



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN**

**Planeación para la implementación de una planta productora de pinturas en el estado de Hidalgo.**

**TESIS:**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA**

**Guillermo Mauricio Juárez Laguna.  
Wilfrido Hernández Noriega.**

**ASESOR:**

**I.Q. Ariel Samuel Bautista Salgado**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U.N.A.M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos  
comunicar a usted que revisamos la Tesis :  
planeación para la implementación de una planta productora de  
pinturas en el estado de Hidalgo

que presenta el pasante: Guillermo Mauricio Juárez Laguna  
con número de cuenta: 09815317-6 para obtener el título de :  
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en  
el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 13 de Marzo de 2008

PRESIDENTE IQ. Margarita Castillo Agrada

VOCAL Q. Celestino Silva Escalona

SECRETARIO Dr. Ricardo Paramont Hernandez Garcia

PRIMER SUPLENTE IQ. Elvia Mayen Santos

SEGUNDO SUPLENTE IQ. Paula Alvarez Fernandez



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U.N.A.M.  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Planearción para la implementación de una planta productora de pinturas en el estado de Hidalgo.

que presenta el pasante: Wilfrido Hernandez Noriega  
 con número de cuenta: 09914243-6 para obtener el título de:  
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 13 de Marzo de 2008

PRESIDENTE IQ. Margarita Castillo Agreda

VOCAL Q. Celestino Silva Escalona

SECRETARIO Dr. Ricardo Paramount Hernandez Garcia

PRIMER SUPLENTE IQ. Elvia Mayen Santos

SEGUNDO SUPLENTE IQ. Paula Alvarez Fernandez

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A MIS PADRES:**

A mis padres **Guillermo Juárez Aguilar** y **Piedad Laguna Saavedra** no se decirles mas que gracias por todo lo que me han dado, empezando con la vida que me dieron, por su amor, su apoyo incondicional, sus consejos en los momentos difíciles ya que sin ello no habría llegado hasta aquí. A ti mama por ser tan comprensible, cariñosa, tan paciente. A ti papa por tu carácter conmigo ya que ello me ha servido para siempre exigir más de mí.

### **MICHELLE:**

Desde que estoy contigo mi vida a cambiado, he conocido la felicidad y la libertad de ser tal cual soy sin esconder nada, tu conoces mis secretos y lo que quiero.

### **A NUESTRO ASESOR:**

**I.Q. Ariel Samuel Bautista Salgado:** Le agradezco muy especialmente a usted al darme la oportunidad de trabajar bajo su tutela, brindarme su apoyo y la guía para la elaboración del trabajo, que resulto bastante interesante y satisfactorio; también agradezco su paciencia.

### **A MIS AMIGOS:**

A ti **Wil** por ser tan leal, gracias por tu amistad espero que este lazo no se rompa nunca, también a ustedes: Miguel, Leonel, Eduardo Cape, Marlene, Sandra, Jacqueline, Diana, Gustavo, Xilmar, José, Leti, Leonardo, Adolfo Sinai, Ivon, a todos ustedes muchas gracias por ser mis compañeros y amigos espero que nunca nos perdamos la pista y de vez en cuando nos podamos ver, solo me que da recordar tantas anécdotas que vivimos juntos nunca los olvidare ya que han sido los mejores amigos y compañeros que me podría haber encontrado en la vida, les deseo lo mejor.

**GUILLERMO MAURICIO JUAREZ LAGUNA.**

## AGRADECIMIENTOS.

### A MIS PADRES:

Mi padre Sr. **Genaro Wilfrido Hernández Huerta**: No tengo palabras padre para darte las gracias, el haberme soportado tanto y darme siempre el apoyo que necesite, espero llegar a ser la mitad del gran hombre que has sido tu.

Mi madre Sra. **Silvia Guillermina Noriega Castro**. Gracias mama porque con tu amor y grandes sacrificios he podido llegar a cumplir una de mis metas, siempre has creído en mí y luchare por no defraudarte.

### A MIS HERMANOS:

**Emanuel, Michelle, José Uriel y Diego Alejandro**, que siempre me dieron su apoyo en todo momento, gracias por su amor y amistad que nos ha permitido salir adelante juntos, te agradezco a tipo Pepe en especial por lo mucho que me apoyaste cuando lo necesite.

### A NUESTRO ASESOR:

**I.Q. Ariel Samuel Bautista Salgado**: Gracias por darme el honor de haber sido asesorado por usted, por todo el apoyo que me brindo durante el transcurso de la carrera y compartir un poco de de sus conocimientos conmigo.

“LA GRANDEZA DE UN HOMBRE NO SE MIDE EN SU CONOCIMIENTO SINO EN LAS ENSEÑANZAS QUE DEJO EN ESTA VIDA.”

### A MIS AMIGOS:

**De las carrera de I.Q.:** Leonel, Miguel, Jilmar, Mauricio, Rubén, José, Marlene, Eduardo, Emilio, “Carmen”, Gustavo, Leonardo, Ana, Sandra, Yadira, Saida, Ivon, Jaqueline, Leticia, Alejandro y demás que tuve la fortuna de conocer. **Ustedes fueron como una segunda familia durante muchos años, gracias por su darme su amistad y tantos momentos que jamás he de olvidar.**

**Alba:** Tu amistad es algo por lo que siempre daré gracias.

**Lorena:** Fuiste algo muy especial para mi, aprendí tanto mucho de ti gracias por todo lo que compartiste conmigo.

**WILFRIDO HERNÁNDEZ NORIEGA.**

## INDICE.

Capitulo 1.	Generalidades.	1
1.1	Introducción.	1
1.2	Antecedentes históricos.	2
Capitulo 2.	Estudio de mercado.	4
2.1	Estudio estadístico de la producción de pintura.	5
2.2	Distribución de empresas productoras de pinturas en el país.	9
2.3	Ubicación de la planta.	11
2.3.1	Factores que intervienen en la localización de una planta.	11
I.	Impacto ambiental.	11
II.	Eliminación de desechos.	11
III.	Localización del mercado de abastecimiento de materia prima.	12
IV.	Factibilidad de vías de comunicación.	12
V.	Fuentes de suministros de agua.	13
VI.	Clima.	13
VII.	Combustible y energía.	13
VIII.	Mano de obra.	14
IX.	Factores de la comunidad.	14
Capitulo 3.	Descripción del proceso para la fabricación de resinas y pinturas vinil- acrílica y alquidálica.	16
3.1	Constituyentes de las pinturas.	16
3.2	Proceso de fabricación de resina vinil-acrílica.	22
3.2.1	Reacciones involucradas durante la polimerización.	23
3.3	Fabricación de resina alquidálica.	25
3.3.1	Reacciones involucradas durante la polimerización.	26
3.4	Fabricación de pintura.	27
3.4.1	Producción de pintura alquidálica.	27
3.5.	Producción de pintura vinil-acrílica.	30
Capitulo 4.	Ingeniería básica.	35
4.1	Bases de diseño.	35
4.1.1	Generalidades del proceso de fabricación de pinturas y resinas.	35
4.1.2	Capacidad, flexibilidad de la planta y parámetros de producción.	35
4.1.3	Especificación de materia prima y producto terminado.	36
4.1.4	Abastecedores de materia prima.	38
4.1.5	Almacenamiento.	38
4.1.6	Servicios auxiliares.	39
4.1.7	Combustibles.	40
4.1.8	Aire de instrumentos y para planta.	40
4.1.9	Energía eléctrica.	40
4.1.10	Condiciones climatológicas.	41
4.1.11	Localización.	41
4.1.12	Infraestructura.	41
4.1.13	Tipos de drenajes.	42
4.2	Diagrama de flujo de procesos.	42
4.2.1	Descripción del proceso a partir del diagrama de procesos.	42
4.2.2	Balance de materia.	45
4.2.3	Balance de energía.	45
4.2.3.1	Criterios de diseño.	50
4.2.3.2	Tanques de almacenamiento.	50

4.2.3.3	Almacenamiento de líquidos.	50
4.2.3.4	Tanques de almacenamiento atmosférico., accesorios y configuración.	51
4.2.3.5	Diseño de espesor.	52
4.2.3.6	Recipientes a presión interna.	53
4.3	Reactores.	59
4.3.1	Tapas.	59
4.3.2	Tipos de enchaquetamiento y agitadores.	59
4.3.3	Agitadores.	59
4.4	Bombas.	68
4.4.1	Características y criterios para diseño de bombas.	69
4.5	Tuberías.	70
4.6	Molinos de perlas.	76
4.7	Lista de equipo.	76
4.8	Diagrama de tubería e instrumentación.	81
4.9	Plano de localización general.	81
Capitulo 5	Estudio económico.	82
5.1	Plan global de inversiones.	83
5.2	Costo de producción.	84
5.3	Punto de equilibrio.	84
5.4	Flujo de efectivo.	84
	Conclusiones.	85
	Bibliografía.	86



## **PLANEACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN UNA PLANTA PRODUCTORA DE PINTURAS EN EL ESTADO DE HIDALGO.**

La presente tesis tiene como finalidad de realizar un estudio técnico-económico para la implementación de una planta productora de pinturas, sirviendo como una fuente de apoyo para los alumnos de la carrera de Ingeniería Química. Esta planta contará con la tecnología más reciente para la fabricación de resinas y pinturas, la cual consiste en un proceso de polimerización adición - condensación.

El propósito de este estudio es verificar la viabilidad de este proyecto desde un punto de vista técnico, económico y financiero. Como consecuencia de este objetivo se desprenden los siguientes puntos:

- Determinación de la necesidad de una planta de pinturas, ubicada en el estado de Hidalgo.
- Comparar las distintas tecnologías disponibles actualmente así como las ventajas y desventajas de éstas.
- Realizar un programa de seguridad dentro de la planta.
- Implementar la ingeniería básica necesaria para el desarrollo de la planta.

### **BENEFICIOS.**

La implementación de esta planta permitirá satisfacer las necesidades del estado de Hidalgo de pintura lo cual se traduce en un menor tiempo de adquisición así como un abatimiento de los costos de pintura, generación de empleos y beneficios fiscales al estado.

## CAPITULO 1.

## GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Todos los objetos son vulnerables en sus superficies, debido a que estas superficies tienen un continuo contacto con el aire, el cual es muy corrosivo y oxidante, además de ellos las superficies son atacadas por los rayos UV del sol, la lluvia y en algunos casos por nieve o hielo. Bajo estas condiciones los metales son oxidados, las maderas se van pudriendo incluso rompiéndose. Estos y otros objetos de uso diario se ven expuestos a este tipo de condiciones tan abrasivas. Para minimizar estos daños en las superficies, se previene colocando capas de protectoras sobre ellos, además de proveerles un sello decorativo a los mismos.

Existen una gran variedad de superficies protectoras como son laminas plásticas, papel e incluso cromo por mencionar algunos ejemplos, sin embargo son las pinturas las de mayor uso debido a su versatilidad en la aplicación en cualquier superficie además esta aplicación puede ser muy simple usando desde una brocha, un rodillo, hasta la aplicación de pintura en polvo por medios electrostáticos.

En la actualidad la industria pinturera pasa por un gran auge el cual ha sido el resultado de los diferentes avances tecnológicos logrados en las últimas décadas gracias a la cual esta industria se ha visto beneficiada, logrando con ello hacer pinturas cada vez más especializadas para los distintos usos que el mercado exige por ejemplo las pinturas para herramientas las cuales pueden proporcionar un revestimiento a estas con el fin de protegerlas contra la oxidación causada por el oxígeno, o en recubrimientos para barcos o buques protegiéndolos contra la salinidad del mar proporcionándole una mayor durabilidad.

La industria de pinturas elabora una amplia gama de productos, entre los que destacan las pinturas (base agua o solvente), barnices, lacas y esmaltes. Estos productos presentan una amplia clasificación de acuerdo a su uso, ya sea industrial (minería, industria pesada, construcción naval, industria en general) o decorativo (arquitectónico, uso doméstico). También son clasificados según el vehículo o disolvente base (agua o solvente), que se evapora luego de la aplicación del producto.

Existen también otros recubrimientos o pinturas especiales, de tipo no volátil, los que se clasifican de acuerdo al método de curado o endurecimiento. Estos incluyen las pinturas en polvo, recubrimientos curados por radiación y pinturas catalizadas. A continuación se clasifican las diferentes áreas de aplicación de las pinturas:

1. ARQUITECTONICO	2. PRÓPOSITO ESPECIAL.	3. MANUFACTURA ORIGINAL
<ul style="list-style-type: none"><li>• Esmaltes</li><li>• Pinturas emulsionadas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Industrial.</li><li>• Pintura para mantenimiento marítimo.</li><li>• Pintura para tránsito.</li><li>• Aerosoles.</li><li>• Repintado automotriz.</li><li>• Pintura para mantenimiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Electrodomésticos.</li><li>• Productos de madera.</li><li>• Fabricaciones metálicas.</li><li>• Pintura en polvo.</li><li>• Rollo metálico.</li><li>• Envase metálico.</li><li>• Industria miscelánea.</li><li>• Pintura automotriz original.</li></ul>

Una característica muy importante es que en una pintura el principal componente es la resina mejor conocida como el vehículo el cual es el medio que encapsula a los demás componentes de una pintura como son los pigmentos, las cargas y los aditivos que esta requiera. La calidad de una pintura esta directamente influenciado por la cantidad de resina que esta contenga, lo cual hace que el costo de esta incremente. En México la mayor parte de las empresas no cuentan con un proceso propio para fabricar su propia resina ya que estas no cuentan con la tecnología para el diseño y la fabricación de su propia resina, viéndose en la necesidad de comprar a empresas dedicadas a la fabricación de la misma aumentando el costo de sus pinturas.

## **1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.**

Las primeras aplicaciones de la pintura fueron únicamente con motivos decorativos. La pintura sin aglutinante, formada por óxido férrico, se usaba en las creaciones artísticas rupestres hacia el milenio 15 a.c. Se conoce la existencia en Asia de algunos pigmentos, hechos de minerales, mezclas elaboradas y componentes orgánicos que se usaban en el año 6000 a.c. Los antiguos egipcios, los griegos, los romanos, los Incas y los antiguos Mexicas conocían el añil, un pigmento azul que se extrae de la planta del añil. La goma arábiga, la clara de huevo, la gelatina y la cera de abeja fueron los primeros medios fluidos que se usaron con estos pigmentos. En Europa, el uso de la pintura como protección se inicia en el siglo XII d.C. Aunque los romanos ya conocían el empleo del aceite de linaza como medio fluido para la pintura, los artistas sólo lo utilizaron a partir del siglo XV. El albayalde, un pigmento blanco, tuvo una gran expansión durante el siglo XVII, y la pintura hecha con mezclas de pigmentos y medios fluidos se empezó a comercializar en el siglo XIX.

Mucho antes de la llegada de los españoles a México, las grandes culturas indígenas habían logrado alcanzar niveles excepcionales en los primeros siglos de la era cristiana en la expresión de sus murales. Esta técnica de pintura se remota hacia los años 1500 a.c. donde se tienen las figuras de barro pintadas más antiguas de las que se tienen registro. Para los siglos III y IV de nuestra era se hacen ya frescos para la decoración de casa, palacios y templos Teotihuacanos, y posteriormente en Oaxaca, Ejutla, Chacumultùn, Cava, Chichèn, Yaxchilàn, Bonampak, Palenque, Nochixtlàn, Tepoztlàn y a lo largo del sur de México.

En el México prehispánico era común encontrar pintadas las paredes de los caciques, reyes y emperadores. Sylvanus Morley , cuenta en su libro “La civilización Maya”, como los frescos se hallan presentes en las diferentes áreas donde se desarrollo esta cultura ,donde se observan los colores rojos, púrpura opaco, naranja brillante, colores cobrizos, blanco, amarillo verdoso ,negro azul entre otros.

Las sustancias usadas para darle fluidez (El vehículo), fueron sustancias sumamente aglutinantes y viscosas, los pigmentos eran molidos hasta tener convertirlos en polvos y eran mezclados con el vehículo aplicándolos de esta manera en forma de un líquido sumamente concentrado. Los vehículos usados eran a base de goma o de naturaleza proteínica.

La durabilidad que presentan estas pinturas prehispánicas en México se atribuye aun mas que a la naturaleza del vehículo, se debe a la técnica usada por los artistas mayas, la cual consistía en aplicar la dispersión del color en un aplanado húmedo ,la cual con la diferencia de en contenido de agua era absorbida por la superficie quedando unida al aplanado, con lo cual aunque el vehículo pudiese desaparecer por efectos del tiempo, el pigmento quedaba impregnado en el aplanado, gracias a esta técnica la pintura podía perdurar mas tiempo.

Culminada la conquista, hubo una intensa destrucción de ciudades indígenas remplazando estas por construcciones con un estilo meramente español conocido como colonial, sobre sus muros se dibujaban motivos ornamentales como son la gran mayoría de las iglesias de Zacatecas. Sobre la pintura usada en la época colonial, esta consistía en emplear acabados a base de cal dispersa en agua y coloreada con diversos pigmentos.

En México aun se usan muchas de las técnicas usadas siglos atrás, sobre todo en provincia, donde se usa el jugo de penca de agave como ligante del vehículo agregándole cloruro de sodio. Escritos de aquellos tiempos mencionan el uso de gomas solubles en agua empleadas como parte de las pinturas de aquellas épocas así como el uso de la clara de huevo como ligante.

En general se considera que hasta la época de 1940 el consumo de pintura se basa en pintura para paredes adelgazada con agua a base de cal y caseína. Entre los años 1940 y 1951 se emplearon pinturas mate de aceite además de los materiales ya comentados. Para 1951 en adelante comienza la época de las pinturas modernas en el siguiente orden:

- ☉ Pintura para pared de caseína-látex.
- ☉ Pinturas de estireno-butadieno.
- ☉ Polivinílicas y acrílicas.

Ya en los años 60'S la industria en México comienza su desarrollo tomando lo mejor de las técnicas desarrolladas en Europa y Estados Unidos así como la maquinaria de los mismos. En la actualidad el alto desarrollo de la tecnología ha permitido el desarrollo de diferentes bases para las pinturas entre las que se encuentran:

- ☉ Resinas fenólicas.
- ☉ Resinas de silicones.
- ☉ Resinas epoxi.
- ☉ Resinas de urea-formaldehído.
- ☉ Resinas de melamina-formaldehído.
- ☉ Monómeros como: Estireno, vinil-tolueno, metil-metacrilato.

Las fórmulas de las pinturas modernas cuentan con diversas categorías de compuestos químicos. El aglutinante forma el recubrimiento fino adherente El pigmento, dispersado en el medio fluido, da a la película terminada su color y su poder cubriente. El disolvente o diluyente se evapora con rapidez una vez extendida la pintura. El aglutinante puede ser aceite no saturado o secante, que es éster formado por la reacción de un ácido carboxílico de cadena larga (como el ácido linoleico) con un alcohol viscoso, como la glicerina.

## **CAPITULO 2.**

### **ESTUDIO DE MERCADO.**

En general el estudio de mercado tiene como finalidad conocer la demanda del producto que se desea producir, y así determinar la cantidad de producto que es posible producir además de establecer los precios a los cuales se deberá de ajustar el costo del producto a vender.

Además el estudio de mercado permite preestablecer el lugar idóneo para la localización de la planta, así como el tamaño de la misma, la capacidad mínima y máxima de producción y visualizar la necesidad de futuras ampliaciones. Los resultados obtenidos de este estudio deberán ser confiables, de tal manera que los inversionistas estén de acuerdo en apoyar el proyecto.

Para la realización de un estudio de mercado es necesario recabar datos estadísticos del producto de cinco años anteriores a la fecha, los cuales se obtienen en las cámaras industriales o asociaciones industriales, en instituciones oficiales de comercio e industria, o en el banco central si se trata de productos importados o exportados

Estos datos proporcionarán los volúmenes consumidos, ya sean importados o producidos internamente, y las variaciones que haya tenido en los diferentes años, que indiquen y avalen su crecimiento o decrecimiento, si tal fuera el caso. Tocante a los precios, es importante deflactarlos, es decir, convertirlos a precios constantes ya que la inflación puede distorsionarlos. Asimismo se debe tener en cuenta que la política social del país, emanada del Gobierno, afecta directa o indirectamente a algunos productos. En otros casos, el producto puede ser afectado por lo que ocurra en el país al que se exporta o del que provenga la materia prima.

En el presente capítulo se desarrollara una investigación del panorama actual de la producción de pinturas con el fin de establecer la demanda actual de esta, así establecer el lugar en donde es posible implementar la planta de pinturas.

## 2.1 ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PINTURA.

La industria pinturera es una rama dependiente de otras actividades económicas nacionales, como lo son la industria constructora, manufacturera por mencionar algunas; el PIB, muestra las tendencias que sigue el país. En la tabla 1<sup>1</sup> se muestran las principales y el crecimiento de estas en los últimos tres años:

TABLA 1. PRINCIPALES INDICADORES ECONÓMICOS.

	2003	2004	2005
<b>Crecimiento del PIB.</b>	1.4	4.2	3.0
<b>Pinturas.</b>	-2.1	4.7	2.7
<b>Industria manufacturera.</b>	-1.3	4.0	1.2
<b>Comercio, hoteles y restaurantes.</b>	1.5	5.5	3.1
<b>Transporte</b>	5.0	9.2	7.1
<b>Papel, imprenta y editoriales.</b>	-1.0	2.9	0.9

Es necesario también observar el consumo de materia prima, el cual permite tener una idea de la demanda del mercado en los últimos años, la tabla 2 muestra el consumo en los últimos 4 años de TiO<sub>2</sub> así como de pigmentos los cuales son dos de las materias primas más utilizadas por la industria pinturera.

---

<sup>1</sup> Estos datos fueron proporcionados por la ANAFAPYT.

**TABLA 2. CONSUMO DE PIGMENTOS Y TIO<sub>2</sub> (TONELADAS).**

<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Producción	127000	123000	127920	137000
Importaciones	50949	48283	54077	64716
Exportaciones	104121	102508	103533	121840
Consumo aparente	73828	68775	78464	79876
% Variación	13.14	-6.84	14.09	1.80
<b>PIGMENTOS</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Producción	21874	14467	17071	13802
Importaciones	13849	13299	13964	20892
Exportaciones	8609	6156	6587	8037
Consumo aparente	27114	21610	24448	26657
% Variación	15.82	-20.30	13.13	9.04

Un análisis de la producción de los diferentes tipos de pinturas nos muestra las tendencias que seguirán en el mercado los distintos productos de pinturas en México, en la siguiente tabla observamos la venta en miles de litros de los diferentes tipos de pintura en el país durante los últimos 10 años.

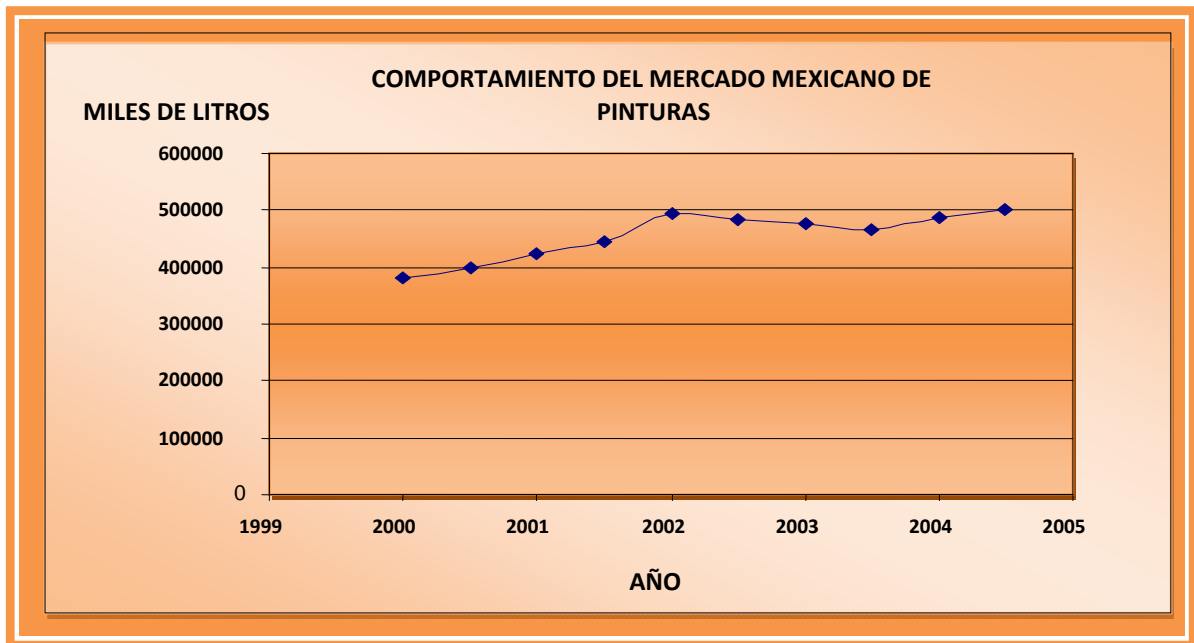
Segmentos/año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>1. ARQUITECTONICO</b>										
Emulsionadas.	155,697	156,716	167,000	175,320	192,501	183,838	181,632	184,139	199,422	206,601
Esmaltes	51,882	52,000	55,000	57,200	60,918	60,735	58,913	57,794	58,302	59,552
Otras pinturas	11,452	11,044	6,800	7,150	7,821	7,430	7,281	7,172	7,509	7,965
<b>TOTAL.</b>	<b>219,031</b>	<b>219,760</b>	<b>228,800</b>	<b>239,670</b>	<b>261,240</b>	<b>252,003</b>	<b>247,826</b>	<b>249,105</b>	<b>265,233</b>	<b>274,118</b>
<b>2. PRÓPOSITO ESPECIAL.</b>										
Pintura para mantenimiento industrial.	11,337	11,568	12,000	12,600	13,608	13,200	12,896	12,522	12,785	131,104
Pintura para mantenimiento marítimo.	1,730	1,783	1,850	1,915	2,073	2,001	1,826	1,707	1,670	1,699
Pintura para transito.	3,200	3,553	4,600	4,900	6,125	5,513	5,617	5,684	5,724	5,892
Aerosoles.	2,983	4,061	4,300	4,601	4,880	5,124	5,226	5,272	5,493	5,392
Repintado automotriz.	22,056	22,188	23,500	24,675	26,772	28,379	28,574	28,788	29,853	29,664
<b>TOTAL.</b>	<b>41306</b>	<b>43,153</b>	<b>46,250</b>	<b>48,691</b>	<b>53,458</b>	<b>54,227</b>	<b>54,139</b>	<b>53,973</b>	<b>55,525</b>	<b>55,711</b>
<b>3. MANUFACTURA ORIGINAL</b>										
Pintura automotriz original.	25,159	28,000	31,000	33,480	41,180	38,710	37,897	36,154	36,725	38,267
Electrodomésticos.	693	756	810	851	681	613	625	636	671	690
Productos de madera.	14,425	14,700	15,000	14,450	17,304	17,391	16,580	15,718	16,593	17,671
Fabricaciones metálicas.	4,281	4,675	5,000	5,200	5,569	5,736	5,548	5,404	5,534	5,733
Pintura en polvo.	9,000	9,349	10,000	11,000	12,656	13,915	15,028	15,209	15,498	15,370
Rollo metálico.	3,850	8,000	8,500	9,392	10,519	9,993	10,692	11,109	11,342	11,600
Envase metálico.	5,537	4,115	4,400	4,652	4,894	4,551	4,779	4,927	5,217	5,310
Industria miscelánea.	5,077	5,599	10,240	10,800	11,556	10,400	9,672	9,121	9,276	9,320
<b>TOTAL</b>	<b>68,022</b>	<b>751,984</b>	<b>84,950</b>	<b>90,825</b>	<b>104,353</b>	<b>101,309</b>	<b>100,821</b>	<b>98,278</b>	<b>100,856</b>	<b>103,961</b>
<b>TOTAL DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTO.</b>	<b>328,299</b>	<b>338,107</b>	<b>360,000</b>	<b>379,1986</b>	<b>419,051</b>	<b>407,539</b>	<b>402,786</b>	<b>401,356</b>	<b>421,614</b>	<b>433,790</b>
<b>DISOLVENTES Y ADELGAZADORES.</b>	<b>53,980</b>	<b>59,755</b>	<b>63,000</b>	<b>66,780</b>	<b>73,458</b>	<b>76,396</b>	<b>73,796</b>	<b>65,236</b>	<b>67,030</b>	<b>68,120</b>
<b>TOTAL DE MERCADO DE PINTURAS.</b>	<b>382,279</b>	<b>397,882</b>	<b>423,000</b>	<b>445,966</b>	<b>492,509</b>	<b>483,935</b>	<b>476,582</b>	<b>466,592</b>	<b>488,644</b>	<b>501,910</b>
<b>% VARIACIÓN</b>	<b>10.80</b>	<b>4.08</b>	<b>6.31</b>	<b>5.43</b>	<b>10.44</b>	<b>-1.74</b>	<b>-1.52</b>	<b>-2.10</b>	<b>4.73</b>	<b>2.71</b>

**TABLA 3. PRODUCCIÓN DE PINTURAS EN MÉXICO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS ( MILES DE LITROS),**



Analizando la tabla se observa que entre los años 2003 al 2004 el mercado paso por una caída sin embargo se ha recuperado en los últimos años, según datos de la ANAFAPYT (Asociación nacional de fabricantes de pinturas y tintas) y de la revista INPRALATINA, el mercado en México se mantendrá estable esperando un crecimiento entre el 4 y 6 % para los siguientes 5 años lo cual muestra una recuperación favorable. En la grafica 1 se observa este comportamiento.

Como se observa la manufactura de pintura es un mercado que ha mantenido un crecimiento a la alza, lo que indica una mayor demanda del mercado, los datos que proyecta el estudio permite tener una seguridad que la puesta en marcha de una planta de pinturas es viable, aun cuando el mercado presente una gran competencia.



GRAFICA 1. COMPORTAMIENTO DEL MERCADO MEXICANO DE PINTURA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS.

Como se muestran las tendencias en el crecimiento de pintura en sus diferentes áreas presenta un progreso, sin embargo la pintura de tipo arquitectónica y/o comercial es la de mayor desarrollo y mayor mercado en México, como lo indican los datos de la ANAFAPYT, esta industria abarca poco mas del 63% del mercado total de la industria pinturera en la actualidad. Dentro de esta la pintura vinílica, vinil-acrílica y alquidàlica son la de mayor consumo en la actualidad, como se muestra en la tabla 4.

## ANÁLISIS

Como se observa el mercado de pinturas Vinílica, Acrílica, Vinil-acrílica y alquidàlica son actualmente las de mayor demanda, aunque el auge actual del cuidado ecológico hacen pensar que las pinturas a base agua tienen grandes posibilidades de crecer así como las pinturas en polvo, sin embargo esta última tiene la gran desventaja de que en México el desarrollo tecnológico no ha logrado consolidarse; el conocer las tendencias que se tienen de un aumento para los siguientes 5 años entre el 3-6%, nos permite poder establecer que es viable la puesta en marcha de una fábrica de pinturas, la cual estará enfocada a la producción de Vinil-acrílica y alquidàlica produciendo además la resina que requiera esta misma con el fin de abaratar su costo frente a la competencia además se proyectara para que sea posible la implementación de otros tipos de pinturas en un futuro.

**TABLA 4. PRODUCCIÓN DE PINTURAS COMERCIAL EN MILES DE LITROS.**

<b>TIPO DE PINTURA.</b>	<b>MILES DE LITROS</b>	<b>PORCENTAJE.</b>
Vinílica.	28511	10.40
Acrílica.	3099	1.13
Vinil-acrílica.	159703	58.26
Sellador base agua.	15288	5.58
<b>TOTAL PINTURAS EMULSIONADAS.</b>	<b>206601</b>	<b>75.37</b>
Alquidámica.	57021	20.80
Oleorresinas.	744	0.27
Base agua.	1787	0.65
<b>TOTAL BASE ESMALTE</b>	<b>59552</b>	<b>21.72</b>
Pintura en polvo.	836	0.3
Texturizado.	6.506	2.37
Otras pinturas y acabados.	623	0.23
<b>TOTAL DE OTRAS PINTURAS.</b>	<b>7965</b>	<b>2.91</b>
<b>TOTAL</b>	<b>274118</b>	<b>100</b>

El actual crecimiento que tienen las pinturas vinil-acrílicas y alquidámica permite la implementación de una planta de pinturas la cual abarcará un 5% del mercado de pintura comercial vinil-acrílica y alquidámica es decir el mercado de pinturas emulsionadas así como base esmalte será al cual se enfocará la producción de la planta. Debido a que la competencia dentro del mercado no permite el abarcar un gran porcentaje del mercado actual, sin embargo este porcentaje podría verse incrementado en años posteriores. A continuación se muestran las cantidades a producir:

<b>TIPO DE PINTURA.</b>	<b>VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ANUAL (Miles de litros Lt.).</b>
Vinil-acrílica	4175
Alquidámica	3825
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	<b>8000</b>

## 2.2 DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS PRODUCTORAS DE PINTURAS EN EL PAÍS.

Una vez establecida la producción de la planta es conveniente ubicar la distribución del mercado para conocer el lugar ideal donde es posible ubicar la planta. Para establecer la mejor ubicación de la planta en el país, se debe conocer donde se halla la mayor concentración de empresas productoras de pinturas así como la distribución del mercado en el país, como se observa en la tabla<sup>2</sup> 5, el Distrito federal y el Estado de México, son los estados donde mayor concentración de fabricas de pintura existen, con un promedio superior al 60%, quedando el 40% de las empresas distribuidas a lo largo de todo el país.

**TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE FÁBRICAS DE PINTURAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.**

DF y Edo Méx.	98
Aguascalientes.	1
Baja California Norte.	4
Chihuahua.	2
Guanajuato.	5
Hidalgo.	1
Jalisco.	23
Morelos.	1
Nuevo León.	15
Puebla.	4
Querétaro.	2
Quintana Roo.	1
San Luis Potosí.	2
Sonora.	1
Tamaulipas.	1
Veracruz	2
Yucatán.	2
Zacatecas.	1

Como lo muestra la tabla 5 existen distintos estados en el país los cuales no cuentan con una empresa dedicada a la producción de pinturas, por ello son abastecidos por distribuidores provenientes de otros estados.

**TABLA 6. ESTADOS QUE NO CUENTAN CON FÁBRICAS DE PINTURAS EN EL TERRITORIO NACIONAL.**

Baja California Sur.
Tabasco.
Campeche.
Chiapas.
Colima.
Durango.
Guerrero.
Michoacán.
Náyarit.
Oaxaca.
Tlaxcala
Sinaloa.
Coahuila.

---

<sup>2</sup>Las tablas 5 y 6 fueron proporcionadas por la ANAFAPYT.

## **ANALISIS.**

En las tablas 5 y 6 se observa existen estados que no cuentan con industria pinturera propia, debido a que en su mayoría estos no ofrecen a este tipo de industria los requerimientos que esta necesita para un óptimo desarrollo, además de no ser contempladas como zonas federales Tipo 1, es decir zonas preferentemente industriales.

Como se puede observar la distribución del mercado tiene una gran tendencia hacia los estados del norte, ya que estos son los estados con mayor crecimiento en la actualidad. De los estados que cuentan con plantas de pintura, el estado de Hidalgo a pesar de contar con una planta de pinturas, esta se dedica a la producción de pintura automotriz, además este estado pertenece a una zona federal clase 1, la cual es clasificada como una zona preferentemente industria y tener una ubicación estratégica al mantenerse con una gran cercanía a el estado de México y el Distrito federal así como otros estados los cuales no cuentan con una industria propia de producción de pinturas con lo cual se puede pensar en este estado para ubicar la fabrica.

### **2.3 UBICACIÓN DE LA PLANTA.**

La determinación de una planta es tan importante para su éxito como la selección de proceso. Para determinar la ubicación del lugar se divide en dos etapas, en la primera se considera la región más conveniente en la cual se ubicará esta, posteriormente en la segunda etapa se elige el lugar preciso donde se perpetrara su instalación.

#### **2.3.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA LOCALIZACIÓN DE UNA PLANTA.**

Para la localización de una planta es necesario contemplar antes que nada ciertos factores importantes los cuales permitirán poder establecer con mayor fidelidad el establecimiento de la misma.

