

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION
DE PIGMENTOS AZOICOS**

T E S I S

**Que para obtener el título de
INGENIERO QUIMICO**

p r e s e n t a :

Alfonso Javier Ortega Carrara



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

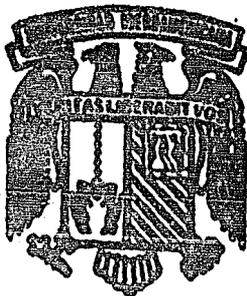


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



**ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION
DE PIGMENTOS AZOICOS**

TESIS PROFESIONAL

ALFONSO JAVIER ORTEGA CARRERA

MEXICO, D. F.

1936

12218

A MIS PADRES.

A MIS HERMANOS.

12218

A MIS MAESTROS.

A MI ESPOSA E HIJO.

Agradesco al Ing. Homero Fuentes
su valiosa cooperación en este -
trabajo.

INDICE DE CAPITULOS

- I.- INTRODUCCION.
- II -- DESCRIPCION Y QUIMICA DEL PROCESO.
- III -- BALANCE DE MATERIALES.
- IV -- SELECCION DE EQUIPO.
- V -- ESTIMACION DE COSTOS.
- VI -- CONCLUSIONES.
- VII -- BIBLIOGRAFIA.

C A P I T U L O I

I.- INTRODUCCION.

a) Breve Historia:

Los colores pigmentarios datan de la edad de piedra, como se puede observar en los dibujos rupestres. En aquel entonces, se usaban colores a base de negro de humo o inorgánicos, los cuales se amalgamaban con grasas.

Aún en la actualidad se usan estos colorantes; y cuando la industria química descubre los colorantes derivados del alquitrán se crea una gama de variados y brillantes colores.

En un principio estos colores se usaron exclusivamente para teñir fibras textiles, iniciándose la aplicación de los pigmentos como colorantes para otros fines hasta el año de 1900, con el rojo Lithol, aún cuando éstos contenían todavía componentes inorgánicos, y fué hasta 1906, cuando se descubrió el primer colorante totalmente orgánico; un amarillo a base de anilida acetacética.

La industria de pigmentos moderna está construída sobre la del alquitrán de hulla, como principal fuente de materia prima. En los últimos treinta años ha habido un gran incremento en esta industria para proveer al fabricante de pigmentos azoicos. A los derivados del benceno, tolueno, xileno, etc., se han unido muchos otros que anteriormente eran sólo conocidos con fines de investigación; algunos de éstos son: de-quinoleína, piridina, acenafteno, indeno, etc.

La importancia de los pigmentos azoicos dentro de la industria de pigmentos es cada día mayor y ocupan una proporción elevada, lo cual se pone en evidencia con el dato de que en los Estados Unidos llega a un 27% de la producción total de este producto.

Cientos de pigmentos azoicos se fabrican actualmente y de este modo, necesita de muchos productos intermedios, creando así una industria lateral de gran importancia.

Los compuestos azoicos han contribuido largamente con su aportación a la industria de los pigmentos, pudiéndose decir que, ningún otro grupo de compuestos lo han hecho en tal proporción.

b) Aplicación:

Los usos de los pigmentos orgánicos son múltiples y de grandes alcances, debido a lo cual, - el mercado se incrementa cada día; ahora bien, ya en México hay tres fábricas productoras de dichas sustancias. Estas fábricas en poco tiempo no serán aptas para cubrir la creciente demanda, aún - cuando por el momento el mercado esté totalmente abastecido.

La industria que consume una cantidad mayor - actualmente es la de pinturas, específicamente la de uso para acabados automotrices; la siguen la - industria de tintas para imprenta y artes gráficas; estampados textiles, barnices cubrientes para pisos, pigmentación de plásticos, pigmentación de fibras sintéticas, etc.

- - - - -

C A P I T U L O I I

II.- DESCRIPCION.

a) Generalidades:

Los pigmentos azoicos, están caracterizados por la presencia de uno o más grupos (-NH-) y están considerados como el material de mayor producción dentro de la industria de los colorantes.

El proceso es especialmente característico y representativo de los procesos generales de manufactura de pigmentos orgánicos del tipo azoico, debido a que comprende una diazoción y una copulación, partes de todo proceso usado con el fin expuesto.

La diazoción consiste en el ataque de un átomo de nitrógeno del grupo amino de una molécula de dicha sustancia, seguido éste de una copulación, lo cual da por resultado la unión del compuesto de diazonio con el copulador orgánico.

Los pigmentos azoicos se denominan algunas veces como hielo colorado, éste es haciendo referencia al hielo que se usa durante la diazoción para mantener la temperatura baja, condición indispensable para lograr una reacción exacta y completa.

Las condiciones de reacción durante la co-pulación, están directamente encaminadas al logro de las mejores condiciones finales del producto. Una vez que el pigmento ha sido precipitado, se filtra y se lava, después se seca y tritura, ya sea para un terminado en forma de polvo o para prolongar el proceso, usando un vehículo de dispersión.

b) Materias Primas:

Es de suma importancia el estado de las materias primas y el acondicionamiento de un almacén adecuado para la conservación, con todas las condiciones para evitar cualquier contaminación de los productos. Aún pequeñas variaciones en las concentraciones de la materia prima pueden traer como resultado una variación en el producto acabado.

Para lograr un control de la materia prima adecuado, deben seguirse métodos pre-establecidos, ya sean análisis de cada materia prima, o el uso de dichas materias primas en el proceso, llevándolo a cabo en el laboratorio y haciendo después comparaciones con tipos de colores ya existentes y de una pureza y rendimiento comprobados.

En México, actualmente la producción de ma-
terias primas no cubre la totalidad de los pro-
ductos necesarios para el proceso, lo cual lógi-
camente implica un transporte largo de materia -
prima, una exposición mayor y más prolongada a -
condiciones adversas, dando como resultado un --
más grande riesgo a variaciones en la materia --
prima.

Generalmente se usan como envases tambores
metálicos y los materiales que transportan son -
corrosivos, existe el peligro de contaminación -
si no hay una protección adecuada, recomendándo-
se aplicar un cubriente como protección a los --
tambores y como precaución extra poner el mate-
rial en bolsas de polietileno.

En cuanto a su manejo, también deben apli-
carse medidas de protección, ya que tanto el con-
tacto directo, como las inhalaciones, pueden ser
nocivas; por lo tanto, se necesita usar mascari-
llas, guantes, etc.

Tomadas las precauciones adecuadas en cuan-
to al transporte, almacenaje y manejo de las ma-
terias primas, éstas pueden conservarse en per-
fecto estado y no hay riesgos de contaminación.

c) Explicación y Control de Calidad:

Para la elaboración de esta tesis, se estudiaron los pigmentos más representativos y se tomó como base para el desarrollo el pigmento denominado Rojo Toluidina R, por tener sus características generales un promedio aproximado de la generalidad.

Los componentes que son usados para la fabricación de este pigmento son los siguientes:

En la diazoción:

- | | | | |
|---------------------------|-----------|-------|-----------|
| 1) Metanitroparatoluidina | - - - | 152 | Kg. |
| 2) Acido Clorhídrico | - - - - | 443.8 | l. al 16% |
| 3) Nitrito de Sodio | - - - - - | 172.5 | l. al 40% |
| 4) Agua - Hielo | - - - - - | | |
| 5) Tierra Fuller | - - - - - | 25 | Kg. |
| 6) Carborafin | - - - - - | 5 | Kg. |

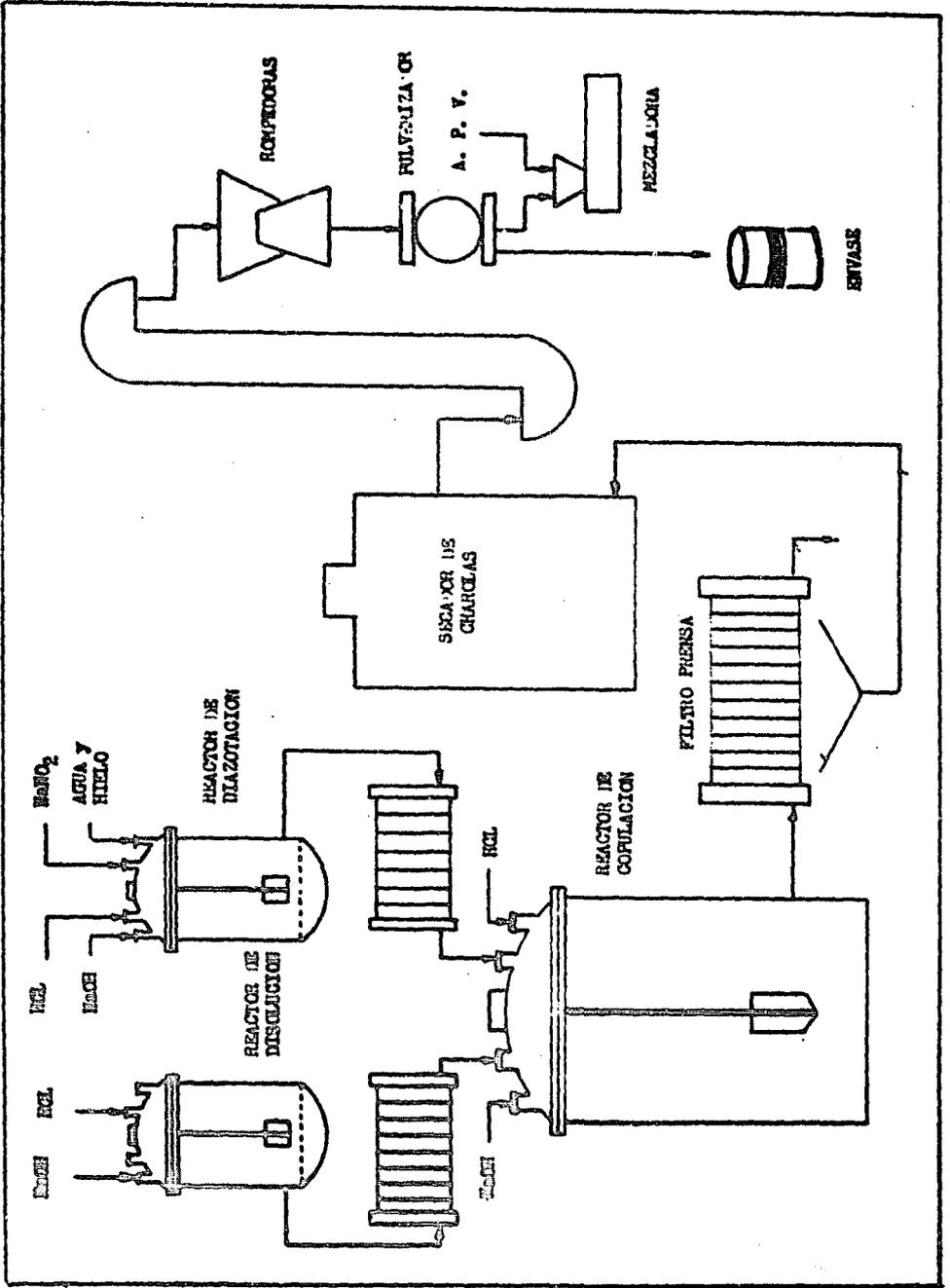
En la copulación:

- | | | | |
|-----------------------|-----------|-------|-----------|
| 1) β naftol | - - - - - | 144 | Kg. |
| 2) Hidróxido de Sodio | - - - - - | 121.2 | l. al 33% |
| 3) Acido Clorhídrico | - - - - - | 221.9 | l. al 16% |

NOTA: Todas las cantidades de materia prima, así como datos de equipo, están tomados del balanceo de materiales efectuado posteriormente.

d) Diagrama de Flujo:

A continuación está el diagrama de flujo -- del proceso, sobre el cual se irá explicando los distintos pasos.



