

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE SOLVENTES
PARA PINTURAS ACRÍLICAS A INSTALARSE EN EL ESTADO
ANZOÁTEGUI**

Presentado por

Iscry Del Valle Anez Benavides

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al título de:**

INGENIERO QUÍMICO

Puerto La Cruz, junio de 2007

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE SOLVENTES
PARA PINTURAS ACRÍLICAS A INSTALARSE EN EL ESTADO
ANZOÁTEGUI**

ASESOR

**Ing. Quím. Maritza Millán Silva, M.Sc.
Asesor académico**

Puerto La Cruz, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



DISEÑO PRELIMINAR DE UNA PLANTA DE SOLVENTES
PARA PINTURAS ACRÍLICAS A INSTALARSE EN EL ESTADO
ANZOÁTEGUI

JURADO CALIFICADOR

Ing. Quím. Maritza Millán Silva, M.Sc.
Asesor académico

Ing. Quím. Osvaldo Ochoa
Jurado principal

Ing. Quím. Hernán R. C., M.Sc.
Jurado principal

Puerto La Cruz, junio de 2007

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario”

DEDICATORIA

Dedicado a la Universidad de Oriente, a todos los profesores y personal administrativo que forman parte de ella, porque todos ustedes permiten nuestro desarrollo profesional. Gracias por ser nuestros guías en toda la carrera, gracias a toda su paciencia hoy culmine mi trabajo de grado.

A mis padres Heriberto y Ana Cristina a mis hermanas Laurimar, Anais, Crisbel, a mi hermano José Gregorio, y muy especialmente a mi pareja Nelson Pérez, que este proyecto represente para ustedes parte de un logro personal, porque formaron parte de él y de esta forma así lo siento. Gracias por existir, por su apoyo y sus consejos en todo momento.

A mi profesora y asesora Maritza Millán Silva porque este trabajo de grado es una representación del compendio de todos los recursos intelectuales, morales y sentimentales que ella le brinda a todos y cada unos de sus alumnos en la Universidad de Oriente. La fuerza, cariño y motivación que transmite en sus cátedras quedan marcados en cada uno de nosotros. Gracias por ser como es y nunca cambie.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito es para Dios porque gracias a Él ustedes tienen en sus manos mi trabajo de grado.

Gracias a la Universidad de Oriente por ser el alma, el motor y hogar de todos y cada uno de sus alumnos y profesores.

Un agradecimiento muy especial y cariñoso a mi asesora Maritza Millán Silva, quien de manera incondicional me recibió como uno más de su grupo de tesis, ella que con su dulzura característica me orientó en este largo camino que es el trabajo de grado, ella sabe que sin su orientación y paciencia no lo hubiera logrado. Espero que nunca cambie, que siempre mantenga esos principios, esa ética y ese profesionalismo con que siempre ha trabajado y es por ello que todas las personas que la conocen, la aprecian y la admiran de manera sincera, muchas gracias profesora, usted sabe que errar es de humanos, pero usted está para orientarnos y le doy mil gracias hoy día por eso.

Gracias a Dios tengo unos padres, hermanas y pareja maravillosa, este trabajo es un homenaje de lo que ustedes han hecho de mí.

De mi padre agradezco su fortaleza, porque nunca se rinde ante las adversidades, aprendiendo cada instante de lo que la vida le depara. La capacidad organizativa y creativa para ir obteniendo del medio todo lo que me permita surgir y madurar como ser humano.

De mi madre agradezco, la paciencia, constancia y disciplina que me permitió nunca decaer cuando los días no eran lo que yo esperaba y de esta forma aprovechar cada instante, porque gracias a ellos mi trabajo tomaba cuerpo, haciendo de cada minuto una idea y de cada segundo una meta lograda.

De mi pareja agradezco su infinito apoyo moral, porque indiferentemente todas las adversidades nunca dejó de creer y estar junto a mi. Tu confianza fue primordial para la culminación de este proyecto.

Gracias a mis amigos de Lipesa, del laboratorio de PDVSA San Tome, y a todas las personas que conocí, que de una y otra manera aportaron su granito de arena para la culminación de este trabajo. Ellos saben que aunque no les coloque su nombre y apellido en este agradecimiento el cariño es de corazón. Gracias a todos por su apoyo.

“Gracias Dios por permitirme crecer y madurar con este proyecto y ahora comenzar a sembrar semillas como Ingeniero Químico”

RESUMEN

En este trabajo se diseñó en forma preliminar una planta para la elaboración de solventes acrílicos en la zona norte del estado Anzoátegui a partir de materias primas nacionales e internacionales. Para estudiar la factibilidad técnica y económica del proyecto se realizó un estudio de mercado obteniéndose que la capacidad de la planta en 839 TM/año, se seleccionaron los equipos que conformarán la planta, estos son: tanques de recepción de materia prima, tanques de proceso, tanque mezclador, tanque de almacenamiento temporal, bombas y las balanzas industriales, calculándose sus dimensiones y características esenciales de diseño, utilizando básicamente la información suministrada por los proveedores de los equipos. Posteriormente, se realizó el análisis de los factores geográficos, económicos y sociales para precisar la ubicación de la planta en la zona del peaje de Mesones en Barcelona. En la parte final del proyecto se efectuó la evaluación económica, utilizando estimaciones de nivel preliminar, que permitieron calcular el costo de la inversión total de capital de 1.317.606.312,50 Bs.; de la misma manera se obtuvo que el costo del producto es de 575.000,00 Bs, resultó una tasa de recobro de la inversión de 64 % anual y un tiempo de recuperación de la inversión de un poco menos de 2 años, concluyendo de esta manera en que el proyecto es teóricamente rentable.

CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	viii
CONTENIDO	ix
LISTADO DE TABLAS.....	xiii
LISTADO DE FIGURAS	xv
CAPITULO I.....	17
EL PROBLEMA	17
1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo general.....	19
1.2.2 Objetivos específicos	19
CAPITULO II	20
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
2.1. Antecedentes	20
2.2. Conocimientos generales sobre las pinturas	20
2.3. Solventes	22
2.3.1. Clasificación.....	22
2.3.2. Características fisicoquímicas de los solventes de pinturas.....	23
2.3.3. Termodinámica de los solventes	24
Parámetros	26
Características	26
Sustancia	26
Líquido inflamable	26
Apariencia	26
Incoloro, transparente.....	26
Velocidad de evaporación.....	26
Media(referencia al dietil éter=1)	26
Olor	26
Característico	26
Miscibilidad en agua	26

Miscible.....	26
Solubilidad en agua.....	26
Insoluble.....	26
Test de filtración.....	26
No deja residuo.....	26
Mancha residual.....	26
No deja mancha.....	26
Estabilidad.....	26
Estable.....	26
Incompatibilidad.....	26
Oxidantes, ácidos, agentes cáusticos.....	26
Producto de descomposición.....	26
Dióxido de carbono,.....	26
monóxido de carbono.....	26
Poder de dilución de nitrocelulosa.....	26
Suficiente.....	26
Toxicidad.....	26
Toxico por inhalación e ingestión.....	26
Gravedad específica.....	26
0,79.....	26
Punto de ebullición.....	26
54 °C.....	26
Punto de inflamación.....	26
< 25 °C (copa cerrada).....	26
Índice de refracción.....	26
1,399 – 1,419.....	26
Punto seco de ebullición.....	26
153 °C-163 °C.....	26
Contenido de agua.....	26
0,3.....	26
Contenido de no volátiles.....	26
0,01.....	26
pH.....	26

7.....	26
2.3.4. Mecanismo de dilución de las pinturas	27
2.3.5. Propiedades físicas de las mezclas de solventes	29
2.4 Terminología básica utilizada en la industria de las pinturas	33
2.5 Peligro y toxicidad de los solventes de pinturas	34
2.6. Impactos de los compuestos volátiles orgánicos sobre la naturaleza.....	35
2.7. Regulaciones sobre las sustancias estupefacientes y psicotrópicas en venezuela	35
2.8. Materias primas para la fabricación del solvente para pinturas acrílicas.....	37
2.9. Características generales de los solvente para pinturas (ajustadores o thinner)	39
2.10. Procesos industriales para la obtención del solvente para pinturas.....	40
2.10.1. Procesos de recuperación	41
2.10.2. Proceso de mezclado	44
2.11. Estudio técnico y económico del diseño de la planta.....	45
2.11.1. Formulación técnica del proyecto	47
2.11.2 Formulación económica del proyecto	54
2.11.2.1. Costos de planta	54
2.11.2.2. Estimación de costos	56
2.11.2.3. Métodos para estimar la inversión de capital.....	57
2.11.2.4. Tasa de retorno de la inversión	58
2.11.2.5. Tiempo de recuperación de la inversión	58
CAPITULO III.....	59
DESARROLLO DEL TRABAJO	59
3.1. Metodología	59
3.1.1. Descripción fisicoquímica del solvente para pinturas acrílicas preparado en el laboratorio y de los existentes en el mercado	59
3.1.2. Capacidad de producción de la planta mediante un estudio de mercado. 63	
3.1.2.1. Estudio de mercado	64
3.1.2.2 Capacidad de producción	69
3.1.3. Selección y dimensionamiento de los equipos principales de la planta... 69	
3.1.4. Ubicación de la planta.....	72