## **I. IMPACTO AMBIENTAL**

El establecimiento de una planta, trae como consecuencia un impacto al medio ambiente, desde la contaminación del aire, la destrucción de la biodiversidad presente en el lugar así como la eliminación de la posible fauna presente en el lugar. Estos contaminantes pueden no solamente afectar la fauna si no también a las personas que vivan en los alrededores. Es por ello que este impacto deberá ser minimizado y controlado, sin embargo una correcta ubicación de la planta puede prevenir este impacto, localizando la planta en lugares aislados como lo son parques industriales o en su caso implementando programas de disminución de contaminantes así como la implementación de normas ambientales con el fin disminuir la emisión de contaminantes.

## **II. ELIMINACIÓN DE DESECHOS.**

La preocupación por la protección de la salud de los humanos y la responsabilidad ambiental, han sido preocupaciones prioritarias para las naciones industrializadas en el mundo en los último treinta años. Debido a ello el ingeniero estudiara la eliminación de contaminantes así como la disminución de ruido el cual es considerado también como un contaminante. La responsabilidad de este tipo de estudios recae en el ingeniero ambiental sin embargo el ingeniero químico (el cual puede contar con una especialización en ingeniería ambiental), cuanta con los conocimientos necesarios para poder re-analizar este tipo de análisis.

### III. LOCALIZACIÓN DEL MERCADO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA.

El establecer el lugar idóneo para la localización de las materias primas (aunque estas no se hallen en el sitio donde se halle la planta), es de vital importancia. Es necesario contemplar el potencial de cada fuente de materia prima para satisfacer las necesidades actuales y futuras de las mismas para la planta. Es necesario además establecer fuentes alternativas para el abastecimiento de materias primas una vez que la fuente primaria no pueda cumplir con las necesidades de la misma planta.

Una manera para establecer la mejor ubicación de las fuentes de materia prima es tomar en cuenta todas aquellas que cumplan con las especificaciones de calidad y cantidad que el proceso requiere, al mismo tiempo de contar el costo de flete para su transporte. Debido a que no existe una tarifa equitativa en el costo de los fletes, puede tomarse como referencia la siguiente regla:

“Si la materia prima pierde mucho peso durante el proceso para obtener el producto final, es mas barato construir la planta cerca de la fuente de materia prima. “

Aunque esta regla tiene sus excepciones, es bueno tomar en cuenta el realizar un análisis del costo de materia prima entregada para cada localización de la planta que se considera.

### IV. FACTIBILIDAD DE VÍAS DE COMUNICACIÓN

Como se mencionó anteriormente no es posible obtener un estudio completo sobre las tarifas de fletes a nivel nacional debido a que el tiempo para su investigación retrasaría sustancialmente la obra, el ingeniero encargado de obtener la información sobre estos datos debe en este caso consultar a expertos en transporte como son los ingenieros de trafico para poder determinar los fletes y la localización optima con respecto al transporte.

El efecto de los medios de transporte y de las tarifas en la localización de la planta es un factor que afecta directamente la localización de la planta. Por ejemplo la industria del plástico quien debe mandar embarques pequeños a varios compradores en un mínimo de tiempo se ve obligada a localizar su planta cerca de sus compradores.

**FLETES DE FERROCARRILES.** Con el auge del transporte automovilístico, ha disminuido el uso de ferrocarriles como medio de transporte de materia prima, sin embargo muy pocas industrias pueden trabajar sin por lo menos tener acceso a un ferrocarril, ya que este medio es aun quien mayores productos industriales transporta.

Sin embargo debido a que el transporte de un de un ferrocarril a otro es relativamente alto es necesario es conveniente situar las plantas a lo largo de las rutas mas importantes de los ferrocarriles, de manera que los embarques sigan las líneas principales entre el punto de embarque y el destino final. Es conveniente de ser posible ubicar la planta donde halla más de un ferrocarril ya que ello dará mayor flexibilidad a este servicio.

**TRANSPORTE EN CAMIÓN.** En la actualidad el transporte de camiones compite vigorosamente con los ferrocarriles en embarques pequeños, particularmente en acarreo pequeños. Ya que los fletes usados por esta vía en los últimos años se ha visto beneficiada, en la actualidad existen líneas de camiones dedicadas al transporte de productos industriales. Una ventaja de este tipo de transporte es que la ubicación de la planta en la ruta de un transporte principal que proporciona conexiones directas a varios puntos de embarque, elimina la necesidad de hacer transbordos y reduce costos.

Es necesario considerar que el transporte en camiones en una comunidad dada deben consultarse las concesiones da cada una de las líneas que atraviesan para determinar si la compañías de camiones se le permite dar servicio a esa comunidad en particular.

**TRANSPORTE EN BARCO.** El transporte en barco es el transporte mas barato para acarreo de grandes volúmenes a grandes distancias. El colindar con aguas navegables es una gran ventaja para una planta de proceso, ya que esto le permite a esta competir con otras compañías aun cuando la ubicación de este se halle a una cierta distancia de el lugar donde se halle su mercado.

**OTROS MEDIOS DE COMUNICACIÓN.** Para una planta que tenga un gran uso de petróleo o gas natural es de vital importancia el contar con líneas de tubería, el cual es un medio de comunicación que permite el transporte de materia prima a la planta. Entre otros medio de comunicación tenemos el de compañías de aviación, correo Express, correo por mencionar las más importantes. En la actualidad la gran afluencia del transporte aéreo permite el transporte de materia prima por este medio por lo que es conveniente el poder situar la planta en las cercanías de un aeropuerto, ello puede tener beneficios para la planta en dado caso que esta requiera de refacciones para el equipo de la planta.

## **V. FUENTES DE SUMINISTROS DE AGUA.**

Existen diferentes demandas de agua, como lo es agua para uso humano, limpieza y para el uso en proceso, siendo esta ultima la de mayor demanda. Es por ello que al proyectar una planta es necesario tomar en cuenta si la región donde se localizará, cuenta con la capacidad de poder satisfacer la demanda de agua. El agua potable puede ser consumida a través de proveedores externos los cuales son contratados para enviar a través de garrafones el agua requerida.

Sin embargo debido a que las plantas de procesos son las mayores consumidoras de agua, ya que esta no podrían operar las torres de enfriamiento e incluso en cada una de las fases del proceso. Es por ello que debe tenerse muy en cuenta el abastecimiento de agua en la zona donde se desee poner la planta. Para esto es necesario recurrir a expertos en la materia entre los que destacan expertos en tratamientos de agua, geólogos e incluso ingenieros químicos con especialidad en el tema del agua.

Es necesario contemplar la necesidades presentes y futuras de agua, este factor debe ser estudiado cuidadosamente en la región que se esta estudiando, de ser posible se prefiere el poder usar agua subterránea debido a su temperatura. Para el realizar una estimación del agua subterránea Powell y Von Lossberg plantean un método para establecer la disponibilidad de agua a futuro, este método consiste en medir los niveles de los pozos mientras se bombean pozos activos cercanos a estos, una vez terminada la medición se usa la fórmula de Theis para predecir el descenso del nivel al cabo de cierto tiempo.

Además del análisis de disponibilidad de agua, también se debe realizar un estudio de la calidad de esta, mediante exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos lo cual permitirá establecer el costo que pudiese originarse debido al tratamiento de esta agua, comparándolo con el de otras regiones.

## **VI. CLIMA**

Las consideraciones climatológicas influyen de manera directa en el costo de construcción, por ello es necesario el recabar información sobre estas en cierto número de años así como catástrofes naturales que hayan ocurrido. Además del costo que pudiese representar para la construcción estas condiciones ambientales afectan directamente en las condiciones de la materia prima así como del producto, por ello la importancia de tomar en consideración este factor.

## **VII. COMBUSTIBLE Y ENERGÍA.**

Todas las plantas de proceso requieren de vapor y energía eléctrica para su operación, de estos dos servicios generalmente la energía es abastecida por servicios públicos locales. Debido a los costos generados por estos servicios es necesario tener un conocimiento detallado de la cantidad de energía y vapor que la planta requerirá. Además si la planta requiere de combustibles dentro de su proceso, se debe conocer el costo de los combustibles disponibles en la región.

También se debe realizar una evaluación previa sobre los costos y la disponibilidad de estos insumos ya que ello permitirá establecer si la zona cuenta con la capacidad para satisfacer la demanda de la planta aún en las temporadas más críticas del año así como los costos de de estos servicios.

#### **VIII. MANO DE OBRA.**

Para la producción y manufacturación de cualquier producto es necesario contemplar el costo de mano de obra que se deriva del mismo, entre los factores que determinan el costo de la mano de obra se encuentran la destreza y el nivel de estudios que ofrece la región (mano de obra calificada) así como la demanda de empleo en la zona.

Para establecer el costo de la mano de obra es necesario realizar un estudio detallado de la zona así como del salario mínimo percibido en la región así como el incremento de este a un cierto periodo ya que este salario no se mantendrá fijo todo el tiempo. Además de considerar el costo de la mano de obra es conveniente realizar un estudio sobre las inquietudes laborales que persistan en la región así como la cultura laboral de la misma.

#### **IX. FACTORES DE LA COMUNIDAD.**

Así como los factores mencionados anteriormente, este factor deberá contemplarse antes de poder decidir el establecimiento de la planta, ya que al tener una plena seguridad de que la aceptación de la puesta de una empresa de este tipo será aceptada por la comunidad y que además esta misma ofrezca a la empresa los servicios y atractivos para fomentar la puesta en marcha de la planta, es decir que la comunidad tenga una ponencia favorable al desarrollo industrial.

En caso de obtener un resultado satisfactorio del estudio deberá contemplarse otros factores como lo son, el saber si la región elegida cuenta con lugares de esparcimiento y recreación así como lugares de hospedaje adecuados para recibir visitantes distinguidos, hospitales , transporte publico adecuado, además de ello como se menciono anteriormente la zona deberá contar con centros escolares que satisfagan la mano de obra requerida, esta mano de obra debe ser una mano de obra calificada en la mayoría de los casos por lo cual es necesario estudiar el nivel académico de la zona así como las instituciones existentes en ella.

El saber que la zona seleccionada cuenta con los servicios anteriormente mencionados ahorrara dinero a la empresa ya que si no se contara con alguno de estos factores ello derivaría en gastos para la empresa al verse obligada a subsidiar el fomento del mismo.

## ANALISIS

Gracias al estudio de mercado elaborado en el capítulo anterior, se observó que el estado de Hidalgo era el lugar con mayor factibilidad para la puesta en marcha de la planta además de ser un estado que cuenta con una gran disponibilidad de agua. Hidalgo cuenta con distintos parques industriales ubicados en diferentes partes del estado los cuales están ubicados en distintas zonas, a continuación se mencionan los existentes.

- Parque industrial Sahagún. Km. 90 Carretera México - Cd. Sahagún, Corredor Industrial s/n, Zona Industrial .Cd. Sahagún, Tepeapulco, Hgo.
- Reserva industrial mineral de la reforma. Km.. 5.5 Carretera Pachuca – Cd. Sahagún, Mineral de la Reforma, Hgo.
- Reserva territorial industrial Hidalgo 2000. Carretera Tepeapulco – Calpulalpan esq. Calz. Periférica. Cd. Sahagún, Hgo.
- Parque industrial de Tepeji del río. Autopista México - Querétaro Km. 17.5 Tepeji del Río de Ocampo, Hgo
- Parque industrial Tula. Km. 26 de la carretera Jorobas-Tula; Sabino Hernández Núm. 38, Hgo.
- Parque logístico Tizayuca. Autopista México-Pachuca Km. 50.5 Tizayuca, Hgo.
- Parque industrial Atitalaquia. Km. 24.5 Carr. Jorobas-Tula Atitalaquia, Hgo.
- Parque Industrial Huejutla
- Zona Industrial Huichapan
- Zona Industrial Actopan.

Como se menciona en estudio de mercado, el estado de Hidalgo es el lugar idóneo para la puesta en marcha de la planta, debido a que en este estado el desarrollo de la construcción de viviendas permite el la venta del tipo de pintura que se planea vender, además de ser un estado que cuenta con el beneficio de ser una zona preferentemente industrial y contar con una gran cercanía con los principales proveedores de materia prima y ser este mismo un proveedor de la misma.

La puesta en marcha tendría la ventaja de abatir los costos de pintura así como una mayor rapidez en la adquisición de la misma además de generar empleo. Sin embargo debido a que existen distintos parques industriales en el estado. De estos parques industriales es necesario que alguno de ellos cuenten con una cercanía al Estado de México, debido a que es precisamente ese lugar el que mayor mercado cuenta además de que la mayor parte de los abastecimientos de materias primas se encuentran hay, por lo que los parques de Actopan, Atitalaquia, Tizayuca, Tula, Tepeji del río y Sahagún serian los más viables. Sin embargo de estos parques el parque Industrial Sahagún cuenta con la presencia de dos empresas proveedoras de materia prima como son DUPOINT, Grupo Omya y Reacciones químicas, lo cual beneficia que el costo de transporte por materia prima disminuya en gran parte.



## CAPITULO 3.

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE RESINAS Y PINTURAS VINIL-ACRILICA Y ALQUIDALICA.

El presente capítulo tiene como objetivo la descripción del proceso para la obtención de resinas y pinturas tipo alquidálica y vinil-acrílicas así como las reacciones que intervienen para la formación de estas, además se pretende describir la relación que existe entre cada una de las distintas áreas que conforman la planta, estableciendo los compromisos que cada área deberá asumir con el fin de tener una empresa de calidad y con la capacidad de competir en un difícil mercado.

#### 3.1 CONSTITUYENTES DE LAS PINTURAS.

Genéricamente, los materiales o sustancias utilizadas en la elaboración de pinturas pueden agruparse en cuatro categorías de materias primas: pigmentos y/o cargas, aglutinantes o vehículos, solventes y aditivos menores

##### PIGMENTO

Un pigmento se define como una sustancia sólida compuesta de partículas discretas que al ser combinadas con un vehículo líquido en el que no se disuelve da color a la mezcla, entre sus principales funciones están el suministrar el color además de contribuir con las propiedades anticorrosivas del producto y darle estabilidad frente a diferentes condiciones ambientales y los diferentes agentes químicos.

Podemos resumir las principales propiedades de los pigmentos de la siguiente manera:

- ☉ *Poder cubriente.* Es decir que por reflexión u absorción de la luz opaca al sustrato.
- ☉ *Poder de tintóreo.* La capacidad de impartir color.
- ☉ *Resistencia a la luz.* Estabilidad relativa del color al ser expuesto a la acción activa de la luz.
- ☉ *Resistencia al calor:* Es la estabilidad del pigmento al los cambios causados por acción de altas temperaturas.
- ☉ *Sangreo.* Presencia de solubilidad parcial del pigmento en el vehículo en que se usa.
- ☉ *Resistencia a productos químicos.* Es la estabilidad a la acción de productos tanto ácidos como alcalinos.
- ☉ *Absorción de aceites.* Es la cantidad del vehículo que necesita el pigmento para llenar las ranuras entre sus partículas.
- ☉ *Peso específico.* Es la relación entre el peso del pigmento y el del agua.

Cabe señalar que estas propiedades son muy variables y debido a ello no es posible encontrar un pigmento que cumpla con a la perfección con esta propiedades, por lo que el formulador tendrá como responsabilidad la de seleccionar un pigmento tomando en cuenta estas características y la influencia sobre el producto final.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de pigmentos así como de sus características.

- ☉ *Oxido de zinc (ZnO).* Es un pigmento sintético básico que inhibirá el crecimiento del moho u oxido en la pintura. La naturaleza básica del oxido de zinc induce a interrelaciones con pinturas de alto valor ácido con la consecuente formación de jabones de zinc.
- ☉ *Oxido de antimonio (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).* Es un pigmento inerte, sintético muy usado en combinaciones con resinas cloradas y en la formulación de pinturas retardadoras del fuego.
- ☉ *Pigmentos amarillos inorgánicos,* entre los más destacados se hallan:

- ☺ Cromato de plomo ( $\text{PbCrO}_4$ ): Tienen buena resistencia a decolorar, con tendencias a ensuciarse con la polución (contienen sulfitos hidrogenados), además reaccionan con sustratos alcalinos con resultados de pérdida de color. Los cromatos son útiles como pigmentos de color y como imprimantes para pinturas industriales y decorativas.
- ☺ Cromato de zinc ( $\text{Zn Cr O}_4$ ): Los cromatos de zinc son ligeramente básicos y reaccionan con pinturas ácidas induciendo a un espesamiento de la pintura líquida durante el almacenamiento. El Cromato de zinc es usado para proteger de la corrosión, deberá estar libre de residuos clorados e impurezas presentes en la degradación del color.
- ☺ Óxido de hierro amarillo ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Encontramos óxidos de hierro naturales, desde los amarillos desteñidos a café- amarillento oscuro. Los óxidos naturales y sintéticos son ambos resistentes a los álcalis y ácidos orgánicos a pesar de que pueden ser atacados por ácidos minerales sufriendo decoloración. Los óxidos de hierro absorben radiación ultravioleta y de este modo tienen efectos de protección en las pinturas de uso en exterior.
- ☺ Amarillos de cadmio (CdS). Son pigmentos sintéticos variando el color desde el amarillo verdoso al naranja, siendo determinados los matices por las condiciones del proceso. Estos son estables hasta los 500 C aproximadamente. Se utilizan en terminaciones horneables y resistentes a los álcalis.

#### **PIGMENTOS VERDES INORGÁNICOS**

- ☺ Óxido de Cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ): Verde mate, pigmento sintético de buena estabilidad a la luz, al calor, sin embargo es pobre en opacidad. Útil como pigmento para pinturas que han de resistir los ataques químicos y fotoquímicos, otro uso es para pigmentar cemento y concreto.
- ☺ Verde Cromato de Plomo  $\text{PbCrO}_4$ ;  $\text{KFe (Fe(Cn)}_6$ ): Pigmento sintético, los matices se controlan con un pigmento llamado Azul de Prusia ( $\text{KFe (Fe(Cn)}_6$ ) . Aún cuando los pigmentos tienen buena opacidad, tienden a oscurecer en atmósfera.

#### **PIGMENTOS INORGÁNICOS ROJOS**

- ☺ Óxido de Hierro Rojo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , (haematite) Ambas formas orgánicas e inorgánicas se usan como pigmentos .El  $\text{Fe}_2$  tiene también efectos de opacidad la que aumenta junto con el contenido del óxido. Los óxidos naturales son usados como colorantes en teñidos de madera, para cementos y concretos así también como imprimantes metálicos de bajo costo.

Los óxidos sintéticos tienen una textura suave y de gran pureza, son lo más reciente en cuanto a brillantez. Tienen gran fuerza de tensión. Ambos sistemas, el sintético y el natural son resistentes a los álcalis y ácidos orgánicos, sin embargo son afectados por ácidos minerales y altas temperaturas. Son conocidos también otros dos pigmentos denominados silicromato de plomo rojo y silicromato de plomo básico, ambos son usados preferentemente por su acción inhibidora de corrosión.

- ☺ Óxido de Hierro Negro ( $\text{Fe}_2\text{O}_4$ ) (Magnetite): Un pigmento sintético de bajo poder de tensión, usado preferentemente como colorante en selladores, imprimantes y aparejos.

### **PIGMENTOS INORGÁNICOS AMARILLOS.**

- Amarillos Hansa. Caracterizados por buena estabilidad a la luz. Son de baja opacidad y su ausencia de toxicidad les hace rendir más apropiadamente que los cromatos de plomo en diversas aplicaciones. Los amarillos Hansa son solubles en cetonas, ésteres e hidrocarburos aromáticos, sin embargo son de pobre solubilidad en hidrocarburos alifáticos. Este comportamiento les hace apropiados para usarlos en revestimientos de sacado-aire conteniendo hidrocarburos aromáticos y en pinturas emulsionadas.
- Amarillos Benzidina. Tienen mayor opacidad (poder cubriente) que los amarillos Hansa y a su vez son insolubles en la mayoría de los solventes utilizados en formulaciones de pintura.

Los amarillos benzidina son susceptibles a degradarse con la luz. Los amarillos benzidina son apropiados para ser usados en interiores, particularmente para terminaciones horneables y para reemplazar a pigmentos como Cromatos de Plomo.

### **PIGMENTOS ORGÁNICOS VERDES.**

- Pigmento Verde B. No es puramente orgánico en estado natural sin embargo en un compuesto - parecido a las sales. Son más resistentes a los solventes por norma general de las tintas orgánicas. El pigmento verde B tiene un matiz verde azulado de buena opacidad o poder cubriente en las pinturas. Tiene buena resistencia a los solventes, al calor y a los álcalis pero es sensible de descomposición por ácidos.

Es muy usado en terminaciones decorativas donde se requiere de gran resistencia a los álcalis y para revestimientos curados por calor o que se sequen por calor. Es también usado para dar color a cemento y concreto.

### **PIGMENTOS ORGÁNICOS AZULES.**

- Ftalocianinas Azules. Se caracterizan por su alta fuerza de tensión y poder cubriente u opacidad además de una buena brillantez. Son no tóxicos y estables a temperaturas de hasta 500°C.

### **PIGMENTOS ORGÁNICOS ROJOS.**

- Rojos Toloudina (Rojos Helio): Son tintes no tóxicos caracterizados por su brillo y limpieza de color, buena brillantez y poder cubriente aunque la estabilidad del color puede decrecer cuando se mezclan o reducen con pigmentos blancos.

Los rojos toloudina tienen buena estabilidad de color y buena resistencia a los álcalis y ácidos, soportan temperaturas de 180°C por periodos cortos. Son solubles en solventes aromáticos y ligeramente solubles en solventes alifáticos y alcoholes.

- Rojos Arilamidas. Se caracterizan por su buena brillantez, aún sean, mezclados con grandes proporciones de pigmentos blancos, son resistentes a temperaturas de 140°C. Los pigmentos de tipo arilamidas son ligeramente solubles en solventes y son resistentes a los álcalis y ácidos por ello pueden ser usados en exterior además de su estabilidad de color a cualquier nivel de reducción por mezcla de pigmentos.

## PIGMENTOS INHIBIDORES DE CORROSIÓN

Los pigmentos usados para proteger sustratos metálicos contra la corrosión, caen dentro de dos grandes grupos. De los precursores el plomo y el zinc son los más importantes, aunque el polvo de aluminio y el acero inoxidable tienen algunas aplicaciones. Las sales inhibidoras de la corrosión contienen aniones que se pueden desplazar en medios acuosos y “colarse” hasta el metal para pasivarlo o para afectar el proceso de la corrosión (fosfatizados). Con esos pigmentos el mecanismo difiere según el metal.

### PIGMENTOS METÁLICOS

Cuatro metales se usan en pintura como pigmentos: aluminio, acero inoxidable, plomo y zinc. De estos sólo el plomo y el zinc tienen una definida acción anticorrosiva. El acero inoxidable macizo es duro, y sin embargo es un dúctil metal resistente a la corrosión. Cuando se usa como un pigmento, el acero inoxidable particulado ha sido elegido para proveer de protección a la corrosión, aunque el mecanismo para ello es incierto. Presumiblemente las partículas constituyen una barrera en contra del ingreso de aniones corrosivos, aunque es concebible que un proceso electroquímico complejo este involucrado.

- Aluminio. Un metal puro que es considerado resistente a diversos agentes agresivos por la presencia en la superficie de alúmina. Está disponible en polvo en dos formas llamadas grado laminar y no laminar.
- Plomo. Un metal pesado y maleable, resiste una extensa gama de productos químicos como un resultado de la formación de sales y óxidos protectores de la superficie de las superficies de pintura.
- Zinc. Se usa principalmente para tratar metales contra la corrosión.

### VEHICULO

Es el componente líquido de la pintura el cual forma parte del medio que dispersa al pigmento y le da la propiedad de formar película. Una vez secado el color permanece encapsulado uniformemente repartido en el vehículo, gracias al estado de suspensión en que se encuentra.

Esta película puede ser un aceite, una resina, un polímero, etcétera. Algunos de los principales formadores de película (vehículo) son:

- Aceite de linaza, soya, ricino, cártamo, girasol, etcétera.
- Hule clorado.
- Resinas sintéticas. Las más utilizadas son resinas alquídica, acrílicas, fenólicas, vinílica, epóxica de caucho clorado, de poliuretano y de silicona, aductos, prepolimeros etcétera.

La elección del vehículo, es vital ya que en este recae la responsabilidad de formar una película sólida, adherente, plástica, tenaz y resistente a diversas agresiones físicas y químicas, esta película incluye en su matriz al resto de los materiales, que en conjunto constituyen el recubrimiento. A continuación se mencionan de manera más detallada, las características de los diferentes tipos de resinas.

**Resinas puras.** Son aquellas sintetizadas a partir de materias primas consideradas propias del sistema, entre ellas tenemos:

- Alquídica puras. A partir de aceites o de ácidos grasos, pentaeritritol (Glicerina) y anhídrido ftálico.
- Acrílicas puras. En su síntesis intervienen monómeros acrílicos, acrilatos, metacrilatos, estireno.
- Fenólicas puras. A partir de fenol y formaldehído.

**Resinas modificadas.** En su composición intervienen monómeros que no se consideran parte del grupo primario de origen y que se incorporan para darle al polímero determinadas propiedades o reactividad, ejemplo de ellas son:

- Alquidálicas modificadas. Reacción con ácido benzoico, TDI, estireno, monómeros acrílicos, etcétera.
- Poliésteres modificados. Utilizan monómeros como ésteres de glicidilo, bisfenol, silanos, etcétera.

**Resinas híbridas:** Difieren de las resinas modificadas en el porcentaje de modificación –alta concentración de reactivo modificante- o tipo de agente –modificante- monómero o polímero reactivo.

- TIPO 1. Obtenidas de la combinación de dos sistemas poliméricos (Resinas). Generalmente existe una reacción química entre ambos sistemas. Ejemplo: Poliésteres-siliconadas, alquidica-ureica, alquidica-poliuretano, alquidica-fenólica, acrílica-poliuretano, etcétera.
- TIPO 2: Polímero base con alto grado de modificación (Es decir una resina altamente modificada). Como lo son: Epoxi-acrilatos, acrílico-silanos, ésteres de epoxico, etcétera.

**Mezclas.** Son la simple unión de resinas simples compatibles entre sí a menudo pueden haber operaciones físicas especiales, cuyo objetivo es asegurar la combinación íntima, a nivel molecular de los componentes de manera que mejoren las propiedades de las mezclas.

**Aductos.** Son productos de bajo peso molecular –oligómeros- que conservan grupos reactivos capaces de combinarse con otros aductos o prepolímeros, como es el caso de aductos de epoxi-poliamina, polioli-poliisocianato, fenólica-maleica, etcétera.

**Prepolímeros.** Materiales poliméricos de bajo peso molecular –mayor que en los oligómeros- que generalmente se combinan con aductos para obtener luego del curado, el sistema terminado. Ejemplos: prepolímero poliéster, acrílico, epoxi, etcétera.

## ADITIVOS

Estos son todas aquellas sustancias que proveen o modifican de diversas propiedades tanto a la película seca como a la pintura en estado líquido. Entre los más utilizados se encuentran:

- **Sustancias secantes.** Permiten controlar la velocidad de secado, normalmente se utilizan sales orgánicas de elementos metálicos (cobalto, manganeso, plomo, calcio, zinc, hierro, vanadio, cerio y zirconio).
- **Sustancias plastificantes.** Proporcionan flexibilidad y adherencia a los recubrimientos de superficie. Se clasifican en: aceites vegetales no secantes (derivados del aceite de ricino), monómeros de alto punto de ebullición (ftalatos) y polímeros resinosos de bajo peso molecular (poliéster).
- **Sustancias antisedimentantes.** Previenen o disminuyen la precipitación de los pigmentos, reduciendo la fuerza de atracción entre partículas (ej.: lecitina) o formando geles (ej.: estearato de aluminio, anhídrido de silicio).

Además de estos podemos mencionar otros como son:

- **Agentes de aninata.** Permiten almacenar la pintura por un tiempo relativamente largo, sin presentar oxidación superficial.
- **Agentes tixotrópicos.** Da una falsa viscosidad a la pintura, permitiendo un largo periodo de almacenaje sin asentamientos fuertes.
- **Agente tensoactivo.** Modifica el ángulo de contacto entre pigmentos y vehículo, dando como resultado mejor moliendas más efectivas y con un menor costo.
- **Agentes fungicidas.** Impiden el crecimiento de hongos en la superficie seca de la pintura.
- **Agentes bactericidas.** No permiten la formación de bacterias cuando la pintura se halla en estado líquido.
- **Agentes odoríficos.** Enmascaran los olores desagradables permitiendo usar otro tipo de sustancias que no podrían ser usadas debido a su olor tan desagradable.
- **Absorbedores de rayos UV.** Prolongan la vida de los acabados transparentes que se usan a la intemperie con lo que se evita la degradación paulatina causada por los rayos UV de la luz solar.

- **Dispersantes.** Su principal función consiste en evitar que las partículas dispersadas vuelvan a formar agregados o floculen.

### **DISOLVENTES**

Su función consiste en modificar la viscosidad, podemos mencionar una amplia lista, siendo la mayoría derivados del petróleo, y agua:

- Gas nafta.
- Xiliol.
- Acetato de butilo.
- Metil Isobutil Cetona.
- Etanol.
- Toluol.
- Ciclohexanona.
- Aceite de pino.
- Agua (que su usa en pinturas vinílicas).

Cabe mencionar además a los solventes, o vehículos volátiles las cuales son sustancias líquidas que dan a las pinturas el estado de fluidez necesario para su aplicación, evaporándose una vez aplicada la pintura. La variedad de solventes que ocupa este tipo de industria es muy amplia pero, a pesar de ello, su uso se ha visto disminuido en los últimos años, debido a restricciones de tipo ambiental y de costo, especialmente en el caso de los solventes clorados.

### 3.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE RESINA VINIL-ACRILICA.

El costo de una pintura depende es dependiente del precio de la resina, entre más resina contenga una pintura mayor será su eficiencia pero también será su costo. A continuación se describirá el proceso para la fabricación de resina alquidálica y resina vinílica.

- Inspección de equipo de fabricación. Se checa que el equipo este en condiciones de trabajar, es decir que se halle limpio, las válvulas se encuentren cerradas, las líneas se hallan libres y los motores funcionen.
- Materias primas. Una vez que el equipo sea aprobado para su operación se checa también que las materias primas hallan sido aprobadas, cumpliendo con las especificaciones previamente establecidas y que además se encuentren surtidas para satisfacer las necesidades de producción.
- Preparación del coloide protector. En esta etapa se deben crear las condiciones para que ocurra la polimerización y para que el polímero permanezca en emulsión una vez que el proceso halla finalizado. Primero se carga el agua y el emulgente (Como lo son el alcohol laurico etoxilado y el nonilfenol etoxilado) entre 60-62°C, posteriormente se agrega el coloide protector el cual es por lo general es un derivado celulósico. La temperatura se debe mantener constante hasta que el coloide protector se disuelva.
- Formación de la base polimérica. Disuelto el coloide se agrega el 10% del de la mezcla del monómero y la mezcla de catalizadores, estos monómeros y catalizadores forman la base del polímero, con un aumento de temperatura entre 78-80°C, ya que la reacción es exotérmica.
- Adición de las mezclas de monómeros y catalizadores. Una vez que se comenzó la polimerización se procede a la adición simultanea tanto de monómeros como de catalizadores trabajando a una temperatura de 80-85°C, teniendo cuidado de mantener esta temperatura para evitar que suceda algún problema importante en esta etapa, agregando tanto los monómeros como los catalizadores a tiempos razonables.<sup>1</sup>
- Fin de polimerización. Una vez que el monómero y el catalizador han sido agregados se puede permitir un aumento de la temperatura de hasta 90°C. Aquí se debe verificar la presencia del monómero libre hasta que se halle en el limite máximo permitido, si este se halla en exceso se procede a agregar pequeñas dosis de catalizador hasta tener el nivel adecuado.
- Ajuste a la emulsión. Terminada la polimerización se procede a un enfriamiento hasta una temperatura máxima de 50°C; se ajustan sólidos y viscosidad con el agua.
- Almacenamiento. Una vez que la emulsión has sido ajustada esta se manda a un tanque pasando por una malla de nylon donde es filtrada.

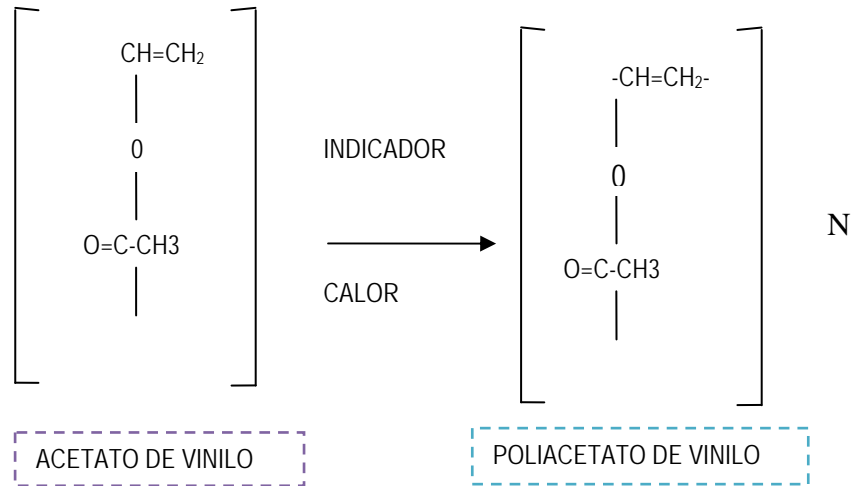
---

<sup>1</sup> Para el caso del monómero el tiempo será de aproximadamente de 240 minutos y para los catalizadores deberá ser de 300 minutos.

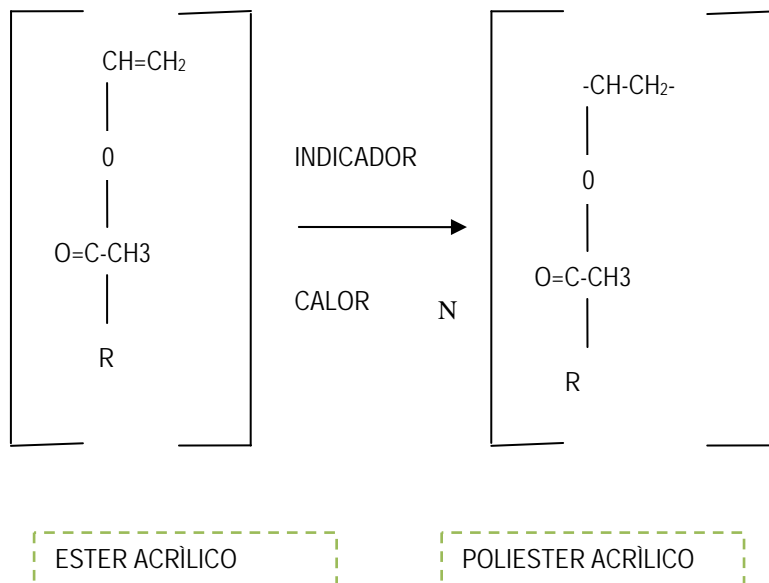
### 3.2.1 REACCIONES INVOLUCRADAS DURANTE LA POLIMERIZACIÓN.

Las reacciones de polimerización que se pueden presentar son solo de dos tipos, una es por adición y la otra es por condensación. Los monómeros vinílico como el acetato de vinilo y los esteres acrílicos polimerizan por medio del proceso de adición.