A) DIAZOACION:

Una vez comprobada la pureza y concentraciones de las diferentes materias primas participantes en la reac
ción, se puede iniciar al proceso.

En el reactor de diazoación, se pone primero el -
ácido clorhídrico necesario y cuya función es formar el
cloruro derivado de la metanitroparatoluidina, haciéndolo
así soluble y dejando preparado el medio para el pa-
se posterior.

Sobre el ácido clorhídrico se añade la metanitro-
paratoluidina y se espera a la disolución total, o sea
a la formación del cloruro. Esta etapa es de un desa-
rrolle sumamente lento, llegando a efectuarse en un pro-
medio de siete horas, por lo cual se procura que, duran-
te la noche se lleve a cabo esta reacción para que, al-
empezar el trabajo de la siguiente jornada esté la meta-
nitroparatoluidina lista para que se lleve a cabo la --
diazoación.

Una vez formado el cloruro, se procede a efectuar
una dilución, la cual se hace con una determinada canti-
dad de agua, y otra parte con hielo, ajustando de mane-
ra que la temperatura baje hasta cero grados centígra-
dos y mantenerla entre los límites adecuados, que para-
este caso son de cero a cinco grados centígrados.

Efectuados estos dos pasos, o sea la formación -- completa del cloruro de metanitroparatoluidina y el haber -- llegado a la temperatura necesaria, se empieza propiamente -- la diazoción, añadiendo poco a poco el nitrito de sodio, -- siendo indispensable que exista en todo momento un pequeño -- exceso de éste, el cual se va controlando con la ayuda de -- indicadores. El exceso tampoco debe ser muy grande, por lo -- que éste se debe ir controlando la adición del nitrito con -- todo cuidado.

La temperatura debe mantenerse constante entre -- los límites indicados durante todo el tiempo que dura la -- reacción y mantenerla así hasta que pasa al reactor de copu -- lación.

Al terminarse la reacción se añade todavía un po -- co de nitrito para que el exceso persista al efectuar el pa -- so al reactor de copulación. Usualmente la reacción se lle -- va a cabo en un promedio de dos horas al que hay que añadir -- alrededor de treinta minutos a una hora, para asegurarse -- del término completo de la reacción. Ya cumplidos estos -- factores, se procede a la filtración del "diazó", la cual -- tiene por objeto eliminar cualquier exceso de materia prima -- que no haya reaccionado o sustancias ajenas a la reacción. -- Se comprobó que el filtrado solo no basta, por lo que se -- ayuda con Tierra Fuller y Carborafin, que no sólo arrastra -- las sustancias extrañas, sino que ayuda a clarificar el -- "diazó".

Ya filtrado se pasa al reactor de copulación, vigilando que la filtración haya sido perfecta y que no perdura un ligero exceso de nitrito, así como la temperatura adecuada.

B) COPULACION.

Simultáneamente a la reacción de diazoción y en el otro reactor de diazoción o en el de copulación, directamente se va llevando a cabo la disolución del β naftol con sosa caústica, dando como resultado un naftolato de sodio soluble. Esta reacción se lleva a cabo en una disolución, añadiéndose en primer término el agua a temperatura ambiente, después se añade el β naftol se espera hasta lograr la mayor dispersión posible, lo cual se logra en un término no mayor de treinta minutos antes de que se vaya a comenzar la copulación, o sea a pasar el "diazó" al reactor, para efectuar la reacción, se precipita el β naftol, usando ácido clorhídrico, con el fin de dejar el naftol en su forma más fácil de reaccionar. Esta previsión, o sea de precipitar cuando se esté a punto de efectuar la siguiente reacción, tiene por objeto conservar la suspensión adecuada.

El objeto de esta operación no es sólo el indicado, sino también lograr: primero una mejor dispersión y segundo facilitar el ajuste del pH, factor éste.

que tiene una importancia primordial para lograr una -
uniformidad en la intensidad del pigmento. Por facilitad de registro y control, estas mediciones se hacen --
usando milivolts en lugar de unidades de pH.

Recomiendo, para empezar la copulación se deben vigilar los siguientes detalles; y si es necesario--
corregirlos:

- 1) Que el "diazó" esté perfectamente filtrado y de color --
claro, transparente.
- 2) Que exista en el "diazó" un pequeño exceso de nitrito --
de sodio.
- 3) Que la temperatura del "diazó" se conserve entre cero--
y cinco grados centígrados.
- 4) Que la precipitación del naitolato de sodio haya sido--
completa y no existan impurezas.
- 5) Que la temperatura de copulación sea la exacta para lo--
g₂rar un producto acorde con los tipos.
- 6) Que el pH esté ajustado estrictamente al valor determi--
nado.

Habiendo revisado perfectamente estos facto--
res, se empieza a pasar el "diazó" al reactar de copula

ción para efectuar la reacción. El "diazó" se debe ir pa-
sando poco a poco para dar tiempo a que la reacción se va-
ya efectuando conforme se va añadiendo; ésto se controla-
así mismo con papel indicador y evitando en todo momento-
exceso de "diazó".

El control del pH varía según el pigmento que -
se vaya a producir; existen algunos en los que el pH se -
debe mantener constante, por lo que es necesario añadir -
la compensación constantemente. Para el caso, que se to-
ma, no hay necesidad de compensación o regulación del pH-
durante el proceso; sin embargo, al empezar se fija el pH
adecuado y después al ir añadiendo el "diazó", este pH va
bajando, debiendo llegar a un límite determinado y sólo -
en el caso de que al final se exceda el pH o no llegue a-
este valor, se compensa.

El tiempo de esta reacción, regularmente es de
tres horas y media, pero se debe regular sobre el trabajo
y manteniendo una vigilancia constante para evitar que va-
ya a existir exceso de "diazó".

Generalmente hay necesidad de efectuar ligeros-
calentamientos para mantener la temperatura de copulación
la cual varía desde veinte a cuarenta grados centígrados.

El calentamiento se efectúa por medio de vapor, directamente sobre el producto en el interior del reactor.

Al terminar la copulación y comprobar que no hay exceso de "diazó", se prosigue agitando durante treinta minutos aproximadamente.

La agitación es un factor de bastante importancia, debido a que el tamaño de los conglomerados de pigmento debe ser uniforme, por lo cual se debe seleccionar el tipo de agitador, así como las revoluciones de éste. La experiencia ha demostrado que el tipo de agitador de paleta es adecuado, debido a que "empuja" la masa reaccionando y no la "corta"; logrando en esta forma que sea la fricción misma la que moldee al pigmento.

Al terminar el período de agitación, se procede a un calentamiento que da el toque final al pigmento, esta utilizando toda la masa reaccionante; en este calentamiento varía la temperatura, según el tono al que se quiera llegar, siendo en este caso del Rojo Toluidina una temperatura de ochenta grados centígrados mantenida durante una hora.

Quando se empieza el calentamiento, el pH debe haber llegado o si hubo necesidad, haberse ajustado; a su límite. Al llegar a este punto y haber(necesidad) terminado con el calentamiento, se puede decir que se ha terminado el paso denominado "Copulación" y se debe proceder a la filtración. Esta filtración se lleva a cabo por medio de filtros prensa en el interior de los cuales queda detenido el pigmento en forma de pasta, debido al gran por ciento de agua que contiene. El filtrado debe lavarse hasta lograr un pH neutro y una limpidez absoluta en el agua de lavado. Esta etapa requiere una cuidadosa vigilancia durante el tiempo en que se desarrolla; el cual varía de dos a tres horas.

Una vez que la filtración se ha llevado a cabo, se procede a descargar los filtros sobre carros, los cuales a su vez se descargan sobre charolas para llevar a cabo el secado; el equipo usado con este fin es un secador de charolas, trabajado a base de aire caliente, circulado a través de ellas. Estas van sobre transportadores que las llevan colocadas en dos columnas, y se introducen al secador, llevando un 55% de humedad, el cual tiene que bajar hasta 0%.

La temperatura de secado debe controlarse cuidadosamente, a fin de evitar variaciones; ya que un exco-

se puede cambiar la estructura del pigmento, y un defecto alarga el proceso aumentando el costo y entorpeciendo la continuidad de la operación.

Una vez lograda la humedad necesaria, se extrae el pigmento de los secadores y se pasa a la etapa de molido, que consta básicamente de dos pasos:

1) Seccionadora.-

En la cual se fraccionan los conglomerados que se formaron durante la operación de secado.

2) Pulverizadora.-

Se pulveriza el pigmento hasta el mínimo deseado.

Obteniendo el pigmento pulverizado y aprobado por control de calidad, el proceso se diversifica, pasando una parte a la elaboración de suspensiones, a base de resinas u otros vehículos. La otra parte va en en-vase y almacenamiento, quedando listas para la venta.

En el control de calidad, se efectúan varias

pruebas esencialmente físicas y de tipo comparativo.

La primera prueba a efectuar, consiste en una comparación con el tipo, efectuándose en dos partes:

- a) Se toma una cantidad exacta de pigmento, se le añade aceite de linaza en cantidad constante, se lleva a cabo la mezcla en un aparato a base de dos placas cilíndricas, siendo una de ellas fija. El número de vueltas de la placa, así como la presión a que trabaja es también constante. Después se toma la mezcla y se coloca sobre vidrios y siguiendo igual procedimiento con el tipo, se compara y se comprueba la pureza del tono.
- b) Se sigue exactamente igual procedimiento, excepto que ahora se reduce el pigmento con una adición de óxido de cinc o de Titanio y se comprueba la intensidad del pigmento.

A partir de la prueba a), se determina una tercera, la absorción de aceite de linaza, para la cual sólo se toma un poco de la pasta que se ha formado y se la coloca sobre un papel filtro, haciendo también aquí como en todas las pruebas, la comparación con el tipo.

La prueba descrita se puede decir que es la esencial ya que siguiendo sus resultados se norma al proceso.

Otra prueba que se lleva a cabo, consiste en hacer suspensiones con alguna resina, generalmente del tipo del acetato de polivinilo en dos concentraciones, igual que en la primera prueba. Ya hechas, se imprimen las mezclas sobre papel, usando con este fin, un pequeño rodillo que lleva consigo un depósito, sobre el cual, se coloca el producto.

Se debe, además, llevar a cabo otras pruebas como son: Humedad, tamaño de grano, punto de fusión, solubilidad, etc. pero para los efectos de que se habla es suficiente con las descritas. Las demás, aún cuando son importantes, se pueden llevar a cabo en un plan secundario y se hablará de ellas más adelante.

