalaciones de distribuciones:	10,000.00
l) Tanque de ácido sulfúrico, principal y secundario, bomba y accesorios:	12,000.00
m) Carretillas de mano (unidades):	4,000.00
n) Balanzas de 500 Kg (2 unidades):	6,000.00
o) Sanitarios:	8,000.00

TOTAL: S/ 985,000.00

Valor de la instalación; 10% del valor total: 98,500.00

Total del presupuesto de maquinaria a: S/ 1'083,500.00

Capital de inversión en la planta

Terreno y edificio: S/ 120,000.00

Maquinaria instalada: 1'083,500.00

TOTAL: 1'203,500.00

3.- COSTO DE PRODUCCION

BASE UN AÑO DE TRABAJO

Materiales

a) Bentonita cruda (S/ 0.25/kg)	S/ 225,000.00
b) Fosfato trisódico (S/ 5.00/Kg)	45,000.00
c) Acido sulfúrico (S/ 1.20/Kg)	648,000.00
d) Envases (S/ 1.00 c/u)	26,000.00
e) Petróleo (S/ 1.15/galón)	196,650.00

Costo de materiales: 1'140,650.00

FUERZA MOTRIZ Y LUBRICACION

a) Energía eléctrica (S/. 0.22/Kw h)	S/. 23,848.00
b) Lubricación (valor estimado)	S/. 2,152.00
	<hr/>
TOTAL:	S/. 26.000.00

PERSONAL DE SUPERVISION Y MANO DE OBRA

<u>Supervisión</u>	<u>Sueldo mensual</u>	<u>Total anual</u>
Ing° Gerente	S/. 6,000.00	S/. 72,000.00
Químico	S/. 3,000.00	S/. 36,000.00
Contador	S/. 3,000.00	S/. 36,000.00
Empleados (2)	S/. 3,000.00	S/. 36,000.00
	<hr/>	
	TOTAL ANUAL:	S/. 180,000.00

<u>Mano de obra</u>	<u>Jornal</u>	<u>Total anual</u>
Se requieren 144 hombres hora por día de produc- ción a S/. 3.75/hr.	3.75 x 144	S/. 162,000.00
Guardián y almacenero	25 x 2	S/. 15,000.00
Mecánicos (3)	40 x 3	S/. 36,000.00
	<hr/>	
	TOTAL ANUAL :	S/. 213,000.00

TOTAL DE PLANILLAS ANUALES

<u>Empleados</u>	S/. 180,000.00
Indemnizaciones ( sueldo por año)	S/. 15,000.00
Seguro Social (3 %)	S/. 5,400.00
<u>Obreros</u>	S/. 213,000.00
Leyes sociales (dominicales, indemnizaciones, vacaciones, etc. mas ó menos 40 % del jornal)	S/. 86,600.00
<hr/>	
TOTAL DE SUELDOS Y JORNALES:	S/. 500,000.00

COSTOS FIJOS AL AÑO

a) Depreciación del edificio (20 años)	S/. 6,000.00
b) Depreciación de la maquinaria (10 años)	S/. 108,350.00
c) Seguro del edificio (0.5 % de su costo)	S/. 600.00
d) Seguro de la maquinaria (0.5% de su costo)	S/. 5,417.50
<hr/>	
TOTAL:	S/. 120,367.50

---

4.- BALANCE ECONOMICO

CAPITAL DE TRABAJO

Considerando tres meses:

a) Costo de materia prima:	S/. 285,162.50
b) Costo de supervisión y mano de obra:	S/. 125,000.00
c) Costos fijos:	S/. 30,091.88
d) Fuerza motriz y lubricación:	S/. 26,000.00
e) Costos eventuales (más o menos 5% de a, b, y c)	S/. 23,745.62
<hr/>	
TOTAL:	S/. 490,000.00

CAPITAL TOTAL

a) Terreno y edificios:	S/. 120,000.00
b) Costo del equipo instalado:	S/. 1'083,500.00
c) Capital de trabajo:	S/. 490,000.00
<hr/>	
TOTAL:	S/. 1'693,500.00

VENTAS ANUALES

La capacidad de producción de la planta es para tratar 3,000 Kg de bentonita cruda por carga, lo que nos da una producción anual de 648,000 Kg. de la misma activada, considerando que se hacen 6 cargas por días.

El precio de las arcillas activadas fluctúa entre



S/. 3.80 el kilo a S/. 4.20 el kilo por lo que la nuestra la podremos vender en S/. 3.50 el kilo.

De esta consideración tenemos que nuestro ingreso bruto será de:

$$3.50 \times 648.000 = S/ 2'268,000$$

#### COSTO ANUAL DE LA PRODUCCION

a) Materia prima:	S/. 1'140,650.00
b) Costo de la mano de obra:	500,000.00
c) Costo de mantenimiento y fuerza motriz	26,000.00
d) Costos fijos anuales:	120,000.00

---

TOTAL: S/. 1'787,017.50

#### INGRESOS BRUTOS

a) Ingreso anual:	S/. 2'268,000.00
b) Costo anual de la producción:	1'787,017.50

---

INGRESO BRUTO: S/. 480,982.50

#### ENTRADAS NETAS ANUALES

Hay que considerar los impuestos a las utilidades, sobreutilidades, prodesocupados y los gastos de ventas e imprevistos.

