

36

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADAJALAJARA
Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias Químicas

FABRICACION DEL LITOPON

TESIS

Profesional que presenta el Sr.

ALFONSO PEDROZA RUESGA

para obtener el Título de Ingeniero Químico

Guadalajara, Jal., México
Octubre de 1949



QUÍMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1 diagr. d. d. t.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias Químicas



FABRICACION
DEL LITOPON

TESIS



QUIMICA

Profesional que presenta el Sr.

ALFONSO PEDROZA RUESGA

para obtener el Título de Ingeniero Químico

Guadalajara, Jal., México

Octubre de 1949

A la memoria de mi Padre.

Con cariño y gratitud a mi querida Madre.

A mi querida hermana Esperanza.

A mis hermanos.

A mis Maestros.

A mis compañeros y amigos.

SUMARIO

GENERALIDADES	Pág. 11
MATERIAS PRIMAS	14
CALCULO DE EQUIPO	16
DIAGRAMA DE FLUJO	17
BALANCE ECONOMICO	33

GENERALIDADES.

El litopón es una pintura blanca compuesta de sulfato de bario y sulfuro de zinc. En el mercado se encuentran diferentes marcas denominadas: sello verde, sello rojo, etc. Cada color indica el porcentaje de sulfuro de zinc, por ejemplo el sello verde contiene desde 50 a 32%, el sello rojo 30% el sello blanco 26%, el sello azul 22% y el sello amarillo 15%. Además del nombre de litopón recibe también los nombres de: blanco esmalte, blanco Orr, blanco Knightv blanco Griffith, etc.

El litopón sello verde con 32% de sulfuro de zinc como mínimo aventaja al blanco de plomo y al de zinc en capacidad para cubrir, poder colorante y resistencia a los agentes atmosféricos; igualando a estos blancos a lo que a dichas propiedades se refiere, el litopón sello rojo con 30% de sulfuro de zinc.

En las pinturas al aire libre se exfolia con rapidez relativamente grande el litopón, debido a que pasa del estado amorfo al cristalino, al que acompaña una notable reducción de volumen. De este tránsito depende el valor del litopón como pintura para cubrir superficies.

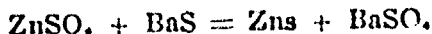
Según ensayos hechos por Gardner son impropios para pinturas a la interperie los colorantes que contienen grandes cantidades de litopón. La mayor duración se debió a

los que están mezclados con algo de óxido de zinc y carbonato de calcio.

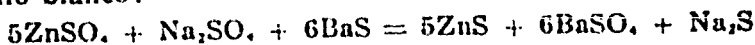
El litopón se ennegrece fácilmente con sales de compuestos de zinc solubles; también con indicios de selenio y manganeso; aceites y barnices inapropiados como aceite de linaza con secante a base de plomo, se pone negro por formarse sulfuro de plomo.

Los diferentes tipos se preparan según las siguientes ecuaciones:

Sello rojo:



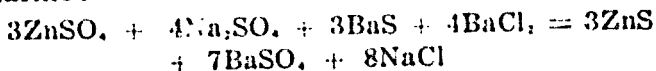
Sello blanco:



Sello azul:



Sello amarillo:



Produciré el litopón sello rojo haciendo reaccionar una lejía de sulfuro de bario con otra de sulfato de zinc. Una vez obtenido el precipitado se filtra y se pasa a un crisol para calentarlo a un color rojo cereza, vertiéndolo luego en agua fría para obtener un enfriamiento brusco, limitándose así la oxidación, favoreciendo la difusión de la masa colorante y eliminando casi todas las sales solubles. Se muele en húmedo, filtra, seca y finalmente se muele a una finura de 200 mallas.

Mezclando sulfuro de zinc y sulfato de bario precipitados por separado no es tan uniformemente blanco como el que se obtiene por la doble precipitación; se ennegrece más

pronto, no se aplica tan bien con la brocha, cubre menos y no es tan duradera.

Según investigaciones en microscopio efectuados por H. A. Gardner en muestras de litopón observó que las partículas de sulfato de bario aparecían recubiertas de sulfuro de zinc; encontrándose ambos compuestos en un estado amorfo inestable del que poco a poco pasan al cristalino estable.

El litopón de buena calidad no debe contener más de 0.2 a 0.3% de humedad; de óxido de zinc que se produce en la calcinación debe estar por debajo de 2% y se considera admisible la presencia de 1 a 2% de compuestos de zinc distintos del sulfuro y del óxido.



MATERIAS PRIMAS.

Las materias primas que se utilizan en la fabricación del litopón son: el sulfato de bario y el sulfato de zinc.

Debido a que el sulfuro de bario no se encuentra en gran escala en el comercio hay que prepararlo reduciendo el sulfato de bario con carbón en un horno rotatorio continuo.

