

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

• Obtención de Pigmentos Amarillos
Cromo.

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a :
MANUEL VAZQUEZ LARA CENTENO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A mis queridos Padres:

Sr. Florentino Vázquez Lara M.

Sra. María C. de Vázquez Lara.

A mis hermanos.

A mis maestros.

A mis compañeros y amigos.

CAP.	<u>I</u>	.-	INTRODUCCION
CAP.	<u>II</u>	.-	GENERALIDADES SOBRE AMARILLOS CROMO
CAP.	<u>III</u>	.-	MATERIAS PRIMAS
CAP.	IV	.-	PARTE EXPERIMENTAL
CAP.	V	.-	CALCULO DE EQUIPO
CAP.	VI	.-	BALANCE ECONOMICO
CAP.	VII	.-	DISCUSIONES
CAP.	VIII	.-	CONCLUSIONES
CAP.	IX	.-	BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

LOS PIGMENTOS AMARILLOS CROMO SON MATERIALES UTILIZADOS COMO MATERIA PRIMA EN LA FABRICACIÓN DE PINTURAS.

EL CONSUMO DE AMARILLOS CROMO EN ESTA CIUDAD DE GUADALAJARA, ES EN LA ACTUALIDAD APROXIMADAMENTE DE 3,500 KGS. MENSUALES, Y -- CONSIDERANDO EL INCREMENTO QUE ULTIMAMENTE HA TENIDO LA FABRICA-- CIÓN DE PINTURAS, HE CREIDO ÚTIL HACER EL ESTUDIO CORRESPONDIENTE CON EL OBJETO DE AUMENTAR LA EXPERIENCIA QUE SE TIENE SOBRE SU -- PREPARACIÓN Y VER LA CONVENIENCIA DE FABRICARSE EN ESTA CIUDAD, -- CONTRIBUYENDO CON ELLO AL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA REGIÓN.

AL HACER EL ESTUDIO SE TENDRÁ A DISMINUIR E COSTO DEL PRO-- DUCTO Y OBTENERLO CON LA CALIDAD REQUERIDA POR LAS ESPECIFICACIONES, QUE SE ANOTARÁN EN SU OPORTUNIDAD.

LAS MATERIAS PRIMAS QUE SE UTILICEN SERAN SELECCIONADAS DE -- LAS ELABORADAS Y ENCONTRADAS EN EL MERCADO.

CAPITULO II

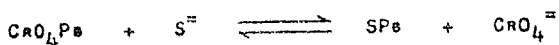
GENERALIDADES SOBRE AMARILLOS CROMO

COMO COLORANTES

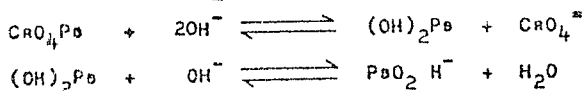
LOS PIGMENTOS AMARILLOS CROMO SON MATERIALES INORGÁNICOS SÓLIDOS, INSOLUBLES, FINAMENTE DIVIDIDOS, USADOS EN LA FABRICACIÓN DE PINTURAS DE BASE METÁLICA, PARA MODIFICAR LA PROPIEDAD ÓPTICA DE OTRAS SUBSTANCIAS, EN LA CUAL SE DISPERSAN. (ESTA PROPIEDAD ÓPTICA, MODIFICADA POR LOS AMARILLOS CROMO ES EL COLOR.) PRESENTANSE BAJO LA FORMA DE POLVOS DE HERMOSO COLOR AMARILLO, CUYO MATIZ VARÍA CON SU COMPOSICIÓN Y FORMA DE PREPARARLO.

SON COLORANTES DE ALTO PODER CUBRIENTE, BRILLANTES Y MUY ESTABLES A LA LUZ, LO CUAL SE APROVECHA EN LA FABRICACIÓN DE PINTURAS PARA INTERIORES Y EXTERIORES.

NO SON RECOMENDABLES EN LOS LUGARES EN DONDE HAYA EMANACIONES SULFÍDRICAS, POR DESCOMponERSE EL PIGMENTO A CONSECUENCIA DEL PLOMO QUE CONTIENEN, DEBIDO A LA FORMACIÓN DE SULFURO DE PLOMO, PbS NEGRO, OCACIONANDO ESTO UNA DISMINUCIÓN EN LA BRILLANTEZ DEL PIGMENTO. LA REACCIÓN DETRIMENTAL ES:



LA POTASA Y LA SOSA CONC. ACTÚAN SOBRE EL PIGMENTO DISOLVIÉNDOLO COMPLETAMENTE POR FORMACIÓN DE HIDRÓXIDO DE PLOMO, $(OH)_2Pb$ BLANCO. UN EXCESO DE DICHO ALKALIS PUEDE OCACIONAR LA FORMACIÓN DE PLUMBATOS, PbO_2H^- , VERIFICÁNDOSE LAS REACCIONES:



LOS AMARILLOS CROMO CUBREN UNA GRAN VARIEDAD DE MaticES, DEL AMARILLO VERDOSO AL AMARILLO INTENSO O ROJIZO Y POR ELLO FORMAN UN GRUPO DE LOS MÁS IMPORTANTES, ENTRE LOS PIGMENTOS SINTÉTICOS.

COS COLOREADOS.

ESTOS PIGMENTOS TIENEN UNA INFINIDAD DE APLICACIONES COMO COLORANTES EN: PINTURAS, TINTAS DE IMPRENTA, HULE, LINOLEOS, COLORACIÓN DE PAPELES, ETC.

EL PRODUCTO QUE SE DESEA PREPARAR EN EL PRESENTE TRABAJO, ES UN PIGMENTO APLICABLE A LA FABRICACIÓN DE PINTURAS Y POR LO TANTO SUS PROPIEDADES SERAN RELACIONADAS RESPECTO A DICHA FABRICACIÓN.

LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE ESTOS PIGMENTOS AMARILLOS CROMO SON:

- A).- BUENA ESTABILIDAD DEL COLOR FRENTE A LA LUZ.
- B).- BUENA ESTABILIDAD CONTRA LOS AGENTES DEL MEDIO AMBIENTE. (EXCEPTO LAS EMANACIONES SULFÚRICAS Y ÁLCALIS)
- C).- BRILLANTEZ.
- D).- PODER CUBRIENTE ACEPTABLE.
- E).- PODER DE ABSORCIÓN DE ACEITES ACEPTABLES
- F).- PODER TINTORIAL ACEPTABLE.
- G).- TAMAÑO DE PARTÍCULA ACEPTABLE.

DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTES MENCIONADAS PODEMOS DECIR QUE A) Y B) SON DEBIDAS A VARIACIONES EN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA, SIENDO POR LO TANTO DEPENDIENTES DE SUS PROPIEDADES QUÍMICAS; LAS DEMÁS CARACTERÍSTICAS C) HASTA G) DEPENDEN DE SUS PROPIEDADES FÍSICAS.

LA COMPOSICIÓN DE LOS PIGMENTOS AMARILLOS CROMO, ES BÁSICAMENTE CROMATO DE PLOMO NORMAL, CrO_4Pb_2 , CON ADICIÓN O SIN ELLA DE COMPUESTOS INSOLUBLES DE PLOMO, PERO SIN OTRAS ADICIONES.

EL COLOR DE ESTOS PIGMENTOS ESTÁ EN FUNCIÓN NO SOLAMENTE DE LA COMPOSICIÓN, SINO QUE TAMBIÉN DE LAS CONDICIONES EN QUE SE --

LLEVÓ A CABO LA PRECIPITACIÓN.

SEGÚN SU ORIGEN SE CLASIFICAN EN:

I.- NATURALES.

II.- SINTÉTICOS.

LOS PIGMENTOS DE ORIGEN NATURAL COMO SU NOMBRE LO INDICA SE ENCUENTRAN EN LA NATURALEZA COMO MINERAL, SIENDO RECONOCIDO COMO CROCOITA (CrO_4Pb). LA PREPARACIÓN DE LOS PIGMENTOS A PARTIR DE ESTE MINERAL, ES MUY SENCILLA Y CONSISTE EN MOLER, LAVAR Y SECAR EL PRODUCTO NATURAL Y ASÍ PURIFICADO, TIENE PROPIEDADES QUE DEPENDEN DE LA COMPOSICIÓN.

LOS PIGMENTOS DE ORIGEN SINTÉTICO SON AQUELLOS PREPARADOS INDUSTRIALMENTE, EN CONDICIONES ESPECIALES, PARA OBTENER UN PRODUCTO DE PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS TALES, QUE DEPENDAN DE LA APLICACIÓN QUE SE LES HA DE DAR.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UNA TABLA QUE NOS DA UNA IDEA DE LAS DIFERENCIAS DE PROPIEDADES QUE EXISTEN ENTRE UN PIGMENTO NATURAL TIPO Y UN SINTÉTICO TIPO.

PIGMENTO AMARILLO CROMO	NATURAL	SINTÉTICO
% DE ABSORCIÓN DE ACEITE	11 - 12	20
PODER CUBRIENTE		
PROMEDIO DE PARTÍCULAS		0.15 Ml.
CrO_4Pb %	93.0	96.0
SiO_2 "	1.0	0.01
Al_2O_3 "	0.5	0.01
Fe_2O_3 "	0.2	0.01
CaO "	0.3	0.00
PRECIO POR KILOGRAMO		\$ 9.00

EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LOS PIGMENTOS SINTÉTICOS COMPARADOS CON LOS NATURALES, DA COMO RESULTADO QUE SE CUBRE Y SE PINTA MÁS, CON UN MÍNIMO DE PINTURA, LO QUE A SU VEZ SE REFLEJA EN EL USO DE UN MÍNIMO DE PIGMENTO, QUE UNIDO A LA UNIFORMIDAD EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO, HA HECHO QUE LA INDUSTRIA PRE-

FIERA LOS AMARILLOS CROMO SINTÉTICOS Y COMO CONSECUENCIA SE DESARROLLE LA FABRICACIÓN DE LOS MISMOS.

EL COSTO DEL PIGMENTO SINTÉTICO ES VARIAS VECES MAYOR QUE EL NATURAL, PERO EL COSTO ES COMPENSADO CON LAS VENTAJAS ARRIBA MENCIONADAS.

EL GRUPO DE LOS AMARILLOS CROMO SEGÚN SU COMPOSICIÓN, MATIZ Y PREPARACIÓN, COMERCIALMENTE SE CLASIFICAN EN TRES TIPOS:

- I.- AMARILLO CROMO VERDOSO. (PRIMROSE)
- II.- AMARILLO CROMO LIMÓN. (LEMON)
- III.- AMARILLO CROMO MEDIO.

PARA HACER EL ESTUDIO DE ESTOS TRES TIPOS DE PIGMENTOS SE HARÁN DOS SUB-GRUPOS:

- 1RO. AMARILLO CROMO SIN CONTENIDO DE OTROS INSOLUBLES DE PLOMO.
- 2DO. AMARILLOS CROMO CONTENIENDO INSOLUBLES DE PLOMO.

1RO. EL AMARILLO DE CROMO QUE NO CONTIENE COMPUESTOS DE PLOMO, CORRESPONDE AL AMARILLO CROMO MEDIO. ES EL AMARILLO TIPO O CARACTERÍSTICO DEL GRUPO. LA COMPOSICIÓN COMO YA SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE, ES CROMATO DE PLOMO NORMAL, $CrO_4 Pb$ Y PUEDE CONTENER OTROS INGREDIENTES COMO ÓXIDO DE TITANIO, FOSFATOS, ETC., QUE SIRVEN PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL PRODUCTO. POR ESTA CAUSA ESTOS INGREDIENTES NO SON TOMADOS COMO DILUYENTES. LA ESTRUCTURA CRISTALINA DE ESTE TIPO DE PIGMENTO ES MONOCÍNICAS TAL COMO SE PRESENTA EL CROMATO DE PLOMO PURO ($CrO_4 Pb$) Y LA CROCOITA EN LA NATURALEZA. EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA ES DEL ORDEN DE 0.15 MICRAS. UN ANALISIS TÍPICO DEL AMARILLO CROMO MEDIO HA SIDO REPORTADO COMO SIGUE:

CrO_4Pb	96.0 %
GRAVEDAD ESPECÍFICA	5.94
ABS. ACEITE LINAZA	20.0 Kgs./100 Kgs. DE PIG.
RETENIDO MALLA # 325	1.0 %

2do. EL SUB-GRUPO DE AMARILLOS CROMO QUE CONTIENEN COMPUESTOS INSOLUBLES DE PLOMO, ESTA FORMADO POR LOS TIPOS DE AMARILLOS CROMO VERDOSO Y LIMÓN. SON MÁS DÉBILES DE COLOR QUE EL AMARILLO CROMO MEDIO, MENOS ESTABLES A LA LUZ Y TIENEN MENOS RESISTENCIA A LOS AGENTES DEL MEDIO AMBIENTE. (NÓTESE QUE ESTAS PROPIEDADES VARIAN DEBIDO A LA COMPOSICIÓN.)

LA COMPOSICIÓN DE ESTOS TIPOS DE PIGMENTOS ES UNA MEZCLA -- ISOMÓRFICA DE $\text{SO}_4\text{Pb} \cdot \text{CrO}_4\text{Pb}$. PARA PREPARAR LA MEZCLA SE APROVECHA EL ISOMORFISMO COMPLETO QUE EXISTE EN GENERAL ENTRE LOS $\text{CrO}_4^{=}$ Y LOS $\text{SO}_4^{=}$.

SE DICE QUE CON ISOMORFAS A TODAS AQUELLAS SUBSTANCIAS QUE CRISTALIZAN EN LA MISMA FORMA O SISTEMA CRISTALINO Y EN TALES CRISTALES SE HA ENCONTRADO QUE UNA UNIDAD ESTRUCTURAL DE UNO DE LOS COMPUESTOS, PUEDE SER REEMPLAZADA POR UNA UNIDAD DEL OTRO COMPONENTE; A ESTOS CRISTALES SE LES DA EL NOMBRE DE CRISTALES MIXTOS O SOLUCIÓN SÓLIDA. LOS AMARILLOS CROMO TANTO EL VERDOSO COMO EL LIMÓN, SON CRISTALES MIXTOS DE $\text{CrO}_4\text{Pb} \cdot \text{SO}_4\text{Pb}$, SIENDO ÉSTA LA CAUSA DE QUE NO SE PUEDAN PREPARAR POR SIMPLE MEZCLA MECÁNICA ENTRE CROMATO DE PLOMO NORMAL Y SULFATO DE PLOMO PURO. CANTIDADES SUBSTANCIALES DE SULFATO DE PLOMO ESTABILIZAN LA FORMA ISOMÓRFICA-ORTORÓMBICA DEL CRISTAL FORMADO EN LA MEZCLA.

EL TAMAÑO DE PARTÍCULA EN ESTOS PIGMENTOS ES DEL ORDEN DE 1.0 MICRAS. UN ANÁLISIS TÍPICO DE UN AMARILLO CROMO VERDOSO, HA SIDO REPORTADO COMO SIGUE:

CrO_4Pb	63.0 %
SO_4Pb	31.0 %
GRAVEDAD ESPECÍFICA	5.43
ABS. ACEITE LINAZA	19.0 Kgs./100 Kgs. DE PIG.

UN ANÁLISIS TÍPICO DE UN AMARILLO CROMO LIMÓN, HA SIDO RE--
PORTADO COMO SIGUE:

CrO ₄ Pb	69.0 %
SO ₄ Pb	26.0 %
GRAVEDAD ESPECÍFICA	5.56
ABS. ACEITE LINAZA	20.0 Kgs./100 Kgs. DE PIG

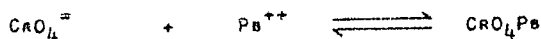
OBTENCIÓN DE PIGMENTOS AMARILLOS CROMO

LOS MÉTODOS MÁS USUALES DE OBTENCIÓN SON LOS SIGUIENTES:

1.- MÉTODO ELECTROLÍTICO.