La polimerización del acetato de vinilo se presenta de la siguiente manera:

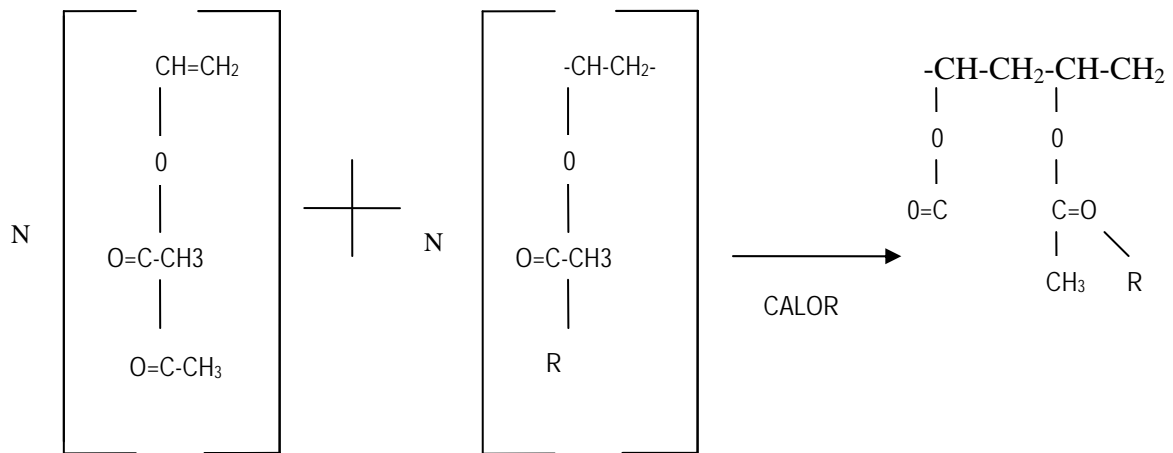


Por otra parte la polimerización por adición de los esteres acrílicos, se representa por la siguiente reacción:

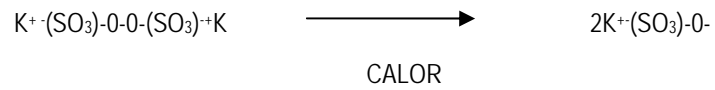




La polimerización de acetato de vinilo y esteres acrílicos es el resultado de dos reacciones.



Por otra parte el iniciador de reacción (Catalizador), que en este caso es el  $\text{K}_2\text{SO}_3^-$ , se representa de la siguiente manera:



### 3.3 FABRICACIÓN DE RESINA ALQUIDALICA.

- ❖ Inspección de equipo de fabricación. Al igual que para el proceso de fabricación de la resina emulsionada es necesario inspeccionar que el equipo este en condiciones de trabajar, es decir que se halle limpio, las válvulas se encuentren cerradas, las líneas estén libres y los motores funcionen.
- ❖ Formación del monoglicérido. Debido a que los aceites usados son triglicéridos y ya que estos tienen muy poca reactividad se deberá formar el monoglicérido el cual permitirá que se realice la esterificación. Los triglicéridos se hacen reaccionar con un glicol, el proceso es:

En una atmósfera inerte hace reaccionar aceite de linaza con la glicerina en cantidades conocidas a una temperatura de 240°C, a presión atmosférica y con agitación constante, agregando el catalizador<sup>2</sup> en pequeñas dosis hasta lograr la formación del monoglicérido. Esta primera etapa consiste en la formación de una estructura monoglicerida por alcoholisis del aceite y el alcohol.

- ❖ Esterificación. Cuando el monoglicérido esta formado se disminuye la temperatura hasta 210°C y se añade el anhídrido ftálico, el cual se agrega en pequeñas cantidades con el fin de no producir espuma. Se eleva la temperatura entre 220-240°C, dependiendo de el tipo de alquidal que se desee formar, en esta parte de la reacción se hace pasar una corriente de dióxido de carbono con el objeto de disminuir la acidez y mantener una atmósfera inerte. A esta temperatura se debe separar el agua que se forma. Terminada la reacción se disminuye la temperatura hasta 205°C,
- ❖ Dilución y ajuste alquidal. Con la viscosidad y acidez aprobadas se agrega una parte del solvente (Aproximadamente un 10%), y se pasa al tanque de dilución donde este contiene el resto del solvente, aquí mismo se deben ajustar la viscosidad y los sólidos para posteriormente filtra la solución a través de un filtro de prensa.<sup>3</sup>

Una vez que el equipo sea aprobado para su operación se checa también que las materias primas hallan sido aprobadas, cumpliendo con las especificaciones previamente establecidas y que además se encuentren surtidas para satisfacer las necesidades de producción.

- ❖ Almacenamiento. Una vez filtrado el alquidal se bombea al tanque de almacenamiento, para ser usada en la elaboración del esmalte.<sup>4</sup> Es necesario tener en cuenta los tiempos de residencia en cada una de las operaciones que se ejercen durante el proceso, a continuación se muestran estos tiempos<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> Los catalizadores más usados son oxido de plomo, hidróxido de litio, hidróxido de sodio y acetato de zinc.

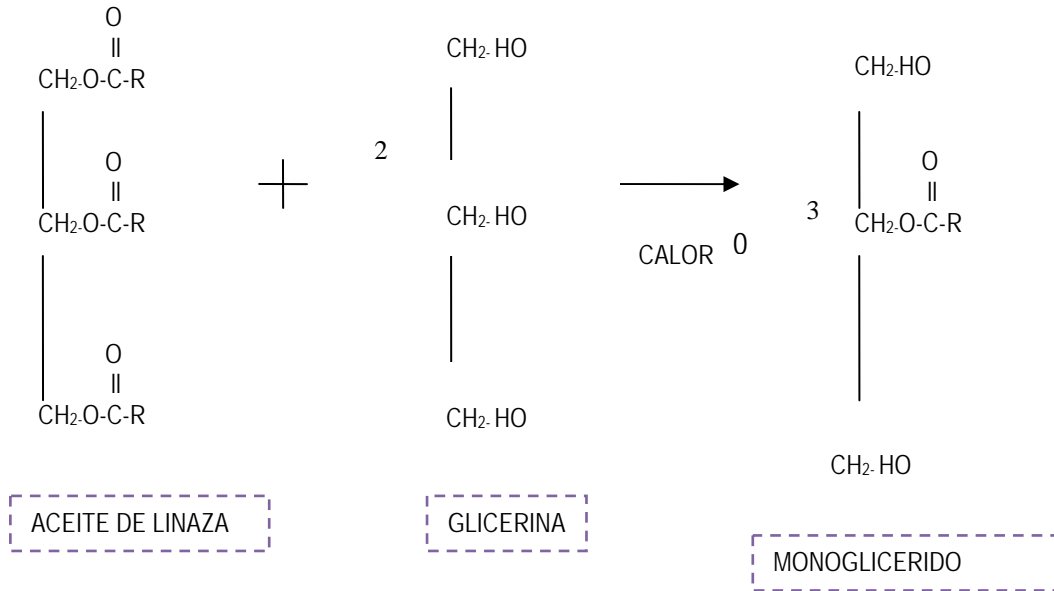
<sup>3</sup> Se debe checar continuamente la filtración.

<sup>4</sup> Es importante checar las especificaciones de producto así como que las condiciones de almacenamiento sean las adecuadas para evitar posibles contaminaciones.

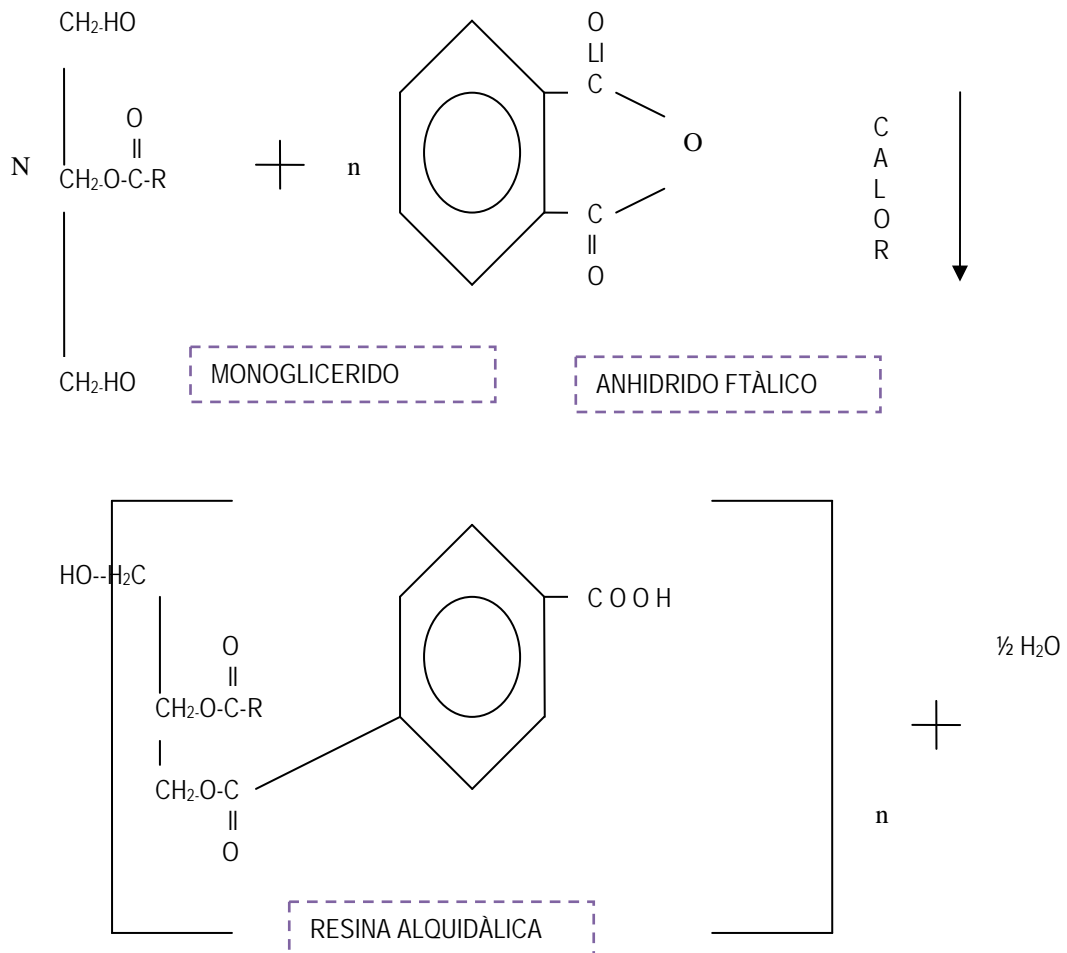
<sup>5</sup>Estos datos fueron proporcionados por CLARIANT, área de emulsiones.

### 3.3.1 REACCIONES INVOLUCRADAS DURANTE LA POLIMERIZACIÓN.

La reacción involucrada para la obtención del monoglicérido llevada a cabo entre el aceite de linaza y la glicerina, es una reacción de hidrólisis entre el aceite y el alcohol, la cual se observa a continuación.



Una vez formado el monoglicérido, este se hace reaccionar con el anhídrido ftálico en la cual el producto es resultado de una reacción de esterificación, obteniendo una resina alquidámica y agua.



### 3.4 FABRICACION DE PINTURA

En general el proceso de fabricaron de pinturas depende del sector al cual será destinado, así como del las condiciones ambientales a las cuales serán sometidas estas, es por ello que el técnico formulador y el Ingeniero químico encargado del proceso deben de tener en cuenta estas características así como el tener un amplio conocimiento de las materias primas con las cuales se deberá trabajar además de involucrar una organización general la cual coordinara todas las áreas que forman parte dentro de la empresa con el único objetivo de obtener productos que cumplan con las especificaciones de calidad necesarias ocupando el menor tiempo posible.

#### 3.4.1 PRODUCCIÓN DE PINTURA ALQUIDALICA.

El proceso de fabricación de pintura alquidámica se resume en el diagrama 1, como este lo muestra el proceso comienza con la inspección de las materias primas las cuales después de ser registradas por el personal encargado del área de almacenamiento deben ser examinadas y aprobadas posteriormente por el departamento de PREMEZCLA.

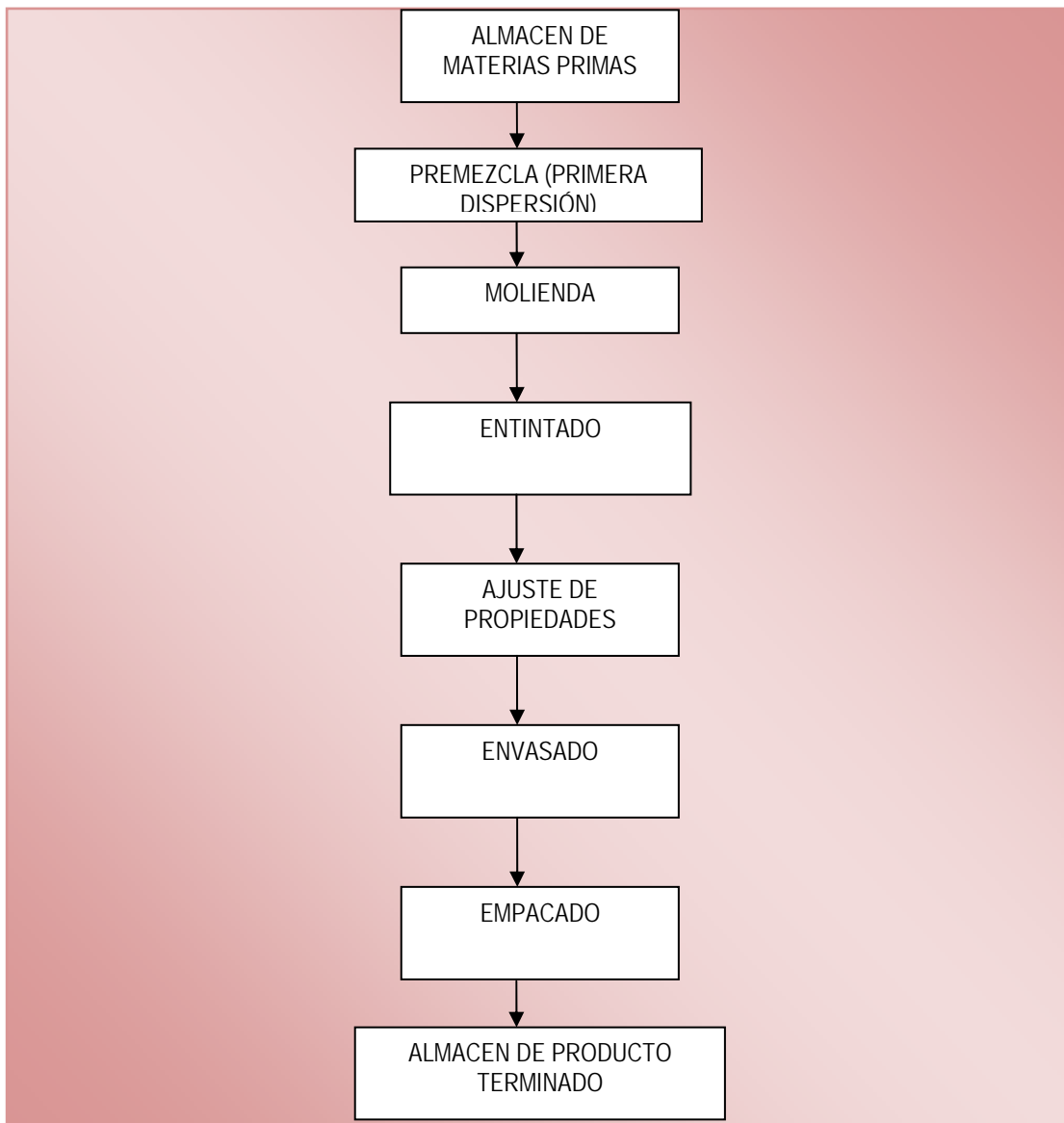


DIAGRAMA 1. ETAPAS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PINTURA ALQUIDALICA.

**PREMEZCLA.** Una vez que el departamento de PREMEZCLA ha recibido por parte del almacén de materias primas el material solicitado, este debe cerciorarse que el material pedido sea el mismo que se entrega. El encargado del equipo de dispersión es el autorizado de revisar el material y este a su vez informará al ingeniero de producción el cual tiene la función de validar que todo este en orden y entregar la orden de producto autorizada al encargado de equipo para que este inicie la fase de premezcla. En general la composición de la materia prima para producir pintura alquídica, se divide de la siguiente manera:

30% PIGMENTOS Y CARGAS  
8% ADITIVOS  
50% RESINA  
10% SOLVENTE  
2% AYUDANTE PARA MOLIENDA.

Su adición estará sujeta a una formula base, como se menciona anteriormente, y como es normal en todo proceso cada uno de los compuestos debe respetar un orden de adición<sup>6</sup>. Inicialmente se agrega un 60% de resina (Del 50% de la formula original), el 100% de las cargas, el 20% del solvente y el 100% del ayudante de molienda en el tanque dispersor<sup>7</sup>. En esta etapa el operador debe revisar en primera instancia que cuente con su equipo de protección personal.

Ya que el operador cuente con el equipo de protección personal, este debe revisar que el equipo este en perfectas condiciones y que este se halle limpio para poder ser usado permitiendo poder encender el equipo y agregar cada uno de los componentes.

Una vez que han sido agregados los primeros componentes se procede a mezclarlos en el dispersor a la máxima velocidad, en tanques hechos de acero inoxidable o acero al carbón enchaquetados (Los cuales tendrán un flujo de agua fría con el objeto de no revesar cierta temperatura que pudiese generar el desprendimiento de ciertos componentes en forma de vapores, lo cual afectara el proceso directamente), hasta obtener la finura deseada en la dispersión y que esta sea aprobada por el departamento de control de calidad para poder ser enviado a la siguiente fase del proceso.

**MOLIENDA.** Terminada la etapa de PREMEZCLA, la pasta resultante es enviada a la siguiente etapa del proceso denominada "MOLIENDA", cuyo objetivo es el de lograr una dispersión adecuada de los pigmentos, para ello se deberá usar molino de bolas (Dispersiones de colores opacos) o perlas<sup>8</sup> (Dispersiones de colores claros), según sea la tonalidad del color deseada.

En este caso se debe revisar la finura de la dispersión (La cual deberá ser entre 5 a 7 grados Hegman), poder de tintóreo, tiempo de residencia, temperatura, viscosidad y velocidad del flujo del material<sup>9</sup>. Cabe señalar que el uso de este tipo de molinos se debe a que el tamaño de partícula deseada es muy pequeño, además que se requiere de una molienda muy grande para lograr que cada pigmento alcance una excelente disolución en la pintura evitando la acumulación de grumos de pigmentos.

---

<sup>6</sup> Se debe de tomar en cuenta que la calidad de la pintura estará influenciada por las cantidades de componente que se agreguen, lo cual repercute en tener pinturas de alta, media y baja calidad.

<sup>7</sup> Este tanque debe ser identificado con el número de lote, fecha, nombre del cliente.

<sup>8</sup> La posición del molino puede ser tanto vertical como horizontal, y esta dependerá del uso que se desee darle, sin embargo las posiciones verticales tienen mayor uso en la actualidad.

<sup>9</sup> Actualmente existen compañías dedicadas a la producción de este tipo de equipos, las cuales ofrecen un software integrado a estos equipos.

En esta etapa el operador de molienda verificará que el equipo este en condiciones para poder ser utilizado y que además este limpio. Concluidos estos pasos el operador conecta la manguera de alimentación al equipo de molienda y abre la válvula de entrada para posteriormente encender la bomba de alimentación al molino y encender el molino para estabilizarlo, iniciando esta etapa del proceso controlando las variables previamente mencionadas, procurando que la temperatura no sobrepase los 55°C.

Una vez que se han obtenido las características deseadas el encargado del equipo debe comunicar de ello al ingeniero de producción para que este lo verifique y de su aprobación para poder enviar la molienda a la siguiente etapa del proceso, limpiando el equipo y dejándolo listo para usarse nuevamente.

**ENTINTADO.** El objetivo de este proceso es la igualación del color de la pintura frente al estándar proporcionado por el cliente. Anteriormente este proceso se realizaba visualmente teniendo gente preparada para ello las cuales no debía padecer de problemas oculares que pudiesen afectar su criterio como daltonismo, sin embargo al día de hoy se usan elementos electrónicos los cuales realizan el análisis y permiten establecer la cantidad necesaria que debe de adicionarse para obtener la igualación del color de la pintura frente a la estándar del cliente.

El equipo usado en este caso consiste en un dispersor nuevamente y un tanque de acero inoxidable o acero al carbón; debido a que este proceso trabaja con cantidades muy precisas, la medición en este caso debe ser exacto por lo cual se debe contar con básculas perfectamente calibradas para evitar cualquier error debido a ello.

El proceso de ENTINTADO nuevamente comienza con la recepción y verificación del material por parte del encargado del área de igualación, el cual debe contar con en el equipo de protección personal desde el momento que ingresa al área de producción.

Una vez realizada la verificación de materia prima el encargado debe notificar al ingeniero de producción para que este le entregue la orden de producción así como aprobar la revisión. Con la orden de producción y las indicaciones recibidas el encargado del equipo debe revisar que el equipo se halle en perfectas condiciones para comenzar y posteriormente conectar mangueras así como accionar la bomba de alimentación para comenzar el proceso de igualación.

Una vez que la pintura se encuentre dentro del tanque dispersor, el encargado debe analizar la primera muestra en el colorímetro, para obtener los datos necesarios e ir agregando las cantidades necesarias para obtener el color deseado, una vez transcurrido el tiempo de dispersión la pintura es enviada al equipo de molienda con el objetivo de lograr la mayor dispersión de los pigmentos en este caso el encargado del equipo debe notificar al ingeniero de producción directamente el resultado para que este la aprobación además de entregar a este un panel donde la pintura halla sido probada, por el. Por ultimo se realiza de nuevo una prueba de calidad donde se determinan las siguientes propiedades:

- Finura.
- Peso específico.
- Viscosidad.
- Color.
- Brillo.
- Secamiento al tacto.
- Dureza.

**AJUSTE DE PROPIEDADES.** El objetivo del proceso de ajuste de propiedades como su nombre lo indica es el de obtener las características finales que se desea para la pintura, para ello se agregan los materiales necesarios, sin embargo la agitación en este caso es mucho más ligera<sup>10</sup> además de que su tiempo de residencia es mayor. En esta etapa es muy importante tener la mayor exactitud en el peso de los componentes para evitar arruinar la pintura, ya que si hubiese un error debido a esto será necesario tener que realizar nuevamente ajustes los cuales a veces necesitan reenviarse a la etapa de premezcla.

Una vez que el encargado reciba las indicaciones comenzara con el proceso de AJUSTE DE PROPIEDADES, revisando que tenga el equipo de seguridad antes de comenzar y posteriormente revisar que el equipo se halle en perfectas condiciones así como estar limpio antes de iniciar; se debe verificar que el material entregado sea el solicitado.

El equipo es estabilizado y son conectadas las mangueras y encendida la bomba de alimentación para alimentar la pintura y realizar el ajuste final el cual debe ser aprobado nuevamente por departamento de calidad.

Con la finalización de esta etapa la pintura se pasa a través de un filtro (Para remover posibles aglomeraciones formadas durante el proceso así como sólidos no dispersados los cuales pueden afectar directamente a la pintura), y es enviada al departamento de envasado y empaclado donde la pintura es envasada.

### **3.5. PRODUCCIÓN DE PINTURA VINIL-ACRILICA.**

La fabricación de pintura vinil-acrítica es semejante a la de pintura alquidàlica sin embargo en esta se omite el uso de molino de bolas o perlas debido a que la alta fricción causada por las perlas rompe la protección del coloide protector, con lo que se pierde la resina y el proceso no podría llevarse a cabo. En vez de ello se realiza la dispersión a través de tanques dispersores.

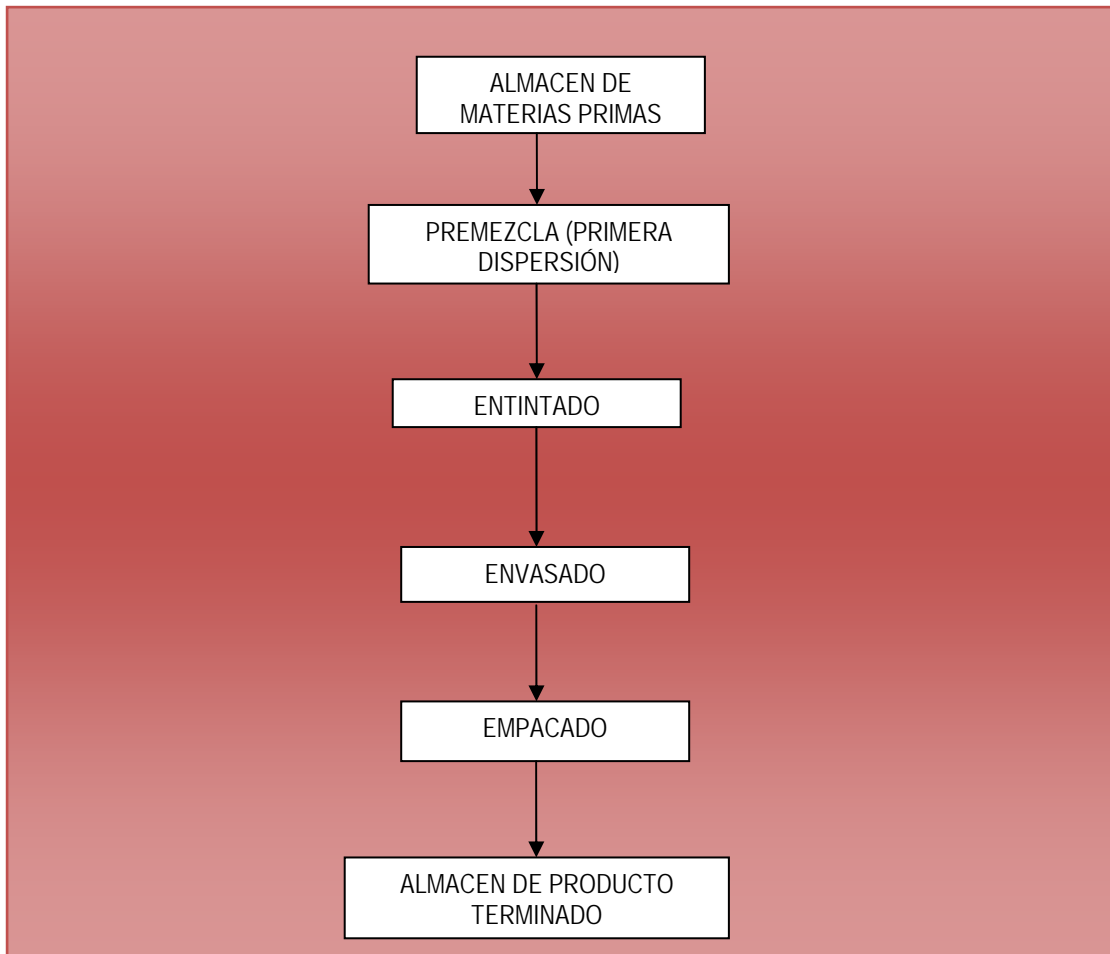
En general una pintura vinil-acrítica contiene los mismos componentes que la alquidàlica, pero en su caso esta maneja como solvente agua ya que la resina ocupada es en base agua además la adición de sus compuestos debe de manejarse con mayor cuidado.

**ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS.** El proceso de producción de pinturas comienza como se menciono anteriormente con la entrada de las materias primas y la inmediata inspección de calidad por parte del encargado del almacén quien cuenta con el mismo equipo de protección.

Este enviara el material que le sea solicitado al departamento de producción quien previamente le ha mandado una solicitud la cual es avalada por el jefe del área de producción. El organigrama mostrado a continuación esquematiza el proceso.

---

<sup>10</sup> Esto es gracias a los dos procesos anteriores la dispersión de las cargas y pigmentos esta completa por lo que nos es necesario.



**DIAGRAMA 2. ETAPAS DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PINTURA ALQUIDÁLICA.**

**PREMEZCLA (PRIMERA DISPERSIÓN).** Debido a que el proceso para la recepción de materia prima es el mismo que el manejado para la recepción de pintura Alquidàlica, no es necesario repetir la misma explicación.

El objetivo de esta fase del proceso es obtener la pintura al finalizar, el pigmento debe ser dispersado durante esta fase por lo cual el encargado de esta área debe tener sumamente cuidado durante la adición de cada uno de los materiales. Una vez que este cuente con el equipo de protección personal y que haya revisado que el equipo utilizado se encuentre en perfectas condiciones comenzara el proceso de esta.



Para ejemplificar de manera más detallada este proceso se en cuenta la siguiente formulación<sup>11</sup>:

COMPUESTO	FUNCION	%
1. AGUA	MEDIO	<b>32.97</b>
2. FOAMSTER A10	ANTIESPUMANTE	<b>0.03</b>
3. BUSPERSE 39	DISPERSANTE	<b>0.237</b>
4. CANASOL NF 100	SURFACTANTE	<b>0.148</b>
5. CELITE 400P	CARBONATO	<b>7.13</b>
6. CAOLIN AM 325	CAOLIN	<b>5.877</b>
7. CIMPACT 610M	TALCO	<b>24.413</b>
8. TITANIO R902	PIGMENTO	<b>1.465</b>
9. AMP 95	AJUSTE p H	<b>1.257</b>
10. TT935	ESPESANTE	<b>0.04</b>
11. SCA-216 PRIMAL	ANTIESPUMANTE	<b>0.12</b>
12. AGUA	MEDIO	<b>13.29</b>
13. MONOETILENGLICOL	NIVELADOR	<b>0.57</b>
14. TEXANOL	COALESCENTE	<b>0.57</b>
15. FOAMSTER A10	ANTIESPUMANTE	<b>0.052</b>
16. AGUA	MEDIO	<b>13.88</b>
17. AMP 95	AJUSTE p H	<b>0.12</b>
18. KATHON	CONSERVADOR	<b>0.252</b>
20.0 RESINA	RESINA	<b>10.355</b>

Inicialmente se agrega el agua (Punto 1 de la formula) al tanque dispersor y se encenderá este trabajando a una velocidad media, posteriormente se añaden los demás componentes uno por uno (desde el punto 2 al 4 de la formula) continuando con la misma velocidad.

Agregados los materiales del 1 al 4 en el dispersor se procederá a la adición de las cargas (pigmento, talco, caolín, carbonato), las cuales son agregadas comenzando con las partículas más finas hasta la más gruesa con el fin de obtener una mejor dispersión entre las cargas<sup>12</sup> y que la mezcla entre ellas no genere aglomerados.

Finalizada la adición de las cargas la velocidad en el dispersor aumenta hasta una velocidad la máxima velocidad de este, la mezcla permanecerá a esta velocidad hasta obtener una pasta la cual oscila entre 3 a 4 unidades Hegman, en caso de no lograrse esta dispersión se mantendrá durante un tiempo mas la dispersión hasta obtener la finura que se desea en el tiempo que dure la dispersión aunado a ello se debe agregar el ajuste de pH hasta lograr una alcalinidad en la pasta entre 8-9.2<sup>13</sup>.

Con la finura adecuada se procede agregar el espesante<sup>14</sup> en pequeñas dosis, la dispersión permanecerá durante cierto tiempo para que este desarrolle su función. Concluido el tiempo se procede a la adición del antiespumante (el cual se encuentra en el punto 11), hasta el conservador (Punto 19).

<sup>11</sup> Las formulas que aquí se presentan fueron proporcionadas por CLARIANT.

<sup>12</sup> Con ello se logra que en la aplicación de la pintura las cargas se distribuyan uniformemente, con lo cual se obtiene un recubrimiento más eficiente.

<sup>13</sup> El ajuste de pH se debe a que el espesante trabaja en un medio alcalino, y en caso de tenerse este medio la pasta no lograría la viscosidad deseada, además los biocidas trabajan en medio alcalino, es por ello que se debe tener un cuidado especial en el control del pH.

<sup>14</sup> En general los espesantes mas usados en la industria pinturera son los espesantes orgánicos los cuales la característica de comenzar el espesamiento de la pasta gradualmente con lo cual se logra evitar que se evita que se forme una pasta muy espesa y permite al equipo realizar la dispersión de la pasta de una manera mas eficiente sin dañar al mismo.

Finalizada la etapa de dispersión, se procede a incorporar la resina y disminuir la velocidad del dispersor, la cual ha sido filtrada anteriormente con el fin de remover sólidos o aglomerados que pudiesen tener manteniendo una agitación, ya que en esta parte del proceso se debe evitar la formación de espuma hasta el momento de envasarla.

En esta fase se obtiene una pintura cuyo color es en este caso blanco y es enviada al departamento de control de calidad quien realiza las pruebas pertinentes para aceptar o no el producto. Una vez que la pintura es aprobada esta es catalogada con la identificación del número de lote, cliente, fecha de elaboración y enviada al departamento de ENTINTADO

**ENTINTADO.** El objetivo de este proceso es la igualación del color de la pintura que en este caso es de color blanco frente al estándar proporcionado por el cliente a partir agregando los pigmentos aquí. Como se menciona en el proceso de para la pintura Alquidálica, existen elementos electrónicos los cuales realizan el análisis y permiten establecer la cantidad necesaria que debe de adicionarse para obtener la igualación del color de la pintura frente a la estándar del cliente.

El equipo usado en este caso consiste también en un dispersor nuevamente y un tanque de acero inoxidable o acero al carbón; debido a que este proceso trabaja con cantidades muy precisas, la medición en este caso debe ser exacto por lo cual se debe contar con básculas perfectamente calibradas para evitar cualquier error.

El proceso de ENTINTADO nuevamente comienza con la recepción y verificación del material por parte del encargado del área de igualación, el cual debe contar con en el equipo de protección personal desde el momento que ingresa al área de producción.

Una vez realizada la verificación de materia prima el encargado debe notificar al ingeniero de producción para que este le entregue la orden de producción y apruebe la revisión. Con la orden de producción y las indicaciones recibidas el encargado de esta area revisar que el equipo se halle en perfectas condiciones para iniciar y posteriormente conectar mangueras así como accionar la bomba de alimentación para comenzar el proceso de igualación.

El proceso es muy similar al realizado para la pintura Alquidálica, y una vez que el color en la pintura ha sido aprobado, el encargado debe analizar la primera muestra en el colorímetro, para obtener los datos necesarios e ir agregando las cantidades necesarias para obtener el color deseado<sup>15</sup>, en este caso el encargado del equipo debe notificar al ingeniero de producción directamente el resultado para que este de la aprobación además de entregar un panel donde la pintura halla sido probada al departamento de calidad. Por ultimo se realizan de nuevo las pruebas de calidad pertinentes, donde se determinan las propiedades finales.

Una vez que la pintura esta lista, y aprobada por el laboratorio de control de calidad esta es enviada a través de un filtro donde se pretende eliminar los posibles sólidos no disueltos de los pigmentos que hay se encuentren en forma de aglomerados, cáscaras de pintura seca proveniente de lotes anteriores presentes en los tanques que se desprenden al agregar un nuevo lote, para enviarse al departamento de envasado.



La pintura envasada es enviada al almacén de producto terminado en donde permanecerá, hasta que el departamento de ventas así lo solicite<sup>16</sup>. También se debe observar que también el consumidor analiza también el producto, que por lo general son compañías que compran fuertes cantidades de pintura.

---

<sup>15</sup> Los encargados de mandar las cantidades necesarias que deben agregarse son entonadores los cuales generalmente se hallan trabajando para el laboratorio de control de calidad y/o desarrollo.

<sup>16</sup> Esta pintura puede permanecer hasta 2 años en almacén gracias al biocida que impide la formación de microorganismos permitiendo así permanecer ha esta en buen estado.

Estas características son:

 Líquido antes de aplicarse:	 En película seca:
1. Apariencia.	A. Adherencia.
2. Estabilidad.	B. Flexibilidad.
3. Tiempo de secado.	C. Color.
4. Viscosidad.	D. Intemperismo acelerado.
5. Peso específico.	E. Resistencia al medio ambiente.
6. Finura.	F. Resistencia a agentes corrosivos.
7. Poder cubriente.	G. Resistencia a la abrasión.
8. Contenido de pigmento.	
9. Retenido en malla No. 0.045.	
10. Contenido de vehículo.	
11. Contenido de volátiles	

## **CAPITULO 4. INGENIERÍA BÁSICA.**

Una vez descritos los procesos de fabricación de resina y pintura en el capítulo anterior se procede, al desarrollo la ingeniería básica necesaria para el constitución de planta (Como son la capacidad y flexibilidad de la planta, especificación de materia prima y producto terminado, criterios de diseño de equipos, etcétera).