El sulfato de bario llamado también espato pesado se encuentra en abundancia en la naturaleza con la fórmula BaSO_4 ; es de color blanco, cristaliza en el sistema rómbico y es prácticamente insoluble en el agua. Se caracteriza por su estabilidad absoluta en el aire, al calor y gases nocivos del aire especialmente el H_2S . El espato pesado natural no llega a resultados prácticos en la pintura por su tamaño de cristalización teniéndose que preparar artificialmente por precipitación obteniéndose así una forma cristalina sumamente fina.

El sulfato de zinc de fórmula $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ es una sal blanca, cristalina y eflorescente al aire. Este sulfato de zinc se obtiene comercialmente de dos tipos de minerales principales que son: la blenda y la calamina. Ambos minerales se encuentran en México, la primera en Chihuahua y Coahuila principalmente y la segunda en Morelos y Guerrero. En la actualidad solamente se beneficia la blenda la cual al tostarse produce el anhídrido sulfuroso necesario para la fabricación de ácido sulfúrico que se vende como de Rosita, Coah. y de los residuos se prepara el sulfato de zinc hidratado con 7 moléculas de agua.

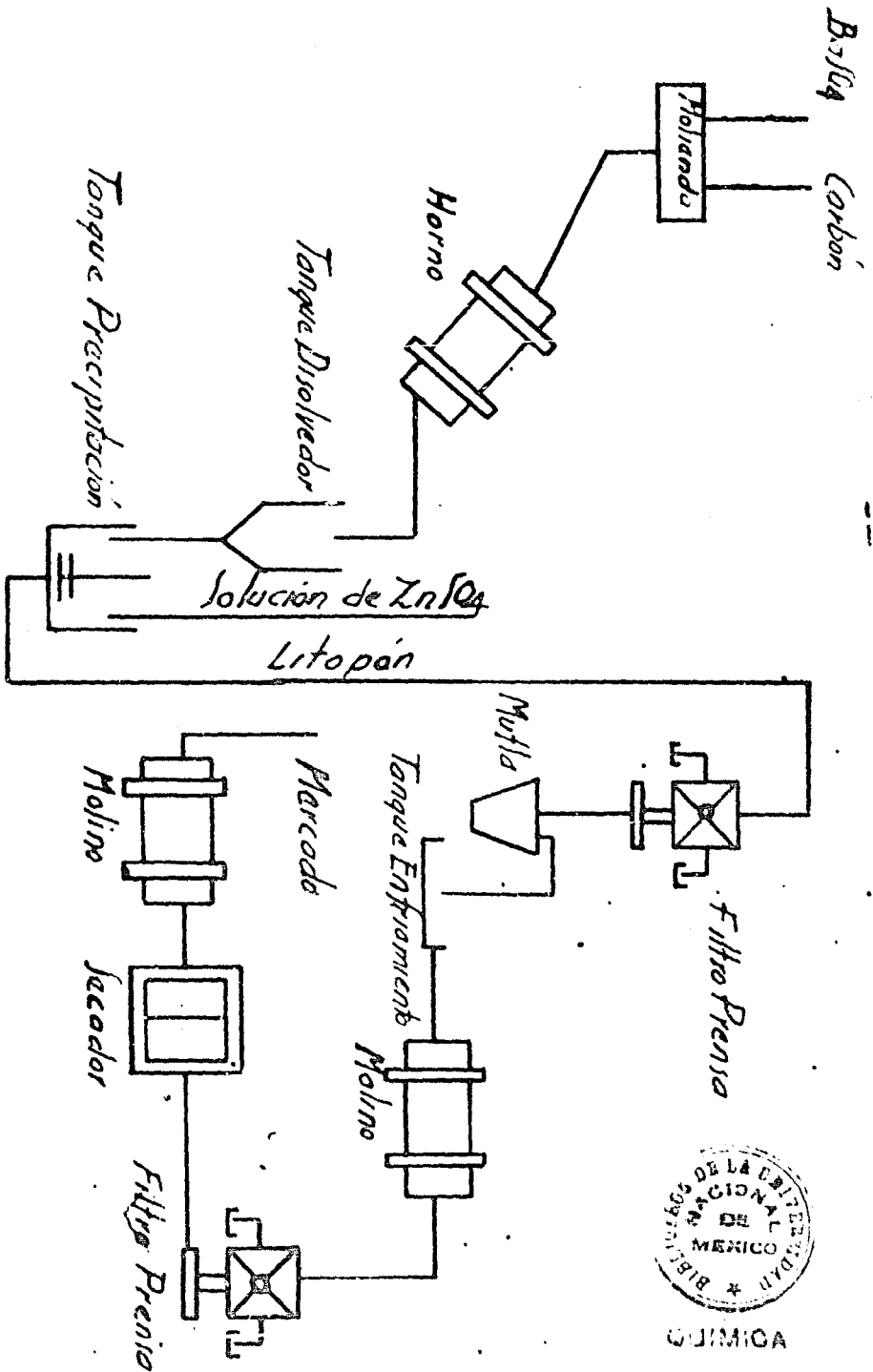
CALCULO DE EQUIPO M O L I N O

Mineral que se va a moler: 805 Kilos por día.