Debido a la gran cantidad de factores que afectan al proceso, y a pesar de todas las precauciones tomadas durante él, no se puede aspirar a una uniformidad perfecta. Tomando como ejemplo la producción de cien días, se puede decir que, la producción de sesenta días se ajusta (23) a las normas de calidad referidas, pero hay treinta días de producción que salen de dichas normas, por lo cual, es necesario con el ob-

jeto de no perder este producto, efectuar una operación posterior, en la cual se normalizan a base de mezclas - los productos que estaban fuera de ellas.

En el laboratorio se efectúan pruebas como la primera descrita, pero usando cantidades determinadas - de cada pigmento, según la producción de cada día y buscando que la combinación se acerque lo más posible al - tipo.

Se suele representar la calidad de los colores, mediante un sistema de coordenadas usando como base el método denominado I.B.K. tricromático, en el cual los valores están relacionados con el espectro natural a la sensibilidad espectral del observador. De las --- tres cifras que indican en este método, cada una significa:

- a) Número de tonalidad dentro de la gama de colores.
- b) Grado de Saturación.
- c) Grado de Intensidad.

Para la determinación de estos índices, se -- trazan curvas de reflexión de los colorantes en esmalte nitrocelulósico y según ellas se determinan las coorde-

ndas del diagrama de colores.

Una vez lograda la mezcla adecuada de la producción que difiere con las normas; en el laboratorio se lleva a cabo la mezcla en grande, usando al reactor de copulación y siguiendo después el proceso normal. - La dilución del polvo se hace en agua y se mantiene — la mezcla durante una hora o poco más.

Las propiedades que debe tener un pigmento orgánico azoico y que se comprueba en control de calidad, son las siguientes:

1.- TONALIDAD.

Los colorantes pigmentarios orgánicos se distinguen generalmente por sus tonalidades muy limpias y brillantes. La caracterización exacta del tono de un pigmento tropieza con algunas dificultades. Los esmaltes, — mientras se trata de tonos llenos, sólo raras veces se pigmentan tanto que resulte una opacidad completa. Por lo general el fondo transluce más o menos y, según sus propiedades, si es blanco o coloreado, produce una baja o variación del tono. La variación del tono depende pues de las calidades del fondo, de la concentración del colorante en el esmalte, del espesor de la película y del poder cubriente del pigmento mismo.

El ligante influye en el tono ya solo por su comportamiento óptico, hecho caso omiso de los cambios de color por el efecto químico mutuo. Así pues, se obtienen tonos diferentes según se espaste un colorante en aceite, en un barniz nitrocelulósico o de resina sintética.

Los substratos y pigmentos blancos empleados simultáneamente, aparte de su acción aclarante, pueden, como es sabido, modificar considerablemente el tono de un colorante pigmentario, según sus "subtonos".

2.- RENDIMIENTO.

Por rendimiento de un colorante pigmentario se entiende el grado de capacidad de colorear una determinada cantidad de un pigmento blanco estandar. El rendimiento equivale, pues, al poder colorante de un pigmento. Se mide generalmente por comparación con el tipo de control del mismo colorante, según el "método-toner" ya descrito.

La relación entre la cantidad de colorante necesaria para obtener la igualdad de intensidad y cien partes del tipo de control, nos dará el rendimiento. El método "toner" fracasa, si se han de comparar colorantes pigmentarios cuyos matices estén demasiado distanciados.

El rendimiento de un colorante pigmentario no sólo depende de su constitución química y de su concentración, sino también de sus propiedades físicas. Dos cargas del mismo colorante sin rebajar pueden resultar completamente diferentes, en cuanto a su rendimiento. - El polvo de un colorante pigmentario blando se desarrollará al empastar con más facilidad que otro de constitución dura. Para corresponder en lo posible a las condiciones de la práctica, se suele comparar en la prueba final con el tipo de control el rendimiento de cada partida, fabricada no sólo según el método "toner", sino -- también en una tinta gráfica por el método descrito.

En caso necesario se preparan también empastes de barita (cuatro partes de colorante, noventa y seis partes de barita, que se muelen durante treinta minutos), los cuales a continuación se mezclan con la misma cantidad de óxido de cinc y se comparan con el tipo de control.

A pesar de todo, la determinación del tono resulta insegura.

5.

3.- PODER CUBRIENTE.

Por poder cubriente de un colorante pigmentario se comprende su propiedad de tapar más o menos intensamente.

En oposición al poder cubriente, se habla de -
transparencia cuando el fondo transluce más o menos a --
través del colorante pigmentario aplicado.

El objeto esencial de los pigmentos contenidos
en las pinturas, es cubrir las irregularidades y los de-
fectos superficiales del fondo con un esmalte o pintura-
uniforme. Por lo tanto, la industria de barnices está -
interesada generalmente en un poder cubriente lo más in-
tenso posible de los colorantes pigmentarios. En algu-
nos casos especiales, se desea una gran transparencia. -
Los colorantes pigmentarios orgánicos suelen poseer poder
cubriente. Físicamente, el poder cubriente está en rela-
ción directa con el poder de dispersión.

El camino más seguro para expresar el poder --
cubriente es la determinación del peso de una capa de --
pintura con un contenido conocido de pigmento, que dé un
efecto cubriente casi completo sobre una determinada su-
perficie de un fondo de contraste. Los valores obteni-
dos convertidos en centímetros cuadrados de superficie -
que con buen efecto cubriente, puede ser cubierto a pis-
tola con un gramo de colorante.

Hay que señalar aún que el poder cubriente de
un colorante pigmentario puede variar considerablemente-
según el ligante empleado.

4.- ABSORCION DE ACEITE.

La absorción de aceite se determina empacando con la espátula sobre una placa de vidrio deslustrado hasta un punto determinado, un grano de colorante con aceite de linaza crudo que se añade gota a gota de la bureta.

5.- DUREZA DEL GRANO.

En su proceso de fabricación, los colorantes pigmentarios tienen al principio forma de un precipitado cristalino extraordinariamente fino en suspensión acuosa.

Durante el proceso de secado las partículas primarias suelen formar aglomeraciones más grandes, que durante la molienda subsiguiente en parte ya no se desintegran en sus partículas originales. Los aglomerados forman el grano del colorante. Se habla de un grano blando o duro según se triture y distribuya con más facilidad o más dificultad durante el empacado.

6.- PESO ESPECIFICO.

Los pesos específicos se determinaron en el picnómetro a veinte grados centígrados con disolventes inertes, en los cuales no se disuelven los --

correspondientes pigmentos. El agua es menos apropiada por no formar una suspensión adecuada.

7.- DENSIDAD APARENTE.

La densidad aparente proporciona solamente una idea aproximada del volumen que necesitan los colorantes pigmentarios. Esta propiedad se determina pesando un kilogramo de pigmento y colocándolo en un recipiente cilíndrico, tomando después el volumen que ocupó. Aún cuando los colorantes se envasen sacudiendo los barriles antes de su expedición, su volumen se reduce casi siempre durante el transporte.

8.- PUNTO DE FUSION.

La obtención de esta propiedad se lleva a cabo por medio de un aparato en el cual se observa el producto y simultáneamente se va calentando, y al llegar al punto de fusión se observa la temperatura.

Los puntos de fusión de los pigmentos orgánicos se hallan generalmente a temperaturas muy altas, (doscientos cincuenta (grados centígrados)-trescientos cincuenta grados centígrados.) Solamente unos pocos de ellos funden sin descomponerse. Para la mayoría de -

los colorantes pigmentarios orgánicos el punto de fusión es al mismo tiempo el punto de descomposición. - Algunos se descomponen a una temperatura bastante elevada, sin acusar un punto de fusión propiamente dicho.

9.- REFLEXION AL INFRARROJO.

La reflexión de los colorantes pigmentarios de la luz infrarrojo interesa entre otros fines para pinturas de camuflaje. Se determinan generalmente los valores de reflexión en por ciento de la luz monocromática incidente de tres diferentes longitudes de onda. La determinación se hace sobre el colorante en polvo puro, aplanado por ligera presión en platillos de vidrio. Los valores se expresan con relación al blanco de barita igual noventa y nueve por ciento de reflexión, (blanco absoluto igual cin por ciento.)

10.- SOLIDEZ A LA LUZ.

Se lleva a cabo siguiendo primero la prueba "toner" ya descrita y otra con un empaste a base de barniz nitrocelulósico y después se efectúa la exposición a la luz durante un tiempo determinado y se llevan a cabo comparaciones.

Con el aumento de la concentración del colorante en un esmalte mejora generalmente la solidez a la luz.

El mismo efecto tiene el espesor de la capa del esmalte: Cuanto más gruesa es la capa, tanto mejor resulta la solidez a la luz de la coloración. En este caso se alcanza, sin embargo, un límite cuando la capa es tan gruesa que ya refleja o absorbe prácticamente toda la luz incidente.

También el fondo más o menos reflejante, si el poder cubriente no es absoluto.

II.- SOLIDEZ A LA INTemperIE.

Para la solidez a la intemperie de los barnices pigmentados y pinturas entran en consideración los datos en lo que se refiere a las variaciones producidas por la acción de la luz. Descapota un papel muy importante la influencia destructiva de los agentes atmosféricos tales como: viento, lluvia, fluctuaciones de temperatura etc. Estos factores, atacan en primer lugar el ligante.

Una serie de colorantes, especialmente los lacados pueden por hidrólisis o bien por la reacción química de sus productos de descomposición con el ligante, modificar de un modo desfavorable la solidez de una pintura a los agentes atmosféricos.

Para la determinación de la solidez a la intemperie de pigmentos, se ha de tener en cuenta siempre -- hasta qué punto pueden tener influencia los pigmentos blancos.

La prueba se lleva a cabo aplicando dos veces a pistola en cruz sobre hojalata con capa de fondo. Las hojalatas se exponen a la intemperie en atmósfera industrial durante veinte meses y después se comparan con hojalatas de la misma serie sin exponer a la intemperie.

Hay algunas otras propiedades que se deben estudiar pero que se aplican según casos particulares.

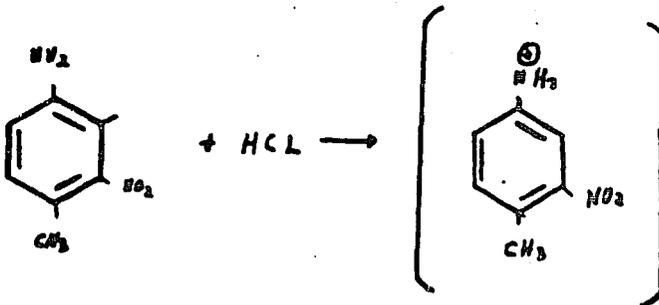
II.- QUÍMICA DEL PROCESO.-

En esta sección se estudian las reacciones que se llevan a cabo durante todo el proceso, para lo cual se divide en las mismas partes que las descritas en la sección anterior.