3.1.5. Ubicación de de los principales equipos y áreas de trabajo dentro de la planta	74
3.1.6.1. Costos de los equipos.....	75
3.1.6.2. Costos de inversión	76
3.1.6.3. Costo de producción.....	77
3.1.6.4 Tasa de retorno de la inversión	79
3.2. Muestra de cálculos.....	79
3.2.1 Capacidad de producción	79
3.2.2 Dimensionamiento de los equipos	80
3.2.3. Factibilidad económica de la planta.....	81
3.2.3.1. Costos de inversión	81
3.2.3.2. Costos de producción:.....	82
3.2.3.3. Tasa de retorno de la inversión	85
CAPITULO IV.....	88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES.....	88
Y RECOMENDACIONES	88
4.1. Discusión de resultados.....	88
4.1.1. Descripción fisicoquímica del solvente para pinturas acrílicas preparado en el laboratorio y los existentes en el mercado	88
4.1.1.1 Estudio cuantitativo.....	88
4.1.1.2. Estudio cualitativo.....	90
4.1.2. Análisis del estudio de mercado.....	93
4.1.3 Capacidad de producción	99
4.1.4. Selección de los principales equipos de la planta y sus dimensiones ...	100
4.1.5 Ubicación de la planta.....	101
4.1.6 Distribución de los principales equipos y áreas de trabajo dentro de la planta	101
4.1.7 Estudio de factibilidad económica	102
4.1.7.1. Costo de inversión.....	103
4.1.7.2. Costo de producción.....	104
4.2. Conclusiones	107
4.3. Recomendaciones.....	108

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Parámetros fisicoquímicos de los solventes para pinturas [5]	26
Tabla 2.3 Relación entre la masa molecular de los solventes de cetonas y el grado de solvatación[7]	27
Tabla 2.4 Relación de dilución para el nitrato de celulosa [7].....	28
Tabla 2.5 Relación entre las densidades y el índice de refracción de los solventes[7]	32
Tabla 2.6 Relación entre el punto de inflamación y el número de evaporación [7] ..	33
Tabla 2.7 Sustancias químicas controladas por ser susceptibles de desvío hacia la producción ilícita de drogas.....	37
Tabla 2.8 Distribución del uso de los diez solventes orgánicos más usados con respecto a seis grupos de industrias[2]	40
Tabla 2.9. Factores que influyen en la rentabilidad de las inversiones [15]	55
Tabla 2.10. Costos que intervienen en el costo total del producto, para una planta típica de procesos químicos [14]	56
Tabla 3.1. Formulación del solvente para pinturas acrílicas sometido a estudio [7] .	61
Tabla 3.2. Productos comerciales utilizados como puntos de comparación con el solvente acrílico en estudio	62
Tabla 3.3. Pinturas seleccionadas para la evaluación cualitativa del solvente en estudio.....	62
Tabla 3.4. Empresas importadoras y distribuidoras del acetato de butilo a nivel nacional.....	65
Tabla 3.5. Presentación y precios de las diferentes marcas de solventes acrílicos existentes en Venezuela.....	66
Tabla 3.6 Resumen de los costos de los equipos	76
Tabla 3.7 Costo de la materia prima para la producción del solvente para pinturas acrílicas.....	77
Tabla 3.8 Estimación de costos anuales en materia prima para la planta de solvente de pinturas acrílicas [5]	83
Tabla 3.9 Estimación del precio de venta al público del tambor de solvente para pinturas acrílicas.....	84
Tabla 4.1 Características fisicoquímicas del solvente para pinturas acrílicas en estudio.....	88

Tabla 4.2 Resumen de propiedades fisicoquímicas de los thinner acrílicos de las marca Montana, Venezolana de Pinturas, Dupont y el solvente en estudio.....	89
Tabla 4.3. Productores de solventes acrílicos en Venezuela.....	94
Tabla 4.4 Resultados de las encuestas realizadas para el estudio de factibilidad en la creación de la planta de solventes para pinturas acrílicas	97
Tabla 4.5 Costo total de inversión de la planta de solventes para pinturas acrílicas [13	104
Tabla 4.6 Costos de producción anual para la planta de solventes para pinturas acrílicas[13]	105

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema general del proceso de recuperación de solventes[11].....	42
Figura 2.2 Esquema del proceso de destilación simple por lotes[11].....	43
Figura 2.3 Diagrama de bloques del proceso de obtención del solvente para pinturas acrílicas por el método de mezclado [7].....	46
Figura 3.1 Importaciones realizadas por Venezuela en el año 2004 de disolventes y diluyentes orgánicos químicos compuestos, N.P (preparaciones para quitar pinturas y barnices).	67
Figura 3.2 Importaciones realizadas por Venezuela en el año 2005 de disolventes y diluyentes orgánicos químicos compuestos, N.P. (preparaciones para quitar pinturas y barnices).y precio de venta según la presentación en comparación con los que existen en el mercado.Las encuestas propuestas a los posibles consumidores se encuentran en el anexo B.3. De manera general la figura 3.3 refleja la orientación del consumo de solvente acrílico y en base a esta orientación se realizó la encuesta.	68
Figura 3.3 Distribución del consumo de solventes acrílicos.....	68
Figura 4.1 Selección del color de la pinturas acrílica a utilizar en la prueba.....	91
Figura 4.2. Preparación de la mezcla pintura acrílica – solvente en la pistola de aplicación.....	91
Figura 4.3 Aplicación de la pintura acrílica con la pistola a una presión de 30 Lb... ..	92
Figura 4.4. Cubrimiento total de la superficie de manera uniforme	92
Figura 4.5. Acabado final de la lámina pintada con la laca acrílica para reacabado automotriz de QUIMICOLOR y el solvente acrílico preparado en el laboratorio.	92
Figura 4.6 Distribución geográfica de las principales empresas productoras de solvente acrílico en Venezuela.	96
Figura 4.7 Porcentaje de distribución en el consumo de solvente para pinturas acrílicas de la zona de Anzoátegui	97
Figura 4.8 Porcentaje de distribución en el consumo de solvente para pinturas acrílicas de la zona de Monagas	98
Figura 4.9 Porcentaje de distribución en el consumo de solvente para pinturas acrílicas de la zona de Guayana.....	98
Figura 4.10. Layout de la parcela escogida para la construcción de la planta de solventes acrílicos.....	102

Figura 4.11 Layout del sitio escogido para la construcción de la planta de solvente acrílico fundamentó en la tasa de retorno de la inversión, basada en la determinación de los costos de inversión y de producción calculados en el capítulo 3, estos resultados se consideran a continuación: 103

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La primera industria de pinturas en Venezuela, fue fundada en 1941 en la ciudad de Caracas, con el nombre de Pinturas Pinco, S.A. En 1969 comienza a operar en la planta de Charallave, estado Miranda, ocupando un área de 65.000 metros cuadrados, y una capacidad instalada de 7,5 millones de galones al año.

Para el año de 1949 se funda en la ciudad Caracas, Pinturas Montana, y a partir de 1971 estableció su planta manufacturera en Valencia. Ocupando esta planta un área de 62.000 metros cuadrados y una capacidad instalada de 12 millones de galones al año. Montana era el nombre de una fábrica en Praga, que pertenecía a la familia Neumann desde el principio de la década de los veinte. La razón del nombre Montana según lo recuerda Lotar Neumann, que es proveniente del latín, quiere decir “algo que viene de la tierra” y los Neumann utilizaban en sus inicios, pigmentos de óxido de hierro orgánico que provenía de la tierra. A raíz de la segunda guerra mundial, la fábrica fue ocupada y los Neumann emigraron a los Estados Unidos de América. Luego los Neumann, realizaron estudios de mercado en países incipientes y Venezuela se mostró como el mejor candidato, con tan solo una empresa de pinturas para la fecha (1949), de esta manera nace en Venezuela Pinturas Montana[1].

En el año 1959, se crea Resimon, para cubrir las necesidades de Montana en cuanto a resinas, en el mismo año, se constituye Montana Grafica, que realiza las etiquetas para los envases de pinturas Montana. A principios de los 60, se adquiere Cerdex (fabrica de brochas y aplicadores de recubrimientos) y Grafis (fabrica de tintas), de esta manera Corimon se muestra como una empresa integral, líder en el comercio de las pinturas [1].

Comienza en Venezuela en el año 1953, Venezolana de Pinturas, siendo pionera en la introducción de sistemas de color en tiendas, con su confiable sistema matices, único en su clase por la belleza y exclusividad de sus colores [2].

La industria de pinturas se convierte dentro de la industria química de Venezuela en uno de los grupos con mayor grado de desarrollo y de los pocos en el país con la capacidad de abastecer la totalidad de la demanda nacional, y cubrir parte de las

necesidades de ciertos países. Están dedicadas a la fabricación y comercialización de los mejores recubrimientos con los más altos niveles de exigencia de calidad, los cuales abarcan todos los segmentos del mercado y satisfacen todas las necesidades que puede tener un consumidor en una situación determinada, estas áreas del mercado son las siguientes: arquitectónico, mantenimiento industrial, madera, reacabado automotriz y fabricantes de equipo original, entre otros. En este constante ascenso de la producción y diversificación de los tipos de productos elaborados, se introduce la fabricación de solventes industriales

Los solventes industriales, ajustadores o solventes reductores de pinturas, facilitan la aplicación de las pinturas, aceleran o retardan el secamiento según las necesidades del pintor, posibilitan la obtención de acabados óptimos y facilitan el lavado de los equipos de aplicación.

La mezcla de compuestos aromáticos, alifáticos, alcoholes y cetonas en diferentes proporciones definen de manera general la composición de los solventes industriales para pinturas.