El BaSO₄ y el carbón de coque serán molidos juntos para que al ponerlos en forma pulverulenta estén en íntimo contacto uno con el otro facilitándose así la reducción en el horno rotatorio. El molino más apropiado para hacer esta operación es un molino de bolas. Escojo uno del tipo Harding que tiene las siguiente características:

Tamaño del molino en pulgadas:	24 x 8
Peso aproximado del molino en lbs.	900
Peso aproximado del forro en lbs.	375
Peso aproximado de las bolas en lbs.	400
Velocidad en r. p. m.	40
H. P. requeridos.	1
Capacidad en ton. por 24 hs. con un alimento de 1½ pulgadas y con un producto de 200 mallas:	4

DIAGRAMA DE FLUJO

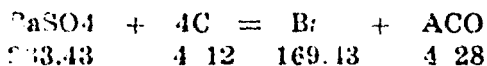


QUIMICA

H O R N O.

Se va a efectuar la reducción del Sulfato de Bario en un horno rotatorio continuo de 90 cm. de diámetro por 270 cm. de largo, dando 10 revoluciones por hora. El horno será hecho de láminas de fierro de fundición de 12.5 mm. de grueso y forrado en su interior con ladrillo refractario fabricado por la Cía. Mexicana de Refractarios A. P. Green S. A. usando la calidad Empire teniendo un grueso de 12 cm.

REACCION EN EL HORNO



Se van a producir 513 Kgs. de BaS para obtener una tonelada de litopón.

CALCULO DE REACTANTES

SULFATO DE BARIO

$$\frac{233.43}{169.43} = \frac{x}{513} \qquad x = 706.82 \text{ Kgs.}$$

CARBON

$$\frac{48}{169.43} = \frac{x}{513} \qquad x = 145.34 \text{ ,,}$$

A esta cantidad teórica se le aumentará un 25% que co-

responde a cenizas y un 10% de exceso. Total de Carbón
196.21 Kgs.

CALCULO DE PRODUCTOS

SULFURO DE BARIO:

$$x = 513 \text{ Kgs.}$$

MONOXIDO DE CARBONO:

$$\frac{169.43}{112} = \frac{513}{4}$$

$$x = 339.16 \text{ Kgs.}$$

CALCULO DEL CALOR STANDAR DE REACCION PARA LA CARGA TOTAL DEL HORNO.

$$\text{BaSO}_4 \text{ inicial} = 706.82 \text{ Kgs.} = \frac{706.82}{233.43} = 3.028 \text{ Kgs-mols.}$$

$$\text{C inicial} = 196.21 \text{ Kgs.} = \frac{196.21}{12} = 16.351 \text{ Kgs-atms.}$$

$$\text{BaS formado} = 513 \text{ Kgs.} = \frac{513}{169.43} = 3.028 \text{ Kgs-mols.}$$

$$\text{CO formado} = 339.16 \text{ Kgs.} = \frac{339.16}{28} = 12.112 \text{ Kgs-mols.}$$

$$\text{C no convertido} = 50.87 \text{ Kgs.} = \frac{50.87}{12} = 4.239 \text{ Kgs-atms.}$$

BALANCE DE PESO VERIFICACION.

Materiales que entran:			Materiales que salen:		
	Kgs.	Kgs-mols.		Kgs.	Kgs-mols.
BaSO ₄	= 706.82	= 3.028	BaS	= 513	= 3.028
C	= 196.21	= 16.351	CO	= 339.16	= 12.112
TOTAL	903.03	19.379	C	= 50.87	= 4.239
			TOTAL	903.03	19.379

Calores de formación de los reactantes:

BaSO ₄	= 345,500 x 3.028	= 1,046,174	Calorías
C(coke)	= -2,600 (16351 - 4,239)	= -31,491	Calorías
TOTAL		1,014,683	Calorías

Calores de formación de los productos:

BaS	= 111,000 x 3.028	= 336,108	Calorías
CO	= 26,780 x 12.112	= 324,359	Calorías
TOTAL		660,467	

Calor de Reacción:

$$Q = 660,467 - 1,014,683 = - 354,216 \text{ Calorías}$$

El signo negativo indica que se necesita calor para efectuarse la reducción; por lo cual la reacción se llama endotérmica.

CANTIDAD DE CALOR TOTAL EN EL HORNO.