EL MÉTODO DE PRODUCCIÓN ELECTROLÍTICA DE AMARILLOS CROMO SE BASA EN LA REACCIÓN ELECTROLÍTICA DE UN CROMATO SOLUBLE EN SOLUCIÓN Y PLOMO METÁLICO DE UN ELECTRODO. LA OBTENCIÓN SE LLEVA A CABO EN PRESENCIA DE ÁCIDO CLÓRICO, EL CUAL EVITA LA PRECIPITACIÓN DEL CROMATO DE PLOMO DE LA SOLUCIÓN. LOS ELECTRODOS SON: - EL ÁNODO, QUE ES EN ESTE CASO DE PLOMO; EL CUAL SE DEPOSITA EN EL CÁTODO COMO CROMATO DE PLOMO Y EL CÁTODO GENERALMENTE ES DE - GRAFITO, AUNQUE TAMBIÉN PUEDE SER CARBÓN. EL PRODUCTO SE SEPARA DEL CÁTODO, SE LAVA Y SE SECA.

REACCIÓN:



2.- MÉTODO DIRECTO. (CROMITA)

EL MÉTODO USUAL PARA LA PREPARACIÓN DEL AMARILLO CROMO INCLUYE UN PASO INTERMEDIO CUANDO SE PARTE DE LA CROMITA. (ESTE PASO INTERMEDIO CONSISTE EN PASAR LA CROMITA A CROMATO.) EL MÉTODO DIRECTO SE BASA EN LA CALCINACIÓN DE 1 PARTE DE MINERAL CROMITA (Cr₂O₃.FeO), 1.5 PARTES DE CARBONATO DE SODIO (CO₃NA₂) ANHIDRO - (200% DE EXCESO) Y 1.8 PARTES DE CERUCITA (CO₃Pb) (50% DE EXCESO) MEDIANTE ESTE MÉTODO SE OBTIENE UN PRODUCTO DE 78% DE PUREZA.

UN ANÁLISIS TÍPICO DE UN AMARILLO CROMO LIMÓN, HA SIDO REPORTADO COMO SIGUE:

CrO_4Pb	69.0 %
SO_4Pb	26.0 %
GRAVEDAD ESPECÍFICA	5.56
ABD. ÁCETE LINAZA	20.0 Kgs./100 Kgs. DE Pig

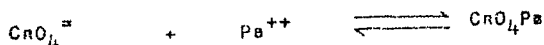
OBTENCIÓN DE PIGMENTOS AMARILLOS CROMO

LOS MÉTODOS MÁS USUALES DE OBTENCIÓN SON LOS SIGUIENTES:

1.- MÉTODO ELECTROLÍTICO.

EL MÉTODO DE PRODUCCIÓN ELECTROLÍTICO DE AMARILLOS CROMO SE BASA EN LA REACCIÓN ELECTROLÍTICA DE UN CROMATO SOLUBLE EN SOLUCIÓN Y PLOMO METÁLICO DE UN ELECTRODO. LA OBTENCIÓN SE LLEVA A CABO EN PRESENCIA DE ÁCIDO CLÓRICO, EL CUAL EVITA LA PRECIPITACIÓN DEL CROMATO DE PLOMO DE LA SOLUCIÓN. LOS ELECTRODOS SON: - EL ÁNODO, QUE ES EN ESTE CASO DE PLOMO; EL CUAL SE DEPOSITA EN EL CÁTODO COMO CROMATO DE PLOMO Y EL CÁTODO GENERALMENTE ES DE GRAFITO, AUNQUE TAMBIÉN PUEDE SER CARBÓN. EL PRODUCTO SE SEPARA DEL CÁTODO, SE LAVA Y SE SECA.

REACCIÓN:

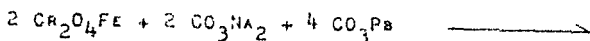


2.- MÉTODO DIRECTO. (CROMITA)

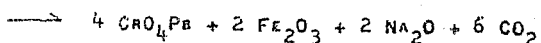
EL MÉTODO USUAL PARA LA PREPARACIÓN DEL AMARILLO CROMO INCLUYE UN PASO INTERMEDIO CUANDO SE PARTE DE LA CROMITA, (ESTE PASO INTERMEDIO CONSISTE EN PASAR LA CROMITA A CROMATO.) EL MÉTODO DIRECTO SE BASA EN LA CALCINACIÓN DE 1 PARTE DE MINERAL CROMITA ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$), 1.5 PARTES DE CARBONATO DE SODIO (CO_3Na_2) ANHIDRO (200% DE EXCESO) Y 1.8 PARTES DE CERUCITA (CO_3Pb) (50% DE EXCESO) MEDIANTE ESTE MÉTODO SE OBTIENE UN PRODUCTO DE 78% DE PUREZA.

EL CROMATO DE PLOMO ES PRECIPITADO DE LA SOLUCIÓN ALCALINA CON ÁCIDO SULFÚRICO DILUIDO, H_2SO_4 A BAJA TEM. SIN EXCESO Y CON AGITACIÓN CONSTANTE. UNA VEZ SEPARADO EL PRECIPITADO SE LAVA Y SE SECA.

REACCIÓN:



CROMITA CENIZA DE SODA CERUCITA



AMARILLO CROMO

3.- MÉTODO CONTINUO.

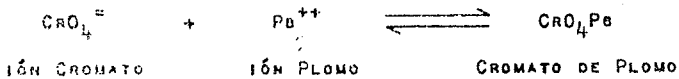
ESTE MÉTODO SE BASA EN LA REACCIÓN DE UNA SAL SOLUBLE DE PLOMO Y UN CROMATO SOLUBLE. POR ESTE MÉTODO LA REACCIÓN SE CONDUCE CONTINUAMENTE, O SEA QUE TANTO LA PRECIPITACIÓN, CONTROL DE TAMAÑO DE PARTÍCULA, SEPARACIÓN, LAVADO Y SECADO, SON EFECTUADOS -- ININTERRUMPIDAMENTE.

LA PRODUCCIÓN DE AMARILLOS CROMO EMPIEZA CON LA MEZCLA DE -- LAS SUBSTANCIAS DE REACCIÓN, SIENDO CONTROLADAS DICHAS SUBSTANCIAS, POR MEDIO DE ROTÁMETROS Y VÁLVULAS. LA REACCIÓN TIENE LUGAR EN PEQUEÑAS CÁMARAS DE REACCIÓN, EN DONDE POR MEDIO DE TEMPERATURA, AGITACIÓN Y TIEMPO, SE CONTROLA LA REACCIÓN COMPLETA Y EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA. UNA VEZ QUE EL PRODUCTO TIENE LAS CARACTERÍSTICAS DESECADAS, ES PASADO A UNA SERIE DE CENTRÍFUGAS, -- DONDE EL PRECIPITADO O PRODUCTO DE LA REACCIÓN ES SEPARADO Y LAVADO.

UNA VEZ SEPARADO EL PRODUCTO SE PASA A SECAR, A UN SECADOR CONTINUO. LOS AMARILLOS CROMO ASÍ OBTENIDOS, TIENEN MUCHA UNIFORMIDAD EN COMPOSICIÓN Y EN MATIZ Y ES DEBIDO A QUE EL CONTROL QUE

SE TIENE DE LAS VARIABLES QUE PUDIERAN AFECTAR, ES POR MEDIO DE APARATOS DE MUCHA PRECISIÓN Y EXACTITUD.

REACCIÓN:



4.- MÉTODO DISCONTINUO Ó INTERMITENTE.

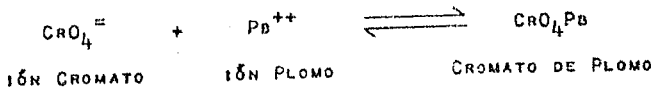
EN EL MÉTODO DISCONTINUO, EL PROCESO SE HACE POR MEDIO DE CARGAS, DE LOS COMPONENTES DE LA REACCIÓN EN GRANDES TANQUES CON AGITACIÓN (TANQUES DE REACCIÓN). LA REACCIÓN QUE TIENE LUGAR ES LA MISMA DEL MÉTODO CONTINUO O SEA ENTRE UNA SAL DE PLOMO SOLUBLE Y UN CROMATO SOLUBLE.

LA PRODUCCIÓN SE EMPIEZA POR PREPARAR LAS CARGAS CON CANTIDADES DETERMINADAS DE LOS REACTIVOS, AGITÁNDOSE HASTA QUE SE TIENE UNA COMPLETA REACCIÓN Y UN TAMAÑO DE PARTÍCULA DESEADA.

UNA VEZ QUE SE TIENE EL PRODUCTO CON LAS CONDICIONES DESEADAS SE LAVA CON AGUA EN EL MISMO TANQUE DE REACCIÓN. TANTO LA SEPARACIÓN DE LAS AGUAS MADRES Y DE LOS LAVADOS, SE HACE POR MEDIO DE DECANCIÓN. PARA LA DECANCIÓN SE APROVECHA LA ALTA GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL PRODUCTO, HACIÉNDOSE FÁCIL Y RÁPIDAMENTE

POR ESTE PROCESO SE OBTIENE EL PIGMENTO CUYO MATIZ VARÍA CON LAS CONDICIONES DE LA PRECIPITACIÓN QUE SE HA LLEVADO A CABO (PH, TEMP. CONC.) UNA VEZ SEPARADO Y LAVADO SE SECA.

REACCIÓN:



SELECCION DEL METODO

PARA HACER LA SELECCIÓN DEL MÉTODO QUE SE ADOpte EN EL PRE-

SENTE TRABAJO PARA LA PREPARACIÓN INDUSTRIAL DE LOS PIGMENTOS AMARILLOS CROMO, SE TOMARÁ COMO BASE:

- A.- EL PRODUCTO QUE SE OBTIENE DEBERÁ ESTAR DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES, QUE PARA PIGMENTOS TIENE LA A.S.T.M. EN SU SECCIÓN ESPECÍFICA PARA PIGMENTOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE PINTURAS.
- B.- EL COSTO DEL PRODUCTO DEBERÁ SER LO MÁS BAJO POSIBLE, PARA UNA PRODUCCIÓN DE 3,500 KGS. POR MES. (CANTIDAD QUE ASCIENDE EL CONSUMO REGIONAL.)
- 1.- EL MÉTODO DE PRODUCCIÓN ELECTROLÍTICA DE AMARILLOS CROMO NO ES APLICABLE AL PRESENTE TRABAJO POR:
- A.- EL PROCESO UTILIZADO ES MUY COMPLICADO EN EL CONTROL DE LAS VARIABLES, OBTENIÉNDOSE COMO RESULTADOS VARIACIONES EN PUREZA Y MATIZ.
- B.- EL COSTO DE PRODUCCIÓN ES ALTO, DEBIDO AL ALTO COSTO QUE TIENE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA REGIÓN.
- 2.- EL MÉTODO DE PRODUCCIÓN DIRECTA PARA AMARILLOS CROMO NO PUEDE SER APLICADO DEBIDO A:
- A.- EL PRODUCTO QUE SE OBTIENE COMO SE DIJO EN LA DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO, TIENE UNA PUREZA DE 78% COMO CrO_4Pb , E IMPUREZAS QUE VARIÁN SEGÚN LA COMPOSICIÓN DE LA CROMITA.
- B.- EL PRODUCTO OBTENIDO TIENE UN COSTO ALTO, DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE REACTIVOS EN EXCESO QUE ENTRAN EN LA REACCIÓN PARA QUE SEA COMPLETA.
- 3.- EL MÉTODO CONTINUO, ES UN PROCESO QUE DA UN PRODUCTO QUE SÍ LLENA LOS REQUISITOS DE LA CONDICIÓN "A" PERO NO LA "B".
- A.- EL PRODUCTO QUE SE OBTIENE, TIENE UNA COMPOSICIÓN DEFINIDA Y COMPOSICIÓN UNIFORME, SIENDO POR LO TANTO DE MUY

BUENA CALIDAD.

B.- EL COSTO DE INVERSIÓN EN EQUIPO ES ALTO, LO QUE HACE --
QUE ESTE MÉTODO SEA GENERALMENTE USADO PARA PRODUCCIÓN
DE AMARILLOS CROMO EN GRAN ESCALA.

4.- EL MÉTODO DISCONTINUO O INTERMITENTE ES EL MÁ S CONVENIENTE
PARA EL PRESENTE TRABAJO, POR LLENAR LAS CONDICIONES EXPUES
TAS PARA LA SELECCIÓN.

A.- EL PRODUCTO QUE SE OBTIENE TAMBIÉN PUEDE SER ACEPTABLE,
SIEMPRE Y CUANDO LAS VARIABLES QUE ENTRAN EN LA FABRICA
CIÓN, SEAN CONTROLADAS MUY RIGUROSAMENTE. EL PRODUCTO
POR LO TANTO PUEDE SER DE ALTA CALIDAD Y ESTAR DENTRO --
DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA A.S.T.M. LAS MATERIAS --
PRIMAS QUE SON NECESARIAS, SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO
NACIONAL, LAS CUALES SERÁN SELECCIONADAS SEGÚ N SUS VEN
TAJAS, EN EL CAPÍTULO CORRESPONDIENTE A MATERIAS PRIMAS

B.- LA PREPARACIÓN DE PIGMENTOS AMARILLOS CROMO, POR ESTE --
MÉTODO, TIENE LA VENTAJA SOBRE EL MÉTODO CONTINUO DE --
QUE EL COSTO DE INVERSIÓN ES MUY BAJO Y PUEDE SER ADAP
TADO TANTO A BAJA COMO A ALTA ESCALA.

POR LO EXPUESTO ANTERIORMENTE EL MÉTODO QUE APLICARÉ SE
RÁ EL METODO DISCONTINUO O INTERMITENTE, YA QUE ES EL --
QUE MEJOR SE ADAPTA A LAS CONDICIONES REQUERIDAS.

PROCESO A SEGUIR Y SOBRE EL CUAL SE PROYECTARÁ LA PLANTA.

A).- PRECIPITACIÓN

B).- SEPARACIÓN Y LAVADO.

C).- SECADO.

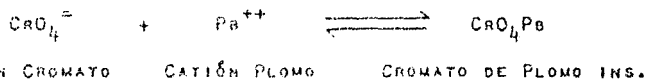
D).- MOLIENDA.

PRECIPITACION.-

SE CONOCE CON EL NOMBRE DE PRECIPITACIÓN, AL FENÓMENO QUÍMICO QUE TIENE LUGAR AL REACCIONAR ENTRE SÍ IONES EN SOLUCIÓN, DANDO LUGAR A LA FORMACIÓN DE UN SÓLIDO INSOLUBLE O -- PRECIPITADO. LA REACCIÓN EN QUE SE PRODUCE UN PRECIPITADO SE DE NOMINA, REACCIÓN DE PRECIPITACIÓN. ES MAS COMÚN LA PRECIPITACIÓN QUE SE PRODUCE POR EL CONTACTO DE UN CATION Y UN ANION.

LA PRECIPITACIÓN DEL PIGMENTO AMARILLO CROMO O SEA EL CROMATO DE PLOMO RESULTA DE LA REACCIÓN DEL CATION PLOMO CON EL ANION CROMATO.

LA CONDICIÓN PARA QUE TENGA LUGAR UNA PRECIPITACIÓN DE UN ELECTROLITO POCO SOLUBLE, ES QUE EL PRODUCTO DE LOS IONES EXCEDA LA CONSTANTE DEL PRODUCTO DE SOLUBILIDAD; EN EL CASO DEL CROMATO DE PLOMO SERÁ:



POR LA LEY DEL PRODUCTO DE SOLUBILIDAD NOS QUEDA:

$$(\text{CrO}_4^{=2}) (\text{Pb}^{++}) = K_{SP} \text{CrO}_4\text{Pb}$$
$$K_{SP} \text{CrO}_4\text{Pb} \text{ a } 25^{\circ}\text{C} = 1.8 \cdot 10^{-14} \text{ GRs. MOL/LTS.}$$

FACTORES QUE AFECTAN LA PRECIPITACIÓN.