Actualmente, 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 con su uso, ya sea industrial (minería, industria pesada, construcción naval, automotriz, electrodomésticos, grifería y sanitarios, muebles y construcción entre otros) o decorativo (arquitectónico, uso doméstico). Las pinturas también se clasifican según el vehículo o disolvente base (agua o solvente), que se evapora luego de la aplicación del producto, el uso de los solventes industriales entran de manera efectiva en cada una de esas aplicaciones. Esta versatilidad de los solventes industriales los convierte en productos bastante comerciales, lo que representa una razón de peso para su análisis en este proyecto.

Esta diversificación de la industria de las pinturas y de los solventes para su aplicación hace posible que se plantee el proyecto de crear una planta productora de solventes industriales en el estado Anzoátegui, específicamente en Barcelona, que pueda suministrar productos que ayuden a la aplicación de las pinturas de manera más efectiva, estando enlazada de manera directa a su variedad y áreas de aplicación. El presente proyecto estará enfocado en demostrar como una formulación establecida a nivel teórico de un tipo solvente para pinturas acrílicas se puede elaborar a escala industrial.

En primer lugar demostrando a través de un análisis cualitativo y cuantitativo que esa formulación es apta para competir en el mercado. De igual manera se realizará un

estudio de factibilidad tecnológica y económica de la planta productora de solventes. La formulación técnica del proyecto considerará los aspectos de diseño preliminar relacionados con el desarrollo y operación de la planta: mercado y capacidad de la planta, localización, ingeniería del proyecto (métodos de producción, equipos e instalaciones). La evaluación económica estimará los ingresos y los costos asociados a cada alternativa de solución del proyecto, así como el tiempo de recuperación de la inversión como parámetros para determinar la viabilidad económica del proyecto. Al finalizar este estudio se podrá determinar si es viable la construcción de la planta de solventes con las características establecidas por el mercado.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar en forma preliminar una planta de solventes para pinturas acrílicas a instalarse en el estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1.** Describir fisicoquímicamente el solvente para pinturas acrílicas preparado en el laboratorio y los existentes en el mercado.
- 2.** Establecer la capacidad de producción de la planta mediante un estudio de mercado.
- 3.** Seleccionar los principales equipos de la planta y sus dimensiones.
- 4.** Especificar la ubicación de la planta, de los principales equipos y áreas de trabajo dentro de la planta.
- 5.** Realizar un estudio de factibilidad económica de la planta.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

Enez y Stein [3] hicieron un diseño conceptual y la evaluación económica de una planta productora de ácido acrílico a partir de la oxidación de propileno, este proyecto se planteó debido a que en Venezuela para la producción de los derivados del ácido acrílico se requiere la importación del mismo como materia prima, ya que en el país a partir del ácido acrílico se obtienen una serie de productos de gran importancia comercial. Para estudiar la factibilidad técnica y económica de la planta se realizó un estudio de mercado, se evaluaron los diferentes procesos industriales para la producción de ácido acrílico a partir del propileno, se determinaron los requerimientos de materia prima y energía. De manera general se determinaron los costos totales de inversión para verificar su rentabilidad.

Marcano [4] diseñó en forma preliminar una planta para la producción de cal viva e hidratada en la zona norte del estado Anzoátegui a partir de la piedra caliza que produce la empresa CVG-CONACAL. Se analizó un estudio de mercado realizado para la empresa, en base a este análisis se estableció la capacidad de producción de la planta y se seleccionaron los principales equipos de la planta, calculándose sus dimensiones y características esenciales de diseño. De igual manera mediante los principales factores geográficos, económicos y sociales de la región precisaron la ubicación de la planta, realizaron la evaluación económica determinándose a nivel preliminar el costo total de la inversión.

Los trabajos antes mencionados se tomaron como base teórica referencial para diseño preliminar del proyecto en estudio. Pues, no se encontró ninguna similitud en cuanto al producto estudiado.

2.2. Conocimientos generales sobre las pinturas

Se puede definir el término pintura, como un fluido que aplicado en capas sucesivas, sobre diferentes soportes, forma sobre ellos un revestimiento sólido, adherente y duradero, aportando a estos soportes, cualidades de protección, belleza, iluminación, etc [5].

Básicamente, las pinturas se componen de una mezcla de varios productos, con una proporción entre ellos estudiada, que les permitirá cumplir con los requisitos exigidos. Esencialmente se componen de: resinas o ligantes, pigmentos, disolventes y aditivos, presentando las siguientes características [6]:

1. Resinas o ligantes

La función de estos productos es la de mantener unidas las partículas de los pigmentos y que ésta se adhiera a la superficie sobre el cual se ha aplicado. El ligante está formado, como mínimo, por una resina, y en general por la combinación de, por lo menos, dos de ellas: la primera, que define básicamente la naturaleza, y la segunda, que es la encargada, de reaccionar químicamente con la primera, en condiciones predeterminadas y formar una unión estable y en la mayoría de los casos irreversibles. Las propiedades que confieren estos productos pueden localizarse en la pintura líquida, en la pintura seca, o bien en las aplicaciones de las mismas. Se pueden caracterizar de la siguiente manera:

a) Pintura líquida

*Buena estabilidad.

*Buena mojabilidad de los pigmentos, etc.

b) Aplicación de las pinturas

Facilidad de aplicación ya sea por: evitar descuelgues, fijación de los pigmentos, buena extensibilidad, buena atomización y otras propiedades.

c) Película seca

Brillo, dureza, elasticidad, adherencia, resistencia a los agentes químicos, a la luz, etc.

2. Pigmentos

Los pigmentos son finas partículas sólidas, utilizadas en la fabricación de las pinturas y que son substancialmente insolubles en la mezcla formada por el resto de los componentes (resinas, disolventes y aditivos). La función básica de los pigmentos es la de proporcionar el color y poder de cubrimiento a una pintura.

El color es el resultado de una determinada proporción de los mismos. El poder de cubrimiento está en función de:

La relación entre ellos y el ligante.

El tamaño y forma de las partículas.

En los colores opacos se utilizan combinaciones de pigmentos inorgánicos y orgánicos. Los pigmentos inorgánicos se caracterizan por un mayor poder de cubrimiento, mientras que los orgánicos se destacan por una mayor fuerza colorante.

3. Disolventes o diluyentes

Constituyen la parte volátil de una película y se evapora completamente durante el secado. Su función básica es de dar a la pintura el estado líquido más adecuado para su utilización, ya sea en el almacenaje o en su aplicación.

A pesar que el disolvente es un compuesto que transitoriamente se encuentra en la pintura, tiene una importancia fundamental, ya que de su calidad y composición, depende en gran medida, la vida de la pintura y su aplicación. El disolvente tiene un papel importantísimo en la etapa de formación de película, aplicados en su extensibilidad y aspecto.

Tras el proceso de aplicación de la pintura sobre un soporte, se irá produciendo el aumento de viscosidad de la parte resinosa de la pintura hasta conseguir la película completamente seca.

Una evaporación demasiado rápida impedirá una buena nivelación de la película resultando una pobre adherencia. Por el contrario, una evaporación lenta, mantendrá el estado fluido de la pintura más tiempo del necesario pudiendo producirse escurridos en las zonas verticales.

4. Aditivos

Los aditivos son sustancias químicas que utilizadas en cantidades porcentuales muy bajas permiten modificar substancialmente las características de un determinado sistema o permiten desarrollar al máximo las posibilidades del mismo. Estos tienen dos campos importantes de actuación: en la etapa de la fabricación de la pintura y en la aplicación de las mismas. De los primeros se destacan: los antiespumantes, antisedimentantes, humectantes y los dispersantes. De los segundos, los nivelantes.

2.3. Solventes

2.3.1. Clasificación

Los solventes de pinturas son líquidos homogéneos, volátiles, transparentes, formados por una mezcla de disolventes, diluyentes y cosolventes, de tal manera que

permitan la remoción de las pinturas por dilución de las resinas y difusión de los pigmentos, sin llegar a afectar la base metálica de los vehículos. Los solventes de las pinturas se clasifican de acuerdo a sus propiedades químicas en solventes verdaderos, cosolventes y diluyentes, de acuerdo a la velocidad de evaporación en solventes de bajo, medio y altos puntos de ebullición y de acuerdo a su efecto en el organismo en estimulativos, anestésicos y venenosos.

El solvente verdadero es aquel que tiene una alta capacidad de disolver las resinas por sí mismo, mientras que el cosolvente no puede disolver resinas por si mismo, pero estos últimos pueden, sin embargo, ser activados por adición de un solvente verdadero o un diluyente. Los diluyentes son compuestos de hidrocarburos que tienen como función principal dispersar las sustancias disueltas e incrementar el volumen del solvente de limpieza. Estos compuestos son incapaces de disolver las sustancias, porque sus parámetros de solubilidad y de puentes de hidrógenos se encuentran fuera de la región de solubilidad de la sustancia a disolver.

Los solventes de bajos puntos de ebullición son aquellos cuyos puntos de ebullición son menores o iguales a 100 °C. Ejemplos de estos solventes son la acetona, el metil etil cetona y alcohol métilico. Los solventes de puntos de ebullición medios tienen puntos de ebullición comprendidos entre 100 °C y 150 °C. Entre estos solventes tenemos el tolueno, xileno, butil alcohol y el butil acetato. Finalmente los solventes de altos puntos de ebullición son solventes cuyos puntos de ebullición son mayores a 150 °C. Como ejemplo de estos solventes tenemos el éter etilenglicol monobutílico, diacetona alcohol, etc. Los solventes estimulativos son aquellos cuyos vapores estimulan la mucosa de los ojos, nariz y la garganta, además, causan daños a la piel. Por su parte los solventes anestésicos son aquellos cuyos vapores actúan en el sistema nervioso central, causando desmayos, intoxicación, pérdida del apetito y zumbido en los oídos. Finalmente, los solventes que causan envenenamiento son aquellos que generalmente originan problemas a nivel de corazón, hígado, riñón y el bazo. La intoxicación por solvente se produce a través de la boca, la piel y en la mayoría de los casos a través de las vías respiratorias [5].