Conductibilidad térmica del hierro	64 $\frac{(\text{Cal}) (\text{Mt})}{(\text{hr}) (\text{Mt}^2) (^\circ\text{C})}$
Conductibilidad térmica del refractario .2	

Las resistencias térmicas del hierro y refractario considerando un Mt² de pared serán:

FIERRO:

$$R_1 = \frac{L}{KA} = \frac{.0126}{64} = .0002$$

REFRACTARIO:

$$R_2 = \frac{L_2}{KA} = \frac{.12}{0.2} = .6000$$

R TOTAL .6002

Temperatura interna del horno = 1200°C
 Temperatura media = 40°C

$$\Delta T_1 = \Delta T \frac{R_1}{R} = (1200 - 40) \frac{.6000}{.6002} = 1148^\circ\text{C}$$

Temperatura en la interface: 1200 - 1148 = 52°C

1.—Calor necesario para calentar la cubierta y el forro refractario:

Peso del refractario: 1260 Kgs.

Peso del fierro: 900 Kgs.

$$1260 \times 0.2 (1200 - 40) = 292,320 \text{ Cal}$$

$$900 \times .11 (52 - 40) = 1,188 \text{ Cal}$$

TOTAL

293,508 Cal

2.—Calor necesario para calentar el BaSO₄.

$$707 \times 0.1448 (1200 - 40) =$$

118,776 Cal

3.—Calor necesario para calentar el coke:

$$196 \times 0.359 (1200 - 40) =$$

81,622 Cal

4.—Calor perdido por conducción a través de la superficie externa del horno durante 12 horas que dura la operación:

$$Q_c = \frac{1200 - 40}{.6002} \times 7.63 \times 12 =$$

176,894 Cal

5.—Calor perdido por radiación y convección a través de la superficie externa del horno. La suma de ambas las hacemos igual al calor perdido por conducción:	176,894 Cal
6.—Calor necesario para la reacción:	354,216 Cal
TOTAL	1,201,910 Cal

CANTIDAD DE PETROLEO NECESITADO

El petróleo Pemex que se va a utilizar tiene la siguiente composición:

C	82.83%
H	12.19%
N	2.83%
Indeterm.	.43%

Teniendo un poder calorífico de 10,171 Cal/Kgs.

$$\frac{1.201,910}{10,171} = 118 \text{ Kgs.}$$

A esta cantidad calculada le añadiremos un 50%. Luego cantidad de petróleo: 117 Kgs.

CANTIDAD DE AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTION.

A la cantidad de aire calculada no se le añadirá un exceso para evitar que el oxígeno del aire impida la reducción.

Base: 100 Kgs. de combustible.

Del análisis del combustible tenemos:

$$C \quad 82.83 \text{ Kgs.} = \frac{82.83}{12} = 6.902 \text{ kgs-atms.}$$

Mols. de O₂ necesario 6.902

H	12.19 Kgs.	$= \frac{12.19}{2}$	$= 6.095$	Kgs-mols.	
		2			
				Mols. de O ₂ necesario	3.047
S	2.83 Kgs.	$= \frac{2.83}{32}$	$= 0.088$	Kgs-mols.	
		32			
				Mols. de O ₂ necesario	0.088
				TOTAL DE MOLS DE O₂	10.037

Para 117 Kgs. de combustible se necesitarán:

$$\frac{177}{100} 10.037 = 17.76 \text{ Kgs-mols. de O}_2$$

o sean:

$$\frac{17.76}{.21} = 84.57 \text{ Kgs-mols. de aire.}$$

TANQUE DE DISOLUCION

El tanque va a ser cilindrico de fondo cónico, teniendo un falso fondo recubierto de grava y arena como medio filtrante estando a la altura de la base inferior de la parte cilíndrica.

Como el sulfuro de bario está cayendo constantemente al tanque hay que hacer recircular la solución del fondo del tanque a la parte superior para que se vaya disolviendo el nuevo sulfuro y consiguiéndose así una concentración uniforme de la solución. Esto se efectuará por medio de una bomba centrifuga. Una vez que la solución ha alcanzado una concentración de 18% con una densidad de 1.176 se bombeará al tanque de precipitación.

Cantidad necesaria de agua para disolver los 513 Kgs. de sulfuro:

$$\frac{18}{82} = \frac{513}{x} \quad x = 2330 \text{ Kgs. de H}_2\text{O}$$

BALANCE DE MATERIAL

Entran		Salen:		
BaS	513.00 Kgs.	Como solución: Bas	513.00 Kgs.	
Ceniza	36.33 Kgs.	H ₂ O	2330.00 Kgs.	
C	14.53 Kgs.	C	14.53 Kgs.	
H ₂ O	2330.00 Kgs.	Como lodo	C	14.53 Kgs.
Total	<u>2893.86 Kgs.</u>	Ceniza	36.33 Kgs.	
		Total	<u>2893.86 Kgs.</u>	

El material que entra al tanque tiene una densidad promedio de 1.4 de donde su volúmen será:

$$\frac{2893.86}{1.4} = 2210 \text{ Lts.}$$

El diámetro del tanque será de 1.5 mts. La altura del cono tendrá 1/3 de la altura total.