TEMPERATURA.- LA TEMPERATURA ACELERA LA VELOCIDAD DE PRECIPITACIÓN, DANDO COMO RESULTADO LA FORMACIÓN DE PRECIPITADOS CRISTALINOS MUY PEQUEÑOS, QUE A SU VEZ POR DIGESTIÓN CON TEMPERATURA Y TIEMPO DETERMINADOS SE OBTIENEN CRISTALES DE MAYOR TAMAÑO. EL CRECIMIENTO DE LOS CRISTALES SE DEBE A LA CONDENSACIÓN DE LOS -- CRISTALES PEQUEÑOS EN EL LICOR MADRE.

CONCENTRACIÓN.- EXPERIMENTALMENTE SE HA DEMOSTRADO QUE LA VELOCIDAD DE REACCIÓN AUMENTA, CUANDO LAS CONCENTRACIONES DE LOS

IONES REACCIONANTES AUMENTA. (LEY DE LA ACCIÓN DE LAS MASAS.) - ESTE FACTOR ES DE MAYOR CONSIDERACIÓN QUE EL DE LA TEMPERATURA, POR LO QUE DEBERÁ DE TOMARSE MAS EN CUENTA.

IONIZACIÓN.- DE UNA MANERA GENERAL SE PUEDE DECIR QUE LA IONIZACIÓN DE LAS SUSTANCIAS DE REACCIÓN AFECTAN PRINCIPALMENTE - EN LA EFICIENCIA DE PRECIPITACIÓN. LA IONIZACIÓN PUEDE SER AUMENTADA CON LA TEMPERATURA Y CON LA DILUCIÓN. DEL GRADO DE IONIZACIÓN DEPENDE LA CANTIDAD DE PRECIPITADO QUE PUEDE SER OBTENIDO QUE UNIDO A LA SOLUBILIDAD QUE TENGA EL MEDIO PARA CON EL PRECIPITADO, SERA LA MAYOR O MENOR EFICIENCIA DE REACCIÓN.

SEPARACION Y LAVADO.-

DENTRO DE LA OPERACIÓN DE LAVADO DEL PRECIPITADO SERA CONSIDERADO LA SEPARACIÓN DEL LICOR MADRE. LA SEPARACIÓN DEL LICOR MADRE PUEDE SER EFECTUADA:

- A) FILTRACIÓN
- B) ASENTAMIENTO Y DECANTACIÓN
- C) CENTRIFUGACIÓN

EL LAVADO ES ESENCIALMENTE UN PROCESO DE DILUCIÓN DE LAS IMPUREZAS. ESTA DILUCIÓN SE LLEVA A CABO POR MEDIO DE AGUA, POR LO QUE SE DENOMINA AGUA DE LAVADO.

LA CANTIDAD DE AGUA DE LAVADO SE ENCUENTRA EXPERIMENTALMENTE, VARIANDO SEGÚN LAS PROPIEDADES QUE TENGA EL PRECIPITADO.

SECADO.-

LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES SE DEBE HACER EL SECADO, SE ENCUENTRAN TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LAS VARIACIONES CROMÁTICAS QUE SUPREN LOS PIGMENTOS POR EFECTO DE LA TEMPERATURA. -

ASÍ TENEMOS QUE EL CROMATO DE PLOMO NORMAL, SIEMPRE Y QUE NO CON
TENGA ALGÓN MATERIAL COPRECIPITADO, PUEDE SER SECADO A TEMPERATUR
RAS ALTAS (130 - 140^oC); DE LO CONTRARIO PUEDE SER SECADO A UN
MÁXIMO DE 100^oC SIN ALTERAR MUCHO SU COLOR, DEBIDO A OXIDACIÓN -
QUE POR MEDIO DEL OXIGENO DEL AIRE, TIENE LUGAR A MAYORES TEMPER
RATURAS.

EN EL CASO DE PIGMENTOS CON CANTIDADES RELATIVAMENTE GRANde
DES DE MATERIALES COPRECIPITADOS, COMO EN EL CASO DE LOS PIGMENT
TOS AMANILLOS LIMÓN Y VERDOSO, NO PUEDEN SER SECADOS A TEMPERATUR
RAS ALTAS, DEBIDO A LA POSIBLE OXIDACIÓN Y AL ROMPIMIENTO EN EL
EQUILIBRIO DE LA FORMA CRISTALINA EN QUE SE ENCUENTRAN. LA FORMA
ISOMÓRFICA-ORTORÓMBICA NO ES MUY ESTABLE CON LA TEMPERATURA Y
COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE LA FORMA CRISTALINA INFLUYE EN EL
COLOR, SEHA LA CAUSA POR LA CUAL EL PIGMENTO NO PUEDA SECARSE A
TEMPERATURAS ALTAS.

CAPITULO III

MATERIAS PRIMAS

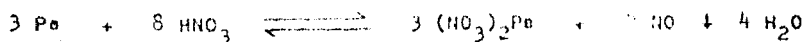
LAS MATERIAS PRIMAS QUE PUEDEN SER APLICABLES PARA LA PREPARACION DE LOS PIGMENTOS AMARILLOS CROMO, POR EL MÉTODO DESCRITO EN EL CAPÍTULO ANTERIOR, SON:

- A).- SALES SOLUBLES DE PLOMO
- { NITRATO DE PLOMO.
 - { ACETATO BÁSICO DE PLOMO.
 - { ACETATO DE PLOMO.
- B).- CROMATOS SOLUBLES
- { CROMATO Y DICROMATO DE SODIO.
 - { CROMATO Y DICROMATO DE POTASIO.
 - { CROMATO Y DICROMATO DE AMONIO.

NITRATO DE PLOMO.-

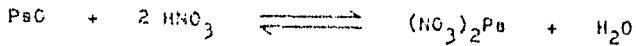
EL NITRATO DE PLOMO $(\text{NO}_3)_2\text{Pb}$, CRISTALIZA EN OCTAEDROS BLANCOS, ES MUY SOLUBLE EN AGUA, TENIENDO UNA SOLUBILIDAD DE 61.0 GRS. EN 100 GRS. DE AGUA A 25°C.

SE OBTIENE POR ACCIÓN DEL ÁCIDO NÍTRICO HNO_3 , DILUIDO SOBRE PLOMO METÁLICO FINAMENTE PULVERIZADO. LA REACCIÓN SE LLEVA A CABO EN CALIENTE 70 - 90°C., TENIÉNDOSE QUE LLEVAR HASTA SATURACIÓN PARA UNA MEJOR SEPARACIÓN DEL PRODUCTO. LA REACCIÓN QUE TIENE LUGAR ES:



EL NITRATO DE PLOMO CRISTALIZA UNA VEZ DEJANDO ENFRIAR A 25°C. SEPARÁNDOSE, LAVÁNDOSE CON AGUA FRÍA Y SECÁNDOSE.

TAMBIÉN PUEDE OBTENERSE POR ACCIÓN DEL HNO_3 SOBRE EL LITARGIRO OPb , SIGUIÉNDOSE UN PROCESO SIMILAR AL ANTERIOR.

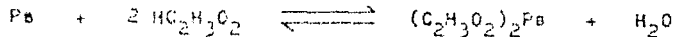


SE OBTIENE EN EL COMERCIO CON UNA PUREZA DE 99.0%, A UN PRECIO DE \$ 7.20 KILO L.A.B. MÉXICO.

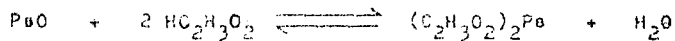
ACETATO DE PLOMO.-

EL ACETATO DE PLOMO $(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2\text{Pb}$, FORMA -- CRISTALES BLANCOS, TENIENDO UNA SOLUBILIDAD DE 55.0 GRs. EN 100 GRs. DE AGUA A 25°C.

SE OBTIENE POR ACCIÓN DEL ÁCIDO ACÉTICO $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{H}$, SOBRE PLOMO METÁLICO FIRMAMENTE DIVIDIDO. LA REACCIÓN ES ACELERADA POR MEDIO DE CALOR.



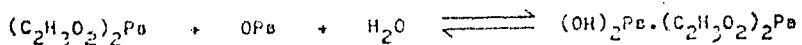
TAMBIÉN PUEDE PREPARARSE POR ACCIÓN DEL ÁCIDO ACÉTICO SOBRE EL LITARGIRIO (PbO), MEDIANTE EBULLICIÓN.



DE LA SOLUCIÓN OBTENIDA, EL ACETATO DE PLOMO CRISTALIZA AL ENFRIARSE LA SOLUCIÓN, SEPARÁNDOSE, LAVÁNDOSE Y SECAÁNDOSE; EL ACETATO DE PLOMO ASÍ OBTENIDO, TIENE 3 MOLÉCULAS DE AGUA DE CRISTALIZACIÓN, Y SE ENCUENTRA EN EL COMERCIO CON UNA PUREZA DE 98.0 99.0% COMO $(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2\text{Pb} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ Y UN PRECIO DE \$ 12.60 KILO L.A.B. MÉXICO.

ACETATO BÁSICO DE PLOMO.-

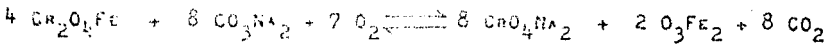
EL ACETATO BÁSICO DE PLOMO $2(\text{OH})_2\text{Pb} \cdot (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2\text{Pb}$, SE OBTIENE EN SOLUCIÓN POR DISOLUCIÓN HIDROLÍTICA DEL ÓXIDO DE PLOMO, EN UNA SOLUCIÓN DE ACETATO DE PLOMO.



LA PUREZA DE ESTE MINERAL DEPENDE DE LA PUREZA DEL ACETATO DE PLOMO Y DEL LITARGIRIO UTILIZADOS PARA LA PREPARACIÓN. EL PRECIO DEL LITARGIRIO ES DE \$ 2.80 L.A.B. MÉXICO.

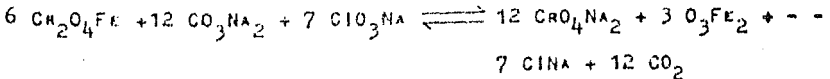
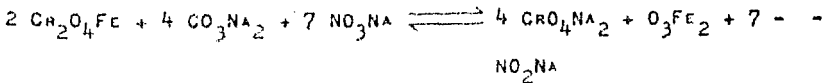
DICROMATO DE SODIO.-

EL DICROMATO DE SODIO $Cr_2O_7Na_2$, FORMA CRISTALES MONOCLÍNICOS, COLOR ROJIZO, TIENE UNA SOLUBILIDAD DE 75.0 GRs. EN 100 GRs. DE AGUA A 25°C. SE OBTIENE POR CALCINACIÓN DEL MINERAL CROMITA, Cr_2O_4Fe , FINAMENTE PULVERIZADA, CON CARBONATO DE SODIO, CO_3Na_2 Y EXCESO DE AIRE PARA OXIDAR LA MEZCLA. LA REACCIÓN QUE TIENE LUGAR ES:



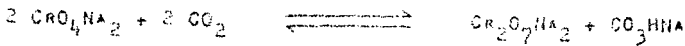
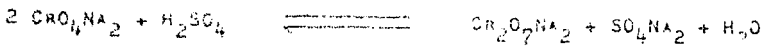
EN LA ACTUALIDAD LA REACCIÓN ANTERIOR, SE LLEVA A CABO EN PRESENCIA DE CAL VIVA, CON EL FIN DE MANTENER LA MASA PORGZA, EVITAR LA FUSIÓN Y AYUDAR EN ACELERAR LA OXIDACIÓN.

LA REACCIÓN DE OXIDACIÓN PUEDE SER ACELERADA, INTRODUCIENDO AGENTES OXIDANTES, QUE ACTÚAN EN LUGAR DEL EXCESO DE AIRE NECESARIO, TALES OXIDANTES PUEDEN SER, NITRATO DE SODIO NO_3Na O CLORATO DE SODIO ClO_3Na , EN ESOS CASOS LAS REACCIONES QUE TIENEN LUGAR SON:



LA CALCINACIÓN ES LLEVADA A CABO, EN HORNO DE REVERBERO, CON EXPOSICIÓN LIBRE AL AIRE, EN EL CASO DE NO USARSE AGENTES OXIDANTES, O BIÉN EN HORNOS ROTATORIOS CONTINUOS, LOS CUALES SON REVES- TIDOS DE LABRILLOS REFRACTARIOS.

UNA VEZ HECHA LA CALCINACIÓN DE LA MEZCLA DEL MATERIAL, SE DEJA ENFRIAR, SE DISUELVE EN AGUA, QUEDANDO LA MAYOR PARTE DE -- LAS IMPUREZAS COMO INSOLUBLES Y EN SOLUCIÓN CROMATO DE SODIO, -- (EL CUAL HA SIDO FORMADO EN LA REACCIÓN) Y EL ÁLCALI QUE SE PUDO EN EXCESO. ESTA SOLUCIÓN ES CONCENTRADA EN EVAPORADORES AL VACÍO HASTA UNA CONCENTRACIÓN DE 40 - 45° BÉ. AGREGÁNDOSE ENSEGUIDA HCl DO SULFÚRICO DILUIDO, H_2SO_4 , ó ANHIDRIDO CARBÓNICO (CO_2) A PRE-- SIÓN, PARA CONVERTIR EL CROMATO EN DICROMATO, SEGÚN LA REACCIÓN:



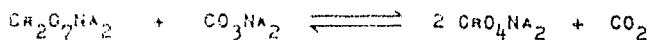
EL DICROMATO DE SODIO ES MUY DELICUESCENTE Y SE ENCUENTRA EN EL COMERCIO COMO $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{Na}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, TENIENDO COMO PUREZA SOBRE ESTA -- BASE 99.8 A 99.0% Y UN COSTO DE \$ 4.20 KILO L.A.B. MÉXICO.

CROMATO DE SODIO.-

EL CROMATO DE SODIO CrO_4Na_2 , TIENE UNA SO LUBILIDAD DE 45.0 GRs. EN 100 GRs. DE AGUA. FORMA CRISTALES MO-- NOCLÍNICOS AMARILLOS Y SE OBTIENE SEGÚN EL MÉTODO QUE SE TRATÓ -- PARA LOS DICROMATOS, PARTIENDO DE LA SOLUCIÓN QUE CONTIENE EL -- CROMATO FORMADO EN LA CALCINACIÓN, ES PURIFICADO Y CRISTALIZADO A 35° C., EL CRISTAL ASÍ OBTENIDO, ES CROMATO DE SODIO CON 4 MOLÉ CULAS DE AGUA DE CRISTALIZACIÓN; EN CASO DE QUE SE QUISIERA OB-- TENER EL CROMATO DE SODIO ANHIDRO, ENTONCES EL CROMATO DE SODIO CON 4 MOLÉCULAS DE AGUA $\text{CrO}_4\text{Na}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, SE LLEVA A SEQUEDAD. EL -- PRODUCTO ASÍ OBTENIDO CONTIENE ALGO DE SULFATO DE SODIO SO_4Na_2 , QUE NO PUEDE ELIMINARSE EN LA CRISTALIZACIÓN, POR SER SUBSTAN-- CIAS ISOMORFAS EL SO_4Na_2 Y EL CrO_4Na_2 .

UN CROMATO DE SODIO DE MAYOR PUREZA, PUEDE SER PREPARADO A

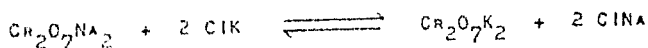
PARTIR DEL DICROMATO DE SODIO $Cr_2O_7Na_2 \cdot 2 H_2O$ Y UN ÁLCALI, SEGÚN LA REACCIÓN:



EL CROMATO DE SODIO COMERCIAL TIENE UNA PUREZA DE 98.7 - 99.0% - COMO $CrO_4Na_2 \cdot 4 H_2O$, NO SE ENCUENTRA EN EL MERCADO NACIONAL DEBIDO A LA FÁCIL PREPARACIÓN, A PARTIR DEL DICROMATO DE SODIO, POR LO QUE SU COSTO SE ESTIMA SEGÚN LA REACCIÓN.