A) DIAZOACION:

Durante la etapa del proceso que lleva el nombre de diazoación se llevan a cabo las siguientes reacciones:

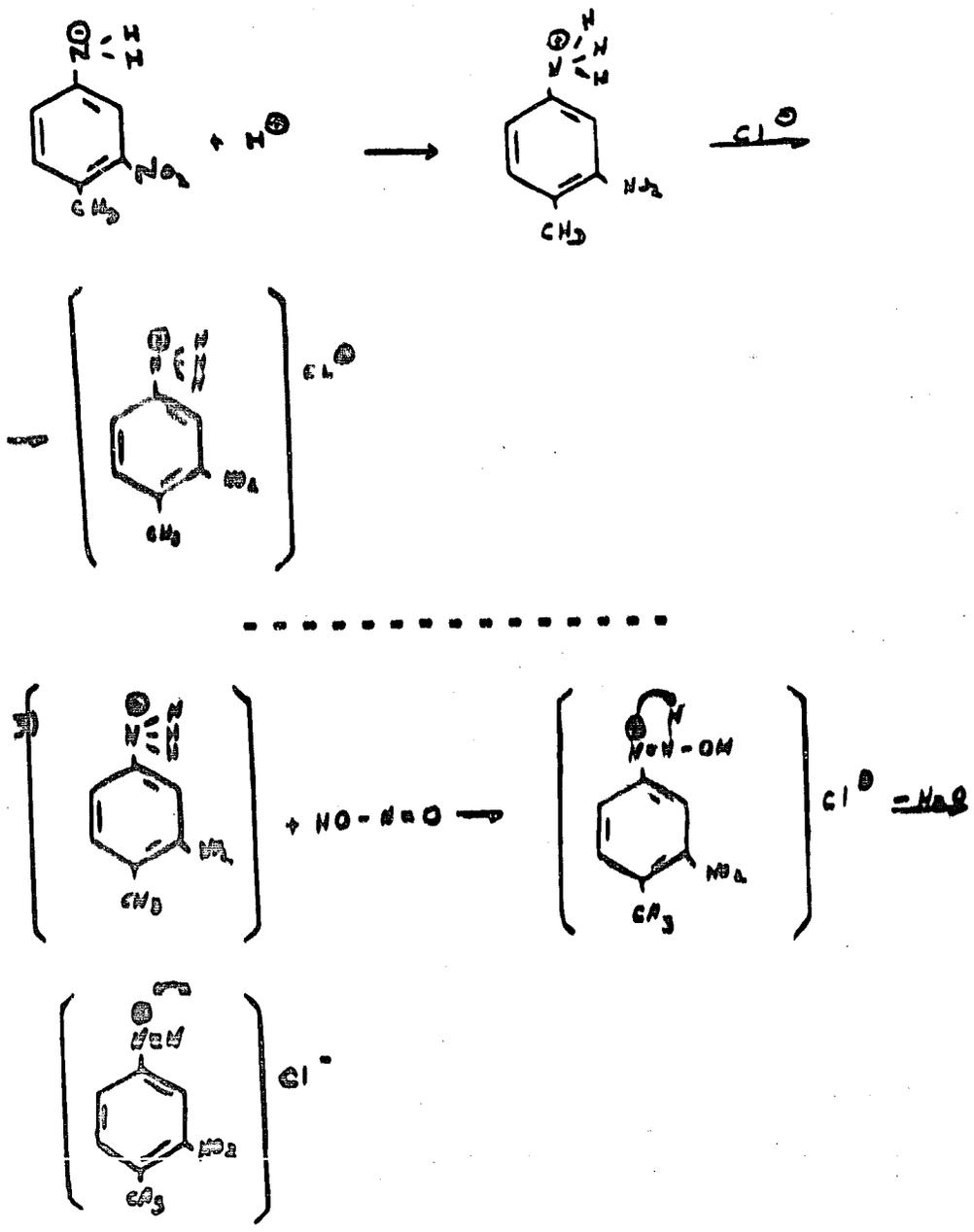
1.) Paso de la metanitroparatoluidina al cloruro respectivo:



En esta reacción, la metanitroparatoluidina está en una concentración del cien por ciento. El ácido clorhídrico al diez y seis por ciento, usándose esta concentración para un mejor ataque y mayor facilidad de contacto entre los reactivos.

Un mecanismo de la reacción propuesta queda explicado como sigue:

2)



Al existir iones H^+ en el medio y, debido a la resonancia que hay en la metanitroproparatoluidina, éste es atraído por el átomo de nitrógeno y éste al recibir el ión H^+ queda cargado positivamente actuando así sobre el ión Cl^- formándose el cloruro inestable y permitiendo en esta forma el ataque del ácido nítrico. Este ácido nítrico a su vez se forma de la reacción del ácido clorhídrico y el nitrito de sodio.

En esta forma queda completo el paso denominado DIAZOMACION. En la tabla que se pone al final de este capítulo, se exponen las concentraciones de los reactivos.

La duración de este paso es: De ocho horas; aunque el tiempo real puede ser solamente de sesenta minutos; por conveniencia se deja durante este tiempo por seguridad y facilidad como ya se explicó anteriormente.

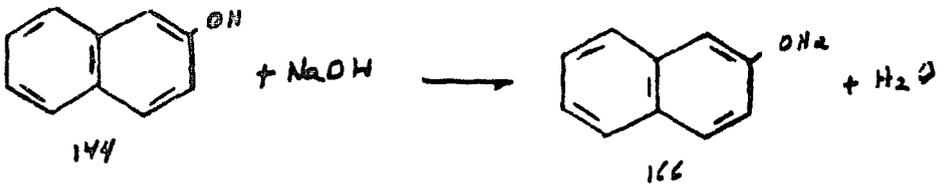
Formación del cloruro de diazonio:

Dos horas treinta minutos.

B.) COPULACION.

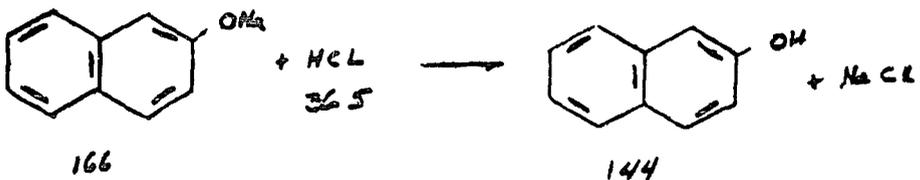
En esta etapa se efectúan las siguientes reacciones:

4) Paso del α naftol a β naftolato de sodio:



Esta reacción se lleva a cabo en esta forma, debido a que el hidrógeno del oxhidrilo en el naftol está activado por la posición de la doble ligadura.

5) Precipitación del "naftol". Se lleva a cabo regenerando el α naftol con ácido clorhídrico:



C A P I T U L O I I II I I . - B A L A N C E D E M A T E R I A L E S . -

Con el objeto de conocer la cantidad exacta -
de reactivos en cada reacción y aproximar la capaci- -
dad del equipo, se lleva a cabo un balance de materia -
les.

La base a tomar es:

- | | | |
|----|---------------------------|------------------|
| a) | Producción anual | 75 Toneladas. |
| b) | Producción diaria | 0.300 Toneladas. |
| c) | Días de trabajo | 250 |

Fijando la cantidad de pigmento en trescientos -
kilogramos de producción diaria queda:

P E S O S M O L E C U L A R E S : -N A F T O L

Peso Molecular = 144

NAFTOLATO DE SODIO

Peso Molecular = 166

CLORURO DE METANITROPARATOLUIDINA

Peso Molecular = 187.5

CLORURO DE METANITROPARATOLUIDINA DIAZOADA

Peso Molecular = 201.5

ROJO TOLUIDINA R.

Peso Molecular = 313

Siendo las necesidades de producción de trescientos kilogramos diarios, se pueden tomar las cantidades que nos dá el balance de materiales efectuado.

Para la producción de trescientos kilogramos del Rojo Toluidina R, necesitamos:

- 1) 201.5 kilogramos de cloruro de metanitroparatoluidina diazoada.
- 2) 166 kilogramos de Naftolato de sodio.

En el siguiente paso vemos el balance de materiales para la obtención de la metanitroparatoluidina tomado de la reacción número tres y de la número dos.

PESES MOLECULARES:-

NITRITO DE SODIO

Peso Molecular = 69

ACIDO NITROSO

Peso Molecular = 47.

ACIDO CLORHIDRICO

Peso Molecular = 36.5

Para la obtención de doscientos uno punto - cinco del cloruro de metanitroparatoluidina diazota do, de la reacción número tres, calculamos la cantidad de ácido nitroso necesario.

Se necesitan cuarenta y siete litros de ácido nitroso al cien por ciento, el cual se produce por la reacción número dos, en donde el ácido-clorhídrico actúa sobre el nitrito de sodio; además, el ácido clorhídrico tiene acción sobre la metanitroparatoluidina.

Se utilizan:

69 litros de nitrito de sodio al 100% .

36.5 litros de ácido clorhídrico al 100%.

Pero como las concentraciones que se emplean son de cuarenta y dieciséis por ciento respectivamente, queda:

172.5 litros de nitrito de sodio al 40% .

221.9 litros de ácido clorhídrico al 16%.

El ácido clorhídrico mencionado es el que actúa en la reacción dos; ahora bien, por la reacción tres, tenemos igual cantidad en la obtención del cloruro de metanitroparatoluidina de donde el total del ácido clorhídrico será de cuatrocientos cuarenta y tres punto ocho litros al dieciséis por ciento.

Por último, por la reacción uno, sabemos la cantidad de metanitroparatoluidina necesaria para obtener su cloruro:

152 kilogramos de metanitroparatoluidina al 100%

Como necesitamos ciento cuarenta y cuatro kilogramos de β naftol para obtener los trescientos siete kilogramos de pigmento; de la reacción cuatro calculamos la sosa caústica que necesitamos para obtener ciento sesenta y seis kilogramos de naftolato de sodio.

40 kilogramos de sosa caústica al 100%, lo que equivale a 121.2 litros al 33.3%.

Para la precipitación con ácido clorhídrico:

35.5 litros de ácido clorhídrico al 100%, lo que equivale a 221.9 litros al 16%.

Esto último por la reacción cinco.

De esta forma obtenemos el β naftol necesario, (ciento cuarenta y cuatro kilogramos), ya lábil para la reacción.

A continuación damos en forma de tabla las cantidades y concentraciones de materias primas necesarias.

TABLAS DE MATERIAS PRIMAS.

ETAPA	SUSTANCIA	CANTIDAD AL 100%	% DEBIDO	CANTIDAD REAL	PRODUCTO OBTENIDO	PRODUCTO CANTIDAD
	HNIPZ	152 Kg.	100	152 Kg.		
DIAZONACION	HCl	71 L.	16	443.8 L.	"diazot"	201.5 L.
	NaNO ₂	69 L.	40	172.5 L.		
	HNO ₂					47 L.
	naftol	144 Kg.	100	144 Kg.		
COPULACION	NaOH	40 Kg.	33	121.2 L.		
	HCl	35.5 L.	16	221.9 L.		
	"diazot"	201.5 L.		201.5 L.	Rojo Toluidina R	307 Kg.

BALANCE DE AGUA.HIELO:-

Basados en la experiencia obtenida del estudio de gasto de hielo durante la producción que comprende un período de un año, se llegó a la conclusión -- que el promedio de consumo de hielo es 4170 kilogramos de hielo por toneladas de pigmento, o sea que:

Para 307 kilogramos de pigmento -- 1270 kilogramos de hielo.