$$V = \frac{1}{3} b \cdot \frac{1}{3} h + b \frac{2}{3} h = h \left(\frac{1}{9} b + \frac{2}{3} b \right) = \frac{7}{9} h \cdot b$$

$$h = \frac{9V}{7b} = \frac{9 \times 2.210}{7 \times 1.76} = 1.60 \text{ Mts.}$$

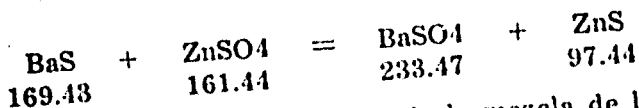
Dimensiones del tanque:

Diámetro	1.5 Mts.
Altura del cono	0.50 Mts.
Altura del cilindro	1.10 + 1.90 = 3.00 Mts.

Se le aumenta 1.90 mts. al tanque como seguridad debido a que 40 cms. de la altura están llenos de grava y arena y 1.50 mts. se deja de vacío para evitar salpicaduras y derrames de líquido al vaciar el sulfuro caliente.

TANQUE DE PRECIPITACION

REACCION.



Se va a producir una tonelada de la mezcla de los componentes del 2o. miembro de la ecuación anterior; las cantidades necesarias de sulfuro de bario y sulfato de zinc serán:

SULFURO DE BARIO:

$$\frac{169.47}{330.87} = \frac{x}{1000}$$

$$x = 512.07 \text{ Kgs.}$$

SULFATO DE ZINC:

$$\frac{161.43}{330.87} = \frac{x}{1000}$$

$$x = 487.93 \text{ Kgs.}$$

Los componentes en el producto están en las siguientes cantidades:

SULFATO DE BARIO:

$$\frac{233.43}{330.87} = \frac{x}{1000}$$

$$x = 705.51 \text{ Kgs.}$$

SULFURO DE ZINC

$$1000 - 705.51 =$$

$$x = 294.49 \text{ Kgs.}$$

El sulfato de Zinc tendrá una concentración de 17% con una densidad de 1.206; el sulfuro de bario a una concentración de 18 % con una densidad de 1.176.; estando disueltos en 2381 Kgs. de agua el sulfato y 2330 el sulfuro.

BALANCE DE MATERIALES

Entran:		Salen:	
Bas	512.07 Kgs.	Zns	294.49 Kgs.
ZnSO ₄	487.93 Kgs.	BaSO ₄	705.51 Kgs.
H ₂ O	4711.00 Kgs.	H ₂ O	4711.00 Kgs.
TOTAL	<u>5711.00 Kgs.</u>	TOTAL	<u>5711.00 Kgs.</u>

Estos 5711 Kgs. ocuparán un volúmen de:

$$V = \frac{P_1}{D_1} + \frac{P_2}{D_2} = \frac{2868.93}{1.206} + \frac{2842.07}{1.176}$$

$$= 2379 + 2416 = 4785 \text{ lts.}$$

Se harán dos precipitaciones al día, por lo cual el tanque tendrá la mitad del volúmen calculado más un aumento de seguridad de 1 mt. cúbico para evitar derrames en la agitación; por consiguiente será de 3.5 metros cúbicos de capacidad. Será hecho de madera para evitar así que se dañe el color blanco por el óxido de fierro, etc.

El diámetro del tanque será de 1.50 mts.

$$V = .785 d^2 h$$

$$h = \frac{V}{.785 d^2} = \frac{3.5}{.785 \times 1.5^2} = 1.96 \text{ ó } 2 \text{ mts.}$$

Para calcular la potencia que se necesita para agitar esta mezcla usaremos la siguiente fórmula:

$$\text{H. P.} = 0.0000129 L \quad U \quad N \quad P \quad D \quad W \quad H$$

L = Longitud de las paletas en pies = 3

U = Viscosidad del líquido en lbs. ft. x seg. = 0.083

N = Velocidad del agitador en revoluciones por seg. = 1.

P = Densidad del líquido en lbs/ft³ = 71.04

D = Diámetro del tanque en pies = 5

W = Anchura de las paletas en pies = 1

H = Profundidad del líquido en pies = 4.5

Sustituyendo estos valores en la ecuación y resolviéndola la potencia que nos da es de:

$$H. P. = 2$$

FILTRO PRENSA

Lo que queda como torta en el filtro prensa es el litopón en bruto.

BALANCE DE MATERIALES

Entran:		Salen:	
Zns	294.49 Kgs.	Como filtrado: H ₂ O	4561.00 Kgs.
BaSO ₄	705.51 Kgs.	Como torta:	-
H ₂ O	4711.00 Kgs.	ZnS	294.49 Kgs.
Total	<u>5711.00 Kgs.</u>	BaSO ₄	705.51 Kgs.
		H ₂ O	150.00 Kgs.
		TOTAL	<u>5711.00 Kgs.</u>

La gravedad específica de la torta es de 3.34 haciendo un volúmen de 0.329 mts. cúbicos ó 11.62 pies cúbicos.