### **4.1 BASES DE DISEÑO.**

Antes de realizar cualquier cálculo referente al diseño, es necesario establecer por completo las bases de diseño las cuales contemplan: La capacidad, las especificaciones de productos así como las materias primas involucradas para la formación de estos productos, los servicios que la planta requiere y la infraestructura del sitio de ubicación.

#### **4.1.1 GENERALIDADES DEL PROCESO DE FABRICACION DE PINTURAS Y RESINAS.**

La finalidad de este proceso es la obtención de resina tipo Alquidálica y vinil-acrílica, así como la fabricación de pinturas basadas en estas resinas través del proceso de polimerización de adición-condensación, mientras que para la producción de pinturas será a través de un proceso de dispersión y molienda. Este proceso será del tipo semicontinuo.

#### **4.1.2 CAPACIDAD, FLEXIBILIDAD DE LA PLANTA Y PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN.**

La capacidad nominal de la planta será 8,000, 000 litros de pintura al año, sin embargo se proyecta un crecimiento a través de las proyecciones de mercado, por lo cual se deberá considerar 10, 000, 000 litros, como capacidad de diseño.

Para la proyección de una planta es necesario establecer los días hábiles que esta trabajará, con lo cual se establecen los días en que se hará mantenimiento al equipo, y tener con ello la planta en óptimas condiciones, ello permite tener una confianza en que el equipo trabajará de manera adecuada sin interrumpir la producción durante el proceso.

- **FACTOR DE SERVICIO.** La planta trabajara 350 días del año, 24 horas del día lo que se traduce en un factor del 0.96, los 15 días restantes se pretende sirvan para mantenimiento y chequeo continuo del equipo.
- **CAPACIDAD NORMAL Y DE DISEÑO.**
  - a. **CAPACIDAD DE DISEÑO.** La planta esta diseñada para producir 10, 000,000 litros de pintura alquidálica y vinil-acrílica por año, en proceso semicontinuo por lotes.
  - b. **CAPACIDAD NORMAL.** Esta será igual a la de diseño.
- **FLEXIBILIDAD.** A falta de electricidad la planta laborara con energía generada dentro de los limites de batería, la planta dejara de laborar a falta de vapor (Para el área de reactores), además se prevé el aumento de capacidad de acuerdo a lo señalado en el párrafo correspondiente.

**CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.** Como se estableció previamente en el capítulo 2, la producción de pintura alquidálica será de 3, 825,000 litros al año, mientras que la producción de pintura vinil-acrílica equivaldrá a 4, 175,000 litros al año, sin embargo se prevé un crecimiento por lo cual se considera una aumento de 10,000, 000 litros al año.

### 4.1.3 ESPECIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO.

Para el desarrollo de la ingeniería básica, es necesario tomar en cuenta las especificaciones tanto de la materia prima involucrada en el proceso como la de los productos, debido a que estos datos son necesarios para los balances de materia prima y energía, así como el diseño de los equipos.

- **ESPECIFICACION DE MATERIAS PRIMAS.**

ACETATO DE VINILO.	NONIL FENOL ETOXILADO.	GAS NAFTA.
Temperatura de autoignición: 402 °C	Temperatura de autoignición: No aplica	Temperatura de autoignición: 288 °C
Temperatura de inflamabilidad: -8 °C	Temperatura de inflamabilidad: No aplica.	Temperatura de inflamabilidad: No aplica
Color: Incoloro.	Color: Blanco.	Color: Incoloro.
Estado físico: Líquido.	Estado físico: Líquido.	Estado físico: Líquido
Olor: Azucarado.	Olor: No aplica.	Olor: Petróleo o keroseno
Punto de ebullición: 72.5 °C	Punto de ebullición: No aplica	Punto de ebullición: 142-187 °C
Densidad: 0.934 g/cm <sup>3</sup>	Densidad (g/cm <sup>3</sup> ): No aplica.	Densidad (g/cm <sup>3</sup> ): 988
Densidad de vapor: 3	Densidad de vapor: No aplica.	Densidad de vapor: 2.5
Presión de vapor: 11.1 kPa	Presión de vapor: No aplica.	Presión de vapor: 4.0 kPa
LogKow: 0.73	LogKow: No aplica.	% Volatilidad: 100
Viscosidad (cP): 32	Viscosidad (cP): No aplica.	Viscosidad (cP): 10
Pureza: >99	Peso molecular: No aplica.	Peso molecular: 87-114
Pureza: >99	Pureza: Entre 98 y 99	Pureza: >90-99

<b>GLICEROL (GLICERINA) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>/CH<sub>2</sub>OH-CHOH- CH<sub>2</sub>OH.</b>	<b>ANHÍDRIDO FTÁLICO (2-bencenodicarboxílico) C<sub>8</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub> / C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(CO)<sub>2</sub>O</b>	<b>ACEITE DE LINAZA</b>
Temperatura de ebullición: 290 °C.	Temperatura de fusión: 131 °C	Temperatura de autoignición: No aplica.
Temperatura de inflamabilidad: 160 °C	Temperatura de inflamabilidad: 152 °C	Temperatura de inflamabilidad: > 50 °C
Color: Incoloro.	Color: Blanco.	Color: Amarillo ámbar.
Estado físico: Líquido.	Estado físico: Cristales.	Estado físico: Líquido
Peso molecular: 92.09	Olor: No aplica.	Olor: No aplica.
Punto de ebullición: 290 °C	Punto de ebullición: 284 °C	Punto de ebullición: 142-187 °C
Densidad relativa: 1.261	Densidad (g/cm <sup>3</sup> ): 0.484	Densidad (g/cm <sup>3</sup> ): 0.9-0.91
Densidad de vapor: 0.1	Densidad de vapor: 0.3	Densidad de vapor: 2.5
Presión de vapor (kPa): 11.1	Presión de vapor (kPa): 0.3	Presión de vapor (kPa): 0.000.
LogKow: 0.73	LogKow: 1.6	% Volatilidad: 100
Viscosidad: 47,6 cp	Viscosidad: No aplica.	Viscosidad: 70 cp
Pureza: >99	Peso molecular: 148.6	Peso molecular: 87-114
Límite inferior de explosión: 0.8 %	Pureza: >98	Pureza: >90-99

- ESPECIFICACION DE PRODUCTO TERMINADO.**

<b>PINTURA ALQUIDALIA DE LUJO.</b>	<b>PINTURA ALQUIDALICA ESTANDAR.</b>	<b>PINTURA VINIL- ACRILICA DE LUJO.</b>	<b>PINTURA VINIL- ACRILICA MEDIA.</b>	<b>PINTURA VINIL-ACRILICA ECONOMICA.</b>
% Sólidos: 50-55	% Sólidos: 50-55	% Sólidos: 45-50	% Sólidos: 45-50	% Sólidos: 50-57
Brillo a 60°: 90 % Min	Brillo a 60°: 90 % Min	PVC: 32.13	PVC: 32.13	PVC: 32.13
Viscosidad: 110-140 seg CF-4 a 25 °C	Viscosidad: 80-100 seg CF-4 a 25 °C	Fineza de molienda: 4.5- 5.5 Unidades Hegman.	Fineza de molienda: 3.5-5.5 Unidades Hegman.	Fineza de molienda: 4.5-4.5 Unidades Hegman.
Densidad: 0.9-1.2 Kg/Lt	Densidad: 0.9-1.2 Kg/Lt	Densidad: 1.2-1.3 Kg/Lt	Densidad: 1.12-1.3 Kg/Lt	Densidad: 1.2-1.15-1.45 Kg/Lt
		Viscosidad: 100-110 U. Krebs	Viscosidad: 97-102 U. Krebs	Viscosidad: 101-106 U. Krebs

RESINA ALQUIDALICA.	RESINA VINIL ACRILICA.
% Sólidos: 54-56	% Sólidos: 54-56
pH a 25°C: 4-6	pH a 25°C: 4-6
Viscosidad(m Pas):1500-2500	Viscosidad(m Pas): 1500-2500
Dureza: 35	Dureza: 35
Densidad ( g/cm³):1.02	Densidad ( g/cm³):1.026

#### 4.1.4 ABASTECEDORES DE MATERIA PRIMA.

Dentro del desarrollo del proyecto para la implementación de la planta, es necesario establecer previamente las empresas que abastecerán la materia prima, es por ello que es preciso realizar una investigación de las empresas dedicadas al abastecimiento de cada uno de los elementos que la planta necesitará, esta indagación permite realizar acuerdos que generen un abastecimiento confiable y al mejor costo.

Anhídrido ftálico-----	GRUPO IDESA
Acetato de vinilo-----	MARDUPOL
Aceite de linaza-----	DERMET
Hidróxido de litio-----	MARDUPOL
Alcohol Laurico etoxilado-----	MARDUPOL
Nonilfenol etoxilado-----	MARDUPOL
K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -----	DERMET
Glicerina-----	MARDUPOL
Dióxido de titanio-----	GRUPO OMYA
Caolín-----	GRUPO OMYA
Carbonato de calcio-----	GRUPO OMYA
Pigmento-----	CLARIANT DE MEXICO
Gas Natta-----	PEMEX
Espesante-----	NATIONAL STARCH
Dispersante-----	NATIONAL STARCH
Aditivos menores (Coalescente, nivelador, antiespumante, etcétera) -----	DUPOUNT, GRUPO ALVI, CORPORATIVO RANA.

#### 4.1.5 ALMACENAMIENTO.

**MATERIA PRIMA:** Con excepción del carbonato de calcio, dióxido de titanio, caolín, catalizadores, espesantes, dispersante y pigmentos, los cuales estarán resguardados en almacenes en sacos acondicionados para evitar contacto con el agua, el resto de la materia prima será almacenada en tanques de almacenamiento, verticales y horizontales.

**PRODUCTOS.** Las resinas serán almacenadas en tanques de almacenamiento, por su parte la pintura estará almacenada en tambos de 200 Lts, Cubetas de 20 Lts, Botes de 4 Lts y Botes de 1 Lts.

#### 4.1.6 SERVICIOS AUXILIARES.

##### 1. AGUA DE PROCESO, AGUA POTABLE, Y CONTRA INCENDIO.

**Agua potable:** Suministro de 0.5 lt/seg/ha, a una presión de 3.0 Kg/cm<sup>2</sup>, a partir de 3 pozos, ubicados dentro del parque. Esta agua al ser utilizada para consumo humano será clarificada y purificada bacteriológicamente, y libre de sustancias que generen olores y sabores que desagraden su ingestión.

**Agua de proceso:** Esta agua deberá pasar a través de un tratamiento el cual estará dividido en un tratamiento primario o biológico y un tratamiento final o fisicoquímico, con lo cual deberá asegurar agua con los siguientes parámetros:

SUSTANCIAS.	AGUA DE PROCESO (PPM).
Clorofenol	0,5
Concentración de agente activo	0,0001
mg/l	5,0
Unidades	6,5 - 9,0
H <sub>2</sub> S	0,0002
NH <sub>3</sub>	0,1
As	0,10
Ba	0,10
Be	0,10
Cd	0,010
CN <sup>-</sup>	0,050
Zn	0,010
Cl <sub>2</sub>	0,10
Cu	0,10
Cr <sup>6+</sup>	0,010
Fenoles	1,00
Grasas como porcentaje de sólidos secos	0,010
Fe	0,10
Mn	0,10
Hg	0,010
Ni	0,010
Concentración de agente activo	0,0010
Concentración de agente activo	0,050
Ag	0,010
Pb	0,010
Se	0,010
Sustancias activas al azul de metileno	0,1430

TABLA 6- ESPECIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PARA AGUA POTABLE.



## 2. AGUA DE DESECHO.

El parque cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con capacidad de 10.5 lts/seg. Debido a la regularización ambiental presente en México es necesario controlar las descargas de efluentes tóxicos provenientes de cualquier industria, para disminuir los efectos dañinos que estos desechos provocan al medio ambiente. En la siguiente tabla<sup>1</sup> se muestran las especificaciones de los efluentes provenientes de la fabricación de pinturas.

DBO	10778	5585
Sólidos suspendidos totales (mg/ lts)	23831	1310
Aceites y grasas (mg/ lts)	11548	1310
Mo	820	213
Ti	19300	738
Cr	3399	1403
Pb	6033	1062
Zn	94634	6821
Benceno	1190	1190
Tolueno	6165	6165

TABLA 7· ESPECIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PARA AGUA DE DESECHO.

### 4.1.7 COMBUSTIBLES.

Gas natural, suministro a través de gaseoducto PEMEX, con las siguientes especificaciones:

CH	94 a 96.8%
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2.5 a 4.0 %
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (+)	0.7 a 2.0 %
H <sub>2</sub> S	0.0124 dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .
Azufre total	0.32 dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> .
Humedad	3 % Volumen.
Peso molecular	16.6
Poder calorífico	8443 Kcal./m <sup>3</sup> .

### 4.1.8 AIRE DE INSTRUMENTOS Y PARA PLANTA.

El aire para instrumentos se generará dentro de los límites de la planta, con las siguientes especificaciones:

Presión de suministro 9.0 Kg/cm<sup>2</sup> manométricos.

### 4.1.9 ENERGÍA ELÉCTRICA.

La energía eléctrica es abastecida por la red de distribución de la zona con lo que se provee de alumbrado y accionamiento de equipo de proceso.

☉ Capacidad	500 KW.
☉ Tensión.	440 Volts.
☉ Numero de fases	3.0
☉ Frecuencia.	60 hertz
☉ Factor de potencia.	0.85.
☉ Material de conductor.	Cobre electrolítico.
☉ Característica de motores:	

<sup>1</sup> FUENTE: SEMARNAyP

HP	VOLTAJE	FASE
0-0.75	115	3
1-100	440	3

● Corriente De alumbrado:

Instrumentos de alumbrado. Voltaje = 127 Volts Monofásico.  
Instrumentos de control. Voltaje = 127 Volts Monofásico.

#### 4.1.10 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

- Temperatura máxima y mínima.....10.9-16.0°C
- Presión atmosférica.....0.7982 atm.
- Precipitación pluvial media.....540.3 mm
- Humedad relativa.....45%
- Riesgos sísmicos.....Nulos
- Dirección de vientos.....S-SO.
- Velocidad máxima de vientos dominantes.....50 km/hr
- Tipo de clima..... Semisecco templado 16.94% hasta el semifrío subhúmedo 2.46%

#### 4.1.11 LOCALIZACIÓN.

La planta estará localizada en: Km. 90 Carretera México - Cd. Sahagún, Corredor Industrial s/n, Zona Industrial. Cd. Sahagún, Tepeapulco, Hgo. Sus coordenadas geográficas son 19°47'08" de latitud norte y 98°33'06" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, se haya ubicado a sólo 49 km. de distancia de la capital del Estado.

#### 4.1.12 INFRESTRUCTURA.

##### VÍAS DE TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN.

Debido a que toda industria debe importar materia prima y exportar su producto, es necesario que esta cuente con vías de comunicación que satisfagan sus necesidades. Dentro de estas comunicaciones debe tomarse en cuenta todas aquellas que permitan establecer contactos, dentro de estas vías de comunicación se hallan los servicios telefónicos y de Internet los cuales deberán permitir un eficiente sistema de comunicación.

- Telefonía: Sistema de Red TELMEX y fibra óptica.
- Internet: Sistema TELMEX.
- Transporte:
  - Ferrocarril: Se une a la vía férrea México-Veracruz
  - Transportes ejecutivos del valle S.A. de C.V
  - Autobuses interestatales de oriente
  - Transportes turísticos del bajo.

#### 4.1.13 TIPO DE DRENAJES.

Se utilizaran tres tipos de drenajes para los efluentes generados por la planta:

- **Drenaje por Puntos**

La técnica tradicional de drenaje consiste en dividir la superficie a drenar mediante la formación de pendientes y forzar la evacuación de aguas hacia donde confluyen reuniéndolas en una red subterránea de tuberías; éste es el llamado drenaje por puntos.

- **Drenaje por Línea**

Esta técnica consiste en recaudar el agua en toda su longitud a través de una línea de canales superficiales.

- **Drenaje Superficial**

Este drenaje se resuelve con canales de hormigón fraguado en obra ó empleando canales prefabricados de hormigón convencional.

#### 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.

Para el ingeniero químico es importante el uso de balances de materia y energía así como la implementación de diagramas (Diagramas de procesos, DTI'S, PLG, etcétera) para la resolución de problemas de operación, gracias al uso de los diferentes diagramas es posible resolver problemas más rápidamente.

El diagrama de procesos tiene como objetivo primordial, mostrar de manera completa y sencilla las distintas etapas de un proceso, incluyendo los equipos que en este participan, así como indicar las condiciones de operación del proceso. Los principales criterios para un buen diagrama de flujo de procesos son: claridad, exactitud y utilidad.

##### 4.2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO A PARTIR DEL DIAGRAMA DE PROCESOS.

**Pintura alquidámica.** Partiendo del diagrama de procesos, la elaboración de esta pintura comienza con el abastecimiento de la materia prima para la resina, en los siguientes tanques y reactor:

- ☉ Tanque FB-1 Almacenamiento de aceite de linaza.
- ☉ Tanque FB-2. Almacenamiento de glicerina.
- ☉ Tanque FB-3. Almacenamiento de gas Nafta.
- ☉ Tanque FB-4. Tanque de dilución de resina.
- ☉ Tanque FB-5. Almacenamiento de resina alquidámica.
- ☉ Tanque FB-6. Dispensor de pintura.
- ☉ Reactor DC-1. Reactor para resina alquidámica.

La materia prima para formar la resina alquidámica es enviada de manera dosificada al reactor DC-1, por medio de bombas centrifugas y reciprocantes donde se efectúa la reacción. Debido al desprendimiento de gases tóxicos provocados por las temperaturas de la reacción, estos son enviados al enfriador EA-1 para ser devueltos al reactor.

Una vez formada la resina, esta es enviada al tanque FB-4 con el fin de ajustar las propiedades de la misma. Por ultimo la resina es enviada al tanque de almacenamiento FB-5.

De la misma manera la materia prima restante necesaria para la fabricación de la pintura (Cargas, ayudante de molienda, etcétera) es agregada en el tanque dispensor FB-6, donde en este caso se agrega una parte de la resina, proveniente del tanque FB-5 (La cual previamente también ha pasado a través del filtro PF-1). El producto obtenido del tanque dispensor es enviado al molino de perlas con el fin de lograr una buena dispersión de los pigmentos. Por ultimo la pintura es filtrada (filtro PF-2), y posteriormente ser enviado a la etapa de envasado y etiquetado.

**Pintura vinil-acrónica.** Basados en el diagrama de procesos de pintura vinil-acrónica, la elaboración de pintura comienza con el abastecimiento de la materia prima para la resina, en los siguientes tanques de almacenamiento:

- Tanque FB-7. Almacenamiento de emulgente.
- Tanque FB-8. Almacenamiento de Monómero.
- Tanque FB-9. Almacenamiento de agua.
- Tanque FB-10. Tanque de dilución de resina.
- Tanque FB-11. Almacenamiento de resina vinil-acrónica.
- Tanque FB-12. Dispensor de pintura.
- Reactor DC-2. Reactor para resina vinil-acrónica.

La materia prima es enviada de manera dosificada al reactor DC-2, por medio de bombas centrifugas donde se efectúa la reacción. Una vez formada la resina, esta es enviada al tanque FB-10 para ajuste de propiedades de la misma (Primordialmente se ajusta la viscosidad del material) con agua proveniente del tanque FB-9 para ser enviada al tanque de almacenamiento FB-11. Por otra parte la materia prima restante necesaria para la fabricación de la pintura (Cargas, ayudante de molienda, etcétera) es agregada en el tanque dispensor FB-12, donde también se agrega la resina, proveniente del tanque FB-11 (La Cual previamente ha pasado a través del filtro PF-3). El producto obtenido del tanque dispensor es enviada por una bomba a través del filtro PF-4, y posteriormente es enviado a la etapa de envasado y etiquetado.

#### 4.2.2 BALANCE DE MATERIA.

Una vez definido el proceso, es necesario realizar los balances de materia del proceso para establecer la cantidad de materia prima necesaria que se requerirá para un año de producción. Para la obtención de la resina se procede de la siguiente manera:

La planta producirá 1350000 litros de pintura alquidálica de lujo y 3150000 litros de pintura alquidálica estándar al año, tenemos que:

$$1,350,000 \text{ lts pintura de lujo} \times \left( \frac{500 \text{ kg de resina}}{1000 \text{ Lts. de pintura}} \right) = 675,000 \text{ kg de resina al año}$$

$$3,150,000 \text{ lts pintura estándar} \times \left( \frac{335 \text{ kg de resina}}{1000 \text{ Lts. de pintura}} \right) = 1,055,250 \text{ kg de resina al año}$$

El consumo total de resina será entonces de 1, 730,250 considerando 350 días de producción al año tenemos una producción de resina total de 4943.50 kilogramos al día. Considerando la densidad de la resina:

$$\frac{4943.57 \text{ kg}}{\left( \frac{1.022 \text{ Kg}}{\text{litro}} \right)} = 4837.15 \text{ litros de resina alquidálica al día}$$

Del mismo modo se logra obtener, la cantidad de resina vinil-acrílica necesaria anualmente, para una producción de 5, 500,000 litros de pintura al año.

$$214,5000 \text{ lts pintura de lujo} \times \left( \frac{380 \text{ kg de resina}}{1000 \text{ Lts. de pintura}} \right) = 815,100 \text{ kg de resina al año}$$

$$181,500,0 \text{ lts pintura estándar} \times \left( \frac{310 \text{ kg de resina}}{1000 \text{ Lts. de pintura}} \right) = 562,650 \text{ kg de resina al año}$$

$$154,000,0 \text{ lts pintura económica} \times \left( \frac{270 \text{ kg de resina}}{1000 \text{ Lts. de pintura}} \right) = 415,800 \text{ kg de resina al año}$$

$$\frac{4789.3 \text{ kg}}{\left( \frac{1.026 \text{ Kg}}{\text{litro}} \right)} = 4667.9 \text{ litros de resina alquidálica al día.}$$

### 4.2.3 BALNCE DE ENERGÍA.

Mediante el balance de energía es posible predecir la espontaneidad de la reacción a si como la energía que esta requiere para iniciar, además gracias a este balance se desglosa la cantidad de combustible por día que se requiere durante el proceso.<sup>2</sup> La estimación del balance de materia permite saber la cantidad de energía que se desprende, con lo cual se decide si hay necesidad de implementar de un enchaquetamiento para el reactor.

#### FORMACIÓN DE RESINA ALQUIDALICA.

La formación de resina alquidámica se lleva a cabo en dos etapas, en la primera se lleva la formación del monoglicérido y en la segunda fase se lleva a cabo la formación de la resina.

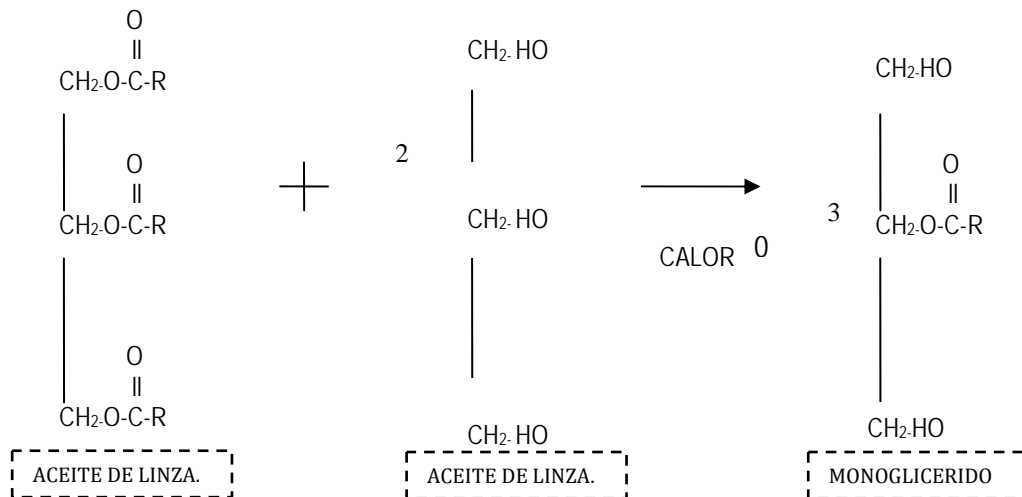
#### PRIMERA FASE

Calores de reacción, a 25°C:

$$\Delta H_r \text{ Aceite de linaza} = -250.800 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_r \text{ Glicerina} = -290.890 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_r \text{ Monoglicerido} = -1650.890 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$



$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = \Delta H_{\text{PRODUCTOS}} - \Delta H_{\text{REACTIVOS.}}$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = [(-1650,890)] - [(-450,890) + (-290,800)]$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = - 909.2 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

Con lo cual se observa que la reacción es exotérmica, además se observa que es necesaria la implementación de un sistema de enfriamiento para el reactor.

<sup>2</sup> El consumo de energía se traduce en el costo por año de combustible, el cual esta integrado en el análisis del estudio de mercado.

## SEGUNDA FASE

Calores de reacción, a 25°C:

$$\Delta G_r \text{ Monoglicerido} = -1650.890 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_r \text{ Anhídrido ftalico} = -250.80 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_r \text{ Resina alquidálica} = -2250.80 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = \Delta G_{\text{REACTIVOS}} - \Delta G_{\text{PRODUCTOS.}}$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = [-2258.80] - [(-1650,890) + (-250.80)]$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = -357.11 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

## PRIMERA FASE

Calores de reacción, a 25°C:

$$\Delta H_r \text{ Aceite de linaza} = -550.890 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_r \text{ Glicerina} = -690.800 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_r \text{ Monoglicerido} = -1850.890 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H = \Delta H_{\text{REACTIVOS}} - \Delta H_{\text{PRODUCTOS.}}$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = [(-1450.890)] - [(-690.800) + (-550.890)]$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = -209.20 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

## SEGUNDA FASE

Energía libre de Gibbs de reacción:

$$\Delta G_r \text{ Monoglicerido} = -1450.890 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_r \text{ Anhídrido ftalico} = -350.80 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_r \text{ Resina alquidálica} = -1920.70 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = \Delta G_{\text{REACTIVOS}} - \Delta G_{\text{PRODUCTOS.}}$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = [(-1920.70)] - [(-1450,890) + (-350.80)]$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = -119.01 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

Como se observa es necesario agregar un catalizador en cada una de las fases de la reacción para que se inicien cada una de estas reacciones además de agregar calor (A una temperatura de 260°C) para dar inicio a cada una de las reacciones.

## FORMACIÓN DE RESINA VINILACRÍLICA.

La formación de resina Vinil-acrítica se lleva a cabo en una etapa, mediante una polimerización por condensación.

Calores de reacción, a 25°C:

$$\Delta H_r \text{ Acetato de vinilo} = -670.65 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_r \text{ Ester acrilico} = -342.15 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_r \text{ Resina vinil - acrílica} = -1,269.09 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H = \Delta H_{\text{REACTIVOS}} - \Delta H_{\text{PRODUCTOS.}}$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = [(-1,269.09)] - [(-670.65) + (-342.15)]$$

$$\Delta H_{\text{REACCIÓN}} = -265.29 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

Energía libre de Gibbs de reacción:

$$\Delta G_r \text{ Acetato de vinilo} = -570.65 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_r \text{ Ester acrilico} = -942.15 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G_r \text{ Resina vinil - acrílica} = -1,529.09 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G = \Delta H_{\text{REACTIVOS}} - \Delta H_{\text{PRODUCTOS.}}$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = [(-1,589.4)] - [(-942.15) + (-570.65)]$$

$$\Delta G_{\text{REACCIÓN}} = -76.6 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$



Es necesario contemplar los porcentajes de materia que conforman la pintura, estos se muestran a continuación:

PINTURA VINIL-ACRILICA	PINTURA DE ALTA CALIDAD	PINTURA DE MEDIA CALIDAD	PINTURA ECONOMICA
% Solvente	26.73	29.77	31.81
% Cargas y pigmento	30	33.9	35.7
% Resina	38	31	27
% Aditivos	5.27	5.33	5.49
TOTAL	100	100	100

PINTURA ALQUIDALICA	PINTURA DE ALTA CALIDAD	PINTURA DE MEDIA CALIDAD
% Solvente	10	14
% Cargas y pigmento	30	38
% Resina	50	33.5
% Aditivos	8	11.5
% Ayudante de molienda	2	3
TOTAL	100	100

RESINA ALQUIDALICA	PORCENTAJE
% Aceite de linaza	39
% Glicerina	13
% Anhídrido ftálico	25
% Solvente	23
TOTAL	100

RESINA ALQUIDALICA	PORCENTAJE
Emulgente	39
Monómero	23
Solvente	38
TOTAL	100

A partir de los porcentajes, y tomando la producción para 1 año tenemos los siguientes resultados:

#### RESINAS VINIL-ACRILICAS Y ALQUIDÁLICAS. (LITROS)

Aceite de linaza.....	674797.5
Glicerina.....	224932.5
Solvente (Gas nafta).....	397957.5
Emulgente.....	674797.5
Monómero.....	397957.5
Solvente (Agua).....	657495

#### PINTURA VINIL-ACRILICA Y ALQUIDALICA (LITROS).

Carga y pigmento.....	657495
Solvente (gas nafta). ....	1113684
Solvente(agua).....	469942.5478

#### OTROS MATERIALES (KILOGRAMOS).

Aditivos.....	62198.38
Ayudante de molienda.....	11580
Anhídrido ftálico.....	432562.5

## TIEMPOS DE ELABORACIÓN DE PINTURA Y RESINAS.

Es necesario tomar en cuenta los tiempos requeridos para las diferentes operaciones que se generan durante la formación de pinturas, estos tiempos permitirán establecer la cantidad de equipos necesarios (Dispensores, bombas, tuberías, etcétera), que satisfagan producción establecida y además tener una relación tiempo-volumen, para la formación de resina.

**TABLA 8- TIEMPO DE ELABORACIÓN DE RESINA VINIL-ACRILICA**

OPERACIÓN	TIEMPO (MIN)	VOLUMEN (LTS)	VOLUMEN ACOMULADO (LT).
PREPARACIÓN DE COLOIDE Y CALENTAMIENTO.	120	1,740	1,740
PREPARACIÓN DE SEMILLA Y CALENTAMIENTO.	10	203,5	1903.5
ADICIÓN DE MONOMERO Y CATALIZADOR.	300	1,831.5	3,775
TERMINACIÓN DE POLIMERIZACIÓN	120	N/A	N/A
ENFRIAMIENTO Y AJUSTE.	120	N/A	N/A
DESCARGA DE LOTE.	40	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>725</b>	<b>N/A</b>	<b>3,775</b>

**TABLA 9- TIEMPO DE ELABORACIÓN DE RESINA ALQUIDALICA.**

OPERACIÓN	TIEMPO (MIN)	VOLUMEN (LTS)	VOLUMEN ACOMULADO (LT).
CALENTAMIENTO.	1,100	4,000	4,000
ENFRIAMIENTO.	180	4,000	N/A
DILUCIÓN Y MEZCLADO.	60	7,722	11,722
ALMACENADO.	45	N/A	N/A
CONTROL DE CALIDAD.	20	N/A	N/A
DESCARGA DE LOTE.	40	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>		<b>N/A</b>	<b>11,722</b>

**TABLA 10- TIEMPO DE ELABORACIÓN DE PINTURA VINIL-ACRILICA**

OPERACIÓN	TIEMPO (MIN)	VOLUMEN (LTS)	VOLUMEN ACOMULADO (LT).
REUNION DE INGREDIENTES.	20	1,800	1,800
MEZCLADO.	20	1,800	N/A
DISPERSIÓN.	90	1,800	N/A
ADELGAZAMIENTO.	10	1,800	3,600
ENTINTADO.	20	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>

**TABLA 11- TIEMPO DE ELABORACIÓN DE PINTURA ALQUIDÁLICA.**

OPERACIÓN	TIEMPO (MIN)	VOLUMEN (LTS)	VOLUMEN ACOMULADO (LT).
REUNION DE INGREDIENTES.	20	1,800	1,800
MEZCLADO.	20	1,800	N/A
DISPERSIÓN.	150	1,800	N/A
ADELGAZAMIENTO.	10	1,800	3,600
ENTINTADO.	20	N/A	N/A
CONTROL DE CALIDAD.	30	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>270</b>		<b>3,600</b>

#### 4.2.3.1 CRITERIOS DE DISEÑO.

La finalidad de los criterios de diseño es establecer una serie de principios empíricos basados en fuentes bibliográficas, los cuales en conjunto con normas establecidas permiten el dimensionamiento, desarrollo y construcción de los equipos involucrados en el proceso. A continuación se expresaran los principales criterios para el dimensionamiento de tanques de proceso, tuberías y bombas.

#### 4.2.3.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- Cilíndricos Horizontales.
- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión. Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños. Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

#### 4.2.3.3 ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS.

Los criterios para la selección del material, dimensionamiento y equipos necesarios para el diseño de tanques de almacenamiento, obedecen a seleccionar los equipos adecuados para lograr la mayor eficiencia en la producción de la planta, entre estos criterios se encuentra por ejemplo el si es necesario que liquido a almacenar pueda permanecer en contacto con la atmósfera o si fuese necesario el equiparlo con una tapa a presión para evitar la expansión del mismo. Dentro de la clasificación de los distintos sistemas de almacenamiento podemos mencionar el siguiente organigrama:

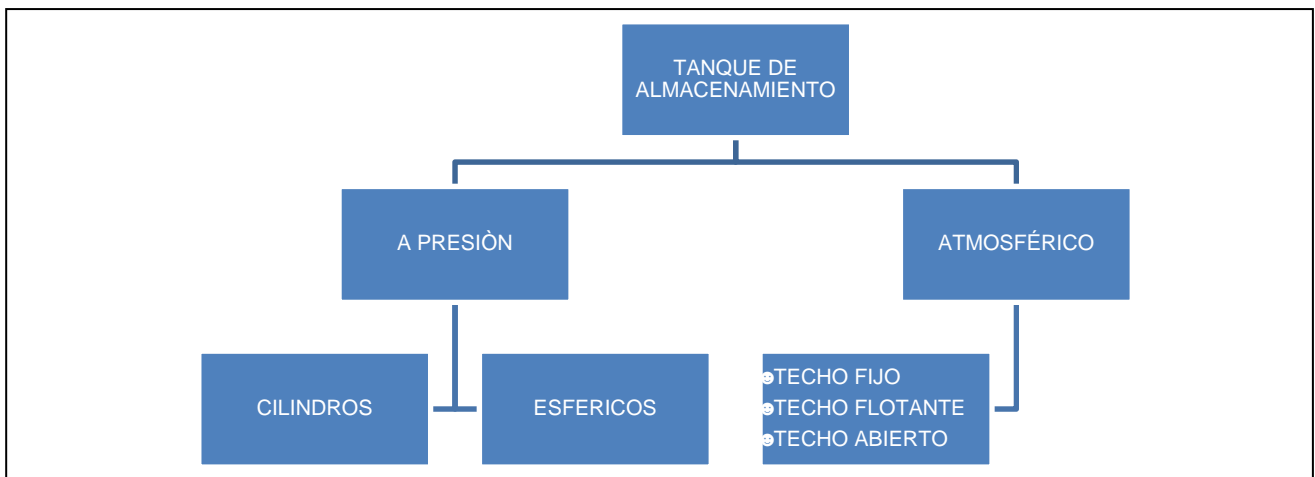


DIAGRAMA 3 TIPIFICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

#### **4.2.3.4 TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICO, ACCESORIOS Y CONFIGURACIÓN.**

En general los accesorios y la configuración para tanques de almacenamiento atmosféricos son los mismos, la variación más significativa se halla en las tapas, las cuales pueden variar como se menciona anteriormente. Como se muestra en la figura 1 los accesorios que conforman un tanque de almacenamiento son:

1. Entrada a carcasa del equipo (Entrada de hombre).
2. Entrada en tapa. (Entrada de hombre).
3. Boquilla de medición y observación.
4. Boquilla de inyector de la azotea para el veteo.
5. Escalera marina (Para tanques pequeños).
6. Escalera en espiral (Para tanques grandes).
7. Boquilla de inyector en carcasa.
8. Reborde para salida de agua.
9. Colector de aceite.
10. A Junta.
10. B Torno.
10. C Polea acanalada.
10. D Cable.
10. E Línea de oscilación.
11. Salida de agua.
12. Veteo de conservación (Productos volátiles).
13. Veteo libre (Productos no volátiles).
14. A Indicador.
15. B Indicador.
16. C Medidor de nivel de flotador.
17. Conexión para salida de espuma.
18. Drenaje de tubo.
19. Interruptor de flama.