El total del gasto de hielo se lleva a cabo durante la diazoción.

AGUA:-

Con igual base, pero comprendiendo en esta cifra el total gastado, o sea no sólo el agua usada en la reacción, sino la usada en la filtración; el lavado de pigmento y usos en la planta se calculó el gasto de agua:

22,730m³ de agua por 100 Kg. de pigmento, o sea que:

Para 307 Kg. de pigmento -- 70m³ de agua, (6666) por carga.

Para lograr una idea más exacta de la cantidad de agua, se llevó a cabo experimentación con el objeto de dilucidar las cantidades usadas en cada etapa,

llegando a las siguientes conclusiones:

Diazoción:- Volumen final - - - - 1975 L.

De los cuales son de agua incluyendo hielo:

$$= 1975 - (152/1.139 + 443.8 + 172.5)$$

$$(1975 - (\frac{152}{1.139} + 443.8 + 172.5)) = \underline{1225.7 \text{ L.}}$$

El cociente nos da el volumen ocupado por la metanitroparatoluidina, las siguientes dos cantidades son el ácido clorhídrico y el nitrito de sodio respectivamente.

Copulación:- Volumen final - - - - 8175 L.

Volumen de agua por diferencia:

$$8175 - (\frac{144}{1.22} + 121.21 + 221.9 + 1975.7)$$

$$\text{Volumen de agua:} = \underline{5857.11 \text{ L.}}$$

Como sabemos que el gasto total de agua por kilogramo de pigmento es de 70.1 m³. la diferencia del agua de reacción, con este total es usada en la filtración y lavado del pigmento, quedando una cantidad para limpieza en general, en donde estan incluidos todos -- los servicios, tanto sanitarios como de riego, etc.

De la cantidad total restamos el agua de reacción para separar aproximadamente el agua usada en servicios:

$$70 \text{ m}^3. - (5.6571 + 1.2257) = 62.9172 \text{ m}^3.$$

El agua de servicios se considera en un 39% del total; de donde:

$$70 \times 0.39 = 27.03 \text{ m}^3.$$

El agua de filtración y lavado será: (Incluye agua para la fabricación de hielo.)

$$62.9172 \text{ m}^3. - 27.03 \text{ m}^3. = 35.8872 \text{ m}^3.$$

Resumiendo en forma de tabla:

OPERACION.	CONSUMO DE AGUA m ³ .
Diazocación:	1.2257
Copulación:	5.6571
Filtración y lavado:	35.8872
Servicios:	27.03
T O T A L :	70.0

Incluye agua para la planta de hielo, caldera, etc.

VAPOR:-

El gasto de vapor en la fabricación de este pigmento es de 0.71 Tm. por cada 100 Kg. de pigmento.

De donde:

$$0.71 \times 3.07 = \underline{2.17 \text{ Tm.}} \text{ de vapor por carga.}$$

ENERGIA ELÉCTRICA:-

El gasto de energía eléctrica es de 54.2 KW.hr. por cada 100 Kg. de pigmento.

De donde:

$$54.2 \times 3.07 = \underline{163.63 \text{ KW. hr.}}$$

Los datos del consumo de los diferentes servicios están tomados del estudio de una planta ya existente y tomado un promedio de la producción de un año, y de varios pigmentos del tipo azoico.

TIEMPOS Y MOVIMIENTOS:-

El estudio de tiempos y movimientos da como resultados horas, por lo cual, sería necesario establecer dos turnos: Uno de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. y otro de 3:00 p.m. a 10:00 p.m.

Los tiempos se reparten aproximadamente como sigue:

7:00 - 7:30	Preparación del Haftol	Reacción de dia-
7:30 - 10:30	Filtración del "diase" & Reacción de copulación.	scación.
10:30 - 11:30	Agitación como complemento de la reacción de copulación.	
11:30 - 12:30	Calentamiento del pigmento.	
12:30 - 2:00	Descarga de filtros y secador.	
2:00 - 3:00	Carga del secador.	
3:00 - 3:30	Transporte del pigmento a la rampedera.	
3:30 - 7:00	Fulverización	Preparación del "diase".
7:00 - 10:00	Empaque y limpieza.	

C A P I T U L O I V

IV.- SELECCION DE EQUIPO.-

a) Localización de la Planta:-

Como parte de primordial importancia al estudiarse un proyecto, debe escogerse cuidadosamente el lugar, en el cual se llevará a cabo. Esta importancia radica en el reflejo que tiene este factor sobre el costo de producción, ya que tanto la transportación de la materia prima del proveedor a la planta como el de productos terminados a los compradores, puede ser disminuida o incrementada, según la resolución, adecuada o no al problema descrito.

Por lo tanto, para llegar a una resolución, deben valorarse todos los factores que afectan al costo, de manera que dicha resolución afecte de la forma más conveniente posible.

Los factores más significativos, son:

- 1) Localización de materia prima.
- 2) Localización de compradores.

- 3) Transportación (costos y facilidades.)
- 4) Mano de obra.
- 5) Servicios, (agua y electricidad.)

b) Equipo:-

REACTOR DE DIAZOACION:

Entra:	133	l.	Metanitroparatohidina.
	443.8	l.	Acido Clorhídrico.
	172.5	l.	Nitrito de Sodio.
	<u>1,225.7</u>	l.	Agua y hielo.
	<u>1,975.0</u>	l. =	<u>522.4</u> Gal.

La masa reaccionante no sufre contracciones ni expansiones, por lo que el volumen del reactor no es afectado; además, ésta debe ocupar tres cuartas partes como máximo por razones de seguridad; de donde:

$$V_e = \frac{197.500}{0.75} = 2633.33 \text{ l.} = \underline{\underline{695.72 \text{ Gal.}}}$$

El volumen del reactor de diazoación, debe ser de una capacidad de 2633.33 l. (695.72 Gal.), y su material de construcción varía, ya sea de madera tratada o de acero inoxidable; la elección final se hará por comparación de costo y de precia- ción.

Las medidas del reactor serán:

$V = 695.72$ Gal. 15% de seguridad = 800 Gal.

Diametro.- Se considera de 4 pies.

$$\text{Altura} = \frac{V}{0.785 \pi d^2} = \frac{800 \times 0.13264 \text{ pie}^3}{0.785 \times 16 \text{ pie}^2} = 8.4 \text{ pie.}$$

FILTRO PRENSA PARA "DIAZO".

Entra: 1975 l. "diazó" y agua.

25 Kg. Tierra Fuller.

5 Kg. Carborafin.

Como se puede apreciar la capacidad retentiva que debe tener el filtro es baja, ya que sólo se quedarán en él: 2% de metanitroperatoluidina que no reacciona 3.04 Kg.

25 Kg. Tierra Fuller.

5 Kg. Carborafin.

2% de metanitroperatoluidina - 3.04 Kg.

Que ocupan los siguientes volúmenes respectivamente:

100 l., 17.253 l. y 3.18 l.

Por lo tanto la capacidad de retención, deberán ser de:

120.43 l. - equivalentes a 4.25 pie³.

Las características serán:

Tamaño del plato con alimentación por la esquina - 24.24 pulg.

Area efectiva filtrante por medio filtrante - 7 pie²

Capacidad de retención por pulgada de espesor de la pasta - 0.29 pie³

Número de marcos - 8.

Usando 8 marcos, serán 16 las telas filtrantes, por lo tanto el area de filtración será de: 112 pie².

Para comprobar se multiplica el número de hojas filtrantes por la capacidad de retención de cada una:

$$16 \times 0.29 = 4.64 \text{ pie}^3.$$

El volumen necesario es de : 4.25 pie³. por lo que en esta forma se obtiene un margen.

Los marcos son de madera tratada, de dos pulgadas de espesor y el medio filtrante, tela de manta.

Las características serán:

Tamaño del plato con alimentación por
la esquina - 24.24 pulg.

Area efectiva filtrante por medio filtrante - 7 pie²

Capacidad de retención por pulgada de espesor
de la pasta - 0.29 pie³

Número de marcos - 8.

Usando 8 marcos, serán 16 las telas filtrantes, por lo
tanto el area de filtración será de: 112 pie².

Para comprobar se multiplica el número de hojas filtran
tes por la capacidad de retención de cada una:

$$16 \times 0.29 = 4.64 \text{ pie}^3.$$

El volumen necesario es de : 4.25 pie³. por lo que en -
esta forma se obtiene un margen.

Los marcos son de madera tratada, de dos pul-
gadas de espesor y el medio filtrante, tela de manta.

REACTOR DE COPULACION.-

Entra:

201.5 l.	- - - - -	"Díazo".
121.2 l.	- - - - -	Sosa caústica al 33%.
221.9 l.	- - - - -	Acido clorhídrico al 16%.
773.0 l.	- - - - -	Agua (proveniente del "díazo".)
<u>5,857.11 l.</u>	- - - - -	Agua de la Reacción.
<u><u>7,174.21 l.</u></u>		

7

Se añade un margen de 1000 l. para el caso en que haya que enfriar con hielo, quedando: 8174.21 l. = 2235 gal.

Como la masa reaccionante no debe exceder $\frac{3}{4}$ partes del reactor, el volumen será:

$$\frac{8175}{0.75} = 10216.75 \text{ l.} = 2697.55 \text{ gal.}$$

El material de construcción usado es madera tratada debido a su buen desempeño y conservación, así como a un bajo costo de inversión inicial.

MEDIDAS DEL REACTOR!-

$$V = 2697.55 - 15\% \text{ (margen de seguridad)}$$

V = 3103 gal.

Diametro = 6.5 pie.

Altura = $\frac{V}{\frac{\pi d^2}{4}}$ = $\frac{3103 \times 0.13264}{0.785 \times 42.25}$

Altura = 12.5 pie.

FILTRO PRENSA PARA PIGMENTO:-

Entra:	307 Kg.	Rojo Toluidina R.
	585 Kg.	Cloruro de Sodio (Formado en la reaccion) Solución.
	5857.11 l.	Agua.
	36.5 l.	Acido Clorhídrico.

VOLUMEN TOTAL:-

Rojo Toluidina - - - -	439.931	l.
Acido Clorhídrico - -	36.5	l.
	<u>6509.4</u>	l.

Añadiendo 1000 l. como precaución para el caso en que se añadió hielo para enfriar en la copulación:

7509.4 l.

En el filtro prensa deben retenerse 307 Kg. de -

pigmento, los cuales ocupan un volumen de 439.971 l., o sea que la capacidad de retención deberá ser: 15.52 pie².

Con relación a estos datos se dan las características del filtro:

Tamaño del plato con alimentación por la sequia:	-----	30" x 50".
Área efectiva filtrante por medio fil- trante:	-----	14 pie ² .
Capacidad de retención por pulgada de espesor de la pasta:	-----	0.58 pie ³ .
Número de marcos:	-----	15
Número de hojas filtrantes:	-----	30
Área de filtración:	-----	420 pie ² .

COMPROBANDO:-

Número de hojas filtrantes por retención por pulgada es-
pesor pasta: $30 \times 0.58 = 17.40 \text{ pie}^3$.