2.3.2. Características fisicoquímicas de los solventes de pinturas

Los solventes de pinturas son mezclas de solventes alifáticos, aromáticos, cetonas y ésteres, con una composición aproximada de un 40 % de solventes verdaderos, formado por un 20 % de éster, 10 % de cetona y 10 % de éter glicol, un 10 % de cosolvente, y un

50 % de diluyente. El cosolvente está formado por hidrocarburos aromáticos, mientras que el diluyente es una mezcla de parafinas y éter de petróleo. En la tabla 2.1 se aprecian los parámetros fisicoquímicos más importantes de los solventes de pinturas.

2.3.3. Termodinámica de los solventes

Si las fuerzas de atracción en la solución son mayores que la de los compuestos puros, la dilución está acompañada por un decrecimiento en la energía interna del sistema, el proceso es exotérmico y se libera calor. Si las fuerzas de atracción entre las moléculas de los componentes puros son mayores que en la solución, la energía interna del sistema se incrementa con absorción de calor. En un sistema cerrado, estos procesos de dilución endotérmicos están acompañados por enfriamiento, mientras que en un sistema abierto el calor es absorbido por los alrededores. Las propiedades más importantes a considerar son las siguientes:

Densidad de la energía cohesiva y parámetros de solubilidad

Como resultado de las fuerzas atractivas o cohesivas de las moléculas en los solventes puros se genera energía cohesiva, la cual debe ser vencida en los procesos de separación molecular (dilución, evaporación o adición de otra sustancia). La energía cohesiva puede ser calculada a partir de la entalpía de vaporización (ΔH_v) y del trabajo que es requerido para expandir el vapor contra la atmósfera (volumen de trabajo). La energía cohesiva por unidad de volumen se denomina densidad de energía cohesiva, y se define como[7]:

$$e = \frac{(\Delta H_v - RT)}{V}$$

(Ec. 2.1)

donde:

e= densidad de energía cohesiva $\frac{(cal / g.mol)}{m^3}$

ΔH_v = entalpía de vaporización ($cal / g.mol$)

V= volumen (m^3)

T= temperatura (K)

R=constante molar ($\frac{cal}{gmol.T}$)

La densidad de energía cohesiva e , (cal/ g-mol)/ m³, es un parámetro específico de cada solvente, dependiente de la temperatura, y representa una medida termodinámica directa de las fuerzas de atracción en el solvente. Ésta puede ser usada para evaluar la eficiencia de los solventes si la densidad de la energía cohesiva de las sustancias a ser disueltas también es conocida.

La densidad de energía cohesiva de un solvente “A” es alterada cuando es mezclada con otro solvente “B”. Dos pares de interacción “A-B” son formados para cada par de interacción “A-A” y “B-B”. La nueva densidad de energía cohesiva del par “A-B” en los solventes de muy baja polaridad son aproximadamente iguales a la densidad de la energía cohesiva de los componentes puros[5]:

$$E_{AB} = \sqrt{e_{AA} \cdot e_{BB}}$$

(Ec. 2.2)

donde:

$$E_{AB} = \text{parámetro de solubilidad} \frac{(\text{cal} / \text{g.mol})}{\text{m}^3}$$

La raíz cuadrada de la densidad de la energía cohesiva es llamada el parámetro de solubilidad δ . Este parámetro también mide las fuerzas intermoleculares en las sustancias puras. Los solventes con parámetros de solubilidad parecidos tienen fuerzas de interacción similares y son por lo tanto fácilmente miscibles y mutuamente solubles [5].

Como una regla, los solventes son más fácilmente miscibles si las diferencias en su parámetro de solubilidad $\Delta\delta$ es $\leq 4 - 6$ unidades. La solubilidad está generalmente limitada si la diferencia es grande. En la tabla 2.2 se muestra ésta relación. Estos parámetros también se toman como referencia para determinar la solubilidad de los polímeros, siendo más fácilmente solubles aquellos polímeros cuyos parámetros de solubilidad sean parecidos a los del solvente en cuestión, fijándose como límite superior para una buena solubilidad una diferencia de 6 unidades ($\Delta\delta=6$). En la tabla 2.3 se muestra esta relación.

Tabla 2.1 Parámetros fisicoquímicos de los solventes para pinturas [5]

Parámetros	Características
Sustancia	Líquido inflamable
Apariencia	Incoloro, transparente
Velocidad de evaporación	Media(referencia al dietil éter=1)
Olor	Característico
Miscibilidad en agua	Miscible
Solubilidad en agua	Insoluble
Test de filtración	No deja residuo
Mancha residual	No deja mancha
Estabilidad	Estable
Incompatibilidad	Oxidantes, ácidos, agentes cáusticos
Producto de descomposición	Dióxido de carbono, monóxido de carbono
Poder de dilución de nitrocelulosa	Suficiente
Toxicidad	Toxico por inhalación e ingestión
Gravedad específica	0,79
Punto de ebullición	54 °C
Punto de inflamación	< 25 °C (copa cerrada)
Índice de refracción	1,399 – 1,419
Punto seco de ebullición	153 °C-163 °C
Contenido de agua	0,3
Contenido de no volátiles	0,01
pH	7

Tabla 2.2 Miscibilidad de los solventes como una función de la diferencia en los parámetros de solubilidad [5]

Solvente (a)	Solvente (b)	$\Delta \delta \text{ (j/cm}^3\text{)}^{1/2}$	Miscibilidad
Metil etil cetona	Acetato etilo	0,4	buena
Metilisobutil cetona	Butil glicol	1,0	buena
Tolueno	Acetona	2,3	buena
Etanol	Butanol	2,7	buena
Metil glicol	Hexano	7,2	pobre

2.3.4. Mecanismo de dilución de las pinturas

Los mecanismos de dilución de las pinturas son[5]:

A. Solvatación

Cuando una sustancia (solute) es disuelta en un solvente ó en una mezcla de solventes, las fuerzas de atracción entre las moléculas del soluto decrecen ya que las moléculas del solvente penetran entre ellas y las rodean formando una capa, este proceso recibe el nombre de solvatación. La intensidad de la fuerza de solvatación y el número de moléculas de solvente en la capa de solvatación dependen de los parámetros de solubilidad, momentos dipolares, puentes de hidrógenos, polarización, el tamaño de la molécula del solvente y el soluto. El número de moléculas de solvente en el complejo solvente-solute es determinado por el grado de solvatación β . El grado de solvatación β se incrementa en la medida que el tamaño de las moléculas de solvente decrece y también con el aumento de los parámetros de solubilidad. Los valores para el sistema nitrato de celulosa-cetonas son mostrados en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Relación entre la masa molecular de los solventes de cetonas y el grado de solvatación[7]

Solvente	Peso molecular (M)	Grado de solvatación	Solubilidad (δ)
----------	--------------------	----------------------	--------------------------

		(β)	
Metil amil cetona	114,18	1	8,5
Metil propil cetona	86,13	3	8,9
Metil etil cetona	72,12	7	9,3
Acetona	58,08	12	10,0

B. Relación de dilución

La razón volumétrica diluyente a solvente que es tolerada por una solución es llamada razón de dilución. La razón de dilución es una cantidad empírica, adimensional que da información de la eficiencia del solvente o de la mezcla de solvente. Como una regla, la razón de dilución decrece con el incremento del punto de ebullición del solvente; sin embargo, el solvente de masa molecular más baja, en una serie homóloga, con frecuencia se comporta diferente. En una mezcla de solventes, frecuentemente la razón de dilución es mayor que la del compuesto puro. En la tabla 2.4 se muestra un ejemplo de esta relación de dilución para los nitratos de celulosa.

Tabla 2.4 Relación de dilución para el nitrato de celulosa [7]

Solvente (relación de volumen)	Diluyente			
	Tolueno	Xileno	Hid. alifáticos	Butanol
Acetona	4,5	3,9	0,6	7,0
Metil etil cetona	4,5	3,3	-	-
Metil isobutil cetona	3,5	3,7	-	-
Acetato de etilo	3,4	3,3	1,0	8,4
Butil glicol	4,0	3,2	2,3	-

2.3.5. Propiedades físicas de las mezclas de solventes

Las propiedades físicas de una mezcla ideal se obtienen a partir de las mediciones de las propiedades de los componentes individuales. En la mayoría de las mezclas, sin embargo, el comportamiento es no ideal y la presión de vapor es mayor o menor que la suma de los valores de los componentes. La razón de este comportamiento es que las fuerzas de interacción en los compuestos puros son diferentes que en las mezclas. Si las fuerzas de interacción moleculares en los componentes puros son más bajas que en las mezclas, la presión de vapor de la mezcla es menor que la suma de las presiones de los componentes. En la mayoría de los casos, las fuerzas de interacción en los componentes puros son mayores que en las mezclas, con el resultado que las presiones de vapor se incrementan en las mezclas. Similares variaciones en las densidades y en las tensiones superficiales de las mezclas son conocidas.

Las propiedades físicas más importantes a considerar en la mezcla de solventes son[5]:

A. Azeótropos

La asociación molecular entre los componentes de una mezcla puede resultar en sistemas que tienen un punto de ebullición constante a una concentración dada. El punto de ebullición puede ser menor o mayor que el de los componentes individuales. Tales mezclas son llamadas mezclas azeotrópicas o azeótropos. Las mezclas con puntos de ebullición bajos y altos son llamadas azeótropos mínimos o máximos respectivamente. La composición de la fase líquida del azeótropo es la misma que la de la fase de vapor con la cual está en equilibrio.