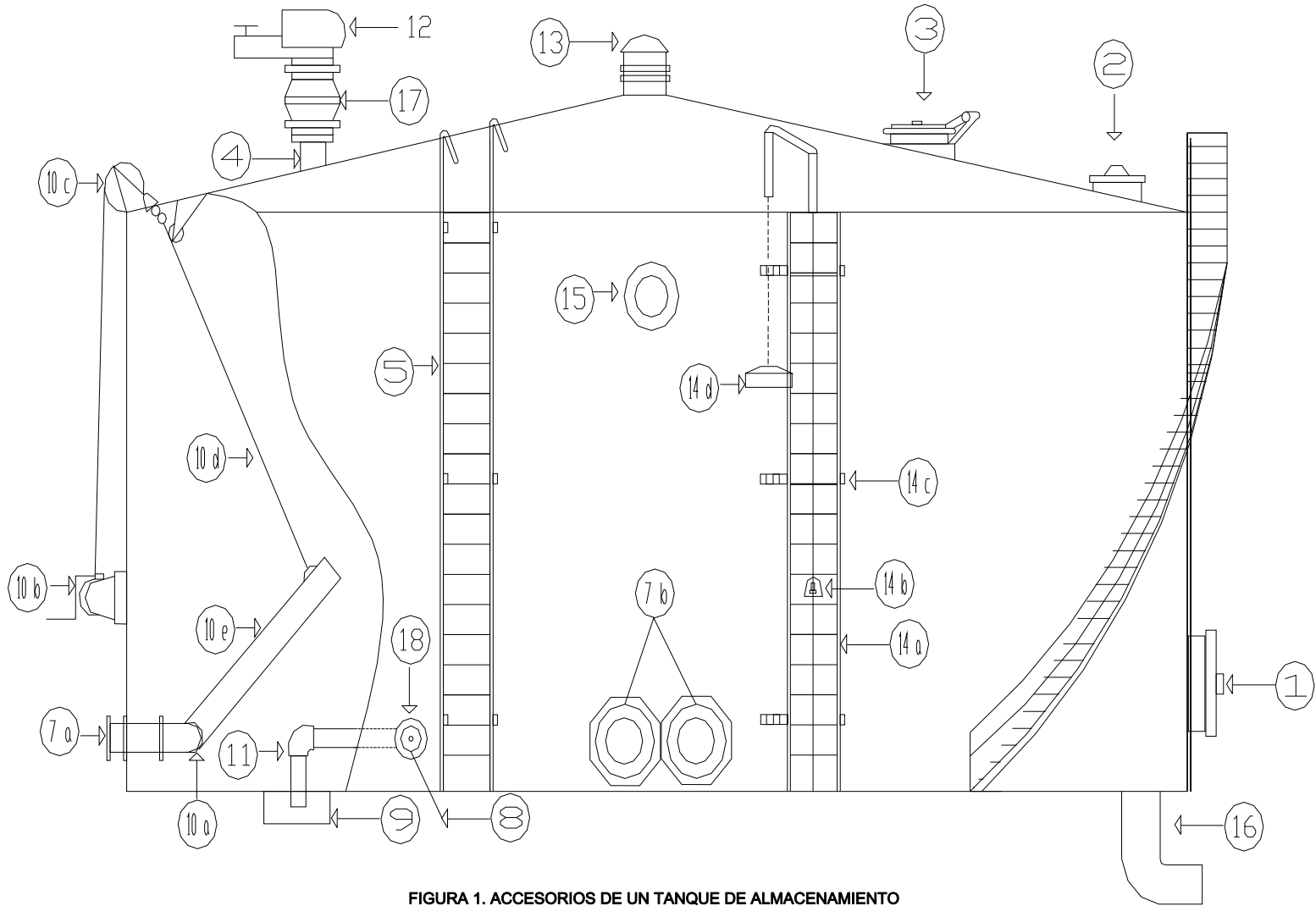
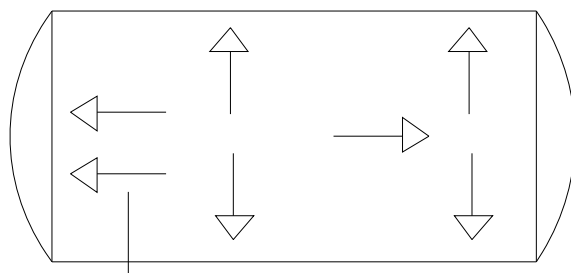


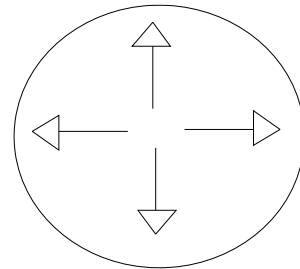
FIGURA 1. ACCESORIOS DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

#### 4.2.3.5 DISEÑO DE ESPESOR

Basados en un análisis de cargas axiales y circunferenciales las cuales afectan las paredes del cuerpo en cualquier dirección, como se muestra a continuación:



CARGA CIRCUNFERENCIAL



CARGA AXIAL

Este análisis nos proporciona la siguiente ecuación general, para obtener el espesor mínimo usado en el tanque<sup>3</sup>:

$$t = \frac{Pd}{2\sigma_w\mu} + c$$

Donde: P: Presión.  
D: Diámetro.  
 $\sigma_w$ : Carga permisible.  
 $\mu$ : Eficiencia.  
C: Tolerancia por corrosión.

#### 4.2.3.6 RECIPIENTES A PRESIÓN INTERNA.

Este tipo de recipientes engloba a todos los recipientes de proceso, sin tomar en cuenta los tanques atmosféricos. La presión de operación (Pop), se fija en la parte superior del tanque si se trabaja en una operación normal y esta no debe de exceder la presión normal permisible, la cual es la máxima presión manométrica permitida a una temperatura específica en la parte superior del tanque durante una operación de trabajo normal una vez que este ha sido colocado correctamente, esta presión es la base para ajustar los dispositivos de relevo de presión. Ya que estos recipientes serán muy usados durante el proceso se menciona a continuación ciertos criterios para su diseño.

Al igual que la presión de diseño, la temperatura de diseño se calcula con base a la máxima temperatura de operación. Usualmente se maneja un intervalo de  $T < 315.^\circ\text{C}$  se aumenta  $28^\circ\text{C}$  a la temperatura máxima de operación. Sin embargo para tanques criogénicos se deberá restar  $28^\circ\text{C}$ . A temperaturas superiores a  $315^\circ\text{C}$  se agrega  $14^\circ\text{C}$ .

- $T_d = T_{\text{max. Op}} + 28^\circ\text{C}$ ..... Tanques de almacenamiento con  $T < 315.^\circ\text{C}$ .
- $T_d = T_{\text{max. Op}} - 28^\circ\text{C}$ ..... Tanques criogénicos.

El criterio para obtener el diseño, puede elegirse de dos formas diferentes:

1. Sumar  $2.11 \text{ kg/cm}^2$  a la presión máxima de operación.
2. Agregar un 10 % como factor de seguridad, es decir:  $\text{Pop} = \text{Pop} * 1.1$

**SELECCIÓN DEL TIPO DE CABEZAS.** Es posible seleccionar un tipo de cabeza preliminar el cual es usado como una base inicial y puede ser comprobado, una vez que hayan finalizado los cálculos pertinentes.

##### Cabeza Toriesférica.

$D \leq 15 \text{ ft}$ ,  $P \leq 100 \text{ psig}$ .

##### Cabeza Semielipsoidales 2:1.

$D \leq 15 \text{ ft}$ ,  $100 \text{ psig} \leq P \leq 450 \text{ psig}$ .

##### Cabeza hemisférica.

$D \leq 15 \text{ ft}$ ,  $P \leq 450 \text{ psig}$ .

Donde D: Diámetro del recipiente.  
P: Presión de diseño.

---

<sup>3</sup> El espesor mínimo no debe ser menor al especificado, con el objeto de satisfacer la estabilidad de la estructura, la carga por viento entre otros.

La construcción de recipientes se emite a partir de medidas disponibles (comerciales), de las distintas partes de este. Para fijar la longitud de un recipiente es necesario conocer los anchos de placa comerciales<sup>4</sup>:

ANCHO DE PLACAS COMERCIALES	
1129 mm	4 pies
1829 mm	6
2438	8
3048	10
3658	12

**NIVELES DE LÍQUIDO.** Estos niveles se pueden establecer a partir de los siguientes criterios.

- El nivel normal se considera entre al 60 % entre el nivel máximo y el nivel mínimo.
- Al instalar una alarma por alto nivel, esta se colocara al 80% entre el nivel mínimo y nivel máximo.
- Al instalar alarma por bajo nivel, esta se coloca al 25 % entre el nivel mínimo y el máximo.

**RELACION LONGITUD-DIAMETRO PARA EL DISEÑO DE TANQUES.** Una vez que se cuenta con la cantidad de producción, es necesario establecer los límites adecuados dentro de la relación L/D con la finalidad de obtener el mejor diseño así como la menor cantidad de pérdidas económicas. La selección del valor adecuado de L/D para un tanque de procesos se ve afectado por los siguientes factores:

- La consideración de procesos es predominante frente a la de costos tomando en consideración el tiempo de residencia del líquido, áreas de vapor mínimas, velocidad de asentamiento por mencionar algunos ejemplos.<sup>5</sup>
- Es difícil controlar tanques cuyo diámetro sea menor a 2 ft especialmente si se usan mamparas, eliminadores de niebla, etcétera.
- La relación L/D no tiene tanto significado para el caso de tanques internos complejos como lo es para tanques más simples.

Para la selección de la relación L/D óptima dictaminada por una relación de costos puede ser fijar a través de la siguiente forma.

- En cualquier tanque de proceso existe una relación general de L/D la cual debe estar en un rango de:  **$1.0 \leq L/D \leq 5.0$**
- Usando la grafica de Abakians posible establecer el diámetro óptimo debiendo quedar estar relación dentro del rango establecido. Para establecer la relación necesaria es necesario obtener el valor de F con el cual junto al volumen a almacenar es posible obtener el diámetro óptimo. El valor de F se deduce a partir de la siguiente ecuación:

$$F = P / ( CSE )$$

Donde:

- P: Presión de diseño.
- C: Corrosión permisible.
- S: Esfuerzo permisible.
- E: Eficiencia de soldadura.

<sup>4</sup> Los anchos de placas comerciales son los de 6 y 8 pies

<sup>5</sup> En muchas ocasiones la relación L/D se fija por limitaciones del plano de distribución así como especificaciones del cliente.

Para fijar la longitud de un recipiente es conveniente redondear la longitud calculada de ancho comercial a alguna de las placas o haciendo combinación de dos placas si el ancho es mayor a 12 pies.

**VOLUMEN TOTAL DE RECIPIENTE.** Para determinar las dimensiones del tanque se muestran a continuación una secuencia de cálculo, la cual permite establecer las dimensiones.

1. Determinar el volumen total de líquido a almacenar.
2. Considerar que el nivel máximo alcanzado por el líquido está a una altura del 85% del diámetro que corresponde aproximadamente al 90% del volumen total.
3. Determinar el diámetro óptimo a partir de la grafica de Abakians.
4. Aproximar el volumen determinado al diámetro comercial más próximo.
5. Para obtener la longitud del recipiente se realiza el cálculo de volúmenes parciales, considerando que el volumen de trabajo se deberá ser entre los niveles máximo y mínimo. Estas formulas son:

TIPO DE RECIPIENTE.	VOLUMEN
Tapa plana.	$V = A_p * L$
Tapa toriesférica.	$V = 0.21543 H^2 (1.5 * D * H) + A_p * L$
Tapa elíptica.	$V = 0.52194 H^2 (1.5 * D * H) + A_p * L$
Tapa hemisférica.	$V = 1.04388 H^2 (1.5 * D * H) + A_p * L$

Donde:

Ap: Área parcial en pies.

V: Volumen en pies.

Siendo  $A_p = \frac{D^2}{8} \left( (180^\circ * 2 \arcsen)(D - 2 * H) / (D) \right) / \left( \frac{\pi}{180^\circ} - \sen(180^\circ - \arcsen)(D - 2 * H) / D \right)$ .

#### REGLAS DE DISEÑO PARA ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS.

1. Para menos de mil galones ( $4m^3$ ), usar tanques verticales montados sobre estructuras metálicas.
2. Entre 1000 y 10000 galones, usar tanques horizontales montados sobre estructura de hormigón.
3. Por arriba de 10000 galones usar tanques verticales montados sobre estructura de hormigón.

**CALCULO DE ESPESOR DE TANQUE.** La ecuación general será:

$$t = \frac{Pd}{2\sigma_{w\mu}} + c$$

Para radio interno (ri):

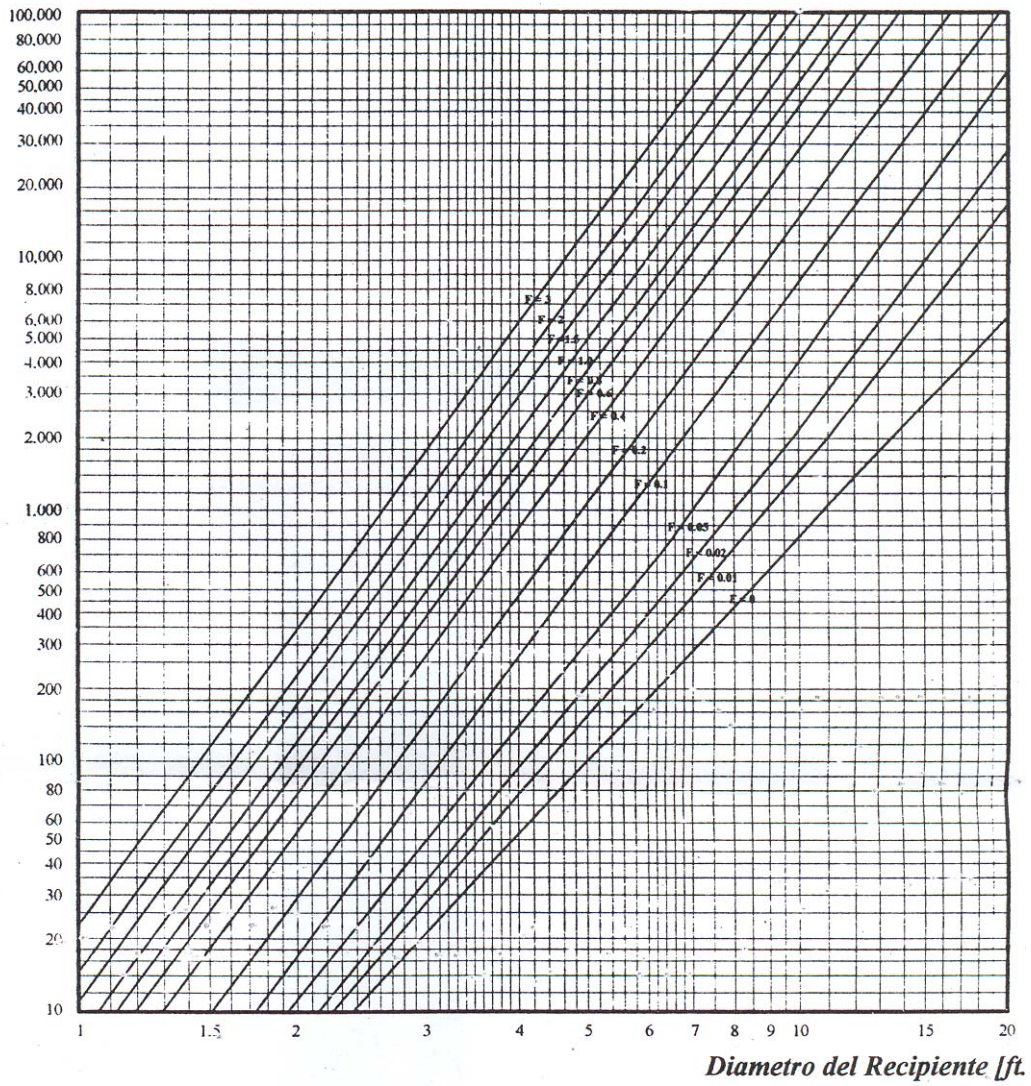
$$t = \frac{Pri}{2\sigma_{w\mu} - 0.6P} + c$$

Para radio externo (ro):

$$t = \frac{Pro}{2\sigma_{w\mu} - 0.4} + c$$



**Volumen del recipiente [ ft<sup>3</sup> ]**



GRAFICA 2. GRAFICA DE ABAKIANS.

**EJEMPLO:****DISEÑO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE LINAZA.**

Tomando un tiempo de producción de 2 semanas<sup>6</sup>.

1.- Volumen (V), de almacenamiento en el tanque.

$$\begin{aligned} V_{Ac. \text{ de linaza}} &= (\text{Kilogramos}/15) / (\text{Densidad}). \\ &= (28919,89286 \text{ Kg} * 15) / (0.905 \text{ m}^3/\text{Kg}) \\ &= 31,95 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Este valor corresponde al 90% del total del volumen a almacenar, por lo que la cantidad a almacenar será de:

$$\begin{aligned} V_{\text{Glicerina total}} &= (V_{\text{Glicerina}}) * 0.90 \\ &= 35,15 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

∴ El tanque será de tipo vertical.

2.- Valor de F para leer en la grafica de Abakians

$$F = P/CSE$$

Donde: P: Presión de diseño.  
C: Corrosión permisible.  
S: Esfuerzo permisible.  
E: Eficiencia de soldadura.

Para ello se ha seleccionado el tipo de material del tanque de almacenamiento y con lo cual obtendremos el valor de C, S, E.

Material: Acero al carbón A 283-C  
Esfuerzo permisible (S), lb/in<sup>2</sup> 16824.5  
Eficiencia de soldadura (E): 0.85.  
Corrosión permisible (C): 0.0625.  
Presión de diseño (P)<sup>7</sup>. (lb/in<sup>2</sup>): 16.166

$$F = 0.018.$$

Con F y  $V_{Ac. \text{ de linaza}}$  obtenemos el valor del Diámetro <sub>óptimo</sub>.  
Diámetro <sub>óptimo</sub> (Ft): 12.

Nivel mínimo de almacenamiento (Nmin). 2 ft  
Nivel máximo de almacenamiento (Nmax). 16,25 ft  
Nivel normal de almacenamiento (Nnor). 8.55 ft  
Altura de alarma máximo (AAN). 8,632 ft  
Altura de mínimo máximo (ABN). 2,698 ft

Siendo que el nivel máximo equivale a el 85% del total sabemos que, la altura para el tanque deberá ser:

$$L: 16.25\text{ft} (0.85): 19.2 \text{ ft}$$

$$L/D = 19.2/11 = 1.60 \therefore \text{OK}$$

<sup>6</sup> Estos días son los necesarios para un periodo de almacenamiento y distribución tanto de la materia prima como del producto terminado.

<sup>7</sup>Esta se le suma un 10% extra a la presión de operación máxima

Tomando en cuenta los criterios de selección de tapas, seleccionamos una tapa "Toriesferica".

Con los niveles máximos y mínimos se procede a la obtención del espesor del cuerpo, tomando en cuenta que la altura del tanque será de 17 ft, realizaremos una combinación de placas de la siguiente manera:

- 1 placa de 8
- 1 placa de 6
- 1 placa de 3

**Primer tramo.**

$$P = (0,905(17-1))/144 = 6,27467 \text{ lb/in}^2$$

$$t = \frac{Pd}{2\eta\sigma_{w\mu}} + c = (((6,27467*12*12)/(2* 16824.5*0.85))+0.065)*16= 1,042''$$

Ajustamos al espesor mínimo:  $\frac{1}{4}$ .

**Segundo tramo.**

$$P = (0,905(9-1))/144 = 3,1373 \text{ lb/in}^2$$

$$t = \frac{Pd}{2\eta\sigma_{w\mu}} + c = (((3,1373*12*12)/(2* 16824.5*0.85))+0.065)*16= 1,253 ''$$

**Tercer tramo.**

$$P = (0,905(3-1))/144 = 0,78433 \text{ lb/in}^2$$

$$t = \frac{Pd}{2\eta\sigma_{w\mu}} + c = (((0,78433*12*12)/(2* 16824.5*0.85))+0.065)*16= 1,0631''$$

### **4.3 REACTORES.**

El diseño de reactores enchaquetados esta regido por las normas internacionales ASME y DIN, dentro de estas normas se hallan las configuraciones para el diseño de un tanque dentro de otro, con el objetivo generar un espacio entre ambos tanques, donde se coloca un fluido para añadir o quitar calor en el espacio anular entre los dos tanques.

Para el diseño de tanques enchaquetados es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Material de construcción.
- Tapas.
- Tipo de enchaquetamiento.
- Hidrodinámica.
- Control e instrumentación.

#### **4.3.1 TAPAS.**

Generalmente la relación altura: diámetro es 1:1, sin embargo cuando es necesario incrementar la transferencia de calor y disminuir los tiempos de residencia en algunos procesos pueden usarse relaciones 2:1 e incluso 4:1. La geometría de un tanque enchaquetado es similar a la de un tanque de almacenamiento, por lo cual el diseño de las tapas de estos también los es, a continuación se mencionan los criterios para la selección del tipo de tapa<sup>8</sup>:

- Tapa toriesférica: Este tipo de tapa son las más comunes, para presiones menores a 15 atm.
- Tapa helicoidal: Usadas para presiones entre 15 y 20 atm.
- Tapa hemisférica: Utilizada para presiones altas de hasta 100 atm.
- Tapa cónica: Este tipo de tapa es comúnmente usada cuando existen intentos de cristalización en el reactor, debido a su forma permite que los sólidos fluyan libremente en la parte inferior del reactor.

#### **4.3.2 TIPOS DE ENCHAQUETAMIENTO Y AGITADORES.**

Existen distintos diseños de enchaquetamientos, los más comunes son los siguientes:

- Deflector en espiral.
- Medio tubo
- Deflector de hoyuelo.
- Boquilla de agitación.

#### **4.3.3 AGITADORES.**

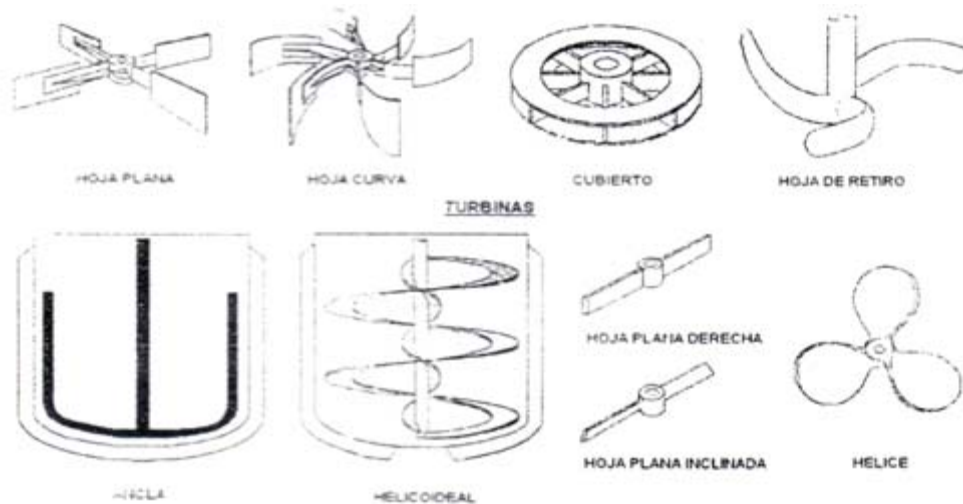
La finalidad del mezclado dentro de un reactor enchaquetado, puede resumirse de la siguiente manera:

- Homogenización de los diferentes componentes.
- Promoción de la transferencia de calor.
- Dispersión de gas o suspensión de un sólido en un líquido si así fuera el caso.

La función de un agitador es la promoción de estos factores en la mezcla en el interior del tanque, sin embargo no todas estas características pueden desarrollarse con el uso de agitadores simples, debido a las diferentes características que cada mezcla requiere, debido a ello se han desarrollado diferentes tipos de agitadores, los cuales son diseñados con el fin de acoplarlos a las necesidades que la mezcla demande, la figura 2 muestra algunos ejemplos de los distintos tipos de agitadores que existen en la industria.

---

<sup>8</sup> Los cálculos de las diferentes tapas, es el mismo que el utilizado para tanques de almacenamiento, por lo cual se omitirán.



RELACION (D/d) TIPICA PARA ALGUNOS AGITADORES	
Tipo de agitador	Relación "D/d"
Turbina Rushton, o seis hojas sobre un disco	3 a 5
Revolvedor o de hoja retirada	1.5
Paleta, rejilla y barras cruzadas	1.2 a 2
Ancla	1.05
hélice	1.1 a 1.5
Helicoidal	1.05

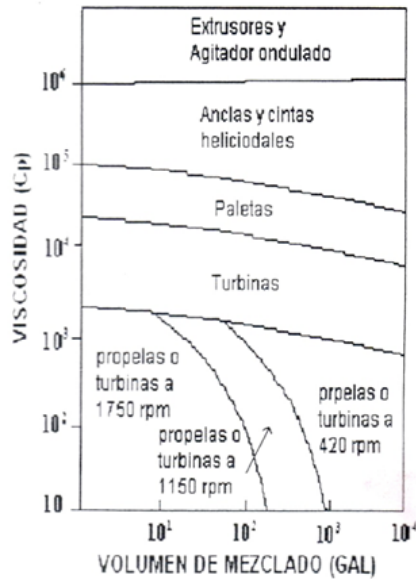
FIGURA 2 .EJEMPLOS DE DISTINTOS AGITADORES.

El agitador de un reactor puede aproximarse o no a la pared del mismo, los agitadores que no se aproximen a las paredes del tanque pueden ser turbinas o propelas con un diámetro que entre el 25-50% del diámetro del tanque. La selección del agitador se realiza en base a las propiedades del fluido así como los requerimientos de la mezcla en el reactor.

Entre los agitadores que no se aproximan a la pared del tanque; las hojas de retiro, las paletas de hoja plana y recta son usadas para promover el flujo radial, mientras que las paletas de hojas con ángulo y las propelas son usadas para promover el flujo axial, todas en fluidos con baja viscosidad. De manera contraria aquellos agitadores que se aproximan más a la pared del tanque son del tipo helicoidal y son usados para altas viscosidades.

Debido a que existe una estrecha relación entre el diámetro del tanque con el diámetro del agitador, la siguiente tabla muestra algunos valores recomendados para algunos agitadores. Aunado a esta carta referencial (la cual es solo una aproximación), es necesario contemplar las siguientes recomendaciones:

1. Usar propelas si  $\mu < 3000$  cp.
2. Si  $\mu$ , se encuentra entre 3000 y 50,000 cp, usar turbina.
3. Para una viscosidad entre 50,000 y 90,000 cp, usar paletas.
4. Si  $\mu$  se halla entre 90,000 y 1, 000,000 cp, usar paletas modificadas (anclas y hélices).



GRAFICA 3. SELECCIÓN DEL TIPO DE IMPLUSOR "VISCOSIDAD VS VOLUMEN MEZCLADO"

La selección de los diferentes agitadores para la planta se realizará en base a los criterios mencionados anteriormente siendo los de uso más común los siguientes:

- Agitadores de una y doble aspa.
- Agitador de hoja curva.
- Agitador helicoidal.

### EJEMPLO

#### EL DISEÑO DE REACTOR DE RESINA ALQUIDÁLICA.

Para el diseño del reactor se considera que la relación diámetro-altura será la siguiente<sup>9</sup>:

$$D = 0.96 h.$$

De la ecuación de volumen tenemos:

$$V = \frac{\pi * D^2 * h}{4}$$

Sustituyendo D:

$$V_c = \frac{\pi}{4} (0.96)^2 * h^3$$

$$V_c = 0.723 h^3$$

Siendo  $V_c = 10.4 \text{ m}^3$ .

$$h = \frac{(V_c)^{1/3}}{0.723}$$

Altura = 3.0 m.

Diámetro =  $3.0 * 0.96 = 2.88 \text{ m}$ .

<sup>9</sup> Este criterio esta basado en recomendación del fabricante (Disperset).

### CALCULO DE ESPESOR DE LA TAPA SUPERIOR.

El domo del reactor estará constituido por una tapa en forma elipsoidal, con relación de ejes de 2 a 1, con una altura de 0.25 m.

Calculo del espesor de la tapa superior

$$Li = Ki * Di$$

Siendo:

Li = Radio esférico interior equivalente.

Ki = Factor de forma de la tapa.

Di = Diámetro inferior de la envoltura del tanque.

Siendo la relación de ejes de 2, se busca en tablas el factor Ki correspondiente que en este caso equivale a 0.90, sustituyendo los valores:

$$Li = 0.9 * 288 \text{ cm} = 113.4''$$

Mediante método de iteración se supone un valor para el espesor:

$$Th = 0.566 \text{ cm} = 0.22''$$

$$\text{Usando la siguiente relación } \frac{Li}{100 * Th} = \frac{113.4}{100 * 0.22} = 5.15$$

Una con los valores obtenidos se lee en la grafica de espesores el valor de B.

$$B = 5500.$$

Siendo  $B = Pa \left( \frac{Li}{Th} \right)$ , donde Pa equivale a la presión permisible de trabajo en lb/ Pulg<sup>2</sup>, por lo tanto tenemos que:

$$Pa = \frac{5500}{515} = 10.67 \frac{lb}{pulg^2} = 0.750 \text{ Kg/cm}^2$$

Debido a que el valor de la presión de diseño es menor a la atmosférica, la cual es igual a 0.8 Kg/cm<sup>2</sup>, es necesario usar un nuevo valor para el espesor del tanque. En este caso se toma el valor de 0.61, con lo cual se obtiene:

$$Th = 0.61 \text{ cm} = 0.24''$$

$$\text{Usando la siguiente relación } \frac{Li}{100 * Th} = \frac{113.4}{100 * 0.24} = 4.725$$

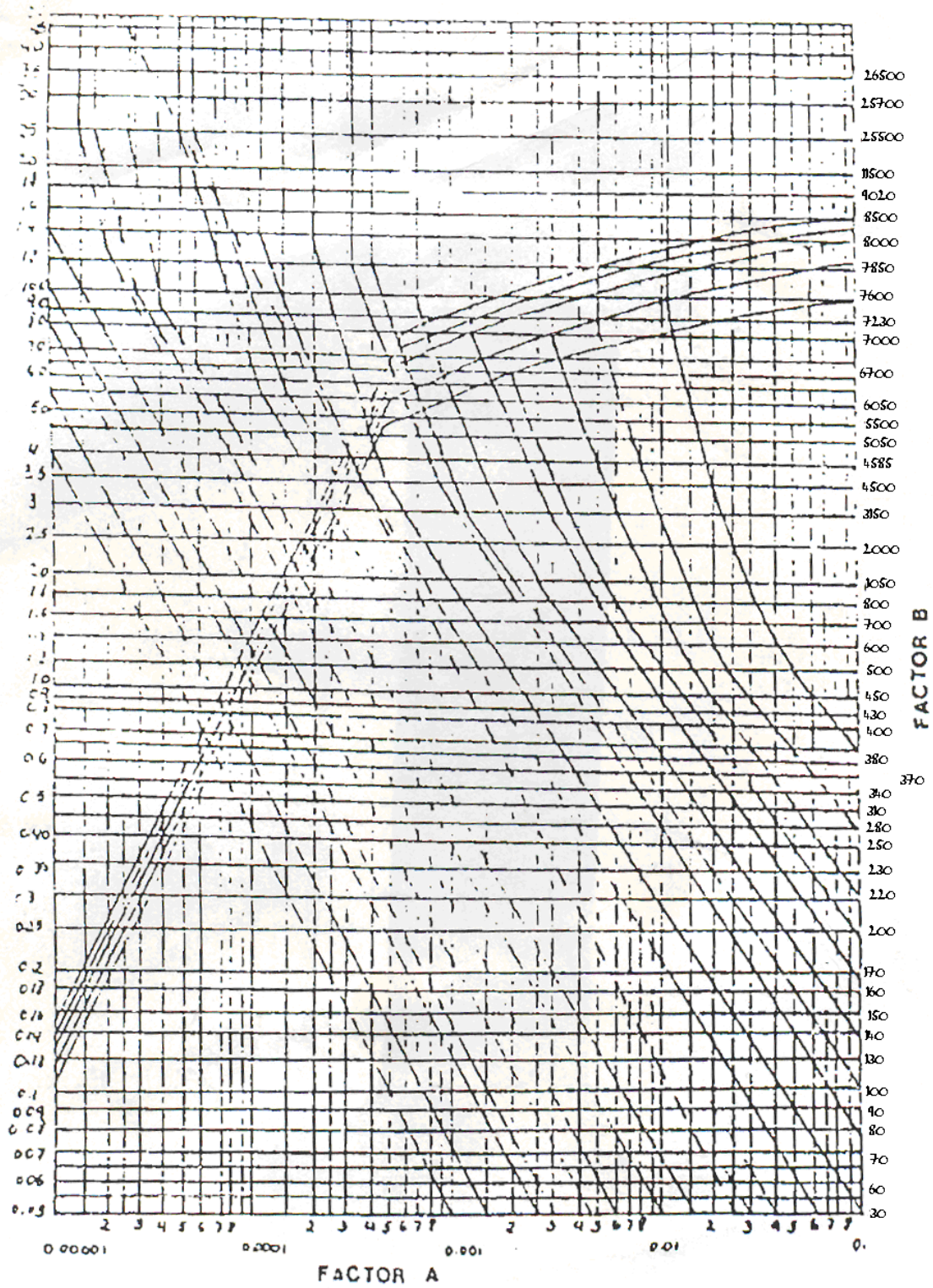
Una con los valores obtenidos se lee en la grafica de espesores el valor de B.

$$B = 6050.$$

Siendo  $B = Pa \left( \frac{Li}{Th} \right)$ , donde Pa equivale a la presión permisible de trabajo en lb/ Pulg<sup>2</sup>, por lo tanto tenemos que:

$$Pa = \frac{6050}{515} = 11.74 \frac{lb}{pulg^2} = 0.825 \text{ Kg/cm}^2$$

El cual es un valor ligeramente mayor a la presión atmosférica.



GRAFICA 4. RELACIÓN DE FACTOR "A" Y "B"



Tomando en cuenta el espesor corrosión, se tiene que:

$$\frac{S}{E} corr. = \frac{1}{6} t$$

$$\frac{S}{E} corr. = \frac{1}{6} (0.61) = 0.1$$

$$\frac{S}{E} real. = 0.1 + 0.61 = 0.62 \text{ cm}$$

### CALCULO DE ESPESOR DE ENVOLVENTE CILÍNDRICA.

Para el calculo del envolvente del espesor del cilindro se toma en cuenta la presión total a la que el reactor se verá sometida la cual es la suma de la presión atmosférica más la presión de vapor con la cual se calentara el reactor, es decir:

$$P_d = P_{vapor} + P_{vapor}$$

$$P_{vapor} = 3.2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{atm} = 0.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_d = 3.2 + 0.8 = 4.0 \text{ Kg/cm}^2$$

Tomando las siguientes relaciones:

L/Do ; Do/t

L= Longitud de la envoltura más 1/3 de la profundidad de cada tapa.

Do = Diámetro del envolvente.

t = Espesor supuesto.

De igual manera que para el cálculo de la tapa superior del tanque es necesario suponer un espesor para el envolvente cilíndrico:

$$t_{supuesto} = 1.45 \text{ cm} = 0.57''$$

Siendo la profundidad de las tapas (H) de 0.25 m:

$$H = 0.25 \text{ m.}$$

$$Do = 2.88 \text{ m} = 113.38''$$

$$L = 3.0 + 2 * (0.25/3) = 3.167 \text{ m.}$$

$$\frac{L}{Do} = \frac{3.167}{2.88} = 1.09$$

$$\frac{Do}{t} = \frac{113.38}{.57} = 198.9''$$

Con los valores de L/Do y Do/t, así como de la temperatura (Que en este caso es de 150°C, para el reactor de se lee en la grafica el valor de B.