DICROMATO DE POTASIO.-

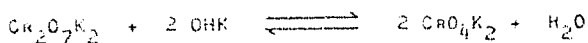
EL DICROMATO DE POTASIO $Cr_2O_7K_2$, ES UNA SUBSTANCIA MUY POCO MICROSCÓPICA, TIENE UNA SOLUBILIDAD DE 18.09 GRS. EN 100 GRS. DE AGUA A 30°C. SU OBTENCIÓN ORIGINALMENTE ERA POR UNA REACCIÓN Y PROCESO SIMILAR AL REQUERIDO PARA LA PREPARACIÓN DEL DICROMATO DE SODIO, CON LA DIFERENCIA DE QUE EL CARBONATO DE SODIO ES SUSTITUIDO POR CARBONATO DE POTASIO. EN LA ACTUALIDAD ESTE MÉTODO HA QUEDADO EN DESUSO, AL PREPARARSE A PARTIR DEL DICROMATO DE SODIO Y CLORURO DE POTASIO, SEGÚN LA REACCIÓN:



EN ESTE MÉTODO LA CANTIDAD TEÓRICA DE ClK, ES DISUELTO EN LA SOLUCIÓN DE DICROMATO DE SODIO, EL CUAL SE LLEVA A UNA CONCENTRACIÓN APROXIMADA DE 31% DE $Cr_2O_7K_2$ Y 15% DE ClNa. LA SOLUCIÓN SE DEJA CRISTALIZAR, ENFRIANDO A UNA VELOCIDAD CONTROLADA. LOS CRISTALES SON LUEGO SEPARADOS POR CENTRIFUGACIÓN, LAVADOS Y SECADOS. LA PUREZA EN EL MERCADO VARÍA DE 99.5 A 99.6% COMO $Cr_2O_7K_2$ Y TIENE UN COSTO DE \$ 7.95 KILO L.A.B. MÉXICO.

CROMATO DE POTASIO.-

EL CROMATO DE POTASIO CrO_4K_2 , ES TAMBIÉN UNA SUSTANCIA POCO MICROSCÓPICA, CRISTALIZA EN FORMA ORTORRÓMBICA, SE PREPARA POR SALCINACIÓN COMO EL CROMATO DE SODIO, -- SUBSTITUYENDO EN LA MEZCLA, EL CARBONATO DE POTASIO POR EL CARBONATO DE SODIO; LA PREPARACIÓN MAS GENERAL ES A PARTIR DEL DICROMATO DE POTASIO, DE ESTA FORMA EL PRODUCTO QUE SE OBTIENE ES DE MAYOR PUREZA, LA REACCIÓN QUE TIENE LUGAR ES:

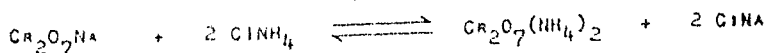


EL PRODUCTO CRISTALIZA DE LA SOLUCIÓN EN LA FORMA ANHIDRA, SIENDO SEPARADO POR CENTRIFUGACIÓN, LAVADO Y SECADO.

LA PUREZA VARÍA DE 99.5 A 99.6% COMO CrO_4K_2 , COMO EL CROMATO DE SODIO, EL CROMATO DE POTASIO, NO SE ENCUENTRA EN EL MERCADO NACIONAL, POR LO QUE SU COSTO SE CALCULA POR LA REACCIÓN.

DICROMATO DE AMONIO.-

EL DICROMATO DE AMONIO $Cr_2O_7(NH_4)_2$, -- FORMA CRISTALES MONOCLÍNICOS Y TIENE UNA SOLUBILIDAD DE 31.98 -- GRs. EN 100 GRs. DE AGUA A 30°C. SE PREPARA CON DICROMATO DE SODIO Y CLORURO DE AMONIO $ClNH_4$, SEGÚN LA REACCIÓN:

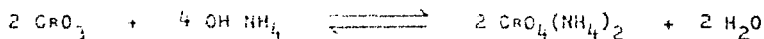


EL PROCEDIMIENTO ES SIMILAR AL EMPLEADO PARA PREPARAR EL DICROMATO DE POTASIO POR ESTE MÉTODO; CRISTALIZA EN FORMA ANHIDRA CON UNA PUREZA DE 99.4% COMO $Cr_2O_7(NH_4)_2$. NO ES UNA SAL MUY COMERCIAL Y SE LE ENCUENTRA MUY DIFÍCILMENTE EN EL COMERCIO.

CROMATO DE AMONIO.-

EL CROMATO DE AMONIO $CrO_4(NH_4)_2$, FORMA --

CRISTALES MONOCLÍNICOS, TIENE UNA SOLUBILIDAD DE 28,8 CRS. EN --
100 GRS. DE AGUA A 30°C. NO ES ESTABLE EXPUESTO AL AIRE EN FOR-
MA SÓLIDA, POR LO QUE SE LE ENCUENTRA ÚNICAMENTE EN SOLUCIÓN Y -
SE PREPARA A PARTIR DEL TRIOXIDO DE CROMO CrO_3 Y EL HIDRÓXIDO DE
AMONIO $\text{OH} (\text{NH}_4)$, SEGÓN LA REACCIÓN:



POR SU INESTABILIDAD ES POCO ASEQUIBLE EN EL COMERCIO.

SELECCION DE LA MATERIA PRIMA.

EL NITRATO DE PLOMO, ES LA SAL MAS FÁCIL DE CONSEGUIR EN EL
MERCADO NACIONAL, TIENE EL MENOR PRECIO DANDO POR LO TANTO, EL -
MAYOR RENDIMIENTO ECONÓMICO.

EL DICROMATO DE SODIO, SE UTILIZA PRINCIPALMENTE POR TENER
MENOR COSTO.

CAPITULO IV

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS.-

1.- CROMATO SOLUBLE. LAS PRUEBAS DE LABORATORIO, FUERON HECHAS CON CROMATO DE POTASIO CrO_4K_2 , QUE FUE PREPARADO A PARTIR DEL DICROMATO DE POTASIO $Cr_2O_7K_2$ INDUSTRIAL E HIDRÓXIDO DE POTASIO $(OH)K$ Q.P. EL DICROMATO DE POTASIO SE UTILIZÓ DEBIDO A QUE EL DICROMATO DE SODIO NO SE ENCONTRABA EN EL MERCADO LOCAL.

EL PROMEDIO DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS SOBRE EL DICROMATO DE POTASIO, DIÓ EL SIGUIENTE RESULTADO:

$$Cr_2O_7K_2 = 99.32 \%$$

$$HUMEDAD = 0.22 \%$$

2.- NITRATO DE PLOMO. EL NITRATO DE PLOMO $(NO_3)_2Pb$, UTILIZADO PARA LAS PRUEBAS, FUE Q.P. (MARGA J.T. BAKER.) EL PROMEDIO DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A ESTE MATERIAL FUE:

$$(NO_3)_2Pb = 96.53 \%$$

$$HUMEDAD = 3.38 \%$$

PARA FIJAR LAS CONDICIONES QUE AFECTAN LA PRECIPITACIÓN DEL CROMATO DE PLOMO, SE HICIERON PRUEBAS RELACIONÁNDOLAS A LA PUREZA Y LA EFICIENCIA DE PRECIPITACIÓN (RENDIMIENTO). LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA ESTAS DETERMINACIONES, SON AQUELLAS USUALES EN ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO. LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS SE RESUMEN EN LA TABLA I. EN LA TABLA I EL TIPO DE PRUEBA SE REFIERE EN EL CASO "A", CUANDO EL CROMATO DE POTASIO ES PRECIPITADO POR MEDIO DEL NITRATO DE PLOMO; EN EL CASO "B", CUANDO EL NITRATO DE PLOMO ES PRECIPITADO POR MEDIO DEL CROMATO DE POTASIO. LAS EFICIENCIAS DE PRECIPITACIÓN FUERON CALCULADAS CON LAS

T A B L A I

PRUEBA TIPO	MLS. O. 1M DE (NO ₃) ₂ Pb	MLS. O. 1M DE CrO ₄ K ₂	MLS. % EXCESO (NO ₃) ₂ Pb	MLS. % EXCESO CrO ₄ K ₂	PH	T °C TEMP.	PESO GRAVIMÉ TRICO	PESO VOLÚMETRICO COMO CrO ₄ Pb	PUREZA % DE CrO ₄ Pb	EFICIENCIA - DE PRECIPITIN SIÓN.
A	18.0	20.0	-	4.7	7.8	27	0.5556	0.2814	97.52	87.15
A	18.0	20.0	-	2.7	8.1	100	0.5699	0.3091	97.59	87.47
B	18.0	20.0	-	-	6.2	47	0.5566	0.3070	93.57	83.42
B	18.0	20.0	-	-	6.5	100	0.5603	0.3079	93.89	83.43
A	18.5	20.0	-	-	7.0	47	0.5728	0.3220	97.60	85.94
A	18.5	20.0	-	-	7.0	100	0.5553	0.3017	98.58	82.76
A	18.5	20.0	-	-	4.9	100	0.5975	0.6260	94.51	98.89
B	18.5	20.0	-	-	4.2	100	0.5925	0.6310	93.90	89.52
B	18.5	20.0	-	-	4.4	100	0.5933	-	-	-
A	19.0	20.0	2.7	-	5.6	47	0.5935	0.6371	90.69	88.19
A	19.0	20.0	2.7	-	5.6	100	0.5935	0.6333	90.11	88.13
B	19.0	20.0	-	-	4.1	27	0.5917	-	-	-
B	19.0	20.0	-	-	4.2	100	0.5920	0.6434	92.01	88.06
B	19.5	20.0	-	-	7.0	27	0.5910	0.6370	93.93	88.72
B	19.5	20.0	-	-	4.1	100	0.5965	0.6378	92.80	87.79
B	20.0	20.0	-	-	4.0	27	0.5960	-	-	-
B	20.0	20.0	-	-	4.0	100	0.5932	0.6350	93.58	88.24
	Mls. 0.3M	Mls. 0.3M								
B	19.5	20.0	-	-	4.0	100	1.7984	1.9230	92.52	89.21
B	20.0	20.0	-	-	4.0	100	1.7872	1.9124	93.45	88.65
	Mls. 0.5M	Mls. 0.5M								
B	19.5	20.0	-	-	4.0	100	3.0104	3.2142	93.66	89.58
B	20.0	20.0	-	-	4.0	100	3.0085	3.2142	93.58	89.53

MORALIDADES REALES DE LAS SOLUCIONES TOMÁNDOSE COMO FACTORES PARA EL NITRATO DE PLOMO DE 1.038 Y PARA EL CROMATO DE POTASIO DE 1.040 .

DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ANTERIORMENTE, SAQUÉ LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

TEMPERATURA.-

DE LAS PRUEBAS HECHAS A TEMPERATURAS COMPRENDIDAS ENTRE 27°C Y 100°C, SE NOTA QUE EL EFECTO QUE TIENE LUGAR, TANTO EN PUREZA COMO EN CONCENTRACIÓN NO ES CONSIDERABLE. DE DONDE POR ECONOMÍA Y SIMPLIFICACIÓN DEL PROCESO, LA TEMPERATURA ADECUADA PARA LA OPERACIÓN SERÁ LA DEL MEDIO AMBIENTE.

CONCENTRACIÓN.-

LAS PRUEBAS INDICAN QUE ENTRE 0.1 M. Y 0.5 M LA CONCENTRACIÓN NO AFECTA A LA COMPOSICIÓN, NI LA EFICIENCIA DE PRECIPITACIÓN EN LAS MISMAS CONDICIONES; EN CAMBIO LA SEPARACIÓN Y EL LAVADO SON LLEVADAS A CABO CON MAYOR DIFICULTAD A CONCENTRACIONES MAYORES DE 0.5 M. LA CONCENTRACIÓN PARA LA OPERACIÓN SERA TOMADA DE 0.5 M.

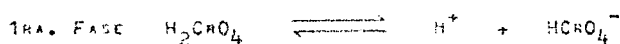
AGITACIÓN.-

EXPERIMENTALMENTE SE ENCONTRÓ QUE A BAJAS CONCENTRACIONES 0.1 M. - 0.2 M, A MAYOR AGITACIÓN ERA MAYOR EL VOLUMEN DEL PRECIPITADO, POR LO TANTO EL PRECIPITADO SERÁ MAS DIFÍCIL DE SEPARAR, Y A CONCENTRACIONES COMPRENDIDAS ENTRE 0.4 M Y 1.0 M EL EFECTO SE INVIERTE, SIENDO ASÍ MAS FÁCIL SEPARARLO Y LAVARLO. POR LO TANTO SI EL PROCESO SE TRABAJA ÓPTIMAMENTE, O SEA A UNA CONCENTRACIÓN DE 0.5 M LA AGITACIÓN DEBERÁ SER FUERTE.

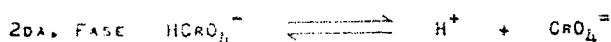
PH.-

EL PH O POTENCIAL DE HIDRÓGENO ES LA VARIABLE

MAS IMPORTANTE EN LA PRECIPITACIÓN DEL CROMATO DE PLOMO, YA QUE DE ESTE FACTOR DEPENDE LA PUREZA Y LA EFICIENCIA DE PRECIPITACIÓN. LO ANTERIOR ES DEBIDO A QUE EL IÓN CROMATO ES UN RADICAL DIPROTÓNICO DE ÁCIDO DÉBIL, EL ÁCIDO CRÓMICO H_2CrO_4 , QUE AL IONIZARSE PRODUCE IONES CROMATO, $CrO_4^{=}$, CROMATO MONOÁCIDO CrO_4H^- , Y ÁCIDO CRÓMICO NO DISOCIADO, H_2CrO_4 . LA PROPORCIÓN DE LOS IONES EN SOLUCIÓN, ESTÁ DIRECTAMENTE RELACIONADO AL PH POR LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO DE LA REACCIÓN; LA IONIZACIÓN EN SUS DOS FASES, TIENE LUGAR ASÍ:

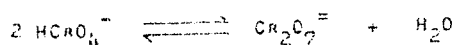


$$EN DONDE \quad K_1 = 1.8 \times 10^{-1}$$



$$EN DONDE \quad K_2 = 3.2 \times 10^{-7}$$

SEGÚN LAS PRUEBAS DE LA TABLA I, SE NOTA QUE A MEDIDA QUE EL PH SE BAJA, LA RELACIÓN DE CROMO EN EL PRECIPITADO AUMENTA DEBIDO A LA COPRECIPITACIÓN DEL IÓN DICROMATO $Cr_2O_7^{=}$, QUE SE FORMA AL REACCIONAR DOS MOLÉCULAS DE $HCrO_4^-$, SEGÚN LA REACCIÓN:



PARA HACER LA SELECCIÓN DEL PH EN QUE SE LLEVARÁ A CABO LA PRECIPITACIÓN, SERA TOMADA EN CUENTA LA PUREZA Y EL RENDIMIENTO DE LA REACCIÓN. EN ESTE TRABAJO SE TOMARÁ 2 DIFERENTES PH PARA COMPROBAR SUS PROPIEDADES FÍSICAS COMO PIGMENTO. ESTOS PH SERÁN 10. CUANDO SE OBTIENE EL MÁXIMO RENDIMIENTO, QUE ES UN PH DE 4.9 Y 20. CUANDO SE OBTIENE LA MÁXIMA PUREZA Y UN RENDIMIENTO BAJO A UN PH DE 6.9 - 7.0

SOLUCIÓN PRECIPITANTE.-

PARA COMPROBAR SI HABÍA EFECTOR LOCALES DE CON

CENTRACIÓN EN EL MOMENTO EN QUE SE MEZCLAN LAS SOLUCIONES, Y TENER UNA CONTAMINACIÓN MÍNIMA DE IONES EXTRAÑOS, EN EL PRECIPITADO SE HICIERON 2 TIPOS DE PRUEBAS: A) CUANDO EL CROMATO DE POTASIO ES PRECIPITADO POR MEDIO DEL NITRATO DE PLOMO. B) CUANDO EL NITRATO DE PLOMO SE PRECIPITABA CON CROMATO DE POTASIO. ESTAS VARIACIONES COMO SE VEN EN LA TABLA I NO TIENEN NINGÚN EFECTO EN LA PUREZA, SIENDO POR LO TANTO INDIFERENTE EL ORDEN DE ADICIÓN DE LOS REACTIVOS EN LA PRECIPITACIÓN.