Los marcos del filtro prensa que se usará tendrán las siguientes dimensiones: 30" x 30" x 1" siendo de madera:

Volúmen de la torta en cada marco:

$$\frac{30}{12} \times \frac{30}{12} \times \frac{1}{12} = 0.520 \text{ pies cúbicos}$$

$$0.520 \times \text{No. de marcos} = 11.62$$

$$\text{No. de marcos} = \frac{11.62}{.520} = 23 \text{ marcos.}$$

Se operará a flujo constante y a una presión máxima de 30 lbs/pul². Será el filtro del tipo lavable para que una vez que se termine de filtrar toda la solución se lave la torta con agua limpia.

Cálculo de la bomba que se utilizará:

$30 \text{ lbs/in}^2 \times 2.309 = 69.27$ pies de altura.

La bomba dará un caudal de 600 lbs. por minuto la potencia requerida será de:

$$\text{H. P.} = \frac{\text{WL}}{23,100}$$

W = Peso del líquido bombeado por min. = 600 lbs.

L = Carga en pies = 70.

H. P. = 1.86 ó 2 caballos.

M U F L A

El calentamiento del litopón en bruto salido del filtro prensa se va a efectuar en un crisol de material refractario. Se van a hacer 8 operaciones al día durando cada una de ellas 8 horas.

BALANCE DE MATERIALES.

Entran:		Salen:	
ZnS	36.81 Kgs.	Zn	36.81 Kgs.
BaSO ₄	88.19 Kgs.	BaSO ₄	88.19 Kgs.
H ₂ O	18.75 Kgs.	H ₂ O evap.	18.75 Kgs.
TOTAL	<u>143.75 Kgs.</u>	TOTAL	<u>143.75 Kgs.</u>

El crisol estará cerrado durante el período de calentamiento para evitar que el aire se ponga en contacto con el litopón evitándose así que el sulfuro se oxide. Las dimensiones del crisol serán de: altura 60 cm., diámetro de la base inferior 30 cm., y el diámetro de la base superior de 40 cm. siendo su peso aproximado de 25 Kgs.

CALCULO DEL CALOR NECESARIO PARA EFECTUAR EL CALENTAMIENTO

1.—Calor necesario para calentar el ZnS $36.81 \times 0.1146 (750 - 20) =$	3,080 Cal.
2.—Calor necesario para calentar el BaSO ₄ $88.19 \times 0.1448 (750 - 20) =$	9,322 Cal.
3.—Calor necesario para evaporar el agua $18.75 (100 - 20) + 18.75 \times 540 =$	11,625 Cal.
4.—Calor necesario para calentar el crisol $25 \times 0.2 (750 - 20) =$	3,650 Cal.
TOTAL	27,677 Cal.

Cantidad de petróleo gastado:

$$\frac{27,677}{10,171} = 2.7 \text{ Kgs.}$$

A esta cantidad le aumentaremos un 90% siendo entonces 5 Kgs. Como son 8 operaciones $5 \times 8 = 40$ Kgs. de petróleo.

TANQUE DE ENFRIAMIENTO

Una vez que el litopón ha obtenido una temperatura de 750°C poniéndose de un color rojo cereza se vierte en agua fría; con el enfriamiento brusco se desintegra haciéndose más suave y más cubridor. Se renueva constantemente el agua en el tanque hasta que el litopón quede completamente frío.

El tanque tendrá las siguientes dimensiones:
Largo 1.50 Mts., Ancho 1.00 Mt., alto 1 Mt.

MOLINO

Con la molida en húmedo el litopón se hace más blanco. Escojo un molino tipo Harding forrado con material denomi-

nado comercialmente como silex y siendo las bolas de cuarzo. Tendrá las siguientes características:

Tamaño del molino en pulgadas	24 x 8
Peso aproximado del molino en lbs.	900
Peso aproximado del forro en lbs.	375
Peso aproximado de las bolas en lbs.	500
Velocidad en r.p.m.	42
H. P. requeridos	1

Capacidad en ton. por 24 hs. con un producto de 200 mallas y un alimento de $\frac{1}{4}$ " 2

El litopón sale del molino con una dilución de 3.5 partes de agua por una parte de sólidos.

F I L T R A D O

BALANCE DE MATERIALES

Entran:		Salen:	
ZnS	294.49 Kgs.	H ₂ O como filtrado	3,350.00 Kgs.
BaSO ₄	705.51 Kgs.	Como torta:	
H ₂	3500.00 Kgs.	ZnS	294.49 Kgs.
Total	<u>4500.00 Kgs.</u>	BaSO ₄	705.51 Kgs.
		H ₂ O	150.00 Kgs.
		TOTAL	<u>4,500.00 Kgs.</u>

Se usará un filtro prensa igual al calculado anteriormente.