$B = 9800$ , y siendo  $B = Pa \left( \frac{Li}{Th} \right)$ , por lo tanto =

$$Pa = \frac{9800}{198.9} = 49.3 \frac{lb}{pulg^2} = 3.51 \text{ Kg/cm}^2$$

$3.51 \text{ Kg/cm}^2$ , es una presión menor a la presión de diseño por lo cual es necesario tomar un espesor mayor.

$$t_{\text{supuesto}} = 1.50 \text{ cm} = 0.59''$$

Siendo la profundidad de las tapas (H) de 0.25 m:

$$H = 0.25 \text{ m.}$$

$$Do = 2.88 \text{ m} = 113.38''$$

$$L = 3.0 + 2 * (0.25/3) = 3.167 \text{ m.}$$

$$\frac{L}{Do} = \frac{3.167}{2.88} = 1.09$$

$$\frac{Do}{t} = \frac{113.38}{0.59} = 192.17''$$

Con los valores de  $L/Do$  y  $Do/t$ , así como de la temperatura (Que en este caso es de  $150^\circ\text{C}$ ), para el reactor de se lee en la grafica el valor de B.

Siendo  $B = Pa \left( \frac{Li}{Th} \right)$ , por lo tanto =

$$Pa = \frac{11200}{192.17} = 58.28 \frac{lb}{pulg^2} = 4.07 \text{ Kg/cm}^2$$

$3.51 \text{ Kg/cm}^2$ , es una presión menor a la presión de diseño por lo cual es necesario tomar un espesor mayor. Tomando en cuenta el espesor corrosión, se tiene que:

$$\frac{S}{E} \text{ corr.} = \frac{1}{6} t$$

$$\frac{S}{E} \text{ corr.} = \frac{1}{6} (1.55) = 0.25$$

$$\frac{S}{E} \text{ real.} = 0.25 + 1.5 = 1.75 \text{ cm}$$

Para el diseño del reactor se considera que la relación diámetro-altura será la siguiente<sup>10</sup>:

$$D = 0.96 h.$$

De la ecuación de volumen tenemos:

$$V = \frac{Pi * D^2 * h}{4}$$

---

<sup>10</sup> Este criterio esta basado en recomendación del fabricante (DISPERST), el cual fue el diseñador de los tanques de resina de BASF.

Sustituyendo D:

$$Vc = \frac{Pi}{4} (0.96)^2 * h$$

$$Vc = 0.723 h^3$$

Siendo  $Vc = 10.4 \text{ m}^3$ .

$$h = \frac{(Vc)^{1/3}}{0.723}$$

Altura = 3.0 m.

Diámetro =  $3.0 * 0.96 = 2.88 \text{ m}$ .

### CALCULO DEL ESPESOR DE LA TAPA INFERIOR.

El diseño de la tapa inferior equivaldrá de igual manera a que la tapa superior a una forma elipsoidal.

$P_{\text{diseño}} = 4.0 \text{ Kg/cm}^2$

$H = 0.25 \text{ m}$ .

$Do = 2.88 \text{ m}$ .

Siendo la relación de ejes de 2 a 1, se busca en tablas el factor  $Ki$  correspondiente que en este caso equivale a 0.90, sustituyendo los valores:

$$Li = 0.9 * 288 \text{ cm} = 113.4''$$

Mediante método de iteración se supone un valor para el espesor:

$$Th = 0.62 \text{ cm} = 0.24''$$

$$\text{Usando la siguiente relación } \frac{Li}{100 * Th} = \frac{113.4}{100 * 0.24} = 472.5$$

Una con los valores obtenidos se lee en la grafica de espesores el valor de B.

$$B = 6030.$$

Siendo  $B = Pa \left( \frac{Li}{Th} \right)$ , donde  $Pa$  equivale a la presión permisible de trabajo en  $\text{lb/ Pulg}^2$ , por lo tanto tenemos que:

$$Pa = \frac{6030}{472.5} = 12.76 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} = 0.89 \text{ Kg/cm}^2$$

El cual es un valor mayor a la presión atmosférica aunque en este caso la tapa inferior debe soportar mayor carga de presión, y este valor sirve para cumplir con este peso extra.

Tomando en cuenta el espesor corrosión, se tiene que:

$$\frac{S}{E} \text{ corr.} = \frac{1}{6} t$$

$$\frac{S}{E} \text{ corr.} = \frac{1}{6} (0.62) = 0.09$$

$$\frac{S}{E} \text{ real.} = 0.09 + 0.61 = 0.62 \text{ cm}$$

### CALCULO PARA EL ENCHAQUETAMIENTO DEL REACTOR.

Debido a que el reactor será enchaquetado, es necesario calcular el espesor de la chaqueta o envolvente del mismo, el material que en este caso se maneja es acero al carbón A 283-C, soportando además una presión de vapor de 3.2 Kg/cm<sup>2</sup>.

A partir de la formula de cilindro con tapa elipsoidal, tenemos que

$$Vr = \frac{Pi * D_{ext}^2 Hc}{4} + r_o - \frac{H}{3} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

Vr= Volumen de reactor.

D<sup>2</sup><sub>ext</sub> = Diámetro exterior del reactor.

H = Altura de la tapa.

r<sub>o</sub> = Radio del casquete.

Datos.

V<sub>r</sub> = 10. 4 m<sup>3</sup>.

D<sub>ext</sub> = 288.5 cm.

r<sub>o</sub> = 144.25 cm.

Despejando Hc de la ecuación (1), tenemos:

$$Hc = \left( \frac{4 * Vr}{Pi * D^2} \right) - \left( 4 * \frac{(r_o - (\frac{H}{3}))}{Pi * D^2} \right)$$

Hc = 1.388. Mediante la siguiente ecuación se obtendrá el diámetro de la chaqueta

$$D_{ch} = D + 2Er + 2Eo$$

Siendo:

D<sub>ch</sub> = Diámetro de a chaqueta.

E<sub>r</sub> = Espesor del envolvente del reactor.

E<sub>o</sub> = Espacio interior entre las paredes.

DATOS:

D = 2.88 m

E<sub>r</sub> = 0.05 m.

E<sub>o</sub> = 0.1 ( es el usado para esta capacidad).

Por lo tanto el diámetro de la chaqueta será de 3m.

### POTENCIA DEL MOTOR.

Para el cálculo de la potencia del motor se usará la siguiente ecuación:

$$P = \frac{K_3}{g} * D * N^3 Da^5$$

Donde:

P = Potencia del motor.

G = Factor de conversión (32.2lb ft/lbm\*seg)

D = Densidad del producto (64 lb/ft<sup>3</sup>).

K<sub>3</sub> = Constante que depende del tipo de agitador (4.0<sup>11</sup>).

N= Velocidad del agitador (0.33 rps).

Da = Diámetro del agitador (2.87")

Sustituyendo los valores tenemos que el valor de la potencia del motor será de:

P = 3.674 lb/ft seg = 6.7 HP, sin embargo el motor comercial mas cercano es de 7.5 HP, que es recomendable para esta carga.

#### 4.4 BOMBAS.

Los fluidos son transportados a través de tuberías, conexiones y equipos por medio de bombas, sopladores, ventiladores y compresoras. Su función principal es el suministro de energía al fluido. Este incremento de energía puede ser usado para aumentar la presión, la velocidad y para transportar un fluido a cierta altura.

Una bomba es una maquina hidráulica generadora que transforma la energía mecánica que recibe por medio de un impulsor y la trasmite como energía de presión al fluido.

Existen distintos tipos de bombas los cuales se dividen en:

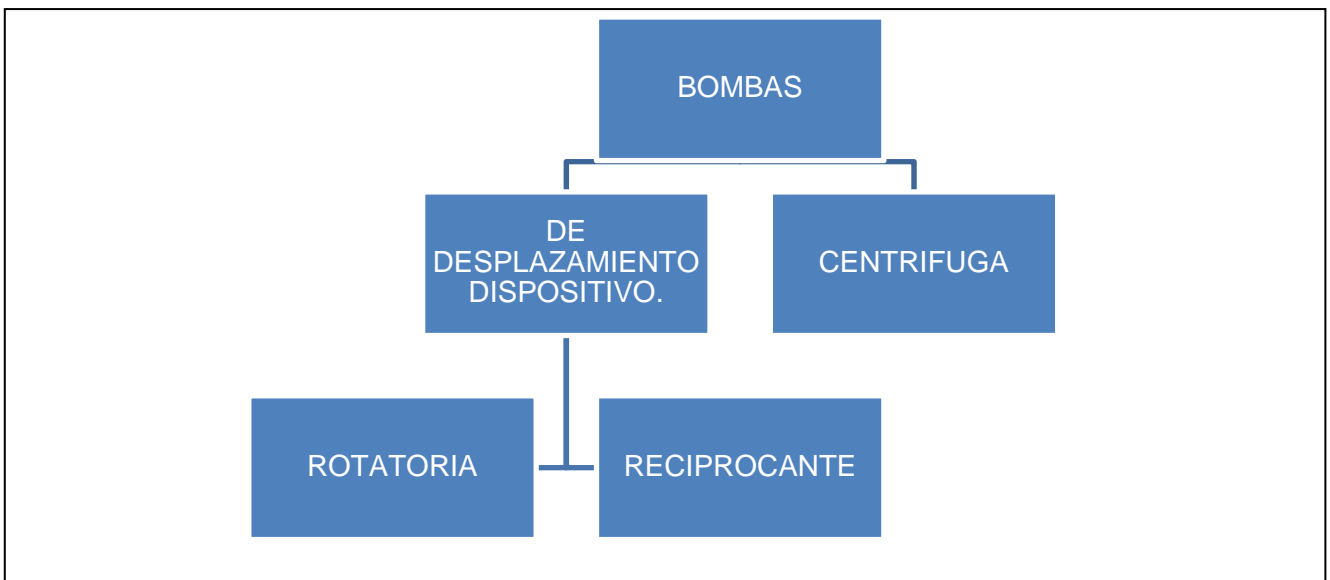


DIAGRAMA 4. TIPIFICACIÓN DE BOMBAS.

<sup>11</sup> Estos datos fueron proporcionados por grupo siemens y pueden ser consultados en la bibliografía de referencia.

**BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO DISPOSITIVO.** Estas bombas desplazan una cantidad de líquido definida por cada golpe revolución de la máquina que mueve a la bomba. Solo el tamaño de la bomba, el diseño y las condiciones de succión influirán en la cantidad de líquido que puede ser desplazado a través de esta.

Dentro de las bombas de desplazamiento dispositivo, se encuentran las bombas reciprocantes, las cuales se caracterizan por la utilizan pistones. Además de este tipo de bomba existen las bombas de tipo rotatorio las cuales se caracterizan por atrapar una cantidad de líquido y moverlo hasta el punto de descarga.

**BOMBAS CENTRIFUGAS.** Este tipo de bomba esta formada por un impulsor dentro de una carcasa. El fluido entra a la bomba cerca del centro del impulsor rotatorio y es lanzado a la periferia por la acción centrífuga. La energía cinética generada es convertida a energía de presión al salir el fluido de la bomba.

Sin embargo en la industria las bombas centrifugas son las más usadas, ya que tiene la capacidad de cubrir presiones y gastos muy altos. En la actualidad las bombas centrifugas han desplazado a las bombas de desplazamiento positivo para usos muy especiales o bien para el transporte de líquidos muy viscosos, y las reciprocantes para gastos pequeños. En la siguiente figura se muestra se muestra un diagrama que permite establecer el tipo de bomba a usar contemplando la capacidad y presión que se requiere.

#### 4.4.1 CARACTERISTICAS Y CRITERIOS PARA DISEÑO DE BOMBAS.

Los componentes hidráulicos necesarios para el diseño de una bomba están especificados de la siguiente manera.

- **La naturaleza del fluido a ser transportado:** Corrosividad, temperatura, presión de vapor, viscosidad y si poseen sólidos en suspensión así como indicar si el fluido tiene tendencia a solidificar.
- **La capacidad requerida,** esta capacidad proviene del balance de materia y energía. Debe tomarse el gasto máximo en la operación, los fabricantes de bombas recomiendan usar entre el 10 y 15 % arriba del gasto normal.
- **Temperatura de bombeo.** Este dato permite establecer la selección del material, el sistema de enfriamiento, tipo de sello así como conocer las condiciones del fluido (Saturado o subenfriado).
- **Densidad relativa.** Este dato permite establecer la relación entre la presión diferencial y la altura de la bomba.
- **Presión de vapor a la temperatura de bombeo.** Esta ayuda a determinar la energía total positiva en la succión de la bomba, sin embargo debe tenerse cuidado en la condición del fluido ya que puede estar saturado en su propio vapor o con un gas ajeno a este.
- **Viscosidad del fluido a la temperatura de bombeo.**
- **ombeo.** Este dato permite la elección del tipo de impulsor, así como el cálculo de caídas de presión por fricción en el sistema.
- **Presión de succión y presión descarga.** Presión de succión: Basados en la figura 3 obtenemos la siguiente ecuación general:

$$P_s = P_1 + (Z_1 S_g / 2.31) + \Delta P_{fs} + \Delta P_2$$

Siendo:

$P_s$  = Presión de succión en la bomba ( lb / in<sup>2</sup> man).

$P_1$  = Presión en el tanque de succión ( lb / in<sup>2</sup> man)

$Z_1$  = Altura en pies.

$S_g$  = Gravedad específica del fluido.

$\Delta P_{fs}$  = Caída de presión debido a la fricción en la línea ( lb / in<sup>2</sup> man).

$\Delta P_2$  = Caída de presión debido a fricción de equipos, en succión ( lb / in<sup>2</sup> man).

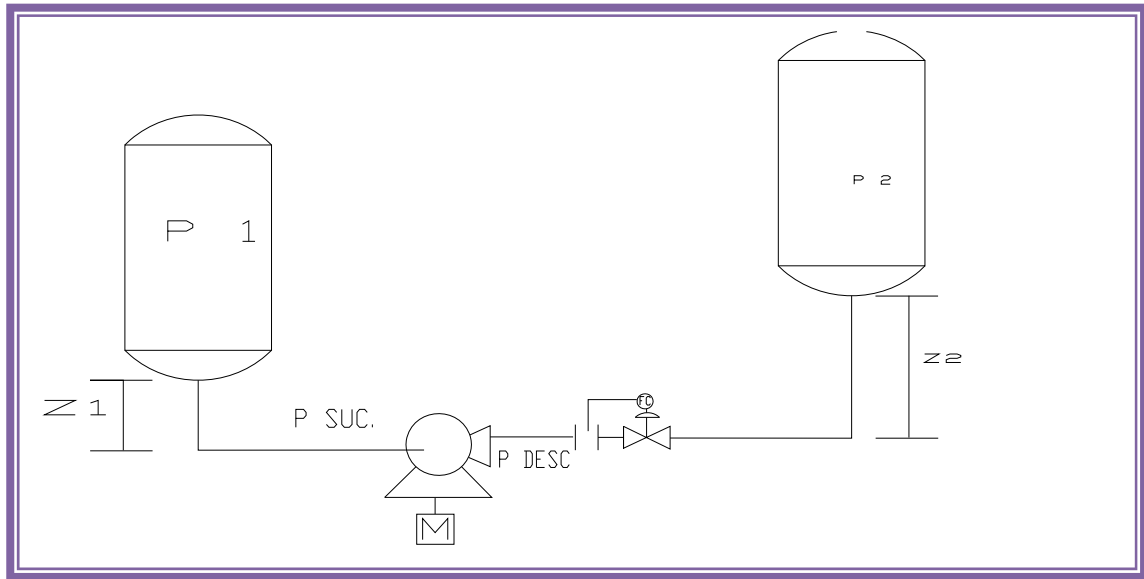


FIG. 3 ESQUEMATIZACIÓN DE LA PRESIÓN DE SUCCIÓN Y PRESIÓN DE DESCARGA.

A partir de esta misma figura se determina la ecuación para la descarga:

$$P_D = P_2 + (Z_2 S_g / 2.31) + \Delta P_{fd} + \Delta P_{VC} + \Delta P_{PO}$$

Siendo:

$P_D$  = Presión de descarga en la bomba ( lb / in<sup>2</sup> man).

$P_2$  = Presión en el tanque de descarga ( lb / in<sup>2</sup> man)

$Z_2$  = Altura en pies.

$S_g$  = Gravedad específica del fluido.

$\Delta P_{fd}$  = Caída de presión por línea de descarga ( lb / in<sup>2</sup> man).

$\Delta P_{VC}$  = Caída de presión debido a válvula de control ( lb / in<sup>2</sup> man).

$\Delta P_{PO}$  = Caída de presión debido a placa de orificio ( lb / in<sup>2</sup> man).

Debe de tomarse en cuenta los siguientes criterios para usar esta ecuación:

- Si el recipiente es horizontal, Z debe tomarse desde el lecho bajo el tanque.
- Si el recipiente está aun nivel más bajo que el nivel de la bomba, Z será negativa.
- La caída de presión debido a la placa de orificio es de 3.6 psi.
- **Presión diferencial de la bomba ( $\Delta P_b$ )**. Es la diferencia entre la presión de succión y la presión de descarga.
- **Cabeza diferencial**. Es la energía suministrada y es igual a la presión diferencial transformada en unidades de longitud, una de las ecuaciones que definen el cabezal diferencial es:<sup>12</sup>

$$H_o = \frac{\Delta P_b * K}{\rho}$$

Siendo:

$\Delta P_b$  = Presión diferencial ( lb / in<sup>2</sup>)

$K = 144$  (lbm / lb f)

$\rho$  = Densidad del fluido manejado ( lb / ft<sup>3</sup>)

<sup>12</sup> Es conveniente agregar un 10% extra del valor obtenido como factor de seguridad.

- ☉ Cabezal neto de succión (NPSH). Este es la altura.
- ☉ Cabezal neta positiva arriba de la presión de vapor del fluido manejado disponible en la brida de succión de la bomba. El NPSH es la energía con que el fluido cuenta para producir velocidad absoluta de entrada que se requiere en el impulsor.

El otro segundo tipo de NPSH, es el NPSH disponible (NPSHD), el cual representa la energía proporcionada por el sistema, mediante la cual el fluido llegara a la bomba. Este valor es obtenido a partir de la siguiente formula:

$$\text{NPSHD} = ( P'_1 - P^{\circ}_v ) ( 2.31 / S_g ) \pm Z'_1 - \Delta P_{fs} ( 2.31 / S_g )$$

Siendo: NPSH<sub>D</sub> = Cabeza neta positiva de succión ( ft ).  
P'<sub>1</sub> = Presión en el tanque de succión ( lb / in<sup>2</sup> abs).  
P<sup>o</sup><sub>v</sub> = Presión de vapor en el fluido manejado ( lb / in<sup>2</sup> abs).  
Z<sub>1</sub> = Altura ( ft ).  
S<sub>g</sub> = Gravedad especifica del fluido.  
ΔP<sub>fs</sub> = Caída de presión por fricción en la línea de descarga ( lb / in<sup>2</sup>).

- ☉ Potencia de freno. Esta es la energía que la bomba transmite al fluido manejado al subir la presión y se puede obtener a partir de la siguiente formula.

$$\text{HP}_h = ( \Delta P_b G_v ) / ( 1714 * \eta )$$

Siendo: HP<sub>h</sub> = Potencia hidráulica ( HP ).  
ΔP<sub>b</sub> = Presión hidráulica de la bomba ( lb / in<sup>2</sup> abs).  
G<sub>v</sub> = Gasto de diseño de la bomba en GPM.  
. η = Eficiencia de la bomba



## 4.5 TUBERIAS.

**CRITERIOS PARA DIMENSIONAR LÍNEAS DE PROCESOS.** Para el dimensionamiento de una línea de procesos es necesario tomar en cuenta, tres aspectos generales:

- Disponibilidad: Esta implica tomar en cuenta la si existe en el mercado tanto el tamaño como el material deseado para la tubería.
- Economía: Este punto es de vital importancia ya que se debe realizar un balance entre el costo de la tubería que se desea, así como las necesidades a cubrir en el sistema hidráulico. (**nota buscar ecuación de diámetro económico**).
- Diseño técnico: En este caso se tomara en cuenta principalmente, el gasto volumétrico que se manejará y la velocidad a la cual será transportado así como las caída presión permisible.

Para el establecer un estimado de líneas se utiliza una de muchas ecuaciones que existen para ello, como la siguiente:

$$D = (0.408 G/VR)^{0.5}$$

Donde:

D= Diámetro de la tubería (pulg).

G= Gasto a manejar (GPM).

VR= Velocidad recomendada del fluido en la línea. (Pies por segundo).

Además de esto se debe tomar en cuenta la toma de succión y descarga de bomba, la viscosidad de los líquidos a transportar y la presión la cual no deberá tener nunca una caída de presión mayor a 2 lb/in<sup>2</sup> para evitar una gran pérdida de energía.

### EJEMPLO:

#### BOMBA GB-1 PARA ENVIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACEITE DE LINAZA A REACOR DC-1

1.- DATOS DE OPERACIÓN. Antes de realizar el diseño de la bomba se deben establecer los parámetros de operación, así como los datos necesarios para poder hacer los cálculos de diseño.

- Tipo de operación: SEMICONTINUO
- Fluido: ACEITE DE LINAZA
- Flujo másico operación (W) : 2999.1 Kg/hr
- Flujo másico de diseño (Wd) :4198.74 kg/hr
- Flujo volumétrico (Fv): 4.6 m<sup>3</sup>/hr
- Temperatura del liquido (T): 25 °C =77 °F
- Densidad de agua (δ): 62.37
- Gravedad especifica (gr): 0.935
- Viscosidad del aceite de linaza (μ): 47.6 cp.
- Presión de vapor (PV): 0.00
- Presión barométrica (P): 0.822 Kg/cm<sup>2</sup> = 11.962 PSI.
- Densidad<sub>Ac.de linaza</sub> : 484.455 Kg/cm<sup>3</sup> = 30.24 lb/ft<sup>3</sup>
- La longitud total de bombeo: 23 metros = 75.4 ft

De acuerdo a la siguiente grafica vemos que seleccionaremos una bomba centrifuga.

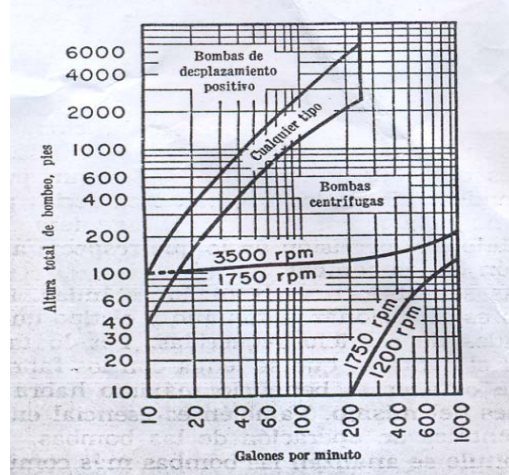


FIG. 4 GRAFICA PARA SELECCION DEL TIPO DE BOMBA.

## 2. CÁLCULOS

### 2.1 Presión de succión (PS)= Subtotal- PL.

Presión normal a la succión de recipiente (R).

0.822 Kg/cm<sup>2</sup>

11.962 psi

### 2.2 Perdidas por fricción a la succión (LE\*(ΔP)) TOTAL:

Factor de fricción (Ft)= 0.01528

Φ Tubería (Ft)= 2.5

ACCESORIOS Y VALVULAS	CANTIDAD	K	L/D Total
CODO 90°			
Roscado (Radio largo).	0	0.63	0
Soldado Bridado (Radio Largo).	2	0.41	23
Roscado (Radio corto).	0	0.93	0
Soldado Bridado (Radio Corto).	0	0.57	0
CODO 45°			
Roscado	0	0.44	0
Soldado/Bridado	0	0.25	0
CODO 180°	0	1.53	0
Válvula de compuerta.	0	0.4	0
Válvula de Check.	0	1.53	0
Te			
Thru Run	0	0.63	0
Thru Branch.	0	1.87	0
Reducción súbita (d/D)			
¼	0	0.97	0
½	0	0.73	0
1/3	0	0.39	0
Expansión súbita (d/D).			
¼	0	2.01	0
½	0	1.25	0
1/3	0	0.39	0
Entrada a tubería	1	1.12	70
Salida a tubería	0	2.29	0

		L/D TOTAL	93
--	--	-----------	----

Perdidas de fricción a la succión=  $(\Delta P)$  normal \*(Longitud total)

Longitud de tubería recta (LTR)=	<b>23 m = 75.4 Ft</b>
Longitud equivalente (LE)= L/D <sub>succión</sub>	<b>19 m = 62.336 Ft</b>
Longitud total (LTR+LE)=	<b>42 m = 137.76 Ft</b>
$(\Delta P)$ total = $(\Delta P)$ normal*(Flujo De Diseño/Flujo Normal) <sup>2</sup>	
Flujo normal (m <sup>3</sup> /hr)=	<b>3.313 m<sup>3</sup>/hr = 14.4 GPM</b>
Flujo diseño=	<b>4.639 m<sup>3</sup>/hr = 20.2 GPM</b>
$(\Delta P)$ normal=	<b>0.00901 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1282 psia</b>
$(\Delta P)$ diseño =	<b>0.010812 kg/cm<sup>2</sup> = 0.14394 psia</b>
Perdida de fricción=	<b>0.0176596 kg/cm<sup>2</sup> = 0.272 psia</b>
PRESIÓN DE SUCCIÓN (PS) =	<b>1.08322 kg/cm<sup>2</sup> = 18.953 psia</b>

2.3.- NPSH DISPONIBLE<sup>13</sup>=

PS-PV ó NPSHD = **106,31 ft**

2.4.- PRESIÓN A LA DESCARGA (PD)

Presión terminal (PT) =Presión al final del sistema de bombeo.**0.82 Kg/cm<sup>2</sup>**

## 2.5. CAÍDA DE PRESIÓN POR ACCESORIO Y VÁLVULAS.

Φ TUBERÍA 2.5

ACCESORIOS Y VALVULAS	CANTIDAD	K	L/D Total
CODO 90°			
Roscado (Radio largo).	0	0.63	0
Soldado Bridado (Radio Largo).	2	0.41	38
Roscado (Radio corto).	0	0.93	0
Soldado Bridado (Radio Corto).	0	0.57	0
CODO 45°			
Roscado	0	0.44	0
Soldado/Bridado	0	0.25	0
CODO 180°	1	1.53	94
Valvula de compuerta.	0	0.4	0
Valvula de Check.	1	1.53	94
Te			
Thru Run	0	0.63	0
Thru Branch.	0	1.87	0
Reducción subita (d/D)			
¼	0	0.97	0
½	0	0.73	0
1/3	0	0.39	0
Expansión subita (d/D).			
¼	0	2.01	0
½	0	1.25	0

<sup>13</sup> Ver referencia de la formula en este capitulo, pagina 72.

1/3	0	0.39	0
Entrada a tubería	0	1.12	70
Salida a tubería	1	2.29	0
		L/D TOTAL	226

Perdidas de fricción a la succión= ( $\Delta P$ ) normal \*(Longitud total)

Longitud de tubería recta (LTR)= **5.9436 m = 19.500 Ft**

Longitud equivalente (LE)= L/D<sub>succión</sub> **14.00 m = 45.931 Ft**

Longitud total (LTR+LE)= **19.9436 m = 65.431 Ft**

( $\Delta P$ ) total = ( $\Delta P$ ) normal\*(Flujo De Diseño/Flujo Normal)<sup>2</sup>

Flujo normal (m<sup>3</sup>/hr)=

**3.3139 m<sup>3</sup>/hr = 14.4155 GPM**

Flujo diseño=

**4.6393 m<sup>3</sup>/hr = 20.1817 GPM**

( $\Delta P$ ) normal=

**0.00901 kg/cm<sup>2</sup> = 0.128152 psia**

( $\Delta P$ ) diseño =

**0.010812 kg/cm<sup>2</sup> = 0.14394 psia**

Perdida de fricción=

**0.0176596 kg/cm<sup>2</sup> = 0.272092 psia**

## 2.5. CAÍDA DE PRESIÓN EN EQUIPOS Y MEDIDORES

EQUIPOS Y MEDIDORES	CANTIDAD	CAIDA DE PRESIÓN	CAIDA DE PRESIÓN TOTAL	UNIDADES
ORIFICIO	0	0.1	0	kg/cm <sup>2</sup>
EXCHANGER	0	0.7	0	kg/cm <sup>2</sup>

€Dinamica = Caída de presión a la descarga+caída de presión en equipos y accesorios.

**0.1765 Kg/cm<sup>2</sup>**

VÁLVULA DE CONTROL (VC)= X\*PSD+ Y Ph ó 0.704 Kg/m<sup>2</sup> NOTA= LO QUE SEA MAYOR

P2=Presión a la descarga

**0.8**

P1=Presión a la succión

**0.8**

X=

**0.25**

Y=

**0.05**

H<sub>2</sub>=Altura a nivel de descarga

**10.44 m**

H<sub>1</sub>=Altura a nivel mínimo de liquido.

**2.1096 m**

$\Delta P_h = (P_2 - P_1) - ((H_2 - H_1)) * SGr / 10$

**0.915315556**

$\Delta P_{vc} =$

**0.089890778**

Por lo tanto se toma=

**0.704 Kg/cm<sup>2</sup>**

Descarga (Pd)= SUMA dinámica + VC+Pt+CE

**2.81195**

**Potencia de freno** (HP)

**0.47 HP**

Potencia de motor eléctrico:

**0.35 Kw**

#### 4.6 MOLINOS DE PERLAS.

Los molinos de perlas permiten mejorar la dispersión de los pigmentos en la pintura, con el fin de evitar la acumulación de grumos, y que estas acumulaciones se vean reflejadas en la aplicación de la pintura sobre las superficies. Los molinos de perlas están divididos en molinos verticales y horizontales, las ventajas y desventajas de estos son: en la figura 5 se aprecian los componentes de un molino de perlas vertical.

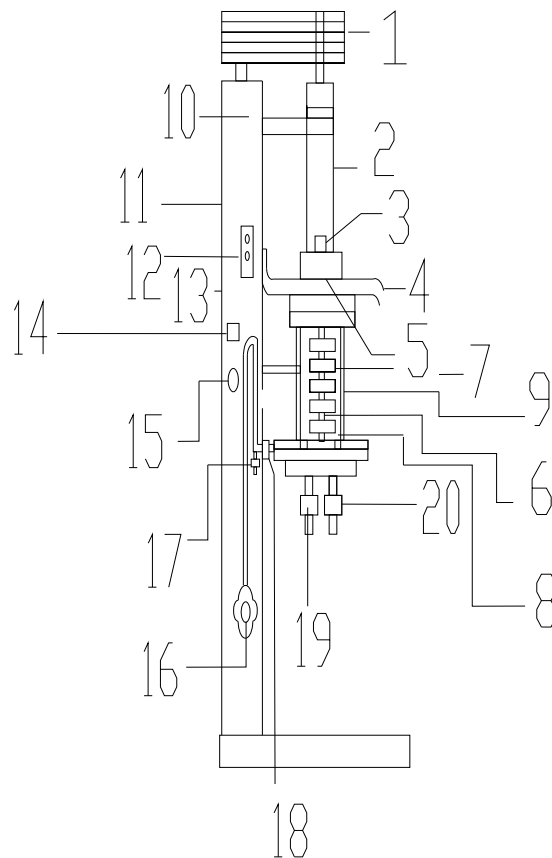


FIG. 4 PARTES DE MOLINO DE PERLAS

- |                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. Poleas y bandas.           | 9. Camisa de enfriamiento.       |
| 2. Cajas de rodamiento.       | 10. Motor a prueba de explosión. |
| 3. Estopero.                  | 11. Estructura.                  |
| 4. Salida de producto.        | 12. Estación de botones.         |
| 5. Rejilla radial horizontal. | 13. Manguera de alimentación.    |
| 6. Flecha de agitación.       | a.                               |
| 7. Discos impulsores.         | b. Instrumentos.                 |
| 8. Cámara de molienda.        | 14. Válvula neumática.           |

15. Válvula de admisión.
16. Válvula de reciclado.
17. Válvula de descarga de perlas.
18. Válvula de drenado de pasta.

Es necesario tener en cuenta para el uso de un molino de perlas las siguientes consideraciones:

Variables independientes del molino:

- Medios de molienda: Tamaño (0,5 mm a 2,5 mm comúnmente)
- Gravedad específica.
- Porcentaje de carga en la cámara de molienda (75 a 90% por lo general)
- Configuración del eje de molienda:
  - Diseño del disco
  - Área de superficie en rotación
  - Diseño del espaciador
- Velocidad del eje de molienda: 2000 a 3000 pies/min (común)  
(velocidad de la punta del disco)
- Rendimiento del producto: velocidad variable, desplazamiento positivo, sistema de bombeo (por engranajes, de cavidad progresiva, con diafragma de aire, peristáltico)

Cualquier cambio en alguna de las variables “independientes” del molino generará un cambio o limitará alguna de las variables “dependientes” del proceso que se enumeran a continuación:

- Temperatura del producto
- Presión
- Calidad
- Rendimiento
- Consumo eléctrico
- Para optimizar el molino horizontal de medios para cualquier formulación líquido-sólida específica, debe registrarse un “punto de referencia” confiable de los datos de procesamiento.

Los parámetros de procesamiento normales, que proporcionan la información requerida para la evaluación y la optimización del desempeño del molino incluyen:

- Velocidad de producto (velocidad de bombeo en galones/hora o galones/minuto).
- Calidad del producto (tamaño de partícula después de la molienda).
- Presión del producto en la cámara de molienda.
- Temperatura del producto (entrada y salida).
- Consumo eléctrico del motor principal.
- Tamaño y densidad de los medios.
- Porcentaje de carga de los medios.
- Velocidad del disco de molienda.
- Configuración del eje de molienda
- Temperatura del agua de enfriamiento (entrada y salida)

Los molinos seleccionados para la planta, fueron los siguientes, basados en los conceptos mencionados anteriormente<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Es necesario señalar que en la actualidad el uso de molinos verticales ha puesto en desuso a los molinos horizontales ya que estos tienen grandes ventajas sobre los molinos horizontales, para más información de este tema en la bibliografía de esta tesis se mencionan algunas fuentes de consulta.

**Molino de perlas vertical, continuo, marca *DISPERSET* modelo ST-7590-R**, con motor a prueba de explosión de 75 H.P., 220/440 Volts, 3 fases, 60 Hz, contando con las siguientes indicaciones:

- Cámara de molienda totalmente sellada a la atmósfera, con capacidad total de 90 litros 100% aprovechable, en acero de alta resistencia a la abrasión con.
- Flecha de acero al carbón con ocho discos en acero de alta resistencia a la abrasión.
- Bomba neumática con diafragmas de teflón, regulador de presión, manómetro, filtro, lubricador y válvula de control. Mangueras con coples rápidos de bronce.
- Pedestal y base en placa de fierro con acabado en pintura de poliuretano, resistente a solventes.
- Estación de botones a prueba de explosión.
- Medio de molienda: 80 litros a granel, no incluido en el precio, pudiendo ser perlas de vidrio, de silicato de circonio o de acero.

**Molino de perlas vertical, continuo, marca *DISPERSET* modelo ST-5060-R**, con motor a prueba de explosión de 50 H.P., 220/440 Volts, 3 fases, 60 Hz.

- Cámara de molienda totalmente sellada a la atmósfera, con capacidad total de 60 litros 100% aprovechable, en acero de alta resistencia a la abrasión.
- Flecha con ocho discos en acero de alta resistencia a la abrasión.
- Bomba neumática con diafragmas de teflón, regulador de presión, manómetro, filtro, lubricador y válvula de control.
- Pedestal y base en placa de fierro con acabado en pintura de poliuretano, resistente a solventes. Estación de botones a prueba de explosión.
- Medio de molienda: 50 litros a granel, no incluido en el precio, pudiendo ser perlas de vidrio, de silicato de circonio o de acero.



#### 4.7 LISTA DE EQUIPO

La lista de equipo tiene la finalidad de mostrar todos los equipos involucrados en el diagrama de procesos, acomodándolos de manera clara y ordenada, asignándole a cada uno de estos una clave establecida por criterios de ingeniería. En el listado se indican características propias de cada equipo como es presión, temperatura, diámetro, etcétera.