PRUEVAS FÍSICAS.-

UNA VEZ FIJADAS LAS CONDICIONES PARA LA PREPARACIÓN DEL PIGMENTO, ÉSTE FUE PREPARADO EN LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

PRUEBA	I	II
CONCENTRACIÓN DE REACTIVOS	0.5 MOLAR	0.5 MOLAR
TEMPERATURA DE PRECIPITACIÓN	27° C	27° C
AGITACIÓN	250 R.P.M.	250 R.P.M.
PH DE PRECIPITACIÓN	6.9	4.9

DETERMINANDO SUS PROPIEDADES FÍSICAS ENCONTRÉ:

PIGMENTO I

LA MOLIENDA DEL PIGMENTO SE HIZO EN UN MOLINO DE BOLAS DE LABORATORIO, TOMÁNDOSE COMO MUESTRA 15.0 GRs. Y DÁNDOLE UN TIEMPO DE MOLIENDA DE 20 MIN., NOTÁNDOSE QUE LA "FACILIDAD DE MOLIENDA" ES ACEPTABLE.

GRADO DE FINURA EN LA ESCALA DE GARNER = 6
PODER CUBRIENTE = BUENO
ABSORCIÓN DE ACEITE DE LINAZA = 22.9 Kgs./100 DE PIG.
COLOR = AMARILLO SUCIO

FIRMEZA A LA LUZ	{	COLOR CONCENTRADO	=	BUENO
		COLOR REDUCIDO	=	BUENO

"SANGREO"	{	AGUA	=	NO TIENE
		ACEITE DE LINAZA	=	NO TIENE
		ALCOHOL	=	NO TIENE
		TOLUENO	=	NO TIENE
PESO ESPECÍFICO			=	5.85
INDICE DE VOLUMEN			=	0.171

PIGMENTO II

SE MOLIO EL PIGMENTO EN IDÉNTICAS CONDICIONES AL ANTERIOR -
DANDO COMO RESULTADO TAMBIÉN, "FACILIDAD DE MOLIENTA" ACEPTABLE

GRADO DE FINURA EN LA ESCALA DE GARNER	=	6
PODER CUBRIENTE	=	BUENO
ABSORCIÓN DE ACEITE DE LINAZA	=	32.5 KGS./100 DE PIG.
COLOR	=	AMARILLO SUCIO

FIRMEZA A LA LUZ	{	COLOR CONCENTRADO	=	BUENO
		COLOR REDUCIDO	=	BUENO

"SANGREO"	{	AGUA	=	NO TIENE
		ACEITE DE LINAZA	=	NO TIENE
		ALCOHOL	=	NO TIENE
		TOLUENO	=	NO TIENE
PESO ESPECÍFICO			=	5.76
INDICE DE VOLUMEN			=	1.174

TANQUE SOL. NITRATO DE PLOMO

TANQUE SOL. CROMATO DE SODIO

TANQUE DE PRECIPITACION

FILTRO PRENSA

MOLINO DE BOLAS

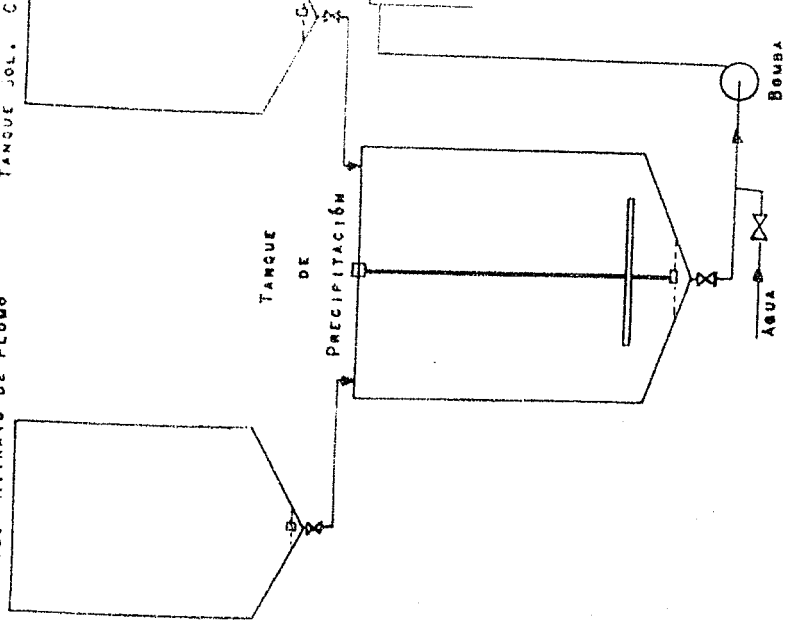
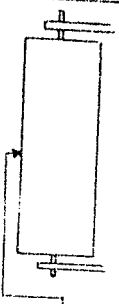
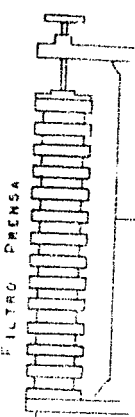
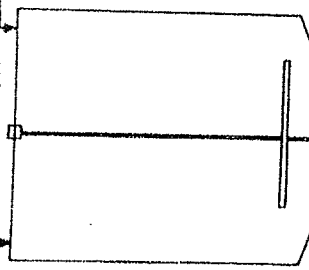
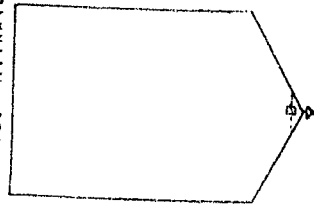
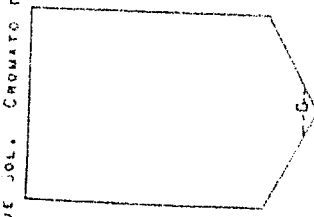
SECADOR

DIAGRAMA DE FLUJO

PRODUCTO TERMINADO

BOMBA

AGUA



CAPITULO V

CALCULO DE EQUIPO

PARA EL CÁLCULO DE EQUIPO 4000 KGS. DE PIGMENTO SERÁN TOMADOS COMO BASE DE UNA PRODUCCIÓN MENSUAL MÁXIMA Y 25 DÍAS LABORALES EN EL MES.

SIENDO POR LO TANTO LA PRODUCCIÓN MÁXIMA IGUAL A:

$$\frac{4000}{25} = 160 \text{ KGS./DÍA.}$$

COMO LA OPERACIÓN SERÁ INTERMITENTE, EL TAMAÑO DE LAS CARGAS LO TOMARÉ IGUAL A LA PRODUCCIÓN DIARIA; POR LO QUE LA OPERACIÓN, QUEDARÁ REDUCIDA A UNA CARGA POR DÍA.

BALANCE DE MATERIALES.

BASE: UNA CARGA DE 160 KGS. DE PIGMENTO.

BALANCE DEL TANQUE DE PRECIPITACIÓN.

MATERIAL ENTRANTE:

NITRATO DE PLOMO (16.56% = 0.5M) ... 1,140 Lts:
CROMATO DE POTASIO (9.70% = 0.5M) ... 1,165 "

TOTAL ... 2,305 Lts.

$$P = D \times V = 1.0958 \times 2,305 = 2,506 \text{ Kgs.}$$

BALANCE DEL FILTRO-PRENSA.

MATERIAL ENTRANTE (2,305 Lts.) ... 2,526 Kgs.
MATERIAL RETENIDO (42.5% H) ... 256 "
SOLUCIÓN SEPARADA 2,270 "
AGUA DE LAVADO 960 "

BALANCE DEL SECADOR.

MATERIAL ENTRANTE (42.5% H) ... 256 Kgs.
MATERIAL SECO (SECO) ... 160 "
AGUA ELIMINADA 96 "

DEPOSITOS PARA PREPARACION DE REACTIVOS.

SE NECESITAN DOS DEPÓSITOS DE UNA CAPACIDAD, QUE DEPENDERÁ

DE LA CANTIDAD QUE SE QUISIERA PREPARAR; POR LA SENCILLEZ EN LA PREPARACIÓN Y POR ECONOMÍA, LA CAPACIDAD SERA EQUIVALENTE AL VOLUMEN NECESARIO PARA UNA CARGA. CON ESTA CAPACIDAD SE TIENE EL TIEMPO SUFICIENTE PARA LA DISOLUCIÓN, CONTROL DE LA CONCENTRACION Y EL PH, LLEVADOS A CABO RIGUROSAmente.

LOS TANQUES DEBERÁN TENER AGITACIÓN, PARA QUE LA DISOLUCIÓN SEA MÁS RÁPIDA Y HOMOGÉNEA. LA AGITACIÓN SE HARÁ CON UN AGITADOR VERTICAL DE PALETA PLANA (CON 2 PALETAS U HOJAS).

LA FORMA QUE SE LES DARÁ A LOS TANQUES, SERA LA DE UN CILINDRO VERTICAL, CON SU PARTE INFERIOR TERMINADO EN UN PEQUEÑO CONO. ESTA FORMA ES CON EL OBJETO DE MEJORAR LA AGITACIÓN, EVITAR SEPARACIONES Y FACILITAR LA LIMPIEZA.

EL MATERIAL QUE SE UTILIZARÁ PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TANQUES, ES LA LÁMINA DE HIERRO QUE SE RECUBRIRÁ CON UNA PELÍCULA DE PINTURA PARA EVITAR LA CORROSIÓN.

DIMENSIONES DEL TANQUE.

VOLUMEN NECESARIO PARA UNA CARGA = 1,165 LTS.

DEBIDO A QUE VA A TENER AGITACIÓN. LE DARÉ UN 30% DE MARGEN SOBRE EL VOLUMEN.

VOLUMEN DEL TANQUE O DEPÓSITO = $1,165 \times 1.30$

VOLUMEN DEL TANQUE O DEPÓSITO = 1,51⁴ LTS.

SEGÚN LA FORMA DEL TANQUE:

$$V_{TOTAL} = V_{CILINDRO} + V_{CONO}$$

$$V_T = \pi R^2 H + 1/3 \pi R^2 h$$

SIENDO

V_T = VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE

R = RADIO

H = ALTURA DEL CONO

H = ALTURA DEL CILINDRO

TENIENDO PARA:

$$V_T = 1,514 \text{ LTS.} = 1,514 \text{ MTS.}^3$$

$$R = 0,57 \text{ MTS.}$$

$$h = 0,30 \text{ MTS.}$$

$$H = ?$$

DESPEJANDO H EN LA FÓRMULA Y SUSTITUYENDO:

$$H = \frac{V_T}{\pi R^2} + \frac{h}{3}$$

$$H = \frac{1,514}{3,14 \times (0,57)^2} - \frac{0,30}{3}$$

$$H = 1,38 \text{ MTS.}$$

ESPESOR DE LA LÁMINA.

PARA HACER LOS CÁLCULOS SE APLICA LA FÓRMULA:

$$e = \frac{R D}{2 S_T}$$

EN DONDE:

e = ESPESOR DE LA LÁMINA.

R = PRESIÓN INTERNA DE TRABAJO

D = DIÁMETRO DEL TANQUE

S_T = ESPUEZO UNITARIO DE TENSIÓN DE LA LÁMINA.

TENIENDO:

$$e = ?$$

$$D = 114 \text{ CMS.}$$

$$R = \frac{1717 \text{ Kgs.}}{10198 \text{ CMS.}^2} = 0,17 \text{ KGS./CMS.}^2$$

$$S_T = 1200 \text{ Kgs./Cms.}^2$$

SUBSTITUYENDO EN LA FÓRMULA:

$$e = \frac{0.17 \times 11\frac{1}{2}}{2 \times 1200} = \frac{19.38}{2400}$$
$$e = 0.0081 \text{ Cms.}$$

TOMARÉ EL ESPESOR DE LÁMINA 0.48 CMS. O 3/16", QUE ES EL ENCON--
TRADO EN LA PRÁCTICA PARA RECIPIENTES DE ESTA NATURALEZA Y CAPA--
CIDAD. EL MISMO TIPO DE LÁMINA SERÁ UTILIZADO TANTO EN LA PARTE
CILÍNDRICA, COMO EN LA PARTE CÓNICA. EL FACTOR DE SEGURIDAD QUE
RESULTA AL UTILIZAR ÉSTE ESPESOR DE LÁMINA, ES IGUAL A 60.

CÁLCULO DEL AGITADOR.

LA AGITACIÓN SE LLEVARÁ A CABO POR MEDIO DE UN AGITADOR VERTICAL
DE PALETAS, CON DOS HOJAS O PALETAS.

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR.

PARA CALCULAR LA POTENCIA DEL AGITADOR DE PALETAS, UTILIZARÉ LA
SIGUIENTE FÓRMULA EMPÍRICA DE OLNEY Y CARLSON.

$$H.P. = \frac{4.70}{L} \frac{2.85}{N} \frac{0.85}{e} \frac{0.15}{\mu}$$

EN DONDE:

H.P. = CABALLOS NECESARIOS.

L = LONGITUD DE LAS PALETAS

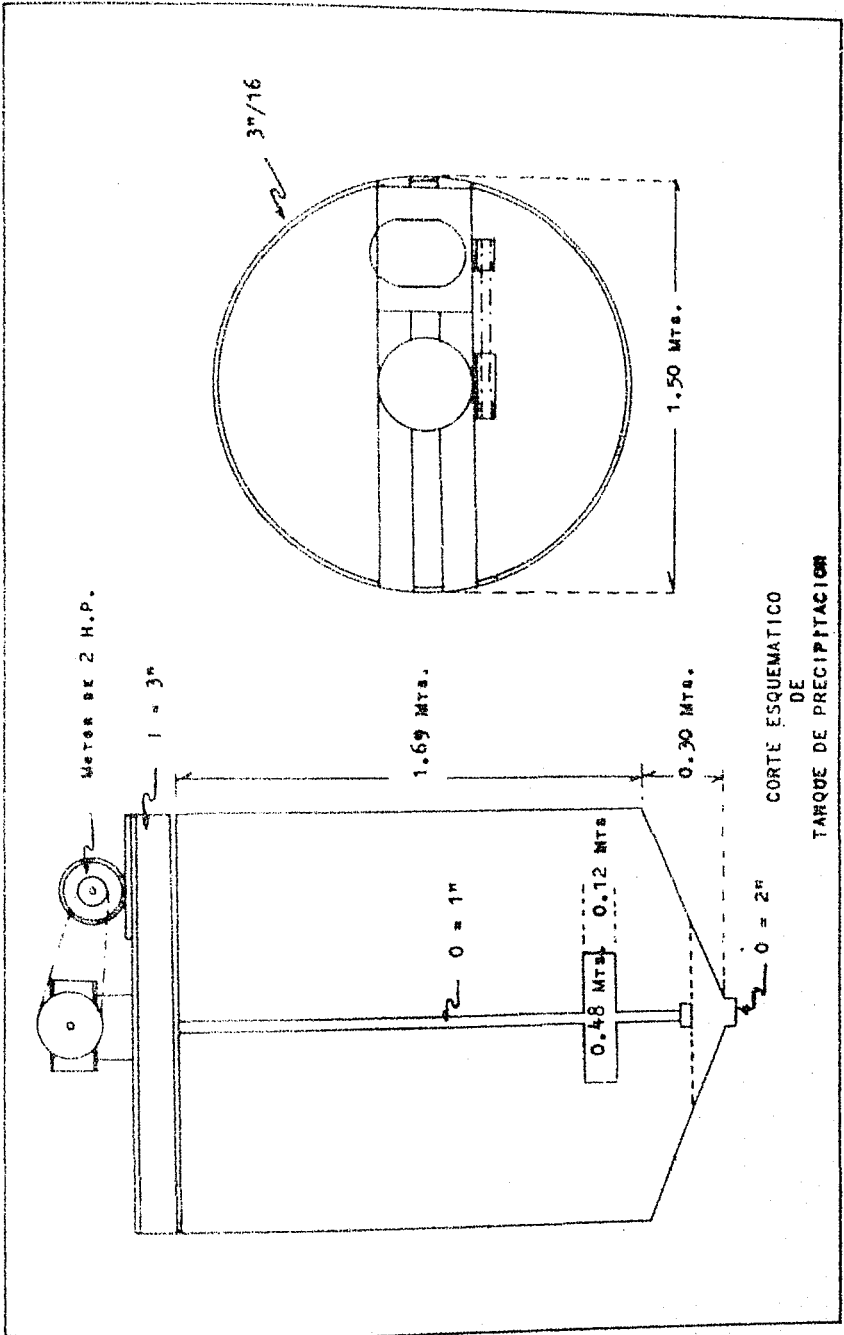
= VELOCIDAD DEL AGITADOR EN R.P.M.

e = DENSIDAD.