S E C A D O

BALANCE DE MATERIALES

Salen:		Entran:	
ZnS	294.49 Kgs.	ZnS	294.49 Kgs.
BaSO ₄	705.51 Kgs.	BaSO ₄	705.51 Kgs.
H O como vap.	150.00 Kgs.	H ₂ O	150.00 Kgs.
TOTAL	<u>1,150.00 Kgs.</u>	Total	<u>1,150.00 Kgs.</u>

Se va a secar por medio de aire cuya temperatura máxima no va a exceder de 100°C; asumiéndose que el aire atmosférico y el aire que sale del secador están completamente saturados con vapor de agua. La temperatura externa es de $t_a = 20^\circ\text{C}$.

Base: 100 kilos de agua a evaporarse.

$$\frac{t_h - t_n}{d_n - d_a} = \frac{C_n}{w(0.2375 + d_a 0.475)}$$

t_h = Temperatura del aire caliente cuando sale de la cámara de calefacción = 100°C .

d_a = Humedad del aire ambiente en kilos de agua por kilo de aire seco = 0.0148.

w = Peso del agua que se va a evaporar en kilos = 100.

t_n = Temperatura del aparato secador = ?

d_n = Humedad del aire a la temperatura t_n = ?

El litopón que se va a secar y el agua contenida en él está a la temperatura de 15°C . El calor necesario para evaporar el agua será de:

$$C_n = (640 - 15) 100 = 62,500 \text{ Cal.}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$\frac{100 - t_n}{d_n - 0.0148} = \frac{62,500}{100(0.2375 + 0.0148 \times 0.475)} = 2556$$

Haciendo varias pruebas con diferentes valores de t_n y d_n los más aproximados que encontré fueron: $t_n = 36.25$ y $d_n = 0.0398$.

$$\frac{100 - 36.25}{0.0398 - 0.0148} = 2550$$

El peso del aire necesario será de:

$$L = \frac{w}{dn - da} = \frac{100}{0.0398 - 0.0148} = 4000 \text{ Kgs.}$$

Los volúmenes de aire tanto a la entrada como a la salida serán de:

A 20°C.

$$V_{,a} = \frac{4000}{1.177} = 3398 \text{ mts}^3.$$

A 36.25°C.

$$V_{,n} = \frac{4000}{1.075} = 3721 \text{ mts}^3.$$

Para encontrar el volumen del aire calentado se usará la siguiente ecuación:

$$V_{,h} = L \frac{273 + th}{p} (29.27 + 46.83da)$$

$$p = 10.336 \text{ Kgs.}$$

$$th = 100^\circ\text{C.}$$

$$L = 4000 \text{ Kgs.}$$

$$da = 0.0148$$

Sustituyendo tenemos que:

$$V_{,h} = 4325 \text{ mts}^3.$$

Los 4000 kilos de aire tienen la humedad de:

$$4000 \times 0.0148 = 59.2 \text{ Kgs.}$$

La cantidad de calor necesario para calentar los 4000 kgs. de aire y 59.2 kgs. de vapor de agua de 20°C a 100°C se calculará por la siguiente ecuación:

$$C_g = 0.2375L + Lda \ 0.475) \ (t_h - t_a)$$

$$L = 4000 \text{ Kgs.}$$

$$Lda = 59.2 \text{ Kgs.}$$

$$T_h = 100^\circ\text{C.}$$

$$t_a = 20^\circ\text{C.}$$

$$C_g = 79,260 \text{ Cal.}$$

Para evaporar los 150 Kgs. de agua se necesitarán:
6000 Kgs. de aire de una humedad de 0.0148 kgs. de agua
por kilo de aire seco.

El volúmen del aire a la entrada del secador serán 5097 mts³.

El volúmen a la salida serán 5581 mts³.

El volúmen del aire calentado 6487 mts³.

La cantidad de calor necesario para calentarlo 118,890 Cal.

Para calentar el aire se usará vapor a una presión absoluta de 30 lbs/in² teniendo un calor latente de 945.3 Btu/lb. o sean 524.6 Cal/Kg.

$$\frac{118.890}{524.6} = 226.6 \text{ Kgs. de vapor.}$$

Usando una eficiencia de 60% tenemos que se necesitan 362.5 Kgs.

M O L I N O

El litopón salido del secador hay que molerlo a una finenza de 200 mallas para lanzarlo al mercado. Se usará un molino de bolas; acoplado a él irá un separador de aire Sturtevant para dar uniformidad al producto fino.