CLAVE	SERVICIO	DIAMETRO (FT)	LONGITUD (FT)	TEMPERATURA (°C).	PRESIÓN (Lb/in <sup>2</sup> )
TANQUE FB-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE LINAZA	12	17	25	14.696
TANQUE FB-2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLICERINA.	6.5	14	25	14.696
TANQUE FB-3	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GAS NAFTA.	14.5	21	25	14.696
TANQUE FB-4	TANQUE DE DILUCIÓN RESINA ALQUIDALICA	15.5	24	35	14.696
TANQUE FB-5	ALMACENAMIENTO DE RESINA ALQUIDALICA.	10	16	25	14.696
TANQUE FB-6	TANQUE DISPERSOR DE PINTURA.	N/A	N/A <sup>15</sup>	35	14.696
TANQUE FB-7	TANQUE ALMACENAMIENTO DE EMULGENTE.	12	22	25	14.696
TANQUE FB-8	TANQUE ALMACENAMIENTO DE MONÓMERO.	9	18.5	32	14.696
TANQUE FB-9	TANQUE ALMACENAMIENTO DE AGUA.	14	22	28	14.696
TANQUE FB-10	TANQUE DE DILUCIÓN DE RESINA.	8.5	19	45	14.696
TANQUE FB-11	TANQUE ALMACENAMIENTO DE RESINA VINIL-ACRÍLICA.	16	23	25	14.696
TANQUE FB-12	TANQUE DISPERSOR DE PINTURA.	N/A	N/A	30	14.696
TANQUE FB-14	TANQUE DISPERSOR (AJUSTE DE PROPIEDADES).	N/A	N/A	35	14.696
DC-1	REACTOR DE RESINA ALQUIDALICA.	9	10	245	29.40
DC-2	REACTOR DE RESINA VINIL-ACRILICA.	9	19	95	29.40
	<b>SERVICIO</b>	<b>CAPACIDAD (GPM).</b>	<b>POTENCIA (HP)</b>		
Bomba GB-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACEITE DE LINAZA A REACTOR.	16.68	0.25		
Bomba GB-2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLICERINA A REACTOR.	5.2	0.50		
Bomba GB-3	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTE NAFTA A REACTOR.	18.1	0.50		
Bomba GB-4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTE A TANQUE DE DILUCIÓN.	18.1	0.50		
Bomba GB-5	REACTOR DE RESINA ALQUIDALICA A TANQUE DE	49.1	0.50		

<sup>15</sup> La medida de los tanques dispersores variara de acuerdo a la cantidad de pintura que se utilizara, por lo cual no se mencionan aquí las dimensiones de diámetro y altura.

	DILUCIÓN.			
Bomba GB-6	TANQUE DE ALMACENAMIENTO A TANQUE DE DISPERSIÓN.	11.5	2.00	
Bomba GB-7	TANQUE DE DILUCIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	58.9	1.25	
Bomba GB-8	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE EMULGENTE A REACTOR.	9.6	0.50	
Bomba GB-9	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MONOMERO A REACTOR.	5.8	0.25	
Bomba GB-10	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA A REACTOR.	8.9	0.50	
Bomba GB-11	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA TANQUE DE DILUCIÓN.	8.9	0.50	
Bomba GB-12	REACTOR A TANQUE DE DILUCIÓN DE RESINA.	19	1.5	
Bomba GB-13	TANQUE DE DILUCIÓN DE RESINA A TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESINA VINIL-ACRILICA.	24.7	1.5	
	<b>SERVICIO</b>	<b>POTENCIA (HP)</b>	<b>TEMPERATURA (°C).</b>	<b>PRESIÓN (Lb/in<sup>2</sup>)</b>
MB-1	MOLINO DE PERLAS.	15	50	176.352

#### 4.8 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACIÓN.

Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI'S), se definen una vez que el diagrama de procesos ha sido establecido y aprobado, así como las bases de diseño involucradas en el proceso.

En los DTI'S, se instrumentan todos los equipos involucrados en el proceso así como las líneas que unen a cada uno de los equipos, con la finalidad de monitorear y controlar las variables que el proceso necesite (Por ejemplo presión, temperatura y flujo). Estos dispositivos de control tienen la característica de actuar en condiciones anormales inherentes del proceso como lo una falla eléctrica, disminución de la presión por mencionar algunos ejemplos.

#### 4.9 PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL.

Una vez que el diagrama de procesos y los DTI'S han sido revisados y aprobados, se genera el plano de localización general con el fin de establecer el arreglo general de el equipo con el propósito de definir la seguridad en cuanto a la orientación de los equipos que sean peligrosos, así como por la función operacional y de mantenimiento de los mismos.

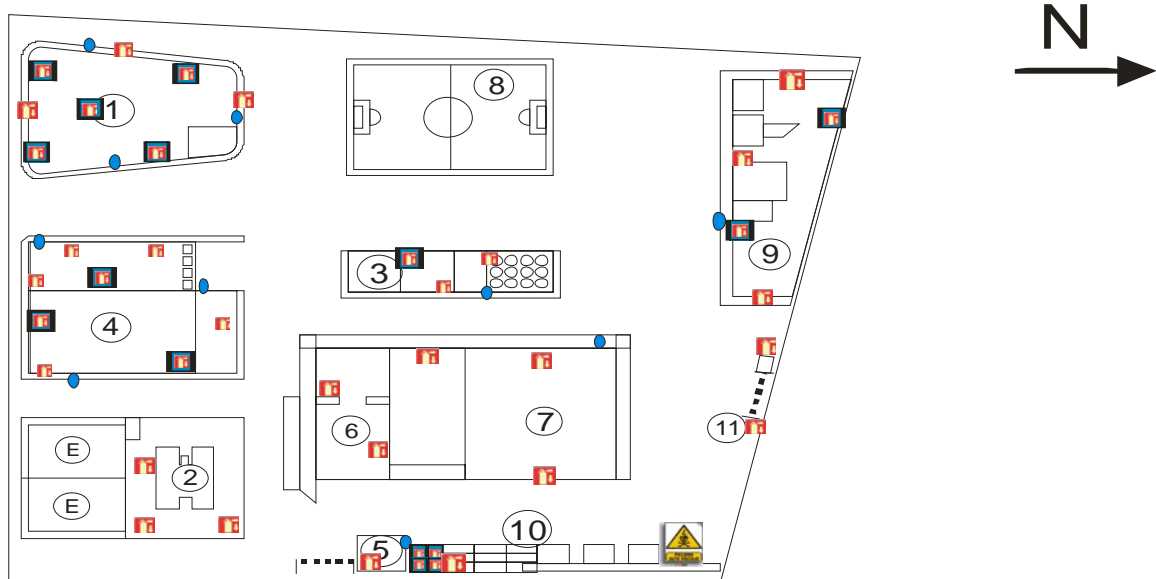


Fig. 5. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL

- 1.- Almacenamiento de materias primas.
- 2.- Oficinas.
- 3.- Zona de depósitos de agua contra incendios y de uso diario.
- 4.- Área de producción.
- 5.- Caseta de vigilancia y acceso principal.
- 6.- Laboratorios de Control de calidad y tonificación.
- 8.- Área recreativa.
- 9.- Almacén de producto terminado.
- 10.- Área de acción inmediata contra incendios.
- 11.- Salida y entrada de vehículos de carga.

CORRIENTES.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	FB-1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE LINAZA	FB-6 TANQUE DE DISPERSION PARA PINTURA	GB-5 BOMBA CENTRIFUGA	PF-1 FILTRO
M (Lt/hr).	4639.5	1528.94	10883.61	1001.74	4001.74	3201.39	1001.74	13060.34203	13060.34203	1693.0073	FB-2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLICERINA	GB-1 BOMBA CENTRIFUGA	GB-6 BOMBA CENTRIFUGA	PF-2 FILTRO
Aceite de linaza.	✓	—	—	✓	—	—	✓	—	—	—	FB-3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GAS NAFTA	GB-2 BOMBA CENTRIFUGA	GB-7 BOMBA CENTRIFUGA	MB-1 MOLINO DE PERLAS
Glicerina.	—	✓	—	✓	—	—	✓	—	—	—	FB-4 TANQUE DE DILUCION DE RESINA.	GB-3 BOMBA CENTRIFUGA	GB-8 BOMBA CENTRIFUGA	DC-1 REACTOR RESINA ALQUIDALICA
Gas nafta.	—	—	—	✓	✓	✓	✓	—	—	—	FB-5 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESINA ALQUIDALICA	GB-4 BOMBA CENTRIFUGA	EA-1 ENFRIADOR	UNAM
Resina alquidalica.	—	—	✓	—	—	—	—	✓	✓	✓				
Viscosidad(cP).	70.00	46.70	100	—	13.00	13.00	—	100	100	100				
Densidad (g/cm3).	0.905	1.261	1.150	—	1.05	1.05	—	1.26	1.26	1.26				

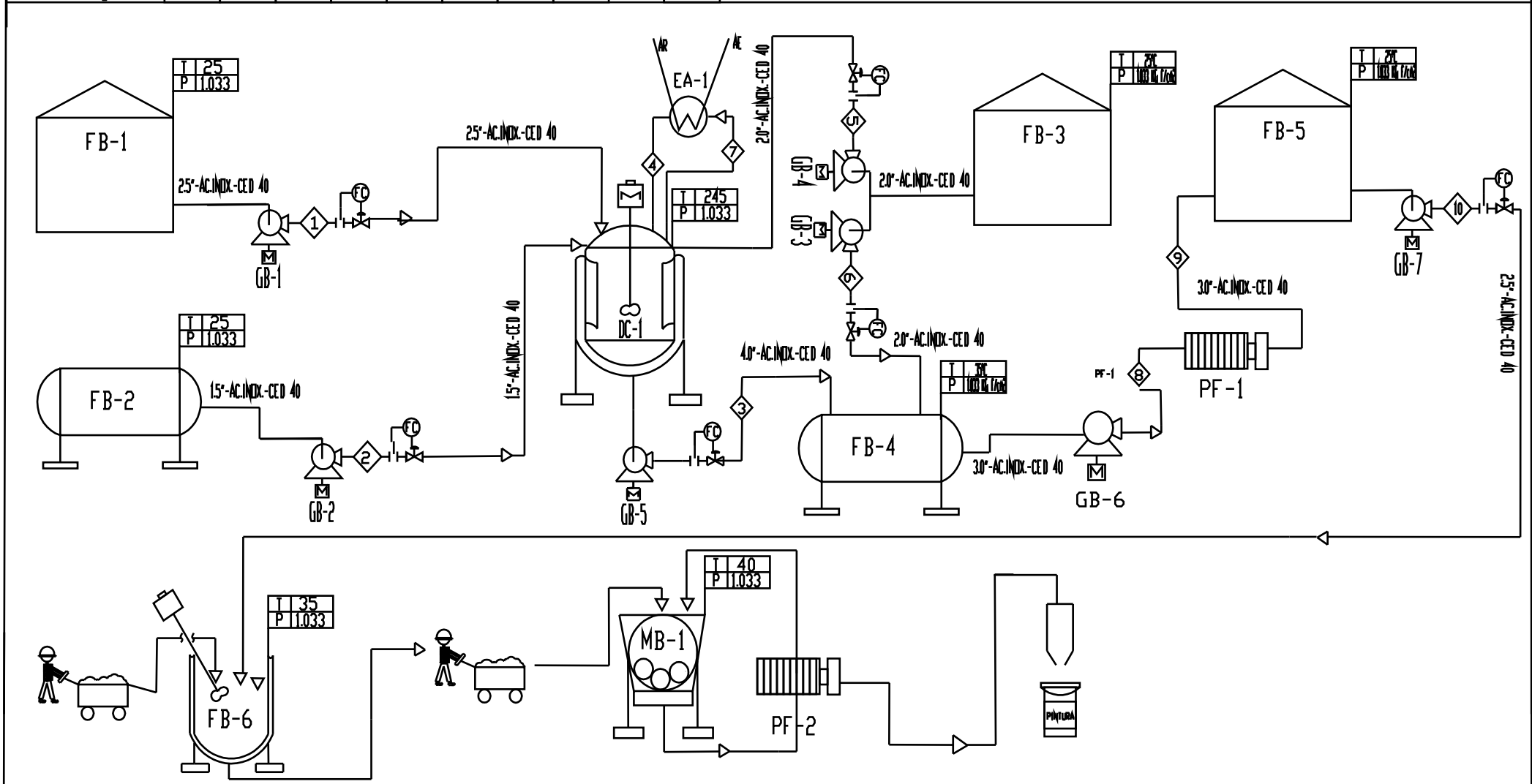


DIAGRAMA DE PROCESOS PARA PRODUCCION DE

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS:  
- WILFRIDO HERNANDEZ NORIEGA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIO SUPERIORES CUATITLAN

SUBSTANCIA(S).	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aceite de linaza	x	-	-	x	-	-	x	-	-	-
Glicerina	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-
Resina alquidolica	-	-	x	-	-	-	x	x	x	-
Pintura alquidolica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas nafta	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-

# EQUIPOS

## CONDICIONES DE OPERACION.

FB-1 TÁMPOC DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE LINAZA	FB-6 TÁMPOC DE DISPERSION PARA PINTURA	GB-5 BOMBA CENTRIFUGA	PF-1 FILTRO
FB-2 TÁMPOC DE ALMACENAMIENTO DE Glicerina	GB-1 BOMBA CENTRIFUGA	GB-6 BOMBA CENTRIFUGA	PF-2 FILTRO
FB-3 TÁMPOC DE ALMACENAMIENTO DE GAS NAFTA	GB-2 BOMBA CENTRIFUGA	GB-7 BOMBA CENTRIFUGA	MB-1 MOLINO DE PERLAS
FB-4 TÁMPOC DE DILUCCION DE RESINA	GB-3 BOMBA CENTRIFUGA	GB-8 BOMBA CENTRIFUGA	DC-1 REACTOR RESINA ALQUIDOLICA
FB-5 TÁMPOC DE ALMACENAMIENTO DE RESINA ALQUIDOLICA	GB-4 BOMBA CENTRIFUGA	EA-1 ENFRIADOR	
P: Kg/cm <sup>2</sup>	T : °C		

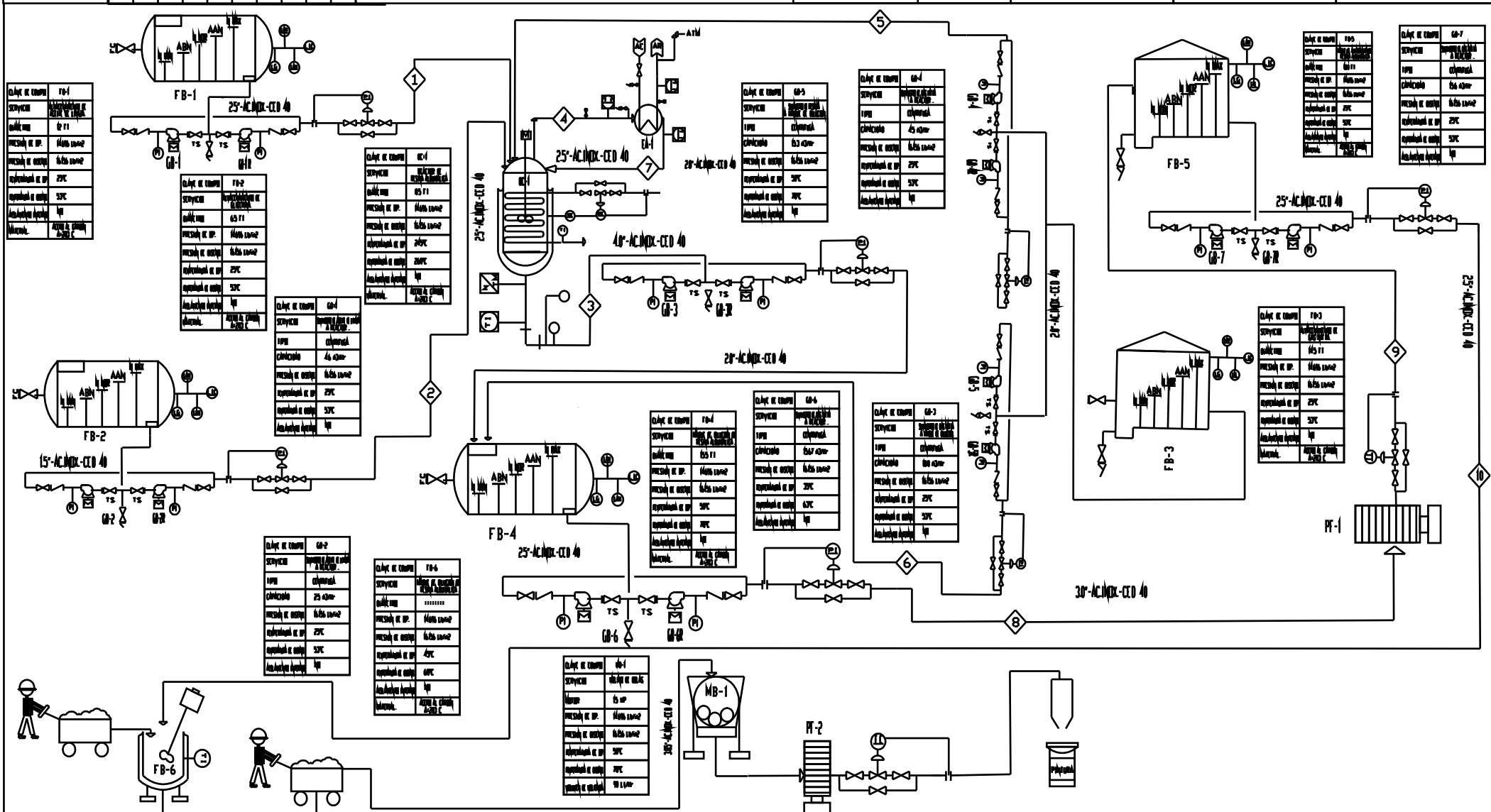


DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION PINTURA ALQUIDOLICA

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS:  
 - WILFRIDO HERNANDEZ NORIEGA  
 - GUILLERMO M. JUAREZ LAGUNA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIO SUPERIORES CUATITLAN

CORRIENTES.	12	13	14	15	16	17	18	19	FB-7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE EMULGENTE	FB-6 TANQUE DE DISPERSION PARA PINTURA	GB-13 BOMBA CENTRIFUGA	
M (Lt/hr).	4058,94	2434,74	4001.74	3757,1218	3757,1218	7619,98	16530,4	6451,62	FB-8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO MONOMERO	GB-9 BOMBA CENTRIFUGA	GB-14 BOMBA CENTRIFUGA	
Emulgente.	✓	—	—	—	—	—	—	—	FB-9 TANQUE DE DILUCION DE RESINA.	GB-10 BOMBA CENTRIFUGA	PF-3 FILTRO	
Monomero.	—	✓	—	—	—	—	—	—	FB-10 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	GB-11 BOMBA CENTRIFUGA	PF-4 FILTRO	
Agua.	—	—	—	✓	✓	—	—	—	FB-11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESINA VINIL-ACRILICA	GB-12 BOMBA CENTRIFUGA	DC-2 REACTOR RESINA Vinil=acrilica	UNAM
Resina vinil-acrilica	—	—	✓	—	—	✓	✓	✓	FB-12 TANQUE DISPERSOR DE PINTURA			
Viscosidad(cP).	70.00	46.70	100	—	13.00	13.00	—	140				
Densidad (g/cm3).	0.905	1.261	1.150	—	1.05	1.05	—	1.26				

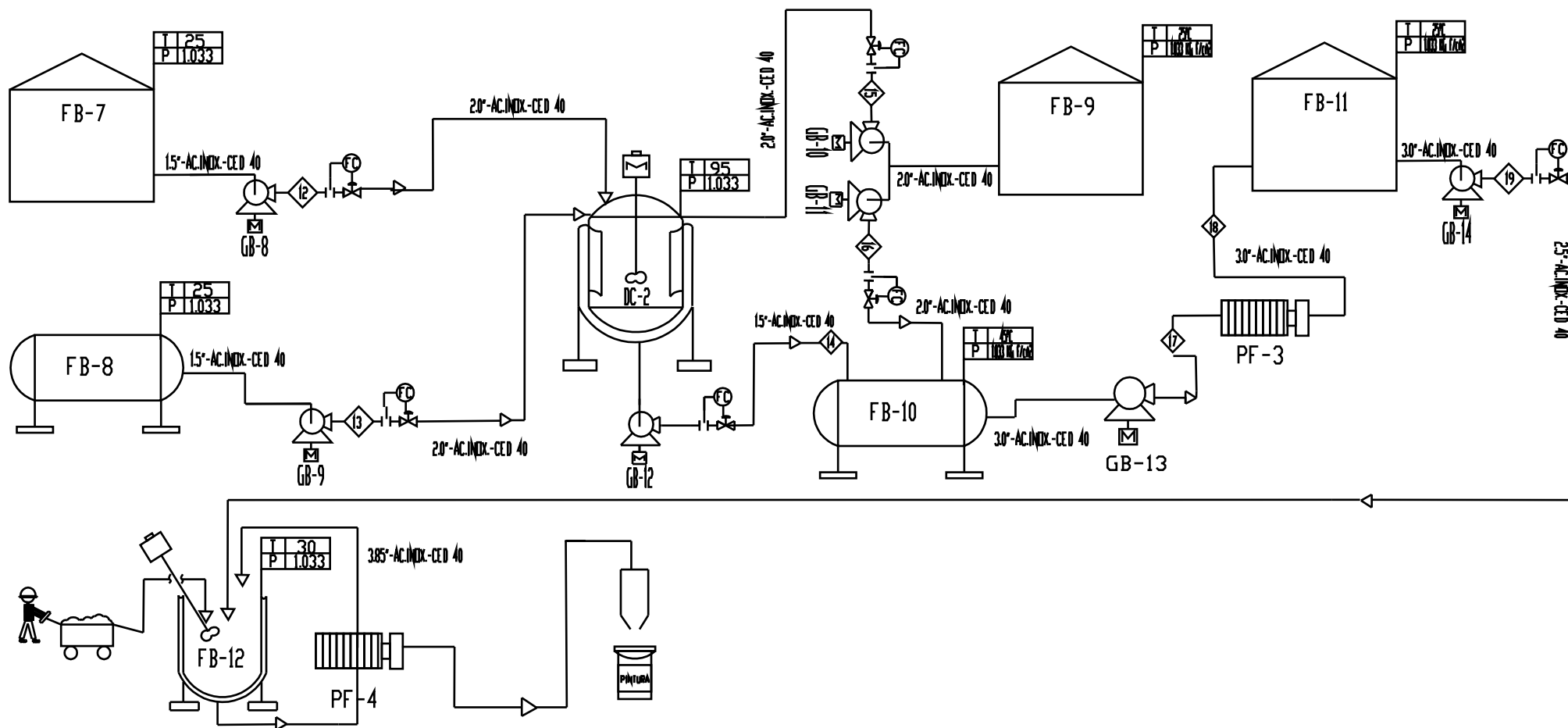


DIAGRAMA DE PROCESOS PARA PRODUCCION DE PINTURA VINIL-ACRILICA

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS:  
 - WILFRIDO HERNANDEZ NORIEGA  
 - GUILLERMO M. JUAREZ LAGUNA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIO SUPERIORES CUATITLAN

SUBSTANCIAS.	12	13	14	15	16	17	18	19
Emulgente.	x	-	-	-	-	-	-	-
Monomero.	-	x	-	-	-	-	-	-
Resina vinil-acrlica.	-	-	x	-	-	x	x	x
Pintura vinil-acrlica.	-	-	-	-	-	-	-	-
Agua.	-	-	-	x	x	-	-	-

# EQUIPOS

## CONDICIONES DE OPERACION.

FB-7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE EMULGENTE	FB-11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESINA VINIL-ACRILICA	GB-11 BOMBA CENTRIFUGA
FB-8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MONOMERO	FB-12 TANQUE DISPERSOR DE PINTURA	GB-12 BOMBA CENTRIFUGA
FB-9 TANQUE DE DILUCION DE RESINA	FB-6 TANQUE DE DISPERSION PARA PINTURA	GB-13 BOMBA CENTRIFUGA
FB-10 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	GB-8 BOMBA CENTRIFUGA	PF-3 FILTRO
	GB-9 BOMBA CENTRIFUGA	PF-4 FILTRO
	GB-10 BOMBA CENTRIFUGA	DC-2 REACTOR RESINA VINIL-ACRILICA
P: KGF/CM2	T: °C	

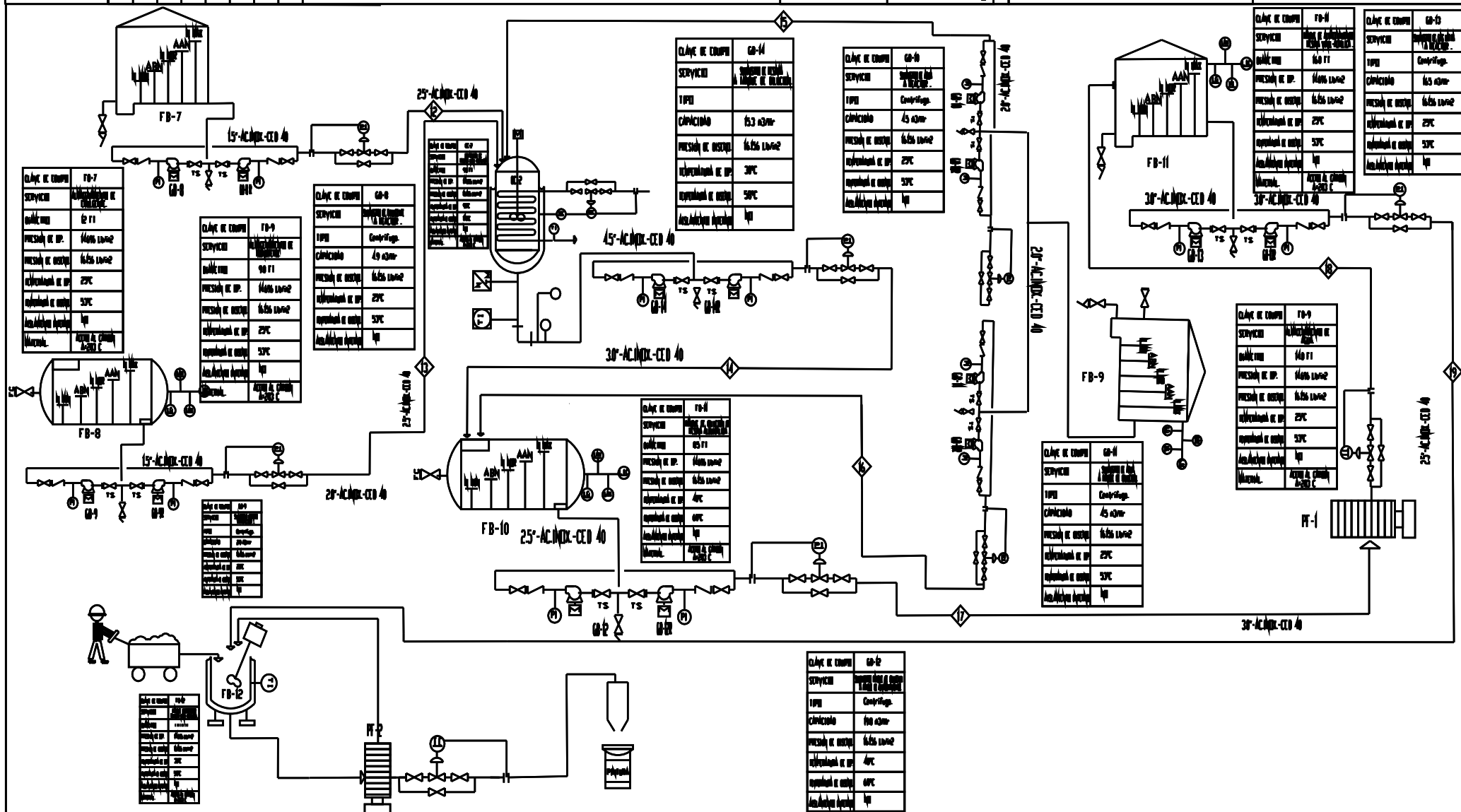


DIAGRAMA DE TUBERIA  
E INSTRUMENTACION  
PINTURA VINIL-ACRILICA

TESIS PROFESIONAL  
QUE PRESENTAN LOS ALUMNOS:  
- WILFRIDO HERNANDEZ NORIEGA  
- GUILLERMO M. JUAREZ LAGUNA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ESTUDIO SUPERIORES CUATILAN

## **CAPITULO 5.**

### **ESTUDIO ECONOMICO.**

Una vez concluido el análisis de factibilidad tecnológica, para el desarrollo del proceso se procede al análisis económico, debido a que de los distintos puntos de evaluación del proyecto este punto es el más trascendental para el análisis financiero, debido a que este análisis permite la decisión final sobre la realización del proyecto desde el punto de vista financiero y de las distintas instituciones financieras.

Para el desarrollo del estudio económico se consideran los recursos económicos necesarios para instaurar la planta, la edificaciones de la planta, tramitación de permisos e impuestos conforme a las normas establecidas por las autoridades así como el análisis de costos y gastos generados durante la etapa de operación de la planta y por último se estima el "Flujo efectivo", por medio del cual se define el tiempo necesario para la recuperación de la inversión.

Además es necesario establecer un estudio de costo de producción, para determinar el costo de la fabricación del producto final, aunque para determinar el costo del producto se realizó en el capítulo 2 un estudio económico y se comparó con los productos disponibles en el mercado así como extranjeros así como el porcentaje de impuestos a pagar.

De entre los factores que son necesarios considerar durante el estudio económico se deberán realizar las siguientes consideraciones:

- Se cuenta con el capital necesario para la instalación de la planta.
- La planta comenzará a producir durante el primer año ya que en el año cero se dedicará a la construcción de la planta y la aprobación del equipo.
- La planta está diseñada para una producción de 9, 500, 000 litros al año sin embargo esta será diseñada planeando un incremento en su producción en años posteriores.

La información que aquí se muestra para el desarrollo del estudio económico está en base de precios al consumidor de enero del 2007 tomando en cuenta la inflación proyectada para el siguiente año por el Banco de México.

Para permitir que la información que aquí se presenta sea clara y concisa esta se dividirá en los siguientes puntos:



## 5.1 PLAN GLOBAL DE INVERSIONES.

Este punto considera las partidas de inversión total que necesita la planta para su edificación, tomando en cuenta los conceptos de inversiones fijas y de constitución de la empresa.

- a) **Inversiones fijas:** Las inversiones tomarán en cuenta los gastos necesarios para la construcción e instalación de la nueva planta, siendo independiente del volumen de producción<sup>1</sup>.
- I. Levantamiento topográfico.
  - II. Estudio de mecánica de suelos.
  - III. Tramitación y obtención de permisos.
  - IV. Compra de terreno.
  - V. Urbanización.
  - VI. Construcciones.
  - VII. Áreas verdes.
  - VIII. Terracería y caminos.
  - IX. Barda perimetral.
  - X. Compra de maquinaria y equipos.
  - XI. Instalación de maquinaria y equipos.
  - XII. Equipo rodante.
  - XIII. Mobiliario y equipo de oficina.
  - XIV. Equipo rodante.
  - XV. Mobiliario y equipo de oficina.
  - XVI. Ingeniería de detalle.
  - XVII. Tecnología.
- b) **Costo de organización.** Comprenderá los gastos ocasionados por el funcionamiento de la compañía desde su establecimiento ante las autoridades correspondientes.
- I. Estudio de factibilidad.
  - II. Constitución de la empresa.
- c) **Capital de trabajo.** Este abarca el valor de un mes del costo de producción más un mes del valor de las materias prima.
- d) **Imprevistos.** Estos son gastos generados por factores ajenos al establecimiento de la empresa.

---

<sup>1</sup> Los números serán expresados en miles de pesos.

## **5.2 COSTO DE PRODUCCIÓN.**

El costo de producción esta constituido por los gastos generados por la empresa durante la realización de su producto, siendo estos costos directamente proporcionales al volumen de lo producido.

- I. Ingresos brutos totales.
- II. Inventarios.
- III. Gastos de producción.
  - Mano de obra directa.
  - Mano de obra indirecta.
  - Depreciación de la planta.
  - Reparación y mantenimiento.
  - Energía eléctrica y combustible.
  - Seguro de plata.
  - Repuestos y accesorios.
- IV. Gastos administrativos.
- V. Gasto de venta.
- VI. Gastos financieros.

## **5.3 PUNTO DE EQUILIBRIO.**

Mediante el punto de equilibrio se facilita a la empresa l momento que se obtendrá la generación de utilidades, en este están representados los costos de producción agrupados mediante gastas fijas y gasto variable aunado a las ventas totales, todas estas variables en función del tiempo.

## **5.4 FLUJO DE EFECTIVO.**

Este es elaborado a partir de la información contenida en los presupuestos de venta, costos y gastos, siendo presentada mediante tablas de producción.

## I. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

El costo por levantamiento topográfico, incluye lo siguiente (Sin embargo este costo se omite aquí, porque este costo se contempla para ya en el costo del terreno, pero se mocionan los puntos que se deben tomar en cuenta).

- ▶ Delimitación del área donde se localiza el terreno y camino de acceso.
- ▶ Configuración del terreno en curvas de nivel.
- ▶ Planificación del dren natural más próximo así como propuesta de drenes alternativos.
- ▶ Secciones transversales.

Costo de levantamiento topográfico. = \$ 0,000

## II. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

De igual forma el costo de mecánica de suelos no se contempla, ya que este estudio se realizado desde la implementación del parque industrial.

Costo estudio de mecánica de suelos = \$ 0,000

## III. TRAMITACIÓN Y OBTENCIÓN DE PERMISOS.

La tramitación de permisos y licencias de trabajo, serán los siguientes:

- ▶ Servicios ante las dependencias correspondientes.
- ▶ Permisos de construcción.

Costo estudio de mecánica de suelos = \$ 850.000

## IV. COMPRA DE TERRENO.

Superficie requerida (Costo/m<sup>2</sup>) = 5260,75 m<sup>2</sup> (375/m<sup>2</sup>)

Costo terreno = \$ 1446.240

## V. URBANIZACIÓN.

El costo de urbanización esta contemplado en la compra del terreno.

Costo de urbanización. = \$ 0.000

## VI. CONSTRUCCIONES.

El precio de las edificaciones (Ya que se debe contemplar el costo para comedores, oficinas y laboratorios), tomará en cuenta los siguientes conceptos:

- ◻ Cimentaciones.
- ◻ Estructura.
- ◻ Albañilería.
- ◻ Instalaciones sanitarias.
- ◻ Instalaciones Hidráulicas.
- ◻ Instalaciones de gas L.P.
- ◻ Instalaciones Eléctricas.
- ◻ Cancelería.
- ◻ Cerrajería.
- ◻ Vidriera.
- ◻ Pintura.
- ◻ Herrería.

Oficinas = \$ 676.500

Superficie requerida (Costo/m<sup>2</sup>) = 200 m<sup>2</sup> (3075/m<sup>2</sup>)

Laboratorio de control de calidad y desarrollo = \$ 1111.250

Superficie requerida (Costo/m<sup>2</sup>) = 350 m<sup>2</sup> (3175/m<sup>2</sup>)

Caseta de regulación. = \$ 41.125

Superficie requerida (Costo/m<sup>2</sup>) = 35 m<sup>2</sup> (1175/m<sup>2</sup>)

Almacenes = \$ 2091.000

Superficie requerida (Costo/m<sup>2</sup>) = 680m<sup>2</sup> (3075/m<sup>2</sup>)

Comedor, baños y estacionamiento. = \$ 6371.200

Superficie requerida (Costo/m<sup>2</sup>) = 200 m<sup>2</sup> (2896/m<sup>2</sup>)

Costo de urbanización. = \$ 10291.075

## VII. ÁREAS VERDES

El costo por áreas verdes abarca los siguientes aspectos:

- ▶ Pasto artificial.
- ▶ Árboles.
- ▶ Plantas.

Áreas verdes = \$ 76.167

### VIII. TERRECERÍA Y CAMINOS.

El costo del terreno también incluye este concepto.