μ = VISCOSIDAD.

PARA UNA SIMPLIFICACIÓN EN LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEL -
AGITADOR, APLICARÉ EL MÉTODO GRÁFICO QUE, PARA LA FÓRMULA ANTES
DICHA, SE ENCUENTRA EN FORMA DE UN NOMOGRAMA (J.H. PERRY, "MA-
NUAL DEL ING. QUÍM.", PAG. 1917).

PARA PODER UTILIZAR EL NOMOGRAMA, EL DISEÑO DEL AGITADOR SE



HÁ SEGÚN LAS CONDICIONES SIGUIENTES:

$$\frac{\text{DIAM. DEL RECIPIENTE}}{\text{DIAM. DEL RODETE.}} = \frac{D}{L} = 3$$

$$\frac{\text{ANCHO}}{\text{DIAM.}} (\text{RODETE}) = \frac{W}{L} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\text{PROFUNDIDAD (DEL RECIPIENTE)}}{\text{DIAM.}} = \frac{H}{D} = 1$$

$$\frac{\text{ESPACIO LIBRE EN EL FONDO}}{\text{DIAM. DEL RECIPIENTE.}} = \frac{Y}{D} = \frac{1}{5} \text{ A } \frac{1}{2}$$

DE DONDE:

$$\text{DIAM. DEL RODETE} = \frac{1.14}{3} = 0.38 \text{ MTS.}$$

$$\text{LARGO DE CADA PALETA} = \frac{0.38}{2} = 0.19 \text{ MTS.}$$

$$\text{ANCHO DE LAS PALETAS} = \frac{0.38}{4} = 0.095 \text{ MTS.}$$

$$\text{PROFUNDIDAD DEL AGITADOR} = \frac{1.14}{1} = 1.14 \text{ MTS.}$$

$$\text{DENSIDAD} = 1,200 \text{ Kgs./Mts.}^3$$

$$\text{VISCOSIDAD} = 1 \text{ CENTIPOISE}$$

$$\text{R.P.M.} = 250$$

CON LOS DATOS ANTERIORES Y UTILIZANDO EL MONOGRAMA DA:

$$\text{H.P.} = 0.6$$

UTILIZARÉ UN MOTOR DE 0.75 H.P.

CÁLCULO DE LA FLECHA DEL AGITADOR.

PARA CALCULAR EL DIÁMETRO DE LA FLECHA, SE APLICA LA FÓRMULA PARA TORSIÓN:

$$S = \frac{321,000 H}{N D^3}$$

EN DONDE:

$$S = \text{ESFUERZO DE TORSIÓN EN LBS./IN}^2$$

$$H = \text{POTENCIA DEL AGITADOR EN H.P.}$$

$$N = \text{R.P.M.}$$

D = DIÁMETRO DE LA FLECHA.

TENIENDO:

$$S = 65,000 \text{ LBS./IN}^2$$

$$H = 0.75 \text{ H.P.}$$

$$M = 250 \text{ R.P.M.}$$

$$D = ?$$

DESPEJANDO D Y SUSTITUYENDO EN LA ECUACIÓN:

$$D = \sqrt[3]{\frac{21,000 \times 0.75}{250 \times 65,000}}$$

$$D = 0.245 \text{ IN.}$$

$$D = 0.62 \text{ CMS.}$$

DÁNDOLE UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 3, QUEDA QUE EL DIÁMETRO DE LA FLECHA ES:

$$D = 0.62 \times 3 = 1.86 \text{ CMS.}$$

UTILIZARE FLECHA DE 1"

TANQUE DE PRECIPITACION

EL TANQUE DE PRECIPITACIÓN TIENE LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES PARA PREPARACIÓN DE REACTIVOS, VARIANDO ÚNICAMENTE SU CAPACIDAD.

$$\text{VOLUMEN DEL TANQUE} = 2,305 \text{ LTS.}$$

DEBIDO A LA AGITACIÓN, LE DARÉ UN 30% DE MARGEN SOBRE EL VOLUMEN DE DONDE LA CAPACIDAD TOTAL DEL TANQUE SERÁ:

$$V_{\text{TOTAL}} = 2,305 \times 1.3$$

$$V_{\text{TOTAL}} = 3,000 \text{ LTS.}$$

DIMENSIONES DEL TANQUE

POR LA FORMA DEL TANQUE SE TIENE:

$$V_{\text{TOTAL}} = V_{(\text{CILINDRO})} + V_{(\text{CONO})}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = \pi R^2 H + \frac{\pi R^2 h}{3}$$

TENIENDO PARA:

$$V_{\text{TOTAL}} = 3.000 \text{ MTS.}$$

$$\pi = 3.14$$

$$R = 0.75 \text{ MTS.}$$

$$h = 0.30 \text{ MTS.}$$

$$H = ?$$

DESPEJANDO Y SUSTITUYENDO EN LA ECUACIÓN:

$$H = \frac{V_T}{\pi R^2} - \frac{h}{3}$$

$$H = \frac{3.000}{3.14 \times (0.75)^2} - \frac{0.30}{3}$$

$$H = 1.79 - 0.1 = 1.69 \text{ MTS.}$$

ESPESOR DE LA LÁMINA.

EL CÁLCULO ES PARA UTILIZAR LÁMINA DE FIERRO.

$$ST = \frac{RD}{2E}$$

SIENDO:

ST = ESFUERZO UNITARIO DE TENSIÓN.

D = DIÁMETRO DEL TANQUE.

R = PRESIÓN DE TRABAJO.

E = ESPESOR DE LA LÁMINA.

TENIENDO:

$$ST = 1,200 \text{ KGS./CMS.}^2$$

$$D = 160 \text{ CMS.}$$

$$R = \frac{3,600}{A} = \frac{3,600}{16,733} = 0.215 \text{ KGS./CMS.}^2$$

DESPEJANDO E Y SUSTITUYENDO LOS VALORES:

$$L = \frac{0.215}{2} \times \frac{169}{1,200} \times \frac{36.49}{2,400}$$

$$L = 0.0150 \text{ cms.}$$

UTILIZARÉ LÁMINA DE 0.48 CMS. O 3/16", RESULTANDO UN FACTOR DE SEGURIDAD IGUAL A 32.

CÁLCULO DEL AGITADOR.

SE UTILIZARÁ UN AGITADOR VERTICAL DE DOS PALETAS PLANAS.

POTENCIA DEL AGITADOR.

LA POTENCIA DEL AGITADOR SERA ENCONTRADO POR MEDIO DEL NOMOGRAMA UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DEL AGITADOR EN LOS TANQUES DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS.

DISEÑO DEL AGITADOR:

$$\frac{\text{DIAM. DEL RECIPIENTE}}{\text{DIAM. DEL RODETE}} = \frac{D}{L} = 3$$

$$\frac{\text{ANCHO (RODETE)}}{\text{DIAM.}} = \frac{W}{L} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\text{PROFUNDIDAD (RECIPIENTE)}}{\text{DIAM.}} = \frac{H}{D} = 1$$

$$\frac{\text{ESPACIO LIBRE EN EL FONDO}}{\text{DIAM. DEL RECIPIENTE}} = \frac{Y}{D} = \frac{1}{5} \text{ A } \frac{1}{2}$$

DE DONDE:

$$\text{DIÁMETRO DEL RECIPIENTE} = 1.46 \text{ MTS.}$$

$$\text{DIÁMETRO DEL RODETE} = \frac{1.46}{3} = 0.48 \text{ MTS.}$$

$$\text{LARGO DE LA PALETA} = \frac{0.48}{2} = 0.24 \text{ MTS.}$$

PROFUNDIDAD DEL AGITADOR

$$\text{EN LÍQUIDO} = \frac{1.46}{1} = 1.46 \text{ MTS.}$$

$$\text{ANCHO DEL RODETE O PALETA} = \frac{0.48}{4} = 0.12 \text{ MTS.}$$

$$\text{DENSIDAD} = 1,200 \text{ KGS./CMS.}^3$$

VISCOSIDAD = 1 CENTIPOISE
R.P.M. = 250

EN EL NOMOGRAMA ENCONTRAMOS, QUE LOS H.P. NECESARIOS PARA LA AGITACIÓN DEL TANQUE = 2

CÁLCULO DE LA FLECHA DEL AGITADOR.

APLICANDO LA FÓRMULA PARA TORSIÓN:

$$S = \frac{321,000 \times H}{N \times D^3}$$

SIENDO:

S = ESFUERZO DE TORSIÓN, EN LBS./IN.²
H = POTENCIA DEL AGITADOR, EN H.P.
N = R.P.M.
D = DIÁMETRO DE LA FLECHA, EN IN.

TENIENDO:

S = 65,000 LBS./IN.²
H = 2 H.P.
N = 250
D = ?

DESPEJANDO D Y SUBSTITUYENDO LOS VALORES DADOS:

$$D = \sqrt[3]{\frac{321,000 \times H}{N \times S}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{321,000 \times 2}{250 \times 65,000}}$$

$$D = 0.34 \text{ IN.} = 2.58 \text{ CMS.}$$

DANDO UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 3

$$D = 0.34 \times 3 = 2.58 \text{ CMS.}$$

UTILIZARE FLECHA DE 1"

CÁLCULO DEL FILTRO PRENSA.

EL CÁLCULO Y DISEÑO DEL FILTRO PRENSA, SE HARÁ RELACIONANDO LAS CONSTANTES ENCONTRADAS EXPERIMENTALMENTE, AL FILTRO REQUERIDO EN EL PRESENTE TRABAJO.

LA OPERACIÓN SERÁ A PRESIÓN CONSTANTE.

EL CÁLCULO SE HARÁ POR MEDIO DE LA FÓRMULA DE RUTH, PARA -- PRESIÓN CONSTANTE QUE SE EXPRESA POR LA ECUACIÓN:

$$(V + C)^2 = K (\theta + \theta_c)$$

DESARROLLANDO:

$$V^2 + 2 VC + C^2 = K\theta + K\theta_c$$

DIFERENCIANDO LA ECUACIÓN EN DONDE C Y θ_c SON CONSTANTES, QUEDA:

$$2 V dV + 2 C dV + 0 = K d\theta + 0$$

SIMPLIFICANDO:

$$(2 V + 2 C) dV = K d\theta$$

DESPEJANDO $d\theta$

$$d\theta = \frac{(2 V + 2 C)}{K} dV$$

DE DONDE:

$$\frac{d\theta}{dV} = \frac{2 V}{K} + \frac{2 C}{K}$$

SIENDO:

V = VOLUMEN DEL FILTRADO.

C = VOLUMEN NECESARIO PARA PRODUCIR UNA TORTA CON RESISTENCIA IGUAL A LA DE LONA Y CONDUCTOS.

K = CONSTANTE DE FILTRACIÓN.

θ = TIEMPO DE FILTRACIÓN.

θ_c = TIEMPO NECESARIO PARA C.

$\frac{d\theta}{dV}$ = INVERSA DE LA VELOCIDAD DE FILTRACIÓN INSTANTÁNEA.

DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LOS VALORES.

POR PRUEBAS HECHAS EN EL LABORATORIO A PRESIÓN CONSTANTE, -
SE ENCONTRARON COMO PROMEDIO, LOS VALORES DADOS EN LAS TABLAS II
Y III, SIENDO ESTAS A PRESIONES DE 159 GRS./CMS.² Y 64.2 GRS./CMS.²
RESPECTIVAMENTE.

T A B L A II

θ seg.	(V) CMS. ³	Δθ	ΔV	Δθ/ΔV
60	10.2	60	10.2	5.88
120	18.2	60	8.0	7.50
180	25.3	60	7.1	8.45
240	30.3	60	5.0	12.00
300	34.8	60	4.5	13.30

T A B L A III

θ seg.	(V) CMS. ³	Δθ	ΔV	Δθ/ΔV
60	4.7	60	4.7	12.78
120	8.9	60	4.2	14.25
180	12.9	60	4.0	15.00
240	16.7	60	3.8	15.78
300	20.3	60	3.6	16.67

HACIENDO UNA GRÁFICA DE CADA TABLA, TOMANDO COMO ORDENADAS LOS -
VALORES DE Δθ/ΔV Y COMO ABCISAS, LOS VALORES DE V. (FIGS. No. -
II Y III)

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE FILTRACIÓN.

SABIENDO QUE LA PENDIENTE = $\frac{2}{K}$

Y LA INTERSECCIÓN DE LA RECTA EN LA ORDENADA DE ORIGEN = $\frac{2C}{K}$

EN LA GRÁFICA II, SE ENCUENTRAN LOS VALORES:

PEND. = $m = \frac{8.45 - 5.1}{21.0 - 0.0} = 0.160 \text{ GRS./CMS.}^6$

LA INTERSECCIÓN DE LA RECTA EN LA ORDENADA DE ORIGEN = 5.1 GRS./

10 255
AV 255

20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34

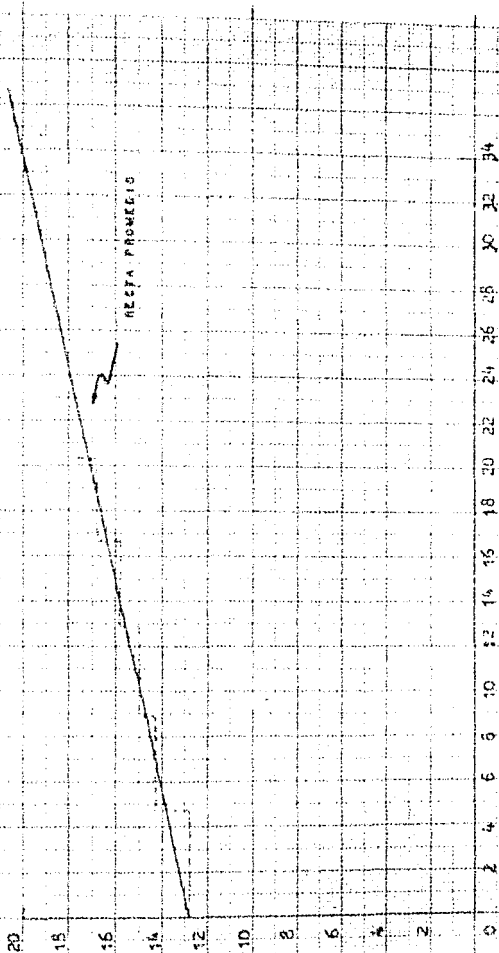


RECTA PROMEDIO

(2) 255

PRESION 159 MRS./CMOZ

SIRATIGAF



$\frac{\Delta S}{SV} = \frac{lbs}{cuft}$

Y - cuft

Presión 67.2 lbs./cuft

G. A. F. I. C. A. 11

cms.³

DESPEJANDO K Y SUSTITUYENDO; EN LA ECUACIÓN, $m = 2/K$

$$K = 2/m$$

$$K = 2/0.160$$

$$K = 12.5 \text{ cms.}^6/\text{seg.}$$

PARA ENCONTRAR EL VALOR DE C, SABEMOS QUE LA INTERSECCIÓN EN LA ORDENADA DE ORIGEN ES 5.1 E IGUAL 2 C/K

$$5.1 = 2 C/K$$

DESPEJANDO C Y SUSTITUYENDO EL VALOR DE K:

$$C = \frac{K \times 5.1}{2}$$

$$C = \frac{12.5 \times 5.1}{2}$$

$$C = 31.875 \text{ cms.}^3$$

EL VALOR DE θ_c , SE OBTIENE DESPEJÁNDOLO DE LA ECUACIÓN DE RUTH Y SUSTITUYENDO V Y θ DE LOS VALORES DE LA TABLA II. C Y K, LOS ENCONTRAMOS POR MEDIO DE LA GRÁFICA:

$$(V + C)^2 = K (\theta + \theta_c)$$

$$\theta_c = \frac{(V + C)^2}{K} - \theta$$

$$\theta_c = \frac{(18.2 + 31.9)^2}{12.5} - 120$$

$$\theta_c = 200.8 - 120$$

$$\theta_c = 80.8 \text{ seg.}$$

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA ESPECÍFICA DE LA TORTA A UNA PRESIÓN DE 159 ORS./CMS.²

$$K = \frac{2 P A^2 (1 - m_s)}{e \mu s \alpha}$$

DE DONDE:

K = CONSTANTE DE FILTRACIÓN.