SECADOR:-

El tipo de secador más adecuado para este proceso es el de charolas, trabajado a base de circulación de aire caliente.

La humedad del material al entrar es de 200% aprox. y de
be bajar hasta cero o lo más cercano posible, (0.2%).

El cálculo del secador se expone a continuación:

1.- TIEMPO DE SECADO:-

Datos: El sólido se considera poroso.

$W_0 = 220\%$ W_0 - Humedad inicial.

$W_1 = 0.2\%$ W_1 - Humedad final.

$\beta = 2.9$ β - Cte. dependa de tipo de secador y
del sólido.

$L = 1.5 \text{ pulg.}$ L - Espesor del sólido.

Fórmula de secado para sólidos muy porosos:

$$\ln \frac{W_0}{W_1} = \frac{2 \cdot \theta}{L}$$

$$\ln \frac{220}{0.2} = \frac{2(2.9)\theta}{1.5}$$

$$\frac{2.23 \times 2.342 \times 2(2.9)\theta}{0.0292 \quad 1.5}$$

$$\theta = \frac{79 \times 1.5}{5.8}$$

$$\theta = 20.4 \text{ hrs.}$$

2.- TAMAÑO DEL SECADOR:-

El volumen ocupado por el material a secar es de:

$$307.95 \text{ Kg.} \times 1.443 \times 1000 = 443580 \text{ c.c.} = 44.4 \text{ M}^3.$$

Se consideran charolas de 26x38 pulg. de tamaño y un espesor de - pasta de 1.5 pulg.

CAPACIDAD DE CHAROLAS:-

$$26 \times 38 \times 1.5 = 1428 \text{ pulg}^3. = 0.95 \text{ M}^3.$$

NÚMERO DE CHAROLAS:-

$$\frac{44.4}{0.95} = 47 \text{ Charolas.}$$

Se colocarían dos hileras de 24 charolas con una separación de 10.16 cm. y una altura final del secador de 2.10 M. de altura. La separación entre las paredes laterales y las charolas de 5 cm. por lado, quedando un ancho total de 1.47 M.; con iguales tolerancias - hacia el fondo, queda una medida de 1.616 M.

3.- Debido a la naturaleza del proceso, se recogió un secador del tipo de charolas.

CONDICIONES DE SECADO:-

$H_0=200\%$ →

$T_0=250^\circ\text{F.}$ →



$H_1=0.2\%$ →

$T_1=130^\circ\text{F.}$ →

4.- Cálculo del aire necesario para desalojar el vapor de agua.

CAPACIDAD NECESARIA DEL SECADOR = 700 lb. sólido seco/20.4 hrs.

$$C_B = 29.16 \text{ lb./hr.}$$

o sea:

$$67.7 \text{ lb. agua evap./hr.}$$

DATOS DEL AIRE:

$$T_0 = 77^\circ\text{F.}$$

$$H. \text{ aire} = 0.11\%$$

$$T \text{ precalentamiento} = 250^\circ\text{F.}$$

$$T \text{ bulbo húmedo} = 100^\circ\text{F.}$$

$$T \text{ aire de salida} = 130^\circ\text{F.}$$

Por gráfico: $H_g = 0.0356$ para los datos expuestos.

El aumento de humedad del aire en el secador será:

$$0.0356 \times 0.1 = 0.00356 \text{ lb. H}_2\text{O/lb. aire seco.}$$

AGUA EVAPORADA POR HORA:

$$\frac{67.7 \times 200\%}{20.4 \text{ hrs.}} = 67.7 \text{ lb. agua/hr.}$$

5.- AIRE NECESARIO:-

$$\frac{67.7 \text{ lb. H}_2\text{O/hr.}}{0.00356} = 18,900 \text{ lb. aire/hr.}$$

$$\underline{A_n = 18,900 \text{ lb. aire/hr.}}$$

6.- CALCULO DEL CALOR NECESARIO:-

$$T \text{ agua en el sólido} = 70^\circ\text{F.}$$

$$T \text{ vapor de agua} = 130^\circ\text{F.}$$

El consumo de calor para calentar el agua de 70 a 130°F. es de:

$$60 \text{ B.T.U.}$$

Calor necesario para evaporar el agua a 130°F. = 1020 B.T.U.

$$\underline{\text{TOTAL: } Q = 1080 \text{ B.T.U.}}$$

Aire usado en la evaporación: $1080 \times 0.0356 = 3.84 \text{ B.T.U./lb. aire.}$

El calor cedido por lb. de aire seco es igual a:

$$(250^{\circ}\text{F.} - 130^{\circ}\text{F.})(0.244) = 29.28 \text{ B.T.U.}$$

en donde:

0.244 es calor de humedad del aire.

Siendo el consumo de aire de 18,900 lb. aire/hr. y el calor en B.T.U. cedidos por la fuente calorífica es de:

$$18,900 \times 29.28 = \underline{\underline{553,392.0 \text{ B.T.U.}}}$$

El tiempo de secado puede ser hasta de 24 hrs. y es una ventaja el tener este lapso grande, debido a que la temperatura de secado no puede ser alta.

RESUMEN: -

Tipo de secador	De charolas.
Número de charolas	47
Capacidad	29.16 lb./hr.
Tamaño de las charolas	26x38x7/8 pulg.
Espacio entre charolas	1/4 pulg.
Espesor de la carga	1 1/8 a 1 1/2 pulg.
Humedad inicial (base seca)	220%
Humedad final (base seca)	0.2%
Temperatura del aire	250°F.
Velocidad del aire	450 pie/min.
Carga	676.8 lb.
Constante total de secado	0.034 lb. agua/hr. pie ² .

Consumo de vapor - - - - - 2.0 lb. vapor/lb. agua evap.

Potencia total instalada - - - - 1 H.P.

Tiempo total de secado - - - - - 20.4 hrs.

Siendo la capacidad del secador de 29.16 lb./hr. en ---
24 hrs., se habrán secado 699.8416 de pigmento.

La cantidad de material que entró al secador es 676.8 lb.,
por lo que queda satisfecha la necesidad.

ROMPEDORA Y PULVERIZADORA:-

Para la colocación de este equipo se deben tomar en cuenta -

los siguientes factores:

1.- Propiedades Físicas:-

- a) Dureza.
- b) Consistencia mecánica.
- c) Contenido de humedad.
- d) Densidad.

2.- Tamaño de la alimentación y del producto.

3.- Cantidad a moler.

4.- Velocidad del molino.

5.- Propiedades físicas del equipo de molienda:-

- a) Forma y características del recubrimiento.
- b) Forma y características del medio ambiente.

Con base en estas características y en la experiencia dada -
por el proceso ya existente, se seleccionó una rompedora del tipo-
triturador de quijadas tipo Dodge para pasar después, a un molino-
del tipo de martillos para la pulverización.

Se seleccionó el triturador de quijadas tipo Dodge, debido -
a que tiene mejor desarrollo que otros tipos, en el aspecto de ma-
yor abertura para alimentación; es adecuado para trabajo
y de bajo tonelaje.

Para la pulverización o molino de martillos parece ser el más adecuado.

Las características de los molinos escogidos son:

TRITURADOR DE QUILJADAS TIPO DODGE:-

Tamaño boca de alimentación: - - - - - 7 x 9 pulg.
 Capacidad Toneladas/hr. - - - - - 3 Ton./hr.
 Tamaño partícula: - - - - - 1.5 pulg.
 Potencia requerida: - - - - - 6 H.P.

MOLINO DE MARTILLOS:-

Tipo: - - - - - Micro pulverizador.
 Diámetro del rotor: - - - - - 8 pulg.
 R.P.M. (máximo): - - - - - 9600 -
 Potencia requerido H.P.: - - - - - 3 - 5
 Capacidad: - - - - - 500 Kg.

Una vez molido el material para el departamento de empaque, en el cual el producto se coloca en tambos de 100 Kg. que se llenan hasta poco menos de la capacidad total y se complementa a 100 Kg. sobre báscula.

BOMBAS Y TUBERIA:-

Para la selección de bomba se deben contar con los siguientes datos:

1.- Capacidad y presión hidrostática:-

- a) Valor máximo para cada una.
- b) Margen de seguridad.
- c) Requerimientos futuros.

2.- Características de operación.

3.- Naturaleza del líquido.

4.- Naturaleza de los sólidos en suspensión.

5.- Datos de corrosión.

6.- Temperatura, Viscosidad.

7.- Eficiencia.

8.- Costos.

Una vez con estos datos, se procede al cálculo de las bombas. La tubería obviamente queda determinada simultáneamente.

El método a seguir para determinar las potencias de los motores es:

- a) Determinar el tipo de bomba y material de construcción.
- b) Longitud, altura hidrostática y diámetro de la tubería.

- c) Cálculo de las longitudes equivalentes, por los accesorios, (válvulas, codos, etc.)
- d) Se determina la potencia del motor por medio de la ecuación de Bernoulli:

$$Wh = h_2 \frac{g}{g_0} l_{wf}$$

en donde:

- W = trabajo de la bomba pie-lb/seg.
- h = eficiencia de la bomba.
- g = aceleración por gravedad pie/seg.²
- g₀ = factor de conversión pie-lb/lb-seg.²
- h₂ = altura hidrostática pie.
- l_{wf} = pérdidas por fricción pie-lb/lb

Para conocer las pérdidas por fricción:

$$l_{wf} = \frac{fv^2L}{2g_0D} = F(Re)$$

- f = factor de fricción.
- v = velocidad, pie/seg.
- D = Diámetro de la tubería.
- Re = Número de Reynolds.

Obran por el número de Reynolds que es igual a:

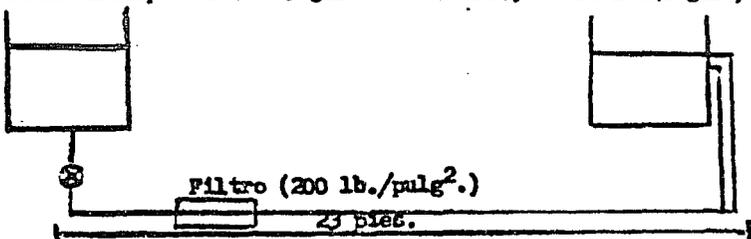
$Re = \frac{DvG}{\mu}$ siendo G y μ la densidad y viscosidad respectivamente.

Una vez obtenidos estos factores, se substituyen en la fórmula de Bernoulli y se conoce la potencia de la bomba.

A continuación se elabora un ejemplo calculando la bomba -- que pasa el "líquido" al filtro y al reactor de copulación:

El líquido que se va a transportar tiene una densidad de 69.85 lb./pie^3 , y una viscosidad de $0.000672 \text{ lb./pie seg.}$; va a ser transportado una distancia de 23 pies sin pérdidas debidas a cambio de altura y sólo por fricción debidas a 3 codos de 90° y una válvula de globo.

La tubería usada es de un diámetro de 2 pulg. y Cod. 40. Se necesitan transportar 522.5 gal. en 0.5 hrs., o sea 17.40 gal./min.



Diámetro interno de la tubería: 2.067 pulg.

Distancia = 23 pies.