Costo de terracería y caminos = \$ 0,000

### IX. BARDA PERIMETRAL.

Costo de barda perimetral. = \$ 1923.955

Superficie requerida (Costo/m2) = 320 m<sup>2</sup> (1012,36/m<sup>2</sup>)

### X. COMPRA DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

FA-1 Tanque de aceite de linaza.	=	\$	270.760
FA-2 Tanque de glicerina	=	\$	213.170
FA-3 Tanque de almacenamiento de solvente (nafta).	=	\$	237.760
FA-4 Tanque de dilución (nafta).	=	\$	118.880
FA-5 Tanque de almacenamiento.	=	\$	380.420
FA-6 Volumen de reactor (resina alquidámica).	=	\$	142.660
FA-7 Tanque de emulgente.	=	\$	166.380
FA-8 Tanque de monómero.	=	\$	144.260
FA-9 Tanque de solvente (agua).	=	\$	225.870
FA-10 Tanque de dilución y ajuste de propiedades.	=	\$	206.850
FA-11 Tanque de almacenamiento.	=	\$	348.390
FA-12 Volumen de reactor (resina vinil-acrítica).	=	\$	171.330
MB-1 Molino de perlas (2).	=	\$	160.910
MB-1 Molino de bolas (3).	=	\$	508.370
Tanque de dispersión de pintura vinil-acrítica (6).	=	\$	154.070
Tanque de dispersión de pintura alquidámica (7).	=	\$	215.700
Agitadores con reductor (10).	=	\$	595.360
Filtro (4).	=	\$	204.110
Bomba GB-1 Tanque de almacenamiento aceite de linaza a reactor.	=	\$	3.800
Bomba GB-2 Tanque de almacenamiento de glicerina a reactor.	=	\$	3.800
Bomba GB-3 Tanque de almacenamiento de solvente nafta a reactor.	=	\$	4.570
Bomba GB-4 Tanque de almacenamiento de solvente a tanque de dilución.	=	\$	4.570
Bomba GB-5 Reactor de resina alquidámica a tanque de dilución.	=	\$	3.900
Bomba GB-6 Tanque de dilución a tanque de almacenamiento.	=	\$	5.000

Bomba GB-7 Tanque de almacenamiento a tanque de dispersión.	=	\$	4.550
Bomba GB-8 Tanque de almacenamiento de emulgente a reactor.	=	\$	3.450
Bomba GB-9 Tanque de almacenamiento de monómero a reactor.	=	\$	2.790
Bomba GB-10 Tanque de almacenamiento de agua a reactor.	=	\$	5.780
Bomba GB-11 Tanque de almacenamiento de agua tanque de dilución.	=	\$	3.700
Bomba GB-12 Reactor a tanque de dilución de resina	=	\$	1.980
Bomba GB-13 Tanque de dilución de resina a tanque de almacenamiento de resina vinil-acrítica.	=	\$	6.790
Bomba GB-14 Tanque de almacenamiento de resina vinil-acrítica a tanque dispersor de pintura.	=	\$	5.400
Motogenerador.	=	\$	1,100.00
Costo de maquinaria y equipo:	=	\$	4016.955

### XI. INSTALACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO.

El costo para la instalación del equipo es del 5% del costo de la maquinaria.

Costo de instalación de equipo y maquinaria. = \$ 200.848

### XII. EQUIPOS RODANTES.

Automóvil (Gerente).	=	\$	150.000
Automóvil (Gerente de ventas).	=	\$	127.500
Gato patín (6).	=	\$	108.00
Montacargas (3).	=	\$	750.00
Costo de instalación de equipo y maquinaria.	=	\$	1,135.500

### XIII. MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA.

Escritorio (10) - C/ Sillas (25).	=	\$	20.790
Librero (3).	=	\$	4.280
Maquinas de escribir (2).	=	\$	0.700
Calculadora (3).	=	\$	0.940
Computadora Dell (Bifuncional) (11).	=	\$	135.300
Impresora laser (1).	=	\$	8.760
Teléfonos (8).	=	\$	1.840
Fax (1).	=	\$	1.200
Copiadora (1).	=	\$	8.900
Archivero (2).	=	\$	0.900
Destructora de papel (1).	=	\$	1.600
Software para oficina:	=	\$	8.900

SAP, OFFICE 98, WINDOWS 98, MINITAB, QUEST

Programación fiscal, Programa de facturación Mati/Co, Programa de contabilidad Mati/Con	=	\$	75.000
Costo de instalación de equipo y maquinaria.	=	\$	194.095

### XIV. INGENIERÍA DE DETALLE.

El costo de la ingeniería de detalle equivale al 5% del valor del equipo.

Costo de ingeniería de detalle	=	\$	200.848
--------------------------------	---	----	---------

### XV. TECNOLOGÍA.

Se destinará el 1,5% del valor de ventas brutas para investigación e innovación tecnológica con el fin de poder tener una competitividad dentro del mercado.

Costo de tecnología.	=	\$	5542.500
----------------------	---	----	----------

**COSTO POR INVERSIONES FIJAS = \$ 36169.258**

### B. COSTO DE ORGANIZACIÓN

I). Estudio de factibilidad. Se establece del 1-2% del valor del costo total de la planta.

Costo de tecnología.	=	\$	723.385
----------------------	---	----	---------

II). Constitución de la empresa. Para la formación de la empresa se requiere del 5% de la inversión fija.

Costo para constitución de empresa.	=	\$	1808.463
-------------------------------------	---	----	----------

**Costo total de organización TOTAL B = \$ 2531,848**

### C. CAPITAL DE TRABAJO. Tomando un mes de producto y de materia prima.

Producto terminado y Materia prima.	Cantidad/1 mes (Litros)	Costo unitario. (\$/Litro)	Total. (\$)
• PINTURA ALQUIDÀLICA	440000	51	22440
• PINTURA VINIL-ACRILICA	360.000	42	15120
Total producto terminado		=	\$ 37560

	Cantidad / 1 mes (TON)	Costo unitario. (\$/Ton)	Total (\$)
ACEITE DE LINAZA	89,97	4230	237,866.120
ANHÌDRIDO FTÀLICO	57,68	6233	224,680.170
GLICERINA	29,99	3600	67,479.750
EMULGENTE	89,97	9345	52,549.86
MONOMERO	53,06	8124	2.990
CARGAS Y PIGMENTOS.	450,05	7200	196,884.900
ADITIVOS.	8,92	10980	8,158.41
AYUDANTES DE MOLIENDA	1,74	3110	450.170
TOTAL MATERIA PRIMA		=	\$ 788,072.38

Producto terminado y materia prima.	Cantidad / 1 mes (MILES DE LITROS).	Costo unitario. (\$/ton)	Total (\$)	
Solvente (agua).	93.95	0.15	14.092	
Solvente (gas nafta).	125.97	2.60	327.522	
ENVASES	% Porcentaje utilizado	Número de envases	Costo unitario.	Total (\$)
200 Lt.	8	120.820	45,00	5.440
1 Gal.	28	21,966.550	9,00	197.700
1 Lts.	38	114,775.200	3,00	459.100
0,5 Lts	26	157,060.800	2,50	471.000
0,25 Lts.	13	157,060.800		392.650

Capital de trabajo. Producto vendido- (Materia prima+Envases)

= \$ TOTAL D 3,954.900

#### D. IMPREVISTOS.

Los imprevistos son el 10% del total de inversiones fijas y el capital de trabajo.

Costo de imprevistos. = \$ 4,726.030

**Inversiones totales. = \$ 55,017.660**

## 8.2 COSTO DE PRODUCCIÓN.

### A. Ingresos totales.

° Litros de pintura vinil-acrítica:  
(\$42. Precio promedio / Litro) (4, 500,000). = \$ 189000.000

° Litros de pintura alquidámica:  
(\$51. Precio promedio/Litro)(5500000) = \$ 280,500.000

Ventas brutas (Miles de pesos) = \$ 469,500.000

### B. Inventarios.

Se contemplan 365 días de almacenamiento de materia prima como de producto terminado

Producto terminado y materia prima.	Cantidad / 1 AÑO (TON)	Costo unitario. (\$/Ton)	Total (\$)
ACEITE DE LINAZA	674.800	2230	2854.393
ANHIDRIDO FTÁLICO	432.5625	3233	2263.599
GLICERINA	224.930	3600	1259.622
EMULGENTE	674.800	2345	2931.995
MONOMERO	44.220	1124	315.005
CARGAS Y PIGMENTOS.	3281.420	3200	13781.943
ADITIVOS.	89.160	1980	800.683
AYUDANTES DE MOLIENDA	17.370	1110	192.980

**TOTAL = \$ 24400.223**

Producto terminado y materia prima.	Cantidad / 1 mes	Costo unitario. (\$/ton)	Total (\$)	
Solvente (agua).	93.95	0.15	14.092	
Solvente (gas nafta).	125.97	2.60	327.522	
ENVASES	% Porcentaje utilizado	Número de envases	Costo unitario.	Total (\$)(MILES DE PESOS)
200 Lt. 1 Gal.	8	800000	45,00	36000
1 Lts.	28	2800000	9,00	25200
0,5 Lts.	38	3800000	4,00	15200
0,25 Lts.	26	2600000	3,00	7800
	13	1300000	2,50	3250

#### BIENES DISPONIBLES.

Equivalen a la suma del inventario inicial, la compra de materias primas y materiales.

Bienes materiales. = \$ 31334.465  
 ◻ Inventario final.

#### MATERIAS PRIMAS.

= \$ 2428.832

**EMPAQUE.** = \$ 1526.071

Productos en proceso. = \$ 121.442

Producto terminado. = \$ 2428.832

Inventario final. = \$ 6505.177

**CONSUMO = Bienes disponibles-Inventario final. 37839.643**

#### I. MANO DE OBRA DIRECTA.

Para el costo total de la mano de obra directa se evalúa mediante la siguiente formula.

$$\text{M.O.D} = (\text{No. De salarios})(\text{Salar. Min})(\text{Prest.})(365)$$

Las prestaciones representan el 36% del capital adicional, incluyendo: 22%

- ◻ I.M.S.S 5%
- ◻ I.N.F.O.N.A.V.I.T 2%
- ◻ S.A.R. 2%
- ◻ Educación. 5%
- ◻ Vacaciones.

Operación Unitaria	Hombres Requeridos	Turnos	Numero de Sal Mín.	Salario MiNn.	Prestaciones	Número de Días	Total
Pe sado	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Mezclado	6	2	2	51	1,42	365	\$634.399
Reactor	2	2	3	51	1,42	365	\$317.200
Tanque dilutor.	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Molinos.	2	2	3	51	1,42	365	\$317.200
Filtros.	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Envasado	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Almacén de materia prima.	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Almacén de producto terminado.	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466

TOTAL DE MANO DE OBRA DIRECTA

\$3,383.000

\$

## II. MANO DE OBRA INDIRECTA

Operación Unitaria	Hombres Requeridos	Turnos	Numero de Sal Mín.	Salario MiNn.	Prestaciones	Número de Días	Total
Mantenimiento	2	4	3	45,00	1,42	365	\$559.764
Jefe Control de Calidad	1	8	3	45,00	1,42	365	\$559.764
Jefe de Turno	1	6	8	45,00	1,42	365	\$1.119.528
Superintendente.	5	3	12	45,00	1,42	365	\$4.198.230
Almacén de materia prima.	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Almacén de producto terminado.	2	2	2	51	1,42	365	\$211.466
Técnico laboratorista	6	4	3	45,00	1,42	365	\$1.679.292
Jefe Químico	1	10	10	45,00	1,42	365	\$2.332.350

TOTAL DE MANO DE OBRA DIRECTA

\$ 8,485.000

## III. DEPRECIACIÓN DE CAPITAL FIJO.

Concepto.	Índice	Costo	Total (\$)
Edificaciones y construcciones.	0,1	22506.105	1125.305
Equipo y maquinaria.	0,1	15507.709	1550.770
Instalación.	0,2	775.385	77.538
Equipo rodante.	0,3	1135.500	227.100
Equipo de oficina.	0,1	194.095	58.228
Ingeniería de detalle.	0,05	775.385	77.538
Tecnología.	0,05	38.769	1.938

Costo por depreciación. = \$ 3,118.420

## IV. REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Costo por reparación y mantenimiento: Este costo equivale al 0.5 % del valor del total de ventas brutas.

Costo por reparación y mantenimiento.= \$ 216,527



## V. ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA

EQUIPOS	HP
Bomba GB-1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ACEITE DE LINAZA A REACTOR.	0.750
Bomba GB-2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GLICERINA A REACTOR.	0.500
Bomba GB-3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTE NAFTA A REACTOR.	0.500
Bomba GB-4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTE A TANQUE DE DILUCIÓN.	0.250
Bomba GB-5 REACTOR DE RESINA ALQUIDALICA A TANQUE DE DILUCIÓN.	1.000
Bomba GB-6 TANQUE DE DILUCIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO.	1.250
Bomba GB-7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO A TANQUE DE DISPERSIÓN.	0.250
Bomba GB-8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE EMULGENTE A REACTOR.	0.500
Bomba GB-9 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MONOMERO A REACTOR.	0.250
Bomba GB-10 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA A REACTOR.	0.500
Bomba GB-11 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA TANQUE DE DILUCIÓN.	1.000
Bomba GB-12 REACTOR A TANQUE DE DILUCIÓN DE RESINA.	1.500
Bomba GB-13 TANQUE DE DILUCIÓN DE RESINA A TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE RESINA VINIL-ACRILICA.	1.750
BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIOS.	10.00
MOLINO DE PERLAS.	10.00
MOLINO DE BOLAS.	15.00
AGITADORES (A)	15.00
AGITADORES (B)	10.00
AGITADORES (C)	5.00
AGITADORES (D)	1.000
ILUMINACIÓN	136.00
EQUIPO ELÉCTRICO Y DE LABORATORIO.	

**POTENCIA TOTAL** 12500

POTENCIA = H.P. (1KW/1.341 H.P.)  
12500 (1 1KW/1.341 H.P.)  
= 2011.5 KW/Hr

POTENCIA ANUAL = (2011.5 KW/Hr)(24Hr)(350 DIAS) = 16,896.600

FACTOR DE POTENCIA = 0.85

INFLACIÓN = \$20.56

COSTO/ KW = \$ 0.36

**COSTO DE ELECTRICIDAD =**

**\$106,302.593**

## VI. SEGURO DE LA PLANTA.

Una planta bien instalada y que cumple con los requisitos y normas requeridas por la compañía de seguros paga alrededor del 1% del valor activo fijo más el valor del inventario, sin embargo debido a que esta se pretende que la planta pague el 1.3%, por sus altos niveles de riesgos.

COSTO DE SEGURO DE LA PLANTA = \$ 562.970

## VII. REPUESTOS Y ACCESORIOS.

El costo de repuestos y accesorios para una planta química es del 5% del valor del activo fijo es decir:

COSTO DE REPUESTOS Y ACCESORIOS = \$ 2,165.270

**VALOR TOTAL DE C**

**124,626.19**

UNIDAD BRUTA

La unidad bruta es la suma de B+C menos la venta (A) \$ 340,918.910

## D. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN.

Equivalen a los sueldos totales de todo el personal administrativo incluyendo a gerente general, gerente de planta, jefe de control de calidad, policías, jefe de almacén y su personal.

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN= \$ 3,559.20

### E. GASTO EN VENTAS.

**Sueldos mas prestaciones.** Se toman en cuenta los sueldos del gerente de ventas, sus agentes y secretaria, sin tomar en cuenta los gastos por viáticos.

Operación Unitaria	Hombres Requeridos	Turnos	Numero de Sal Mín.	Salario Mín.	Prestaciones	Número de Días	Total
Gerente de ventas	28	1	3	45.00	1,42	365	1.959
Vendedores (4).	7	1	3	45.00	1,42	365	490
Secretaria de calidad.	5	1	8	45.00	1,42	365	933

**GASTOS EN SUELDOS MAS PRESTACIONES= \$3,382.000**

**Comisiones de ventas.** Se asigna una comisión por ventas, en este caso la empresa dará un 7 por ciento del total de ventas.

Operación Unitaria	Hombres Requeridos	Turnos	Numero de Sal Mín.	Salario Mín.	Prestaciones	Número de Días	Total
Vendedores (4).	7	1	3	45,00	1,42	365	490
Secretaria de calidad.	5	1	8	45,00	1,42	365	933

**GASTOS EN SUELDOS MAS PRESTACIONES= \$1,423.000**

### COMISIONES DE VENTAS.

Se asigna una comisión por ventas, en este caso la empresa dará un 7 por ciento del total de ventas.

GASTOS EN COMISIONES DE VENTA= \$25,865.000

### PUBLICIDAD Y GASTOS DE REPRESENTACIÓN.

Aquí se considera también los gastos de año nuevo así como los gastos en comidas para clientes.

PUBLICIDAD Y GASTOS DE REPRESENTACIÓN.= \$450.000

**VALOR TOTAL DE E: \$ 27,737.730**

### F.GASTOS FINANCIEROS.

Los inversionistas pedirán un préstamo al banco del 25% del plan global de inversión, manejando una tasa de interés anual del 20%.a un plazo de 5 años.

**VALOR TOTAL DE F: \$6,934.430**

**TOTAL DE GASTOS. \$165,888.930**

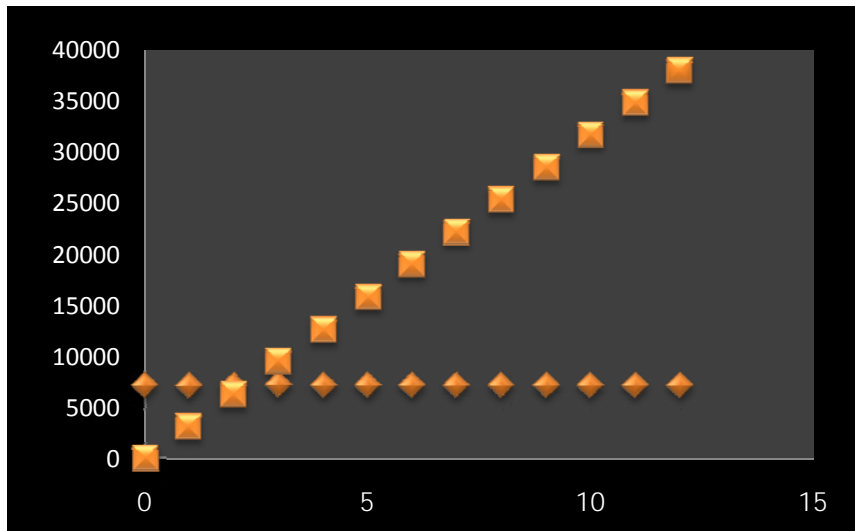
### 8,3 PUNTO DE EQUILIBRIO.

El punto de equilibrio es aquel en donde una empresa no gana ni pierde dinero, es decir cuando todos los gastos de lo vendido son iguales a los costos.

Para obtener gráficamente el punto de equilibrio se separan los gastos fijos de los gastos variables. Los primeros son aquellos que se realizan aunque no exista producción y los segundos están en función de la producción.

<b>GASTOS FIJOS.</b>	
º Mano de obra directa.	3383.462
º Mano de obra indirecta.	8485.090
º Depreciación.	3118.420
º Seguro.	216.526
º Administración (sueldos).	3559.195
º Gastos de oficina.	70000.000
º Gastos financieros.	1422.733
º Sueldos más prestaciones.	25.865
<b>GASTOS VARIABLES.</b>	
º Costo de lo producido y lo vendido.	3031.374
º Publicidad.	450.000
º Materia prima.	2,428.830
º Reparación y mantenimiento.	216.526
º Energía eléctrica.	106,302.590
º Repuestos y accesorios.	2165.267
º Comisiones de ventas.	1422.734
º Impuestos.	0,00000

MES	INGRESOS TOTALES (MILES DE PESOS)	Gastos Fijos (mdp)	Gastos Variables (mdp)
0	\$ =====	7195.690	\$ =====
1	\$ 369,500.000	7195.690	9668.110
2	\$ 739,000.000	7195.690	19336.221
3	\$ 1,108,500.000	7195.690	29004.332
4	\$ 1,478,000.000	7195.690	38672.442
5	\$ 1,847,500.000	7195.690	48340.553
6	\$ 2,217,000.000	7195.690	58008.664
7	\$ 2,586,500.000	7195.690	67676.775
8	\$ 2,956,000.000	7195.690	77344.885
9	\$ 3,325,500.000	7195.690	87012.996
10	\$ 3,695,000.000	7195.690	96681.107
11	\$ 4,064,500.000	7195.690	106349.218
12	\$ 4,434,000.000	7195.690	116017.328



Como se observa el punto de equilibrio se tiene casi a los 2 meses, lo cual nos permite tener la certeza de que estamos bien ya que para plantas químicas el punto de equilibrio debe mantenerse en un tiempo menor a tres meses.

#### FLUJO EFECTIVO.

Equivale al capital utilizado durante un cierto periodo de tiempo.

#### CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO EFECTIVO.

Para realizar este análisis, se enlistan las actividades que se llevaran a cabo

Se contemplara desde la constitución de la empresa hasta el arranque de la misma

1) Constitución de la empresa.	
Estudio de factibilidad.	\$7,569.658
Constitución de la empresa.	\$165,888.926
2) Contratación de gerente.	
Sueldo de gerente por mes	\$35.244
Automóvil de gerente	\$150.000
3) Adquisición de oficina (Provisional)	
Costo de oficina por mes	\$2.708
4) Contratación de Secretaria y Contador.	
Sueldo de secretaria/mes	\$6.518
Sueldo de contador/mes	\$13.036
5) Compra de terreno.	
Costo de terreno.	\$1446.240
6) Diseño de la planta.	
Ingeniería de detalle.	\$775.385
Tecnología.	\$38.769
7) Levantamiento topográfico, tramitación de permisos, y urbanización.	
Topografía y estudio de suelos.	\$0.00000
Permisos.	\$850.000
Urbanización.	\$0.00000

8) Construcciones y caminos.

A pagar en tres meses. \$0.0000

9) Cotización de equipos. No aplica.

10) Compra de equipo.

A pagar en 5 meses. \$3101.541

11) Instalación de equipos.

A pagar en dos meses. \$387.692

12) Contratación de personal de mano de obra directa.

Este se realiza hasta el doceavo mes.

13) Compra de materia prima. \$1593.625

Se compra materia prima para 15 días. A pagar en 3 meses.

14) Contratación de personal administrativo y mano de obra directa.

\$3,559.195

Esta contratación comienza a partir del doceavo mes, sin embargo cierto personal labora a partir del octavo mes.

5) Arranque de la planta.

Los costos de arranque de una planta de procesos son del orden del 10 por ciento de la inversión. A pagar a 12 meses.

\$43,305.356



### FLUJO DE OPERACIONES DURANTE EL PRIMER AÑO

INGRESOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
VENTAS	\$ =====	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$369,500.00
TOTAL	\$ =====	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$369,500.00
EGRESOS													
Gastos	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 19,050.217
Mat. Prima	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 30,451.162
MOD	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 32,191.607
MOI	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 86,989.644
Mtto	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 1,275.631
Energía.	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 6,722.047
Seguro	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 58,215.456
Sueldos	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 310,380.000
Comisiones	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 5,400.000
Publicidad	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 1,093,874.021
G. Financ.	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 1,644,549.786
TOTAL	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 19,050.217
DIFERENCIA	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (164,116.270)
ACUMULADO	\$ (13,704.582)	\$ (30.792)	\$ 13,642.998	\$ 27,316.788	\$ 40,990.578	\$ 54,664.368	\$ 68,338.158	\$ 82,011.948	\$ 95,685.737	\$ 109,359.527	\$ 123,033.317	\$ 136,707.107	

**BALANCE DEL PRIMER AÑO****I ACTIVO**

	MONTO	
I. ACTIVO CIRCULANTE		(mdp)
1. Bancos	\$(164,116.270)	
2. Cuentas por cobrar	\$30.792	
3. Inventarios	\$196,675.983	
<b>TOTAL</b>	<b>\$32,590.504</b>	

**II ACTIVO FIJO**

DESCRIPCIÓN	Depreciación anual	MONTO (mdp)
Terreno	0%	\$-
Edificios y const.	5%	\$19,743.950
Maquinaria y eq.	10%	\$3,812.232
Instalación	10%	\$190.612
Equipo rodante	20%	\$908.400
Mobiliario	33%	\$130.044
Ingeniería de detalle	10%	\$190.612
<b>TOTAL</b>		<b>\$24,975.848</b>

**PASIVO**

	MONTO	
I. PASIVO CIRCULANTE		(mdp)
1. Cuentas por pagar	\$88,349.314	
2. Documentos por pagar	\$877,534.976	
3. Impuestos por pagar	\$(4,260,800.998)	
<b>TOTAL</b>	<b>\$(3,294,916.709)</b>	

**III ACTIVO DIFERIDO**

	Depreciación anual	MONTO (mdp)
Tecnología	5%	\$10.060
Costos de org.	10%	\$19.002
<b>TOTAL</b>		<b>\$29.062</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>		<b>\$57.595.415</b>

**PASIVO**

	MONTO
I. PASIVO CIRCULANTE	(mdp)
1. Cuentas por pagar	\$88,349.314
2. Documentos por pagar	\$877,534.976
3. Impuestos por pagar	\$(4,260,800.998)
<b>TOTAL</b>	<b>\$(3,294,916.709)</b>
<b>II. CAPITAL SOCIAL</b>	<b>\$8,775,349.757</b>
<b>III UTILIDAD</b>	<b>\$(5,422,837.634)</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>\$57,595.415</b>



**FLUJO DE OPERACIONES DURANTE EL SEGUNDO AÑO**

<b>INGRESOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>TOTAL</b>
VENTAS	\$ =====	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$30,791.666	\$369,500.00
TOTAL	\$ =====	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$30,791.67	\$369,500.00
<b>EGRESOS</b>													
Gastos	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 19,050.217
Mat. Prima	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 2,537.597	\$ 30,451.162
MOD	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 2,682.634	\$ 32,191.607
MOI	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 7,249.137	\$ 86,989.644
Mtto	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 106.303	\$ 1,275.631
Energía.	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 560,170.62	\$ 6,722.047
Seguro	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 4,851.288	\$ 58,215.456
Sueldos	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 25,865.000	\$ 310,380.000
Comisiones	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 450.000	\$ 5,400.000
Publicidad	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 91,156.168	\$ 1,093,874.021
G. Financ.	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 13,704.582	\$ 1,644,549.786
TOTAL	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 1,587.518	\$ 19,050.217
DIFERENCIA	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (13,704.582)	\$ (164,116.270)
ACUMULADO	\$ (13,704.582)	\$ (30.792)	\$ 13,642.998	\$ 27,316.788	\$ 40,990.578	\$ 54,664.368	\$ 68,338.158	\$ 82,011.948	\$ 95,685.737	\$ 109,359.527	\$ 123,033.317	\$ 136,707.107	

**BALANCE DEL SEGUNDO AÑO****I ACTIVO**

	MONTO	
I. ACTIVO CIRCULANTE		(mdp)
1. Bancos	\$(164,116.270)	
2. Cuentas por cobrar	\$30.792	
3. Inventarios	\$196,675.983	
<b>TOTAL</b>	<b>\$32,590.504</b>	

**II ACTIVO FIJO**

DESCRIPCIÓN	Depreciación anual	MONTO (mdp)
Terreno	0%	\$-
Edificios y const.	5%	\$19,743.950
Maquinaria y eq.	10%	\$3,812.232
Instalación	10%	\$190.612
Equipo rodante	20%	\$908.400
Mobiliario	33%	\$130.044
Ingeniería de detalle	10%	\$190.612
<b>TOTAL</b>		<b>\$24.975.848</b>

**PASIVO**

	MONTO	
I. PASIVO CIRCULANTE		(mdp)
1. Cuentas por pagar	\$88,349.314	
2. Documentos por pagar	\$877,534.976	
3. Impuestos por pagar	\$(4,260,800.998)	
<b>TOTAL</b>	<b>\$(3,294,916.709)</b>	

**III ACTIVO DIFERIDO**

	Depreciación anual	MONTO (mdp)
Tecnología	5%	\$10.060
Costos de org.	10%	\$19.002
<b>TOTAL</b>		<b>\$29.062</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>		<b>\$57,595.415</b>

**PASIVO**

	MONTO
I. PASIVO CIRCULANTE	(mdp)
1. Cuentas por pagar	\$88,349.314
2. Documentos por pagar	\$877,534.976
3. Impuestos por pagar	\$(4,260,800.998)
<b>TOTAL</b>	<b>\$(3,294,916.709)</b>
<b>II. CAPITAL SOCIAL</b>	<b>\$8,775,349.757</b>
<b>III UTILIDAD</b>	<b>\$(5,422,837.634)</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>\$57,595.415</b>

## 6.0 CONCLUSIONES.

En base al análisis realizado a nivel técnico-económico, se concluye que es factible la implementación de la planta de resinas y pinturas en el estado de Hidalgo con el fin de satisfacer las necesidades actuales del estado así como poder tener la oportunidad de ingresar a otros estados con mayores consumos en un futuro cercano. Se deduce que además de la sencillez del proceso, los costos para la elaboración de pinturas y resinas son bajos, teniendo la gran ventaja de que la materia prima sea suministrada con gran facilidad.

La capacidad de producción proyectada es de 10, 000,000 litros de pintura al año con lo cual se cubre un 15% de la demanda nacional tomando en cuenta las proyecciones que se tienen para pinturas decorativas. La rentabilidad que la planta generará una buena remuneración económica además de que los beneficios financieros crecen de manera más rápida que la elevación de costos de materias primas, teniendo mayores ingresos en el valor agregado.

Una ventaja adicional que se genera al colocar la planta en el estado de Hidalgo es promover la descentralización de industrias químicas, en el país beneficiando además a otros estados promoviendo la generación de empleo y favoreciéndose con un menor costo de impuestos, mano de obra calificada, menor pago de salarios comparados con los de los estados del centro, cercanía con las materias primas así como cercanía con los clientes.

Como se observa el alcance del ingeniero químico en distintas áreas de la industria es muy amplio, sin embargo es necesario que el ingeniero tenga una visión general del proceso, en el cual se desempeñe, ya que el ingeniero químico es en muchas ocasiones el enlace entre las diferentes áreas de ingeniería que engloban a la planta.

Este trabajo nos permitió personalmente involucrarnos más con distintas áreas de la carrera (como flujo de fluidos, dibujo, tecnología de servicios, química orgánica, seguridad industrial, etcétera), permitiéndonos así reforzar nuestros conocimientos e incluso corregir algunos conceptos así mismo pudimos relacionarnos más con una rama importante de la ingeniería química como es la ingeniería de proyectos, y aun cuando esta tesis es teórica las enseñanzas que nos ha dejado y que esperamos deje a las futuras generaciones de ingenieros químicos les permitan tener una visión más amplia del alcance de esta carrera y que puedan conceptualizar como se proyecta una planta industrial. Debemos resaltar que también tuvimos la oportunidad de observar la influencia que actualmente tiene la administración para el ingeniero, ya que las tendencias del mismo están enfocadas más a un nivel de administración.

## BIBLIOGRAFIA.

- Abrajan R & Becerra H. "Diseño de recipientes para platas de procesos", México D.F. 1975
- ANAFAPYT "Anuario estadístico 2006".
- Alan S. Foust et all "Principles of unit operations" 1ra ed. Ed Jhon Wiley & Sons Inc. U.S.A 1960
- Alan S. Wingrove "Organic Chemistry" 1ra ed. Ed. Harper & Row U.S.A. 1981
- Alvarez Fuster constantino "Diseño de recipientes" Ed UNAM, 1995.
- Crane company "Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías" ,2da edición, Ed McGRAW-HILL México 1990.
- Colección API ESTÁNDAR 620 "TANQUES DE ALMACENAMIENTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN." Ed. Washington American Petroleum Institute 1982.
- Colección biblioteca IMP. "PRODUCTOS BAYER PARA LA INDUSTRIA DE PINTURAS Y BARNECES" VOL. 1,2 Y 3.
- Ernest E. Ludwig "Aplaid Process Design For Chemical And Petrochemical Plants, VOL. 1 y2" 3ra ed. Ed Gul Professional Publishing U.S.A. 1999
- Francisco Barnez. Et all. "Ingeniería de procesos: manual para diseño de procesos químicos para los países en desarrollo." UNAM, México, 1977.
- Gael D. Ulrich "Diseño y economía de los procesos de ingeniria química" 1ra ed. Ed. Interamericana México 1988
- Hawley "Diccionario de química" 2da Ed Ed. Omega España 1993.
- IMP. "MANUAL DE DISEÑO DE PROCESOS- Recipientes" México, 1981.
- INEGI. "Anuarios estadísticos del comercio de los Estados Unidos Mexicanos 2000-2006".
- INEGI. "El sector energético de México", Edición 2006.
- Lloyd E. Brawnell Et all "PROCESS EQUIPMENT DESING", EDITORIAL JOHN WILEY Y SONS U.S.A.1959
- J. Bently and G.P.A Turner "Introduction to Paint Chemistry and principles of paint technology" Primera ed. Ed Chapman and Hall, U.S.A. 1998
- James R.Welty & Charles E. Wicks "Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa" 2da. Ed Limusa Wilaey S.A. de C.V. México 2000.
- Jose R. Barcelo "Diccionario terminológico de química" 2da ed .Ed Ed. Alhambra. Mexico 1976.
- Kenneth W. Whitten "Quimica general" 1ra ed. Ed Interamericana. Mexico 1988.
- Kirt-Othomer "Enciclopedia de tecnología química", 5ta ed, Ed Jhon Wyley & Sons Inc, U.S.A. 1980
- Matas Blanco Alberto. "LAS PINTURAS EN MÈXICO" Primera ed. ;Ed Química General S.A, MEXICO D.F 1978.
- PEMEX "Mnual de procedimientos de de ingeniería de diseño" sección A/III y A/IV.
- Perry, Robert L. "Manual del ingeniero "; 5ta ed. Ed Mc Graw Hill, Mexico 1985.
- Rase Howard F. "Diseño de tuberias para planatas de proceso.", Primera ed. Ed. Blume . Madrid 1973.
- Rase H. R. and Barrow M.H "Ingenieria de proyectos para plantas de proceso" 1ra ed. Ed Continental U.S.A. 1984
- Revista INPRA LATINA. "PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS"
  - Año 2006 mes de Mayo-Junio ,Julio -Agosto.
  - Año 2004 mes de Enero-Febrero ,Julio-Agosto
- Victor L. Streeter "Mecanica de los fluidos" ·3ra ed. Ed. McGraw-Hill México. 1998
- WELDED STEEL TANKS FOR OIL STORAGE(API 650) PUBLICACIÓN DE LA AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. OCTAVA EDICIÓN, NOVIEMBRE DE 1988 .WASHINGTON, D.C.
- WilliamD. Baasel, "Preliminary Chemical Engineering Plant Design" Primera ed. Ed. ELSEVIER, U.S.A. 1978

## INTERNET

1. American Chemical Soc. <http://www.chemcenter.org>
2. American Petroleum Inst. <http://www.api.gov>
3. ANAFAPYT <http://www.ANAFAPYT.com>
4. Banco de Mèxico <http://www.banxico.org.mx>
5. BASF <http://www.BASF.com>
6. COMEX <http://www.COMEX.com>
7. CLARIANT <http://www.CLARIANT.com>
8. CFE <http://www.cfe.gob.mx>
9. Enciclopedia británica. <http://www.eb.com>
10. DISPERSET <http://www.DISPERSET.com>
11. Gobierno del estado de Hidalgo. <http://www.Hidalgo.gob.mx>
12. Grupo OMYA <http://www.omya.com>
13. INPRA LATINA <http://www.inprlatina.com>
14. INEGI <http://www.INEGI.com>
15. Ins. Mex. Del Petroleo <http://www.sgia.imp.mxc>
16. Nat. Inst. of Standars <http://www.nist.gov>
17. NATIONAL STARCH <http://www.Nationalstarch.com>
18. Negociaciones ALVI <http://www.ALVI.com>
19. PEMEX <http://www.pemex.com>
20. Secretaria de hacida <http://www.schp.gob.mx>
21. SIEMENES <http://www.SIEMENES.com>
22. SEGULAB <http://www.SEGULAB.com>