P = PRESIÓN DE FILTRACIÓN.

- A = AREA DE FILTRACIÓN.
 u = RELACIÓN DE PESO, ENTRE LA TORTA HÚMEDA Y LA TORTA SECA.
 s = RELACIÓN DE PESO ENTRE EL PRECIPITADO Y EL LODO.
 ρ = DENSIDAD DEL FILTRADO.
 μ = VISCOSIDAD DEL FILTRADO.
 α = RESISTENCIA ESPECÍFICA DE LA TORTA.

TENIENDO COMO VALORES:

- $K = 12.5 \text{ CMS.}^6/\text{SEG.}$
 $P = 159.0 \text{ GRS./CMS.}^2$
 $A = 5.641 \text{ CMS.}^2$
 $u = 1.6$
 $s = 0.0639$
 $\rho = 1.000 \text{ GRS./CMS.}^3$
 $\mu = 0.00862 \text{ GRS./CMS. SEG.}$
 $\alpha = ?$

DESPEJANDO α , Y SUSTITUYENDO LOS VALORES:

$$\alpha = \frac{2 PA^2(1 - us)}{\rho \mu s K}$$

$$\alpha = \frac{2 \times 159 \times (5.641)^2 (1 - 1.6 \times 0.0639)}{1.000 \times 0.00862 \times 0.0639 \times 12.5}$$

$$\alpha = \frac{9,086.8}{0.00685} = 1,311,942 \text{ GRS./CMS.}$$

$$\alpha = 1,311,942 \text{ GRS./CMS.}$$

ESTE VALOR ENCONTRADO SE REFIERE A UNA PRESIÓN CONSTANTE DE 159 GRS./CMS.², AHORA SE ENCONTRARÁ A UNA PRESIÓN DE 64.2 GRS./CMS.²

TENIENDO COMO VALORES:

POR LA GRÁFICA DE LA TABLA III,

$$m = \frac{17.63 - 12.78}{23.0 - 0.0} = \frac{4.85}{23.0}$$

$$m = 0.211 \text{ GRS./CMS.}^6$$

$$K = 2/u$$

$$K = 2/0.211 = 9.478 \text{ cms.}^6/\text{sgs.}$$

SUBSTITUYENDO EN LA ECUACIÓN:

$$\alpha = \frac{2 PA^2(1 - us)}{R \mu s K}$$

PARA VALORES DE:

$$K = 9.478 \text{ cms.}^6/\text{sgs.}$$

$$P = 64.2 \text{ grs./cms.}^2$$

$$A = 5.641 \text{ cms.}^2$$

$$u = 1.6$$

$$s = 0.0639$$

$$R = 1.000 \text{ grs./cms.}^3$$

$$\mu = 0.00862 \text{ grs./cms. sgs. (POISE)}$$

$$\alpha = ?$$

$$\alpha = \frac{2 \times 64.2 \times (5.641)^2 (1 - 1.6 \times 0.0639)}{1.000 \times 0.00862 \times 0.0639 \times 9.478}$$

$$\alpha = \frac{2,657.5}{0.005233} = 698,930$$

$$\alpha = 698,930 \text{ cms./sgs.}$$

EL VALOR DE α ESTA EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN, SEGÚN LO COMPRESIBLE DEL MATERIAL, SIENDO RELACIONADA POR LA ECUACIÓN:

$$\alpha = \alpha' P^N$$

EN DONDE N ES UN VALOR QUE INDICA LA COMPRESIBILIDAD DEL MATERIAL, VARÍA DE 0 PARA MATERIALES INCOMPRESIBLES Y 1 PARA LOS MUY COMPRESIBLES; α' ES UNA SEGUNDA CONSTANTE.

COMO LA OPERACIÓN DE FILTRACIÓN, NO SE LLEVARÁ A CABO EN LA PLANTA, A LA PRESIÓN EN QUE SE HICIERON LAS PRUEBAS, HAY NECESIDAD DE DETERMINAR N Y α' PARA PODER PREDECIR EL EFECTO DEL CAMBIO

DE PRESIÓN.

DETERMINACIÓN DE n Y α' :

SI TOMAMOS 2 Ó MÁS VALORES DE α A DIFERENTES PRESIONES Y -
LOS GRAFICAMOS, TENIENDO COMO ABCISAS A $\log P$ Y COMO ORDENADAS
A LOS α , ENCONTRAMOS QUE LA PENDIENTE DE LA RECTA RESULTANTE -
SERÁ IGUAL A n Y LA INTERSECCIÓN DE LA ORDENADA DE ORIGEN O SEA
EL EJE DE LAS α , NOS DA EL VALOR DE $\log \alpha'$. LOS VALORES DE -
LAS α ENCONTRADAS CON SUS RESPECTIVAS PRESIONES, SERÁN UTILIZA-
DOS PARA HACER LA GRÁFICA:

$\alpha_1 =$ 1,311,942	$\alpha_2 =$ 698,930
$P_1 =$ 159	$P_2 =$ 64.2

ESTOS VALORES COMO $\log \alpha$ Y $\log P$

$\log \alpha_1 =$ 6.11791	$\log \alpha_2 =$ 5.84444
$\log P_1 =$ 2.20140	$\log P_2 =$ 1.80754

POR MEDIO DE LA GRÁFICA:

$$n = \frac{6.11791 - 5.84444}{2.20140 - 1.80754} = \frac{0.27347}{0.39386}$$

$$n = 0.695$$

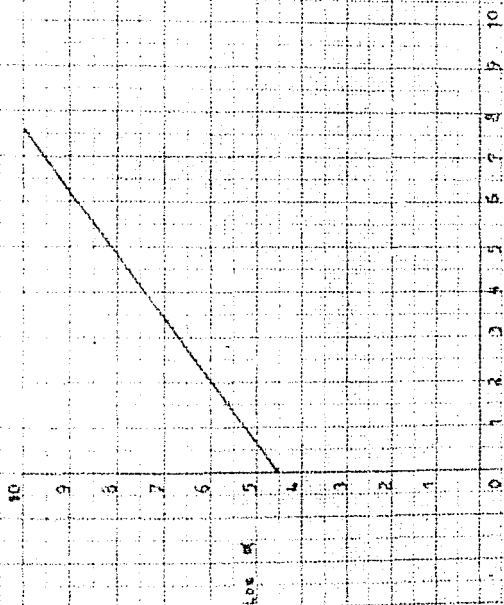
COMO

$$n = n$$

$$n = 0.695$$

EN LA GRÁFICA ENCONTRAMOS EL VALOR DE $\log \alpha'$ EN LA INTERSECCIÓN
DE LA RECTA EN EL EJE DE LOS α ; PERO PARA UNA MAYOR EXACTITUD
SERÁ CÁLCULADO POR MEDIO DE LA PENDIENTE Y UNO DE LOS PUNTOS DE
REFERENCIA.

$$n = \frac{\log \alpha_1 - \log \alpha_2}{\log P_1 - \log P_2}$$



Log P

GRAFICA III

SUBSTITUYENDO:

$$\begin{aligned} 0.695 &= \frac{5.80600 - \text{Log}}{1.80754 - 0.0000} \\ \text{LOG} &= 5.80600 - 1.25624 \\ \text{LOG} &= 4.54976 \\ &= 35,462 \text{ KGS./CMS.} \end{aligned}$$

AREA DE FILTRACION.

COMO BASE PARA CALCULAR EL AREA DE FILTRACION, SE TOMARÁ -
1RO. EL TIEMPO NECESARIO PARA FILTRAR UNA CARGA SERA DE UNA HORA
CON LA PRESION DE FILTRACION, $2\frac{1}{2}$ KGS./CMS.²

EL CALCULO LO HARÉ POR MEDIO DE LA ECUACION DE RUTH, EN LA
CUAL Q Y Qc, SERÁN ELIMINADAS POR SER MUY PEQUEÑAS COMPARADAS --
CON LOS DEMÁS VALORES.

VALORES PARA EL CALCULO:

$$\begin{aligned} V &= 2,270,000 \text{ CMS.}^3 \\ Q &= 3,600 \text{ SCS.} \\ K &= ? \end{aligned}$$

DETERMINACION DE LA CONSTANTE DE FILTRACION:

$$K = \frac{2 \text{ PA}^2 (1 - \mu S)}{r \mu s \alpha}$$

TENIENDO:

$$\begin{aligned} K &= ? \\ P &= 2,500 \text{ GRG./CMS.}^2 \\ \mu &= 1.6 \\ S &= 0.0639 \\ r &= 1.0000 \text{ GRG./CMS.}^3 \\ \mu &= 0.00862 \text{ GRG./CMS. SCS.} \\ \alpha &= ? \end{aligned}$$

EL VALOR DE α SERÁ:

$$\alpha = \alpha' \rho^M$$
$$\alpha = ?$$
$$\alpha' = 35,462 \text{ SGS./CMS.}$$
$$M = 0.695$$
$$P = 2,500 \text{ GRAS./CMS.}^2$$

SUBSTITUYENDO:

$$= \frac{35,462 \times (2,500)^{0.695}}{}$$
$$= 8,155,260 \text{ SGS./CMS.}$$

EL VALOR DE K SERÁ:

$$K = \frac{2 \times 2500 (1 - 1.5 \times 0.0639)}{1.000 \times 0.00862 \times 0.0639 \times 8,155,260}$$
$$K = \frac{4,490 \text{ A}^2}{4,493.5}$$
$$K = 0.9992 \text{ A}^2$$

SUBSTITUYENDO LOS VALORES EN LA ECUACIÓN DE RUTH:

$$v^2 = K \Theta$$
$$(2,270,000)^2 = 0.9992 \text{ A}^2 \times 3,600$$
$$A^2 = \frac{(2,270,000)^2}{0.9992 \times 3,600}$$
$$A = \frac{2,270,000}{3,597.5}$$
$$A = 37,833 \text{ CMS.}^2$$
$$A = \frac{37,833}{10.000} = 3.7833 \text{ MTS.}^2$$

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL FILTRO.

VOLUMEN NECESARIO = VOLUMEN DE LA TORTA

$$V_T = \frac{P_T}{D_T}$$

EN DONDE:

V_T = VOLUMEN DE LA TORTA

P_T = PESO DE LA TORTA

D_T = DENSIDAD DE LA TORTA

TENIENDO:

V_T = ?

P_T = 256.0 Kgs.

D_T = ?

D_T = $D_{PIG. SECO} \times M_L + D_{FILT.} \times M_2$

COMO:

$D_{PIG. SECO}$ = 5.8 GRS./CMS.³

$D_{FILT.}$ = 1.0 GRS./CMS.³

M_L = $160.0/256 = 0.625$

M_2 = $1 - 0.625 = 0.375$

D_T = $5.80 \times 0.625 + 1.0 \times 0.375$

D_T = 4.000 GRS./CMS.³

SUBSTITUYENDO VALORES EN V_T :

VOLUMEN DE LA TORTA = $\frac{256,000}{4}$

VOLUMEN DE LA TORTA = 64,000 CMS.³

AREA DE LAS PLACAS

TOmando un filtro standard, con placas de 30 CMS. x 30 CMS.

(1 FT. x 1 FT.)

AREA DE CADA PLACA = $2 \times 30 \times 30$

AREA DE CADA PLACA = 1,800 CMS.²

NÚMERO DE PLACAS.

$$A_T = A_P \times N_P$$

EN DONDE:

$$A_T = \text{AREA TOTAL DE FILTRACIÓN.}$$

$$A_P = \text{AREA DE CADA PLACA}$$

$$N_P = \text{NÚMERO DE PLACAS,}$$

TENIENDO:

$$A_T = 37,833 \text{ CMS}^2$$

$$A_P = 1,800 \text{ CMS}^2$$

$$N_P = ?$$

DESPEJANDO Y SUBSTITUYENDO:

$$N_P = \frac{37,833}{1,800}$$

$$N_P = 21.01$$

EL NÚMERO DE PLACAS, QUE SE PONDRÁN EN EL FILTRO SERAN 21.

NÚMERO DE MARCOS.

$$\text{NÚMERO DE MARCOS} = N_P$$

$$\text{NÚMERO DE MARCOS} = 21$$

ANCHO DE LOS MARCOS.

$$V_T = \text{VOLUMEN TOTAL DE LA TORTA.}$$

$$V_M = \text{VOLUMEN DE CADA MARCO.}$$

$$N_M = \text{NÚMERO DE MARCOS.}$$

TENIENDO:

$$V_T = 64,000 \text{ CMS}^3$$

$$V_M = ?$$

$$V_M = 21$$

SUBSTITUYENDO:

$$V_M = \frac{64,000}{21}$$

$$V_M = 3,048 \text{ cms.}^3$$

COMO:

$$V_M = A_M \times L$$

$$L = \frac{A_M}{V_M} = \frac{V_M}{A_M}$$

$$L = \frac{3,048}{900} = 3.39 \text{ cms.}$$

EL ANCHO DE LOS MARCOS SERA DE 3.81 CMS. O SEA 1½ IN.

LOS MARCOS UTILIZADOS EN EL FILTRO SERAN DE 30 X 30 X 3.81 CMS. O SEA 1 FT. X 1 FT. X 1½ IN.

AGUA DE LAVADO.

PRÁCTICAMENTE SE ENCONTRÓ EN EL LABORATORIO QUE LA CANTIDAD ÓPTIMA PARA EL LAVADO, ES 6 VECES EL PESO DE EL PRECIPITADO SECO

$$\text{AGUA DE LAVADO} = 160 \times 6$$

$$\text{AGUA DE LAVADO} = 960 \text{ Kgs.}$$

$$\text{AGUA DE LAVADO} = 960,000 \text{ cms.}^3$$

TIEMPO DE LAVADO.

LA VELOCIDAD DE LAVADO EN UN FILTRO PRENSA, ES IGUAL A 1/4 LA VELOCIDAD FINAL DE FILTRACIÓN, POR LO QUE:
VELOCIDAD DE FILTRADO AL FINAL DE LA FILTRACIÓN;

$$\frac{dV}{dQ} = \frac{K}{2V}$$

$$\frac{dV}{dQ} = ?$$

$$K = 0.9992 \times (37,833)^2 = 1,430,189,549 \text{ cms}^6/\text{sgs.}$$

$$V = 2,270,000 \text{ cms}^3$$

$$\frac{dV}{dQ} = \frac{1,430,189,549}{2 \times 2,270,000}$$

$$\frac{dV}{dQ} = 315.02 \text{ cms}^3/\text{sgs.}$$

$$\text{VELOCIDAD DE LAVADO} = \frac{1}{4} \frac{dV}{dQ}$$

$$\text{VELOCIDAD DE LAVADO} = \frac{315.02}{4}$$

$$\text{VELOCIDAD DE LAVADO} = 78.76 \text{ cms}^3/\text{sgs.}$$

$$\text{- TIEMPO DE LAVADO} = \frac{\text{VOLUMEN DE AGUA DE LAVADO.}}{\text{VELOCIDAD DE LAVADO.}}$$

$$\text{TIEMPO DE LAVADO} = \frac{960,000}{78.76}$$

$$\text{TIEMPO DE LAVADO} = 12,190 \text{ sgs.}$$

$$\text{TIEMPO DE LAVADO} = 3 \text{ HRS. } 23 \text{ MIN.}$$

BOMBA PARA EL FILTRO PRENSA.