Las características del molino serán:

Tamaño del molino en pulgadas	24 x 8
Peso aproximado del molino lbs.	900
Peso aproximado del forro en lbs.	375
Peso aproximada de las bolas en lbs.	400
Velocidad en r.p.m.	40
H. P. requeridos	1
Capacidad en ton. por 24 hs. con un ali- mento de 3/4" y un producto de 200 mallas	3

BALANCE ECONOMICO

GASTOS FIJOS

a).—Equipo

3 molinos de bolas con motor y accesorios	\$ 30,000
1 Horno rotatorio	" 40,000
2 filtros prensas con bombas y accesorios.	" 12,000
Tanque disolvedor, bomba y accesorios	" 4,000
Tanque de precipitación y accesorios	" 2,500
Tanque enfriamiento	" ,500
Secador	" 10,000
Caldera 20 H.P.	" 3,000
Servicio de agua	" 3,500
Mufla y Accesorios	" 2,000
Varios	" 13,500
	TOTAL
	\$ 121,000
10% de instalación	" 12,100
	TOTAL
	\$ 133,100

b).—Terrenos y Edificio.

Se necesitan 200 mts ² . a \$ 5.00 mt ² .	\$ 10,000
600 mts ² . de construcción a \$ 100 mt ² .	" 60,000
10% de dirección y planeación	" 7,000
	TOTAL
	\$ 77,000

c).—Materia Prima.

707 Kgs. de BaSO. diario a \$ 484.00 Ton.	\$	342 19
196 Kgs. de Carbón diario a \$ 250.00 Ton.	"	44.00
498 Kgs. de ZnSO. diario a \$ 960.00 Ton.	"	,468.48
20 sacos a 2.00 c/u. diario.	"	40.00
TOTAL DIARIO	\$	<u>894.67</u>
TOTAL ANUAL CON 300 DIAS HABILES DE TRABAJO	\$	268,401.00

d).—Mano de obra.

12 obreros a \$ 8.00 c/u.	\$	96.00
ANUAL CON 365 DIAS DE PAGO	\$	35,040.00

e).—Personal técnico y administrativo.

Gerente	\$	35.00
Químico jefe	"	25.00
Secretario contador	"	20.00
TOTAL DIARIO	\$	80.00
TOTAL ANUAL CON 365 DIAS DE PAGO	\$	<u>29,200.00</u>

GASTOS GENERALES:

a).—Mantenimiento del Equipo y Edificio

2% del costo. Anual	\$	4,202.00
DIARIO	\$	11.51

b).—Consumo de Energía Eléctrica.

Caballos totales = 20 H.P.		
20 x 12 = 240 H.P. — hr.		
240 x 0.7457 = 179 Kw-kr.		
179 Kw-kr. a \$ 0.05 el Kw-hr.	\$	8.95

c).—Lubricantes, Reactivos y Combustible diario \$ 50.00

d).—Imprevistos: 10% de la suma de a + b + c., 7.04

TOTAL DIARIO	\$ 77.50
TOTAL ANUAL	\$ 28,287.50

**CAPITAL INDISPENSABLE PARA EL MOVIMIENTO
DE LA FABRICA.**

Equipo	\$ 133,100.00
Terreno y Edificio	„ 77,000.00
Materia prima para 3 meses	„ 80,520.00
Mano de obra para 3 meses	„ 8,640.00
Personal Tec. y Adm. por 3 meses	„ 7,200.00
Gastos Generales por 3 meses	„ 6,975.00
TOTAL	\$ 313,435.00

GASTOS DEPENDIENTES DEL CAPITAL INVERTIDO.

Impuestos: 1% anual	\$ 3,134.35
Seguros: 1% anual	„ 3,134.35
Amortización y Depreciación:	

$$a = \frac{Ar(1+r)n}{(1+r)n - 1}$$

A = Capital = \$ 313,435

r = intereses = 12%

n = Tiempo de amortización = 10 años.

a = \$ 55,539.00

TOTAL ANUAL \$ 61,807.70

GASTOS ANUALES.

Materia Prima	\$ 268,401.00
Mano de Obra	„ 35,040.00
Personal Tec. y Adm.	„ 29,200.00
Gastos Generales	„ 28,287.50
Gastos dependientes del Cap. Inv.	„ 61,807.70
TOTAL ANUAL	\$ 422,736.20

COSTO UNITARIO DE FABRICACION.

Se elaboran anualmente 300,000 Kgs.
Costo por kilo.

$$\frac{422,736.20}{300,000} = 1.41$$

Siendo su precio actual en el mercado de \$ 1.60 Kg. se
tendría una utilidad neta anual de:

$$(1.60 - 1.41) \times 300,000 = \$ 57,000.00$$

Alfonso PEDROZA RUESGA.

Guadalajara, Jal., México.

Octubre de 1949

BIBLIOGRAFIA.

Chemical Engineers Handbook	John H. Perry.
Elements of Chemical Engineering	Bodger and Mc Cabe.
Enciclopedia de Quim. Ind.	Ullman.
Química General Aplicada a la Industria	Calvet
Chemical Engineering Plant Design	Vilbrant.
Chemical Machinery	Emil R. Riegel.
Química General	Mollinari.
Industrial Chemical Calculations	Hougen & Watson.