La formación de mezclas azeotrópicas de puntos de ebullición bajos no son deseables porque:

1. Bajan el punto de inflamación.
2. Bajan los límites de explosión.
3. La alta tasa de evaporación puede tener un efecto negativo en la superficie de la pintura
4. El flujo de pintura puede ser pobre porque las mezclas azeotrópicas se evaporan constantemente.

B. Higroscopía

Algunos solventes, particularmente los que contienen grupos hidróxidos (ejem. alcoholes y éteres de glicol) son higroscópicos: ellos absorben humedad de la atmósfera hasta que alcanzan el equilibrio. Este equilibrio depende de la humedad atmosférica relativa y de la temperatura.

C. Densidad e índice de refracción

Además de la curva de destilación, la densidad y el índice de refracción son usados para evaluar, y con algunas restricciones, para determinar la pureza de los solventes. La densidad de los solventes es medida generalmente a 20 °C y referida a la densidad del agua a 4 °C. La densidad de la mayoría de los solventes orgánicos decrecen con el incremento de la temperatura y son menores que la densidad del agua[5].

El índice de refracción es medido en un refractómetro con una lámpara de vapor de sodio. Los valores de índice de refracción son en gran parte determinados por la estructura de los hidrocarburos de la sustancia en estudio. Los esteres alifáticos, cetonas y alcoholes tienen índices de refracción entre 1,32 y 1,42[5]. En las series homólogas el índice de refracción se incrementa con el incremento de la longitud de la cadena de carbón, y decrece con el incremento de las ramificaciones, y en general el índice de refracción decrece con el incremento de la temperatura. En la tabla 2.5 se muestran los valores de densidad y de índice de refracción de algunos solventes.

D. Evaporación de los solventes

El punto de ebullición de un líquido es definido como la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido alcanza la presión atmosférica. En los procesos de destilación, evaporación y extracción, lo importante es conocer los rangos de ebullición de los solventes. Por debajo del punto de ebullición el líquido esta en equilibrio con su vapor, la presión de vapor es < 101,3 kPa y es determinado a partir de la curva de presión de vapor de acuerdo a la ecuación de Clausius- Clapeyron (forma integrada)[5]:

$$\ln P_s = C - \frac{(\Delta H_v)}{RT}$$

(Ec. 2.3)

donde:

C: es una constante

ΔH_v : entalpía molar de vaporización (J/mol)

R: constante de los gases (8,314 J/K.mol)

T: temperatura absoluta (K)

P_s : presión de vapor (mmHg)

ΔH_v se incrementa con el aumento del punto de ebullición de los solventes de acuerdo a la regla de Pictet-Trouton[5]:

$$\frac{(\Delta H_v)}{T_s} = \text{constante}$$

(Ec. 2.4)

donde:

T_s : es el punto de ebullición normal absoluto (K).

Esta no es una correlación general entre la velocidad de evaporación y el punto de ebullición de los solventes. La volatilidad de los solventes, generalmente, decrecen con el incremento del punto de ebullición si los solventes están químicamente relacionados.

La velocidad de evaporación de los solventes depende de:

Presión de vapor a la temperatura de proceso.

Calor específico.

Entalpía de vaporización.

Grado de asociación molecular.

Velocidad de calor suministrado.

Tensión superficial.

Masa molecular del solvente.

Es imposible dar una predicción teórica de la velocidad de evaporación. En la práctica, el tiempo de evaporación de una cantidad de solvente es determinado experimentalmente y comparado con la del dietil éter, y en algunos países con el butil acetato. Los resultados son reportados como número de evaporación y están referidos al

dietil éter = 1. De acuerdo a este número de evaporación los solventes pueden ser subdivididos en cuatro grupos[7]:

Solventes de alta volatilidad: < 10.

Solventes de volatilidad moderada: 10-35.

Solventes de baja volatilidad: 35-50.

Solventes de muy baja volatilidad.

Tabla 2.5 Relación entre las densidades y el índice de refracción de los solventes[7]

Solvente	Densidad ($\rho = \text{g/ml}$)	Índice de refracción (n_D)
Acetato de etilo	0,901	1,3718
Butil glicol	0,902	1,419
Acetona	0,792	1,359
Metil etil cetona	0,805	1,379
Metil isobutil cetona	0,802	1,396
Tolueno	0,873	1,4955

E. Punto de inflamación de los solventes

La mínima temperatura a la cual el solvente emite su vapor en cantidades suficientes tal que al mezclarse con el aire produzca una mezcla inflamable, se le denomina punto de inflamación. El punto de inflamación de los solventes se incrementa con la disminución de la presión de vapor, y ésta con el incremento de la masa molecular y el punto de ebullición.

El punto de inflamación absoluto T_f de un solvente esta relacionado con su punto de ebullición absoluto T_s , de acuerdo a la siguiente ecuación empírica [5]:

$$T_f = 0,736 \cdot T_s$$

(Ec. 2.5)

El punto de inflamación calculado por esta ecuación es suficientemente aceptable ($\pm 5 \text{ K}$), en el caso de hidrocarburos, cetonas, y ésteres, pero es insatisfactoria en el caso de solventes que contengan grupos hidrófilos tales como alcoholes, glicoles y éter glicoles.

Una relación entre el punto de inflamación “ T_f ” y la presión de vapor “ P_s ” es dada por la siguiente expresión [5]:

$$T_f = a \cdot \log(P_s) + b$$

donde:

a: constante general

b: constante específica de la sustancia

El punto de inflamación de las mezclas de solventes no son iguales al de sus componentes. La tabla 2.6 muestra la relación existente entre el punto de inflamación de los solventes y su número de evaporación [5].

2.4 Terminología básica utilizada en la industria de las pinturas

Las pinturas, lacas y barnices, son líquidos que se solidifican al exponerlos al aire y que se utilizan para cubrir superficies, para decorarlas o protegerlas.

Los barnices son disoluciones transparentes que se producen mediante el calentamiento de un aceite secante, una resina, un secante y un disolvente juntos. Si se aplica como una película delgada, el barniz produce un revestimiento duro y transparente al secarse. Las numerosas variaciones en composición y preparación de los barnices hacen difícil su clasificación. *Las lacas* son algunos barnices naturales, particularmente los obtenidos de la savia del árbol del barniz, *Rhus verniciflua*, un zumaque japonés que contiene una resina fenólica llamada urushioi. La savia se calienta para eliminar la humedad, y queda un jarabe de color castaño oscuro. Se agregan pigmentos y a veces agentes diluyentes. El material resultante se aplica sobre madera, metal o artículos de cerámica como una película fina. Cuando se endurece, la capa de laca se pule con un abrasivo y se aplica otra capa sobre ella.

Tabla 2.6 Relación entre el punto de inflamación y el número de evaporación [7]

Solventes	Punto de inflamación (°C)	Numero de evaporación (diethyl eter=1)
Acetona	-19	2,0
Metil etil cetona	-14	3,3
Acetato de etilo	-12	3

Tolueno	6,0	6,1
Metil isobutil cetona	15	7
Butil glicol	67	119

La pintura es una sustancia o líquido pigmentado que al aplicarse en capas delgadas sobre una superficie, deja al secar una película sólida que protege y embellece las áreas cubiertas, los componentes básicos de las pinturas son : resina, pigmento, aditivos y solventes.

Los solventes son líquidos que penetran en la resina desuniendo las moléculas o partículas que la componen logrando que la pintura pueda usarse o aplicarse. Una parte del solvente lo tiene incluido la resina lo cual facilita la fabricación de la pintura y éste determina la viscosidad, densidad y porcentaje de sólidos. Otra parte del solvente debe ser agregada a la pintura ya elaborada para facilitar su aplicación y éste influye en el brillo, nivelación y resistencia de la película seca.

Según la composición química, los solventes se clasifican en: hidrocarburos y oxigenados y según su poder disolvente en activos, latentes y diluyentes. Los hidrocarburos son aquellos que son derivados del petróleo crudo (naftas) y los oxigenados aquellos que contienen oxígeno en sus estructuras (alcoholes, acetonas, agua). Los activos son aquellos que por si solos disuelven la resina y los diluyentes son los que no disuelven la resina y que se usan solo como entendedores. Aunque la función de los solventes sea breve ya que se evaporan, son sumamente importantes porque de ellos depende que se logren los mejores resultados de la pintura. Los solventes suelen llamarse también como reductores, adelgazadores (thinner) y disolventes. La mezcla de compuestos aromáticos, alifáticos, alcoholes y cetonas en diferentes proporciones definen de manera general la composición de los solventes industriales [5].

2.5 Peligro y toxicidad de los solventes de pinturas

Los solventes de pinturas por tener un bajo punto de ebullición y una presión de vapor menor a la atmosférica, se evaporan a temperatura ambiente asentándose en la parte inferior de los depósitos, impregnando de esta manera al ambiente con su olor característico durante un determinado período de tiempo, además de que constituyen un factor de riesgo potencial ya que se descomponen en las grasas de la piel causando

dermatitis, grietas, irritación de los ojos y membranas mucosas. También producen dolores de cabeza, mareos, pérdida de conocimiento y coma. Algunos solventes causan daños permanentes e irreversibles al sistema nervioso, riñones, hígado y bazo, además llegan a dañar el sistema de producción de glóbulos rojos produciendo cáncer [9].