EL TIPO DE BOMBA UTILIZADA PARA ESTA CLASE DE TRABAJO ES LA ROTATIVA DE ENGRANES, POR TRABAJAR A BAJA VELOCIDAD Y TENER MUY POCAS PULSACIONES.

CARACTERÍSTICAS QUE DEBE DE TENER LA BOMBA:

$$\text{CAPACIDAD} = 40 \text{ LTS./MIN.}$$

$$\text{VELOCIDAD} = 240 \text{ R.P.M.}$$

$$\text{H.P.} = ?$$

POTENCIA DE LA BOMBA.

$$\text{H.P.} = \frac{G \times H}{450}$$

EN DONDE:

G = GASTO, LTS./MIN.

H_x = CARGA TOTAL, KGS./CMS.²

TENIENDO:

G = 40 LTS./MIN.

H_x = ?

CONSIDERANDO UNA PERDIDA DE CARGA ATRAVÉS DE LA TUBERÍA Y DEL --
FILTRO, DE UN 10%, TENEMOS:

$$H_x = 2.50 + \frac{2.5}{10}$$

$$H_x = 2.75 \text{ KGS./CMS.}^2$$

SUBSTITUYENDO:

$$\text{H.P.} = \frac{40 \times 2.75}{450}$$

$$\text{H.P.} = 0.244$$

SI A LA BOMBA SE LE DA UN EFICIENCIA DE UN 50%, ENTONCES:

$$\text{H.P.} = \frac{0.244 \times 100}{50}$$

$$\text{H.P.} = 0.488$$

DÁNDOLE UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 1.54, PARA EL TRABAJO DE LA --
BOMBA Y EL MOTOR, TENEMOS QUE LA POTENCIA NECESARIA PARA EL MO--
TOR, SERA:

$$\text{H.P.} = 0.488 \times 1.54$$

$$\text{H.P.} = 0.75 = 3/4$$

SECADOR.

EL TIPO DE SECADOR SERA DE BANDEJAS, CON DOS COMPARTIMENTOS
UNO PARA EL SECADO Y EL OTRO PARA EL CALENTAMIENTO. EL SECADO -
ES ADIABÁTICO, CON CALENTAMIENTO DEL AIRE ENTRANTE A UNA TEMPERA

TURA MÁXIMA DE 95°C. EL AIRE ES CALENTADO POR MEDIO DE RESISTEN-
CIA ELÉCTRICA Y MOVIDO POR MEDIO DE UN VENTILADOR AXIAL. LA HU-
MEDAD RELATIVA A LA SALIDA DEL SECADOR SERA DE 60%. CANTIDAD DE
AIRE NECESARIA PARA EL SECADO.

AIRE AMBIENTE:

TEMP. BULBO SECO	=	22°C.
TEMP. BULBO HÚMEDO	=	10°C.
HUMEDAD RELATIVA	=	15%
HUMEDAD	=	0,0026 KGS. VAPOR DE AGUA/KGS. AIRE SECO.

AIRE A LA SALIDA DEL SECADOR:

HUMEDAD RELATIVA	=	60%
HUMEDAD	=	0,0235 KGS. AGUA/KGS. AIRE SE- CO.

AGUA ELIMINADA POR KILO DE AIRE:

$$0,0235 - 0,0026 = 0,0209 \text{ Kgs.}$$

CANTIDAD DE AIRE NECESARIO PARA ELIMINAR 96,0 KGS. DE AGUA:

$$\frac{96,0}{0,0209} = 4,593,6 \text{ KGS.}$$

SI AL SECADOR SE LE DA UNA EFICIENCIA DE 50%, LA CANTIDAD DE AI-
RE SERA:

$$\frac{4,593,6 \times 100}{50} = 9,187,2 \text{ KGS.}$$

VOLUMEN DEL AIRE NECESARIO:

VOLUMEN ESPECÍFICO DEL AIRE, 15% H	=	0,840 MTS. ³ /KGS. AIRE
VOLUMEN DEL AIRE NECESARIO	=	0,840 × 9,187,2
VOLUMEN DEL AIRE NECESARIO	=	7,717 MTS. ³

CALOR NECESARIO.

COMO EL AIRE SE VA A CALENTAR DE 22°C A 95°C, EL CALOR NECESARIO ES:

$$Q = W c \Delta T$$

EN DONDE:

W = KILOS DE AIRE CALENTADO.

c = CALOR ESPECÍFICO DEL AIRE.

ΔT = DIFERENCIAS DE TEMPERATURAS.

Q = CALOR TOTAL TRANSMITIDO.

TENIENDO:

$$W = 9,187 \text{ KGS.}$$

$$c = 0.2375 \text{ CAL./GRS. } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 73$$

$$Q = ?$$

SUBSTITUYENDO:

$$Q = 9,187 \times 0.2375 \times 73$$

$$Q = 159,306,048 \text{ CALORÍAS.}$$

$$Q = 159,306 \text{ KCAL.}$$

CONSUMO DE ENERGÍA DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA:

$$\text{KILO-CALORÍAS} \times 0.011628 = \text{KW-HR.}$$

$$\text{KW-HR.} = 159,306 \times 0.11628$$

$$\text{KW-HR.} = 185.2$$

CAPACIDAD DEL VENTILADOR. PARA UN SECADO DE UNA CARGA EN 2 HRS.

$$\text{H.P.} = \frac{Q \cdot H}{4500 \times H}$$

EN DONDE:

Q = CANTIDAD DE AIRE, MTS.³/MIN.

H = DIFERENCIA DE PRESIÓN, MM. DE AGUA.

N = CONSTANTE PARA EL TIPO DE VENTILADOR.

H.P. = POTENCIA DEL VENTILADOR.

TENIENDO:

$$Q = 64.3 \text{ MTS.}^3/\text{MIN.}$$

$$H = 60 \text{ MM. DE AGUA.}$$

$$N = 0.5 \text{ PARA VENTILADOR AXIALES.}$$

$$H.P. = ?$$

SUBSTITUYENDO:

$$H.P. = \frac{64.3 \times 60}{4,500 \times 0.5}$$

$$H.P. = 1.7$$

UTILIZARÉ UN MOTOR DE 2 H.P.

MOLINO.

PARA LA MOLIENDA DEL PRODUCTO EMPLEARÉ UN MOLINO DE BOLAS, COMO UNO DISEÑADO Y CONSTRUÍDO POR EL ING. RUBEN ZÚÑIGA, QUE TIENE LAS CARACTERÍSTICAS:

TIPO = CILINDRO HORIZONTAL.

CAPACIDAD = APROXIMADAMENTE 160 KGS. DE PIGMENTO.

DIMENSIONES = DIAM. DE 0.70 MTS. Y LARGO DE 1.50 MTS
CONSTRUÍDO DE LÁMINA DE 4.8 MM.; SOBRE UNA FLECHA DE 2.54 CMS.
TIENE UNA CAJA PARA TRES VELOCIDADES; ESTÁ ACCIONADO POR UN MOTOR DE 2 H.P.

EL TIEMPO PARA MOLER EL MATERIAL DEPENDERÁ DE LA VELOCIDAD EMPLEADA Y DEL GRADO DE FINURA DESEADO.

CAPITULO VI

BALANCE ECONOMICO

GASTOS FIJOS.

A).- EQUIPO.

DOS TANQUES (CAP. 1,500 LTS.)	\$ 2,000.00
UN TANQUE (CAP. 3,500 LTS.)	\$ 1,500.00
UN AGITADOR MÓVIL CON MOTOR 3/4 H.P.	\$ 2,000.00
UN AGITADOR FIJO CON MOTOR 2 H.P.	\$ 2,500.00
UN FILTRO PRESA (30 x 30 x 3.81 CMS.)	\$ 2,500.00
UNA BOMBA ENGRANES CON MOTOR 3/4 H.P.	\$ 1,250.00
UN MOLINO DE BOLAS CON MOTOR DE 2 H.P.	\$ 3,585.00
UN SECADOR DE MANDEJAS Y ACCESORIOS	\$ 3,200.00
	<hr/>
TOTAL:	\$ 18,535.00

15% DE INSTALACIÓN SOBRE COSTO DE EQUIPO	\$ 2,780.25
	<hr/>
TOTAL:	\$ 21,315.25

B).- EDIFICIO.

RENTA LOCAL	\$ 600.00
	<hr/>
TOTAL:	\$ 600.00

C).- MATERIA PRIMA.

191.1 KGS. DE NITRATO DE PLOMO (99.0%) \$ 7.20 KGS.	\$ 1,375.90
87.7 KGS. DE DICROMATO DE SODIO (87.0%) \$4.20 KGS	\$ 368.35
25.9 KGS. DE SOBA CÁUSTICA (90%) A \$ 2.20 KGS.	\$ 57.00

4 SACOS DE PAPEL A \$ 1.10 c/u.	\$	4.40
		<hr/>
TOTAL DIARIO	\$	1,805.75
TOTAL MENSUAL	\$	54,172.50

d).- MANO DE OBRA.

2 OBREROS A \$ 15.00	\$	30.00
		<hr/>
TOTAL DIARIO	\$	30.00
TOTAL MENSUAL	\$	900.00

e).- PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO.

UN SECRETARIO CONTADOR	\$	25.00
UN QUÍMICO JEFE	\$	50.00
		<hr/>
TOTAL DIARIO	\$	75.00
TOTAL MENSUAL	\$	2,250.00

GASTOS GENERALES.

a).- MANTENIMIENTO DEL EQUIPO Y EDIFICIO.

2% ANUAL DEL COSTO	\$	426.30
		<hr/>
TOTAL DIARIO	\$	1.20
TOTAL MENSUAL	\$	36.00

b).- CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

CONSUMO DIARIO APROX. 270 H.P.-HRS. = 201 Kws.HRS.	\$	40.20
CONSUMO MENSUAL	\$	1,206.00

CAPITAL INDISPENSABLE PARA MOVER LA PLANTA.

EQUIPO	\$	21,315.25
EDIFICIO	\$	600.00

MATERIA PRIMA PARA 30 DÍAS	\$ 54,172.50
MANO DE OBRA PARA 30 DÍAS	\$ 900.00
PERSONAL TEC. Y ADMÓN.	\$ 2,250.00
	<hr/>
TOTAL	\$ 79,237.75

GASTOS DE AMORTIZACIÓN Y DEPRECIACIÓN.

$$A = \frac{C \times i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

EN DONDE:

C = CAPITAL = \$ 25,065.25

i = INTERÉS = 8%

N = TIEMPO DE AMORTIZACIÓN = 10 AÑOS.

A = AMORTIZACIÓN Y DEPRECIACIÓN.

SUBSTITUYENDO EN LA FÓRMULA Y RESOLVIENDO:

A = \$ 3,759.70 ANUALES.

A = \$ 314.25 MENSUALES.

GASTOS MENSUALES.

MATERIA PRIMA	\$ 54,172.50
MANO DE OBRA	\$ 900.00
PERSONAL TEC. Y ADMÓN.	\$ 2,250.00
GASTOS GENERALES	\$ 1,242.00
GASTOS DEPENDIENTES DEL CAPITAL INVERTIDO	\$ 314.25
	<hr/>
TOTAL	\$ 58,878.75

COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO.

$$4,000 : 58,878.75 :: 1 : X$$

$$X = \frac{58,878.75 \times 1}{4,000}$$

$$X = 14,7197$$

PRECIO DEL PRODUCTO FABRICADO \$ 14.72

CAPITULO VII

DISCUSIONES

METODO DE PREPARACION.

EL MÉTODO SELECCIONADO FUE EL INTERMITENTE O DE CARGAS, POR QUE SE OBTIENE UN PRODUCTO DE LA CALIDAD REQUERIDA, EN LA ESCALA DE PRODUCCIÓN NECESARIA A UN MÍNIMO COSTO.

MATERIAS PRIMAS.

NITRATO DE PLOMO Y DICROMATO DE SODIO.

PRECIPITACION.

EL PH ES EL FACTOR DE MAYOR INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO Y LA PUREZA DEL PRODUCTO. SE ENCONTRÓ QUE A UN PH DE 4.9 SE TIENE EL MÁXIMO RENDIMIENTO Y A UN PH DE 7.0 LA MÁXIMA PUREZA DEL PRODUCTO.

SEPARACION Y LAVADO.

LA SEPARACIÓN Y EL LAVADO, SE HIZO POR MEDIO DE FILTRACIÓN DEBIDO A QUE PARA HACERLO POR ASENTAMIENTO Y DECAANTACIÓN SE NECE SITA AUMENTAR EL TAMAÑO DE LA PARTÍCULA DEL PRODUCTO, HACIÉNDOSE ÉSTO POR MEDIO DE DIGESTIÓN, LO CUAL REQUIERE CONTROLAR EL TIEMPO Y LA TEMPERATURA, HACIÉNDOSE POR LO TANTO LA OPERACIÓN MAS -- COMPLICADA Y COSTOSA.

SECADO.

POR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PRODUCTO, NO PUEDE SER SECADO A TEMPERATURAS MAYORES DE 130 - 140°C, POR VARIAR LAS PROPIEDADES CROMÁTICAS. EN PREVISIÓN DE LO ANTES EXPUESTO ES RECOMENDABLE LLEVAR A CABO ESTA OPERACIÓN A UNA TEMPERATURA DE 95°C.

MOLIENDA.

ESTA SE RECOMIENDA REALIZARLA EN MOLINO DE BOLAS.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

COMO RESULTADO DEL PRESENTE TRABAJO ENCUENTRO, QUE UNA PLANTA EXCLUSIVAMENTE PARA FABRICAR ESTOS PRODUCTOS, EN LA CAPACIDAD CONSIDERADA, NO ES COSTEABLE DEBIDO AL ELEVADO COSTO DEL PRODUCTO.

NO ES POSIBLE DISMINUIR EL COSTO HACIENDO EL CALENTAMIENTO DEL AIRE PARA EL SECADO POR MEDIO DE VAPOR, POR SER COSTOSO EN PEQUEÑA ESCALA.

SIN EMBARGO ES POSIBLE DISMINUIR DICHO COSTO:

a).- PRODUCIENDO EL NITRATO DE PLOMO EN LA MISMA PLANTA, PARA REDUCIR EL COSTO A UN MÍNIMO, YA QUE EN PLAZA SU COTIZACIÓN ES ELEVADA.

b).- FACTORES ECONÓMICOS QUE AUMENTAN EL COSTO DEL PRODUCTO, COMO EL EDIFICIO (AMORTIZACIÓN ALTA), GASTOS DE ADMINISTRACIÓN, ETC., PUEDEN SUBSANARSE EN GRAN PARTE, CONSIDERANDO ESTA INDUSTRIA COMO PARTE COMPLEMENTARIA DE OTRA PLANTA.

c).- RENTANDO UN LOCAL EN LUGAR DE CONSTRUIRLO, PARA DISMINUIR LA AMORTIZACIÓN DE CAPITAL TENIÉNDOSE POR ESTE CONCEPTO MENOR AMORTIZACIÓN.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO JOHN H. PERRY
MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO HUTTE
ELEMENTOS DE INGENIERÍA QUÍMICA VIAN Y COON
ELEMENTS OF CHEMICAL ENGINEERING BADGER AND McCABE
TRATADO DE QUÍMICA INORGÁNICA E.H. RIESENFELD
ENCYCLOPAEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY KIRK - OTHMER
QUÍMICA INDUSTRIAL F. H. THORP
STANDARD METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS SCOTT
CHROMIUM, VOL. I MARVIN J. UDY

REVISTA:

CHEMICAL ENGINEERING. (1949)