Pudiéndose considerar en total todos estos gastos en más o menos el 30% del ingreso bruto:

Ingreso bruto:	S/. 480,982.50
Gastos de ventas, impuestos, etc. (± 30 %):	140,982.50
<hr/>	
Ingreso Neto:	S/. 340,000.00

RETORNO DE LA INVERSION

$$\text{Retorno} = \frac{\text{utilidad} \times 100}{\text{capital total}}$$

$$\begin{aligned} \text{Retorno de la inversión} &= \frac{340,000 \times 100}{1,693,500} \\ &= 20 \% \end{aligned}$$

---

C O N C L U S I O N E S

1a.- El proyecto es factible justificándose su instalación con la demanda actual.

2a.- La industria del aceite, íntimamente ligada con la industria de arcillas decolorantes, tiende a aumentar en el país.

3a.- Las materias primas son fáciles de adquirir y su costo asciende al 63.6% del costo de producción.

4a.- La mano de obra directa es un factor secundario en esta industria aunque su valor asciende al 28 % del valor de la producción.

5a.- El equipo no es muy costoso y su amortización asciende al 6% del valor de la producción.

6a.- El lugar más adecuado para la instalación es Lima.

7a.- La planta dada su baja capacidad podría tomarse como expansión de una industria análoga.

---

B I B L I O G R A F I A

JOHN PERRY: Chemical Engineers' hand Book.

DONALD KERN: Process Heat transfer.

GEORGE BROWN: Unit Operations.

International critical tables.

Anuarios del comercio del exterior.

Patrón de Industrias.

STOEVER: Tablas y monogramas.

Badzer and Mc. Cabe.

Sociedad de fomento fabril de Chile (revista).

Administración Cooperativa Internacional: Chemical Processing.

CHALMER G. KERKBRIDE: Chemical Engineering Fundamentals.

WILLIAM H. WALKER: Principles of chemical engineering.

NUTTING: adsorbent clays

TYLER AND A. LINN: Clays.

Dirección Nacional de Industrias: Boletín .

ULLMAN: Enciclopedia.

DENBERE: La bentonita.

EMIL RAYMOND RIEGEL: Chemical Process Machinery.

HUTE: Manual del ingeniero.

MELLOR: Enciclopedia.

Chemical Abstracts.

CHILTON: Costo industrial.

STOEVER: Transmisión del calor.

RICE: Clays occurrence and uses.

GONZALO DEL TANAGO: Transmisión del calor.

GONZALO DEL TANAGO: Dinámica de fluidos.

Chemical Engineering: Revistas.

Facultad de Ciencias Químicas de la Plata: Revista.

Química é Industria: Revista.

---

I N D I C E

	Págs.
<u>CAPITULO I</u>	
Generalidades . . . . .	3
<u>CAPITULO II</u>	
Estudio de la activación de arcillas en el laboratorio.- Objeto de la activación.- Procedimientos de la activación.- Variables dependientes e independientes.- Pruebas de laboratorio.- Resultados obtenidos.- Conclusiones.- Selección del método de activación.- Conclusión. . . . .	5
<u>CAPITULO III</u>	
Mercado.- Estadísticas de importación.- Capacidad de planta.- Conclusión. . . . .	15
<u>CAPITULO IV</u>	
Materias Primas.- Propiedades físicas y químicas.- Análisis químico de la bentonita.- Análisis físico. Abastecimientos.- Cotizaciones . . . . .	17
<u>CAPITULO V</u>	
Ubicación de la Planta.- Factores de la ubicación.- Resumen.- Conclusión . . . . .	23
<u>CAPITULO VI</u>	
Tecnología del proceso.- Flow Sheet cualitativo.- Operaciones y procesos unitarios.- Primera operación Gelación, objeto, balance de materias, control de la calidad, manipulación de materiales, equipo a usar.- Segunda operación: cocción, objeto, balance de materias, control de calidad, manipulación de materiales, equipo a usar, su especificación.- Tercera operación: Dilución y enfriamiento, objeto,	

balance de materias, control de calidad, equipo a usar, su especificación.- Cuarta operación; filtrado, objeto, balance de materias, manipulación de los materiales, equipo a usar, su especificación.- Quinta Operación: secado, objeto, balance de materias, control de calidad, manipulación de materiales, equipo a usar, su especificación.- Sexta operación: molienda y envasado: objeto, balance de materias, control de calidad, manipulación de materiales, equipo a usar, su especificación . . . . .	28
Equipo auxiliar.- Instalación de vapor.- Especificación del caldero.- Ablandador de agua, su especificación.- Conexiones de vapor.- Depósito para el petróleo.- Consumo de petróleo.- Especificaciones de la instalación de agua, consumo de agua.- Especificación de la instalación de energía eléctrica.- Especificación de la instalación de desagüe. Especificación del equipo de manipulación de materiales.- Tanques de ácido sulfúrico. . . . .	52
Distribución de la Planta.- Consumos totales y unitarios.- Flow Sheet cuantitativo.- Diagrama de la distribución de los tiempos de producción . . . . .	65
Consideraciones Legales, Sanitarias y de Seguridad . . . . .	69
 <u>CAPITULO VII</u>  	
Economía del proceso.- Presupuestos de construcción, de maquinaria.- Costo de producción.- Costos fijos. Balance económico.- Capital de trabajo.- Capital Total.- Ventas anuales.- Ingreso bruto.- Ingreso neto.- Retorno de la inversión . . . . .	70
CONCLUSIONES . . . . .	77
BIBLIOGRAFIA . . . . .	78