2.6. Impactos de los compuestos volátiles orgánicos sobre la naturaleza

Los solventes de pinturas son líquidos con alto contenido de compuestos orgánicos volátiles los cuales comprenden una amplia variedad de hidrocarburos y otras sustancias, muchas de las cuales son altamente reactivas y tienen implicaciones ambientales y sanitarias considerables como el tolueno, acetona, los clorofluorocarbonos, los bifenilos policlorados, etc. Todos estos compuestos son principalmente generados por la actividad humana, y se sabe que algunos de ellos son carcinógenos. Muchos, igualmente, son posibles mutágenos o teratógenos, es decir, sustancias que pueden incrementar la incidencia de malformaciones congénitas.

Los solventes reaccionan con compuestos tales como óxidos nitrogenados y el oxígeno en presencia de la luz solar para producir ozono y otros oxidantes, estos desde el punto de vista de la contaminación pueden tener una variedad de efectos toxicológicos, incluyendo irritación de los ojos, garganta y pulmones. Más aún, se cree que inhiben el crecimiento de las plantas y que coadyuvan al deterioro del caucho y otros compuestos.

El ozono y sus precursores pueden transportarse y acumularse sobre grandes extensiones desde varios cientos a varios miles de kilómetros cuadrados, generando consecuencias ecológicas a todos los tipos de vegetación.

Uno de los constituyentes más importantes de la generación del ozono son los compuestos orgánicos volátiles, siendo la industria de fabricación de vehículos automotores la que más libera este tipo de productos [9].

2.7. Regulaciones sobre las sustancias estupefacientes y psicotrópicas en Venezuela

La mayoría de las sustancias utilizadas en la elaboración de solventes para pinturas son sustancias controladas a nivel internacional y nacional, por tal razón, las empresas que las utilicen como materia prima de sus productos elaborados o para su comercialización deben cumplir un riguroso control de las autoridades competentes en Venezuela.

Conforme con el artículo 2 de la LOSEP (Ley Orgánica sobre Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas) y con la resolución conjunta de los Ministerios de Hacienda, de la Defensa, de Industria y Comercio, de Sanidad y Asistencia Social y de Justicia, del 23 de septiembre de 1998, se someten a control las sustancias químicas que se muestran en la tabla 2.7, por ser susceptibles de desvío hacia la producción ilícita de drogas, mediante resolución conjunta de los Ministerios de Hacienda e Industria y Comercio, publicada en Gaceta Oficial N° 36.641, de fecha 11 de febrero de 1999 (esta última modificada el 20 de mayo de 1999, según consta en Gaceta Oficial No 36.705).

En la tabla 2.7 se observa que las sustancias mostradas con los números 16, 18,19, 20 y 22, son utilizadas como materias primas para la elaboración de solventes industriales.

De igual manera, el Ministerio de Producción y Comercio controla y fiscaliza las siguientes sustancias: amoníaco anhidro, amoníaco en disolución acuosa, carbonato de sodio, hidrogeno carbonato (bicarbonato) de sodio, carbonato de calcio, carbonatos de litio, carbonato de estroncio, carbonato de cinc, carbonato de cobalto, carbonato de níquel, carbonato de manganeso, sesquicarbonato de sodio, acetato de etilo, metil isobutilcetona, así como las enumeradas en el Cuadro II de la Convención de las Naciones Unidas Contra el Tráfico Ilícito de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas de 1988. En sí, todas las sustancias controladas para la industria nacional por el Ministerio de Producción y Comercio están publicadas en la Gaceta Oficial N° 36.641, de fecha 11 de febrero de 1999, bajo la Resolución Conjunta de los Ministerios de Hacienda e Industria y Comercio, cuya corrección aparece en la Gaceta Oficial N° 36.705, de fecha 20 de mayo de 1999.

Para la comercialización de este tipo de sustancias en territorio venezolano, las distintas empresas, inclusive las transportistas, deben estar registradas en el Comando Antidrogas de la Guardia Nacional y tener permiso del Cuerpo Técnico de Policía Judicial (también incluye su registro). En el caso del tolueno, permanganato de potasio y ácido sulfúrico, la empresa también debe estar registrada y con permiso de la Dirección de Armamento de la Fuerza Armada Nacional. Las empresas que comercialicen estas sustancias deben notificar al Comando Nacional Antidrogas de la Guardia Nacional y al Cuerpo Técnico de Policía Judicial del desplazamiento de las mismas dentro del país, y a nivel internacional. El incumplimiento de estas acciones ocasionará la retención preventiva de la sustancia hasta el esclarecimiento de la situación, por parte de la autoridad que descubra la irregularidad [10].

2.8. Materias primas para la fabricación del solvente para pinturas acrílicas

En la fabricación de los solventes para pinturas acrílicas, se utilizan con más frecuencia los solventes hidrocarburoados y los oxigenados, a continuación se detallan algunas de sus principales características [11]:

A. Hidrocarburoados: son aquellos que sólo contienen dos elementos hidrógeno y carbono, y según su estructura se dividen en dos clases principales: alifáticos y aromáticos.

A.1 Alifáticos: son altamente estables e inertes a las reacciones químicas originarias, presentando además valores de kauri butanol bajos y altos puntos de anilina. Según la estructura de la cadena se clasifican en parafinas normales, isoparafinas y ciclo parafinas; dentro de este grupo se encuentran solventes tales como espíritu mineral y kerosén.

Tabla 2.7 Sustancias químicas controladas por ser susceptibles de desvío hacia la producción ilícita de drogas

N°	Código	Sustancia	Régimen legal	
			General	Andino
01	2806.10.00	Cloruro de hidrógeno (ácido clorhídrico)	4	4
03	2814.10.00	Amoníaco anhidro	4	4
04	2814.20.00	Amoníaco en disolución acuosa	4	4
05	2836.20.00	Carbonato de disodio	4	4
06	2836.30.00	Hidrogeno carbonato (bicarbonato) de sodio	4	4
07	2836.50.00	Carbonato de calcio	4	4

08	2836.91.00	Carbonatos de litio	4	4
09	2836.92.00	Carbonato de estroncio	4	4
10	2836.99.20	Carbonato de cinc	4	4
11	2836.99.30	Carbonato de cobalto	4	4
12	2836.99.40	Carbonato de níquel	4	4
16	2902.30.00	Tolueno	4,7	4,7
17	2909.11.00	Éter dietílico (óxido de dietilo)	4	4
18	2914.11.00	Acetona	4	4
19	2914.12.00	Butanona (metiletilcetona)	4	4
20	2914.13.00	4-metilpentan-2-ona (metilisobutilcetona)	4	4
22	2915.31.00	Acetato de etilo	4	4

Fuente: investigación propia

A.2 Aromáticos: son aquellos semejantes en estructura y comportamiento químico al benceno. Por su alto poder de solvencia, disuelven la mayoría de las resinas naturales y sintéticas, así como muchos de los cauchos naturales y otros polímeros. Se caracterizan por tener altos valores de kauri butanol y bajos puntos de anilina. En este grupo se encuentra el tolueno y el xileno.

B. Oxigenados: están compuestos por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno; y de acuerdo a la estructura de estos, se determinan las propiedades características de cada

familia; un ejemplo lo constituye el poder de solvencia, el cual difiere notablemente de un tipo de solvente oxigenado a otro.

Los más usados en la industria de los solventes son:

Cetonas: son solventes activos poderosos para una gran variedad de resinas, cauchos, aceites, etc. Son muy estables bajo condiciones normales y cubren un amplio rango de velocidades de evaporación. Se caracterizan por tener un bajo punto de inflamación con respecto a los otros tipos de solventes utilizados. A este grupo pertenecen la acetona, la metil etil cetona y la metil isobutil cetona.

Alcoholes: son líquidos asociados con un alto punto de ebullición que aumenta con el número de carbonos y disminuye con una mayor ramificación. Son utilizados como solventes para nitrocelulosa y otras resinas, aumentando la capacidad de otros solventes para mantener tales resinas en solución, como también para bajar la viscosidad de las pinturas. Entre los alcoholes más usados se encuentran el butanol normal y el alcohol etílico desnaturalizado.

Esteres: los miembros más usados de esta serie son los acetatos, ya que los formiatos son inadecuados debido a su inestabilidad, que los hace fácilmente hidrolizables por el agua y además son demasiado volátiles. A este grupo pertenece el acetato de butilo.

Glicoles y glicoles ester: son incoloros y de olor suave. Su punto de ebullición es de mediano a alto; presentan un elevado poder de solvencia y cubren un amplio rango de volatilidades. A este grupo pertenecen el acetato de cellosolve y el butil cellosolve.

2.9. Características generales de los solvente para pinturas (ajustadores o thinner)

En la industria de pinturas, los solventes que están en la capacidad de solubilizar las resinas, son usualmente denominados: solventes activos o solventes verdaderos, para distinguirlos de aquellos que no la disuelven, pero que, sin embargo, deben ser incorporados en la formulación de las pinturas y que se denominan diluyentes o no solventes. Las mezclas de disolventes verdaderos o activos, disolventes latentes o cosolventes y diluyentes conforman lo que se denomina thinner o adelgazadores[7].

Al formular un ajustador se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Buen poder disolvente.
2. Equilibrio de disolventes.
3. Velocidad de evaporación.

2.10. Procesos industriales para la obtención del solvente para pinturas

La distribución del uso de los diez solventes orgánicos más usados con respecto a seis grupos de industrias se muestra en la tabla 2.8. La industria de pinturas usa principalmente solventes no halogenados, mientras que en la limpieza de superficies se usan principalmente solventes halogenados. El tetracloroetileno es el solvente principal usado por lavasecos.