Equivalencia por codos y válvula - $3(32) + 300 = 396$

$$\frac{396 \times 2.067}{12} = 68.2 \text{ pies.}$$

Para calcular el número de Reynolds: -

$$D = \frac{2.067}{12} = 0.172 \text{ pies.}$$

$$\rho = 69.85 \text{ lb./pie}^3.$$

$$\mu = 1 \times 6.72 \times 10^{-4} = 0.000672 \text{ lb./pie seg.}$$

El flujo será:

$$\frac{17.40}{7.4868} = 0.038 \text{ pie}^3/\text{seg.}$$

El Área de la sección de la tubería es de:

$$0.0233 \text{ pie}^2.$$

La velocidad promedio es igual a:

$$\bar{V} = \frac{0.038 \text{ pie}^3/\text{seg.}}{0.023 \text{ pies.}} = 1.65 \text{ pie/seg.}$$

De donde:

$$Re = \frac{D \bar{V} \rho}{\mu} = \frac{0.172 \times 1.65 \times 89.85}{0.000672} = \frac{5.09}{0.00067}$$

$$Re = 3.80 \times 10^3.$$

$$\frac{k}{D} = \frac{0.00015}{0.172} = 0.0011 \text{ \textcircled{e} valor de k en tablas.}$$

Por tablas: - $f = 0.0075$

CALCULO DE LA PIERDA:

$$Hf_g = 4f \frac{L \bar{V}^2}{D 2g_c}$$

$$Hf_g = 4 \times 0.0075 \times \frac{68.2 \times 0.33^2}{0.172 \times 32.17}$$

$$Hf_g = 0.040 \text{ pie } \overline{\text{lb}}^2/\text{lb.}$$

Midiendo la presión en el paso por el filtro para el reactor (2) se encontró una diferencia de presión de 200 lb./pulg².; por lo que H_f queda:

$$0.040 \text{ \textcircled{e}} \left(\frac{200 \times 144}{89.85} \right) = 0.040 \text{ \textcircled{e}} 320.5$$

$$H_f = 320.540$$

POTENCIAS:-

$$H.P. = \frac{17.4 \times 89.85 \times 320.54}{246800 \times 0.010}$$

$$H.P. = 2.02$$

Si se considera la eficiencia de la bomba del 50%, el número de H.P. requeridos será de 4.04 H.P.

Se escoge uno de 5. H.P.

TANQUES DE AMIACELAMIENTO DE MATERIA PRIMA:-

La base para determinar la capacidad de estos tanques, es el balance de materiales y cubrir un mínimo de cuatro días de trabajo excepto en materiales que por su procedencia requieran un "colchón" de seguridad mayor.

Por información en literatura, se obtienen las dimensiones óptimas económicas para fijar el menor costo posible.

INSTRUMENTACION:-En los reactores:-

- a) Medición de pH con registro.
- b) Medición de Temperatura.
- c) Medición de volumen ocupado.

En los filtros:-

- a) Presión.

En secador:-

(Incluidas en el equipo.)

En los molinos:-

- a) Temperatura.

- - - - -

C A P I T U L O V

V.- ESTIMACION DE COSTOS.-

La evolución económica de cualquier proyecto es indudablemente la parte decisiva, ya que es el factor que determina la conveniencia, la realización de éste.

Las dificultades técnicas de cualquier especie pueden ser resueltas o substituídas por otras técnicas, pero una incoesteabilidad en el proceso, lo hace imposible.

Los métodos de evolución económica de un proceso son muy variados y ajustados a todas las necesidades, pero todos llevan como común denominador un análisis de costos. Los puntos principales son:

1.- Inversión de Capital:-

- a) Capital fijo.
- b) Capital de trabajo.

A.- CAPITAL FIJO.-**Incluye:-**

- 1o.- Toda la maquinaria y equipo necesarios en el proceso, instalados y en condiciones para trabajar.

- 2o.- Construcciones, instalaciones para generar y distribuir los servicios como vapor, --- agua, gas, aire, etc.; talleres, almacenes, oficinas, laboratorios, iluminación, teléfonos, etc.

Un factor de primordial importancia es que, se deben calcular los costos, tomando en cuenta el --- tiempo en que se va a llevar a cabo y que puede variar de uno a tres años.

Las estimaciones efectuadas como anteproyectos se llevan a cabo con un margen de error de un treinta por ciento, al cual se va disminuyendo hasta el mínimo posible, conforme se va afinando dicho proyecto.

COSTOS DEL EQUIPO.-Costo equipo instalado:-

Reactores de dióxido de azufre - - - - -	\$	57,232.71
Filtros prensa - - - - -		3,644.00
Reactores de copulación - - - - -		120,233.45
Filtros prensa pigmentos - - - - -		27,162.55
Secadores - - - - -		24,313.10
Molinos martillos - - - - -		67,895.87
<u>Total costo equipo instalado: - - -</u>	<u>\$</u>	<u>326,808.00</u>
 Tubería - - - - -		65,361.16
Aislamientos - - - - -		19,608.00
Instrumentación - - - - -		16,340.00
Transportación - - - - -		32,860.00
Servicios, edificación y terreno - - - - -		<u>326,808.00</u>
 <u>T O T A L : - - - - -</u>	<u>\$</u>	<u>787,785.16</u>
 Ingeniería de construcción - - - - -		157,557.32
Imprevistos - - - - -		<u>78,775.51</u>
 <u>C A P I T A L F I J O : - - - - -</u>	<u>\$</u>	<u>1,014,120.99</u>
 <u>C A P I T A L D E T R A B A J O : - - - - -</u>	<u>\$</u>	<u>295,359.76</u>
 <u>I N V E R S I O N T O T A L : - - - - -</u>	<u>\$</u>	<u>1,309,480.75</u>

La estimación del costo del equipo instalado se toma a base de los índices de costos M. S.

El aislamiento, factor éste muy importante, debido a que el trabajo se efectúa a muy bajas temperaturas adquiere en el estudio económico gran relieve, llegando a valores que fluctúan entre el seis y el diez por ciento del costo del equipo.

El proceso se puede considerar dentro de los procesos con "alguna instrumentación", correspondiéndole un porcentaje que varía del cinco al doce por ciento del costo del equipo.

Para este estudio se tomó un cinco por ciento.

A la tubería se le asignó el porcentaje de correspondiente a procesos del tipo "sólido fluido", siendo éste veinte por ciento sobre el costo del equipo instalado.

El equipo de transportación es poco y del tipo manual se calculó su costo directamente.

La fracción correspondiente a terrenos y construcción, asciende a un sesenta por ciento del costo del equipo instalado, esto es debido a que la planta es totalmente cubierta.

Los servicios auxiliares, (vapor, electricidad, etc.), varían grandemente según existen o no instalaciones previas.

Suponiendo que la planta sea totalmente nueva, el porcentaje se tomó en un veinte por ciento; si existen ya instalaciones el porcentaje es 2.5%

Sobre el costo de construcción, se tomó veinte por ciento, debido a considerarse una planta de fácil construcción.

La seguridad del proyecto, en cuanto a su diseño, hace el renglón de imprevistos, situarse en un diez por ciento.

La estimación de capital de trabajo se llevó a cabo como base, tres meses de ventas, trabajando la planta a su capacidad máxima y con un costo del producto de \$5,000.00

B.- COSTOS DE PRODUCCION.-

I.- COSTOS DIRECTOS:-

Esta fracción incluye sólo los costos que están directamente derivados de la producción, excluyéndose los costos de ventas, investigación, administración, etc.

Se puede dividir en:

- 1) Costo de materias primas.
- 2) Servicios.
- 3) Mano de obra.

COSTO MATERIAS PRIMAS.-

Las materias primas son:

SUBST.	PRECIO UNITARIO.	CANT./TRANS. PROD.	PRECIO TOTAL
MNPT	33.27	495.0	1,646.86
NAFTOL	7.68	469.0	360.19
HCl	2.97	347.23	1,031.27
NaOH	1.33	130.29	173.28
NaNO ₂	1.63	224.75	366.34
TIERRA F.	0.50	81.43	407.15
CARBORAFIN	8.58	16.28	139.68
		<u>TOTAL POR DOS =</u>	<u>4,121.89</u>

Los precios tomados son promedio de un año. El costo final se puede considerar doble, debido a la producción de amarillos.

SERVICIOS.-

- a) AGUAS- El gasto es de 456 M³/Ton. producto, incluye el gasto por servicios, refrigeración, etc.- El agua es de extracción propia en pozo profundo - fuera del Distrito Federal, con un costo de - - - \$0.10 el M³.
- b) VAPOR- 14.2 Ton.
- c) ELECTRICIDAD- 106.26 K.W./hr., con un costo de - \$0.20 K.W./hr., tomado del promedio de facturación real aplicable a Servicios Generales y Procesos.

Sus costos son:-

456 M ³ .	x	\$0.10	=	\$ 44.80
14,200	x	\$0.03	=	42.60
106.26	x	\$0.20	=	<u>212.52</u>
<u>T O T A L</u>				<u>= \$ 299.92</u>

MANO DE OBRAS:-

Se necesitan once obreros por turno, repartido en la siguiente forma:

- (4) (2) reactores -(Diascación - Copulación.)
- (4) (2) filtros - (Filtración y Secado.
- (1) molinos -
- (2) Empaque.

Tomando un salario de \$26.CO promedio, el costo por tonelada será: \$715.CO/Ton.

SERVICIOS Y MANTENIMIENTO.-

La supervisión incluye a los directivos -- técnicos, pudiéndose considerar que el costo equivalente aproximadamente a un treinta por ciento del costo de mano de obra.

COSTO SUPERVISION: = \$ 214.50

El mantenimiento se calcula como un cuatro por ciento anual del capital fijo:

\$ 270.42 / Ton. = \$ 40,564.CO anual.

Incluye no sólo reparaciones, sino todo lo que es fabricación, empaque, cambio de tuberías, etc.

II.- COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCION.-

Son:

- 1) Prestaciones.
- 2) Laboratorio.
- 3) Empaque.

PRESTACIONES.-

Se toman como el quince por ciento de la mano de obra, e incluye: Seguro Social, Juvilaciones, Vacaciones, Préstamos, etc.

COSTO: = \$ 107.25

LABORATORIO.-

Es indispensable para llevar a cabo el control de calidad y la investigación que sea posible.

Se considera como el diez por ciento de la mano de obra.

COSTO: = \$ 71.50

EMPAQUE.-

Este renglón varía según el producto, en este caso, el costo es relativamente bajo, debido a que el material de empaque es recuperable en parte.

Se considera como el 0.5% de la mano de obra.

COSTO: = \$ 35.75 / Ton.

III.-COSTOS FIJOS DE PRODUCCION.-

Entre los costos fijos de producción, destaca la depreciación que ocupa un lugar preponderante dentro del análisis económico y de la clave para problemas de selección de equipo y materiales de construcción.

Los costos fijos tienen como característica básica el permanecer constantes a lo largo del tiempo y no son afectados por el nivel de capacidad el que trabaja la planta.