La opción preferida para el manejo de residuos de solvente es con frecuencia su regeneración y recuperación mediante procesos tales como destilación, no obstante, consideraciones de tipo más bien económico que técnico hacen a veces desistir de su uso. Otro de los procesos utilizados para la obtención de solventes para pinturas es el de mezclado de materia prima 100 % pura, de esta manera se obtiene un producto de alta calidad. A continuación se muestran los dos procesos más comúnmente utilizados para la elaboración de solventes para pinturas.

Tabla 2.8 Distribución del uso de los diez solventes orgánicos más usados con respecto a seis grupos de industrias[2]

		Solvente									
		Xileno	Metanol	Tolueno	Tetracloroetileno	Cloruro de metileno	Metil etil cetona	Tricloroetileno	1.1.1-Tricloroetano	Acetona	Metil isobutil cetona
Sector industrial	Pinturas y similares	X	X	X		X	X		X	X	X
	Limpieza de metales				X	X		X	X	X	
	Pesticidas	X				X			X		X
	Farmacéutica	X	X	X		X	X		X	X	X
	Lavasecos				X	X		X	X		
	Imprentas	X	X	X				X		X	

2.10.1. Procesos de recuperación

Los solventes sucios pueden ser reciclados mediante variados procesos con el propósito de reusar el producto como solvente o en mezclas de combustibles alternativos. Los productos que son reciclados para ser usados como solventes son refinados en unidades de destilación especialmente construidas, donde el solvente se separa en la forma de condensado de los componentes no volátiles, tales como resinas y pigmentos, que permanecen en el fondo del destilador. Los solventes sucios y residuos de destilación que son reciclados para ser usados como combustible, son generalmente recolectados y mezclados para satisfacer especificaciones predeterminadas para dicho combustible. El proceso de recuperación de solventes incluye en general las operaciones unitarias mostradas en la figura 2.1, y desarrolladas a continuación[11]:

A. Almacenamiento

Los solventes son almacenados antes y después de su recuperación. Los solventes son transportados desde los recintos industriales, en camiones cisternas y tambores, hacia la planta de recuperación, donde son procesados y luego retornados al generador o vendidos a terceros para ser reusados.

En las empresas de recuperación de solvente para reuso como solvente, estos son almacenados en contenedores con capacidad de 200 l (tambores) y 1.000 l. En las empresas de recuperación para uso en mezclas de combustibles alternativos estos son almacenados en estanques de 50 o 150 m³, de techo fijo provistos con válvulas de alivio para evitar que los vapores de solvente ejerzan una presión excesiva en su interior.

B. Tratamiento inicial

Los solventes sucios recibidos son inicialmente tratados mediante separación mecánica para remover sólidos suspendidos y agua. Los métodos de separación mecánica incluyen filtración y decantación. Esta última también es usada para separar el agua del solvente inmiscible.

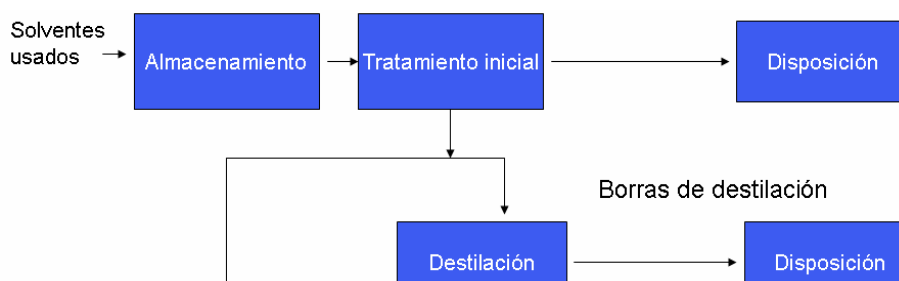


Figura 2.1 Esquema general del proceso de recuperación de solventes[11]

C. Destilación

Después del tratamiento inicial, los solventes sucios destinados para reuso como solventes son destilados para separar las mezclas de solventes y para remover impurezas disueltas. Los solventes sucios destinados para ser reusados en mezclas de combustibles alternativos no son destilados.

En la destilación simple por lotes, una cantidad de solvente usado es alimentada al evaporador. Después de ser cargado, los vapores son removidos y condensados continuamente. Los residuos remanentes en el fondo del destilador son removidos del equipo después de la evaporación del solvente. La destilación continua simple es similar a la destilación por lotes, exceptuando que el solvente es alimentado continuamente al evaporador durante la destilación, y los residuos del fondo del evaporador son descargados continuamente.

La separación de mezclas de solventes generalmente requiere de destilaciones simples múltiples o rectificaciones. En la rectificación por lotes, los vapores del solvente pasan a través de la columna de fraccionamiento donde entran en contacto con solvente condensado (reflujo) ingresando por la parte superior de la columna. El solvente que no es retornado como reflujo es retirado como producto por el tope. Durante la rectificación continua, el solvente sucio es alimentado continuamente en un punto medio de la columna. Los solventes más volátiles son retirados por la parte superior de la columna mientras que los solventes con puntos de ebullición más elevados son recolectados en el fondo.

Los equipos de rectificación y destilación comunes no son apropiados para la recuperación de algunos solventes sucios. Por ejemplo, contaminantes resinosos o viscosos pueden recubrir las superficies de transferencia de calor resultando en pérdida de eficiencia del evaporador. Los evaporadores con serpentines expuestos a los solventes son sólo adecuados con solventes con un contenido de sólidos inferior al 5 %. Dos evaporadores que evitan que los contaminantes deterioren las superficies de calentamiento son los de raspadores rotatorios o de película delgada. En los primeros, raspadores rotatorios evitan que los contaminantes se adhieran a las superficies calientes del evaporador. Para materiales viscosos o sensibles al calor, evaporadores de película delgada son los más adecuados. Mediante este diseño, el solvente es forzado a formar una película delgada sobre las paredes calientes del evaporador por unas cuchillas rotatorias. Estas cuchillas agitan el solvente mientras mantienen una pequeña distancia desde las paredes del evaporador para evitar la acumulación de contaminantes sobre las superficies para calentamiento.

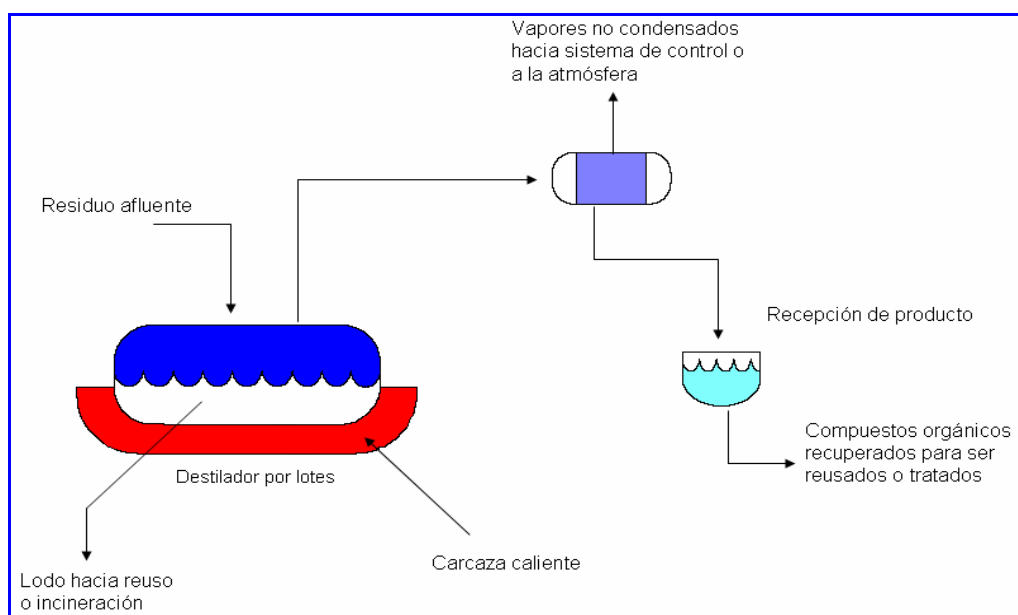


Figura 2.2 Esquema del proceso de destilación simple por lotes[11]

Mezclas de solventes azeotrópicos, que normalmente son difíciles de separar, pueden ser separados durante la destilación mediante la adición de un tercer solvente. Por ejemplo, la adición de fenol a mezclas de ciclohexano y benceno durante la destilación, hace que los coeficientes de actividad del ciclohexano sean aproximadamente el doble de

los del benceno. Este factor hace que la volatilidad del ciclohexano sea casi el doble de la del benceno, permitiendo una fácil separación por destilación.

La condensación de los vapores de solvente se logra durante la destilación mediante condensadores barométricos o de carcaza y tubos. Este último diseño consiste de tubos paralelos al interior de una carcaza cilíndrica. La condensación del solvente se logra por el flujo de agua de enfriamiento a través de los tubos que están en contacto con los vapores de solvente en la carcaza.

Este arreglo evita el mezclado del solvente recuperado con el agua de enfriamiento. En los condensadores barométricos, el vapor es condensado por contacto directo con un rocío de agua de enfriamiento. La condensación de vapor resulta en una mezcla de solvente y agua de enfriamiento.

Los solventes con puntos de ebullición elevados (155 °C) son destilados más eficientemente en vacío. La destilación en vacío reduce de manera importante la cantidad de calor que sería requerido por medio de destilación a presión atmosférica.