Incluyen además:-

Seguros e Impuestos.

a) Depreciación:-

Dentro de la depreciación del equipo, lo que hace que sea más grande es el progreso y desarrollo constante de nuevas técnicas, lo cual provoca que un equipo en sí mismo esté en buen estado, deje de ser útil debido a un nuevo equipo que haga incosteable al anterior.

Los otros factores que afectan la depreciación son:

- 1) Corrosión -- Abrasión.
- 2) Deterioro mecánico -- Mantenimiento inadecuado.

La depreciación para este proceso se toma como el diez por ciento del capital fijo. Este por ciento es tan bajo debido a que el equipo tiene poca o ninguna depreciación.

COSTO:- \$ 101,412.CO anual.

\$ 676.CO/ Ton.

b) Seguros:-

Seguros sobre equipo y edificios se estima como el uno por ciento del Capital Fijos

C O S T O :- \$ 67.60 / Ton. producto.

c) Imuestos:-

Debido a la situación geográfica de la planta, queda exenta de impuestos durante un periodo aproximado de diez años.

IV.- COSTO DE ADMINISTRACION Y VENTAS:-Administración:-

Incluye salarios, directivos, trámites legales, contabilidad y oficina, etc.

Se estima en un veinte por ciento del precio de venta:

C O S T O :- \$ 1,000.00

Ventas:-

Lleva consigo todos los servicios como son Distribuciones, cobros, reclamaciones, etc.

Su estimación varía del dos al diez por ciento del costo de venta, tomándose en este caso el cinco por ciento:

C O S T O :- \$ 250.00

Investigación:-

Es de suma importancia para lograr cada día una mejora en los productos y en las técnicas, su costo se toma como un dos por ciento del precio de venta:

C O S T O :- \$ 100.00

TABLA GENERAL DE COSTOS.

74.-

Localización de la Planta:Tlanepantla, Edo. de México.Capacidad:150 Ton. anuales.

<u>C A R G O</u>	<u>\$/TON. DE PRODUCTO.</u>
<u>COSTOS DIRECTOS.-</u>	
1.- Materia Prima.	4,121.89
2.- Servicios.	299.92
3.- Mano de Obra.	715.00
4.- Sucesos-servicios.	214.50
5.- Mantenimiento.	270.42
<u>T O T A L: \$ 5,621.73</u>	
<u>COSTOS INDIRECTOS.-</u>	
6.- Prestaciones.	107.25
7.- Empaque.	71.50
8.- Laboratorio.	35.75
<u>T O T A L: \$ 214.50</u>	
<u>COSTOS FIJOS.-</u>	
9.- Depreciación.	676.00
10.- Seguros.	67.60
<u>T O T A L: \$ 743.60</u>	
<u>COSTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS.-</u>	
11.- Administración.	1,000.00
12.- Ventas.	250.00
13.- Investigación.	100.00
<u>T O T A L: \$ 1,350.00</u>	

DETERMINACION DEL COSTO TOTAL DE PRODUCCION.-

Para determinar el costo de producción de la literatura, se tomó la siguiente fórmula:

$$C_{tP} = 1^{\circ} + 2^{\circ} + (3^{\circ} \cdot 4^{\circ}) 1.79 + 8^{\circ} + 0.2(5^{\circ})$$

$$C_{tP} = 421.89 + 299.92 + 1626.62 + 35.75 + 0.2(270)$$

$$C_{tP} = \underline{\underline{\$ 6,138.28 / Ton. de producto.}}$$

El precio de venta de estos productos ya está establecido por la competencia y fluctúa de \$5,000.00 a \$10,000.00, por lo que se considera un precio de venta promedio de \$7,500.00 Tonelada. Esto no es de gran exactitud, pero da una idea aproximada, debido a que el producto que se tomó para la elaboración del proyecto se puede considerar como un intermedio desde el punto de vista de costo.

UTILIDAD.-

La diferencia entre el costo total de producción y el precio de venta, nos da la utilidad por unidad de producto (tonelada), y ésta multiplicada por la producción anual resulta la utilidad anual antes de impuestos.

$$U = Pv - Cr$$

$$U = \$1,326.00 \text{ por tonelada de producto.}$$

$$U \text{ anual} = \$198,900.00$$

RENTABILIDAD.-

Este término da como resultado un porcentaje que nos indica la velocidad con que será pagado el capital.

$$R_a = \frac{P}{C} \cdot 100$$

en donde:

R_a = Rentabilidad anual antes de impuestos.

P = Utilidades anuales antes de impuestos.

C = Inversión inicial.

por lo que:

$$R_a = \frac{193,900}{1,309,480.80} = 15.1\%$$

Conociendo la rentabilidad se calcula el tiempo de retorno del capital, que para cada caso será:

$$t = \frac{Cf}{P}$$

en donde:

T_a = Tiempo de retorno antes de impuestos.

Cf = Capital fijo.

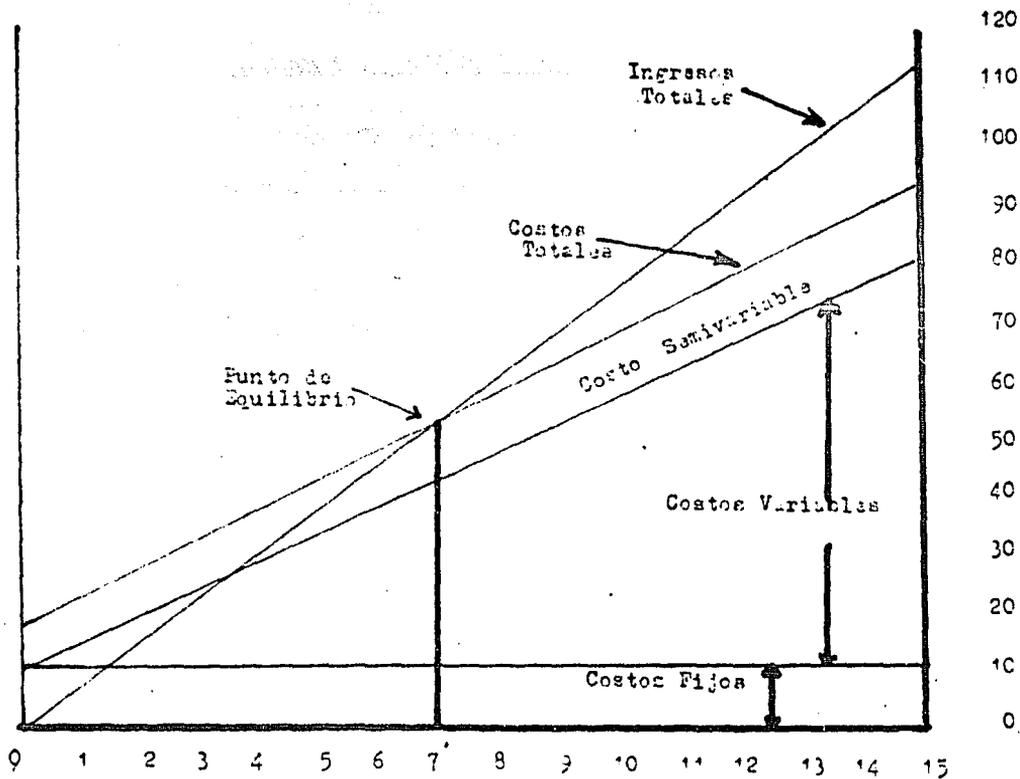
P = Utilidades anuales antes de impuestos.

$$T_a = \frac{1309480}{193900} = 6.5 \text{ años.}$$

Como se puede observar, la rentabilidad obtenida está ligeramente abajo del mínimo aceptable en México para las industrias, que es de un 20%, con el objeto de lograr un mayor porcentaje de retorno del capital, habría que elevar los precios y estando éstos fijados ya por la competencia, no es posible. Si además, tomamos en cuenta que no se han considerado los impuestos, nos damos cuenta que este proyecto no sería costeable.

Para darse una idea más gráfica de la situación económica con la que trabajaría esta planta, a continuación se elaboran varias gráficas:

(GRAFICAS ADJUNTAS)



CAPACIDAD EN Tm K 10 / año.

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.-

El objeto de esta gráfica, es el conocer la forma como afecta el por ciento de capacidad al que debe estar trabajando la planta. Señala además el -- punto de equilibrio, que es aquél en el cual no existe ganancia, sino sólo se cubren los costos totales.

Para este caso, el punto de equilibrio señala que el punto de equilibrio está en el 52% de capacidad.

(GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO - ANEXA)

.....

C A P I T U L O VIVI.- CONCLUSIONES.-

- 1.- Las utilidades obtenibles de este proceso representan una rentabilidad del 15. 1%, la cual no alcanza el mínimo aceptable de 20%, por lo que el proyecto no se - considera aceptable.
- 2.- El tiempo de retorno del capital sería de 6.5 años.
- 3.- La capacidad mínima a la que debe trabajar la planta- para estar en el punto de equilibrio es de: 52%.
- 4.- En caso de usarse el proyecto como una ampliación a - una planta ya existente, deberán tomarse en cuenta -- los impuestos no incluidos en este trabajo.
- 5.- El costo de materias primas, deberá reducirse en un- periodo corto, por estarse empezando a producirse en- México.
- 6.- Actualmente el mercado no permite la creación de una- industria de este tipo, en un tiempo de cinco años -- aproximadamente.

- - - - -

C A P I T U L O VII

VII.- BIBLIOGRAFIA.-

- 1.- Colorantes Pigmentarios para la Industria de Barnices.
Farbwerke Hoechst AG 2320
- 2.- Los Colorantes Pigmentarios "Toner de Rojo Toluidina".
Farbwerke Hoechst AG 2115
- 3.- Hoechst al día.
Farbwerke Hoechst AG 3-1962.
- 4.- Hans Eduard Fierz - David and Louis Blumgey.
Fundamental Processes of Dye Chemistry.
Interscience Publishers LTD. - London - 1949.
- 5.- Fieser and Fieser - Organic Chemistry - Tercera Edición.
Editorial Reinhold Baltimore. U. S. A.
- 6.- Gram and Hammond. Organic Chemistry.
Edit. Mc Graw Hill. -New York - 1959
- 7.- Pablo Carrer - Tratado de Química Orgánica. III Edición.
Edit. Marín, Argentina.
- 8.- Wilbrandt & Dryden - Ingeniería Química del Diseño de
Plantas Industriales.
Edit. Grijalvo, S. A. - 1963.
- 9.- John H. Perry - Chemical Engineer's Handbook. Third Edition.
Mc Graw Hill - 1950 - Toronto, Canadá.
- 10.- Manual of Process Flow Sheets - Chemical Engineering.
Mc Graw Hill - New York - U. S. A.
- 11.- Mc Cabe and Smith - Unit Operations of Chemical Engineering.
Mc Graw Hill - U. S. A. - 1956.

- 12.- J. M. Smith Chemical Engineering Kinetics.
Mc Graw Hill - U. S. A. - 1956.
- 13.- Walas - Reaction Kinetics for Chemical Engineering
Mc Graw Hill - U. S. A. - 1959.
- 14.- Hougen and Watson - Kinetics and Catalysis.
Wiley - 8o. Edición - U. S. A. - 1961.
- 15.- Aries and Hewton - Chemical Engineering Cost Estimation.
Mc Graw Hill - U. S. A.