D. Purificación

Después de la destilación, agua adicional es removida del solvente por decantación (o salting). El enfriamiento adicional de la mezcla solvente-agua antes de la decantación aumenta la separación de los dos componentes al disminuir su solubilidad. Mediante la decantación, el solvente es circulado a través de un lecho de cloruro de calcio donde el agua es removida por absorción. Durante la purificación, algunos solventes recuperados pueden perder su capacidad para tamponar y necesitan ser estabilizados. La estabilización requiere la adición de tampones para asegurar que el pH se mantenga constante durante su uso. La composición de los aditivos usados para tamponar es considerada propiedad privada por la mayoría de las empresas.

2.10.2. Proceso de mezclado

El proceso de obtención de solventes para pinturas bajo el proceso con materias primas de primera, se basa principalmente en 4 etapas: vaciado, mezclado-homogeneización, envasado y almacenado; siendo la etapa de mezclado –homogeneizado la etapa principal del proceso[7].

A. Vaciado: es la primera etapa del proceso, en la cual según el tipo de solvente que se desea obtener (formulación del solvente), se realiza la incorporación de las materias

primas provenientes de los tanques de almacenamiento al tanque mezclador. Una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta para este paso, se refiere a la velocidad de vaciado de la materia prima y el orden específico de vaciado. La velocidad del vaciado influirá directamente en las pérdidas de materia prima por evaporación y el orden de vaciado en el tiempo de homogeneización del producto a obtener.

Es muy importante que se cumpla con las proporciones requeridas de cada materia prima, pues de lo contrario el producto final resultará fuera de especificación, lo que representara pérdida de dinero, horas hombre trabajadas y por consiguiente un producto que no podrá ser colocado en el mercado.

B. Mezclado y homogeneizado: una vez vaciadas las materias primas de los tanques de almacenamiento al tanque mezclador se procede al mezclado de las mismas. El tiempo de mezclado puede variar de 40 min a 55 min Dependiendo del tipo de solvente que se desee obtener. Para el caso específico del solvente para pinturas acrílicas, la etapa del mezclado alcanza aproximadamente 50 min. En este lapso de tiempo se alcanzará un producto totalmente homogéneo, cristalino y con el olor característico al solvente para pinturas (thinner). Estas características tomando como referencia los productos del mercado de mayor calidad como lo son los de Montana, Venezolana de Pinturas y Dupont. Al cumplir con el tiempo de mezclado se toma una muestra y se le realizan los siguientes análisis:

Punto de inflamación D93 (método copa cerrada).

Presión de vapor. Método Reid - D-323-94.

Densidad relativa por medio del picnómetro.

Destilación atmosférica D-86.

C. Envasado: en esta etapa se vierte el producto final en los recipientes comerciales establecidos, y luego se envían al almacén de productos terminados. En la figura 2.3 se observa el diagrama de bloques del proceso de obtención del solvente para pinturas acrílicas por el método de mezclado.

2.11. Estudio técnico y económico del diseño de la planta

Un proyecto surge como respuesta a una idea que busca ya sea la solución de un problema o la forma para aprovechar una oportunidad de negocio. Cualquiera sea la idea

que se pretende implementar, la inversión, la metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver una necesidad humana. El proyecto debe evaluarse en términos de conveniencia, de tal forma que se asegure resolver el problema en forma eficiente, segura y rentable [12].

La evaluación, aunque es la parte fundamental del estudio, dado que es la base para decidir sobre el proyecto, depende en gran medida del criterio adoptado de acuerdo con el objetivo general del proyecto. En el ámbito de la inversión privada, el objetivo principal no es necesariamente obtener el mayor rendimiento sobre la inversión. En los tiempos de crisis, el objetivo principal puede ser que la empresa sobreviva, mantener el mismo segmento del mercado, diversificar la producción, aunque no se aumente el rendimiento sobre el capital, etc. Por lo tanto, la realidad económica, político, social y cultural de la entidad donde se piense invertir, marcará los criterios que se seguirán para realizar la evaluación adecuada, independientemente de la metodología empleada. Los criterios y la evaluación son, por lo tanto, la parte fundamental de toda la evaluación de proyectos [13].

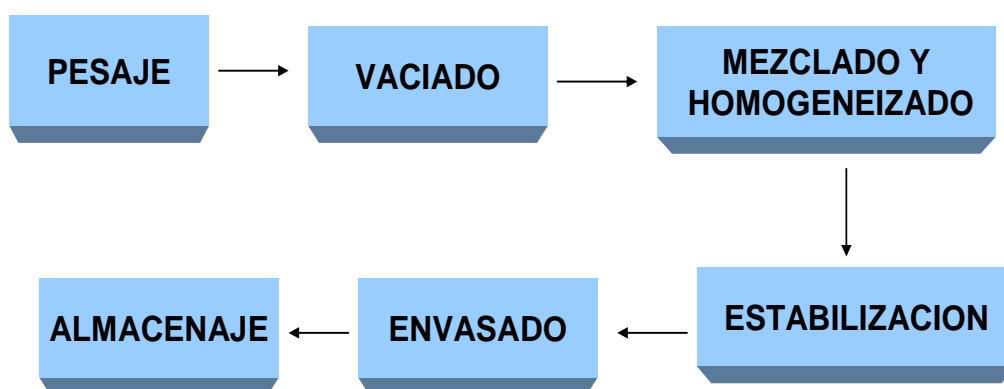


Figura 2.3 Diagrama de bloques del proceso de obtención del solvente para pinturas acrílicas por el método de mezclado [7]

Los estudios particulares que deben realizarse para evaluar un proyecto son: los de viabilidad comercial, técnica, legal, de gestión, de impacto ambiental y financiera o económica. Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determinará que el proyecto no se lleve a cabo.

El objetivo de este estudio es, principalmente, definir si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional [12].

Las etapas necesarias para que se obtenga el beneficio que se quiere a partir del proyecto son [13]:

Formulación: es la definición del problema, se identifican y plantean las alternativas de solución en términos de aquellas variables que el proyectista considere importantes.

Evaluación: se verifica la viabilidad de una o más de una de las alternativas de solución planteadas y se trata de identificar la mejor solución posible entre ellas; de acuerdo con los criterios escogidos. El análisis debe hacerse desde el punto de vista técnico, económico y financiero.

Negociación: se evalúan las condiciones del financista, a fin de conseguir el capital para la ejecución y explotación del proyecto.

Ejecución: es la instalación y puesta en marcha del proyecto.

Explotación: se basa en producir con apoyo de los bienes de capital instalados.

Las dos primeras etapas son interdependientes; todas las etapas constituyen un proceso iterativo, que en su totalidad conforman el ciclo de un proyecto.

2.11.1. Formulación técnica del proyecto

La formulación técnica del proyecto es el estudio y presentación de los aspectos técnicos de dicho proyecto. Los objetivos de este análisis técnico-operativo son: verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende; y analizar y determinar el tamaño óptimo, la localización óptima, los equipos, las instalaciones y la organización requeridos para realizar la producción.

El estudio de factibilidad es el trabajo previo a la iniciación del diseño definitivo del proyecto, de manera que permita obtener una indicación directa del probable éxito y señalar que información adicional se requiere para realizar una evaluación completa. Los temas más importantes que deben ser considerados al realizar un estudio de factibilidad son [14]:

Materias primas (disponibilidad, cantidad, calidad, costo)

Reacciones químicas involucradas

Instalaciones y equipos disponibles que deben adquirirse y materiales de construcción

Estimación de los costos de producción y la inversión total

Ganancias (probables y óptimas, tasa de retorno de la inversión)

Mercados (oferta y demanda actual y futura, usos actuales y futuros, hábitos de los compradores actuales, precios de los productos y subproductos, carácter, ubicación y número de los posibles clientes)

Competencia

Propiedades de los productos (propiedades físicas y químicas, especificaciones, impurezas, efectos de almacenamiento)

Localización de la planta.

Estudio de mercado

Se entiende por mercado el área en la que confluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados [13]. El estudio de mercado es la fase inicial de un estudio de factibilidad técnica y económica de un proyecto de inversión; en éste se describe lo que se va a producir y en dónde y a quien se le va a vender. El objetivo general de esta investigación es verificar la posibilidad real de penetración del producto en un mercado determinado, sin embargo, se fundamenta en los siguientes objetivos específicos [15]:

Ratificar la existencia de una demanda insatisfecha en el mercado.

Determinar la cantidad de bienes provenientes de la nueva unidad de producción que en mercado estaría dispuesto a adquirir a determinado precio.

Conocer los medios que se emplean para hacer llegar los bienes a los usuarios.

El análisis del estudio de mercado debe comprender la información del producto y del mercado necesaria para proporcionar una base que ayude a pronosticar la demanda del producto en los primeros años de operación; estos son: la descripción, características, utilización y estándares de calidad del producto, además de la descripción y utilización de los subproductos; el análisis de productos complementarios y competitivos, la estimación de usos potenciales y sus demandas correspondientes y, por último, la demanda estimada para el producto terminado [16].

Mediante el análisis de la demanda se busca determinar y medir cuales son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto a un bien o servicio, así como determinar la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. Se entiende por demanda al llamado consumo nacional aparente, que es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere, se puede expresar como[13]:

Demanda= Consumo Nacional Aparente + Importaciones – Exportaciones
(Ec. 2.7)

Para los efectos del análisis, existen varios tipos de demanda, en relación con la oportunidad: la demanda insatisfecha, en la que lo producido u ofrecido no alcanza a cubrir los requerimientos del mercado; y la demanda satisfecha, en la que lo ofrecido al mercado es exactamente lo que éste requiere; produciéndose, a su vez, dos tipos de demanda satisfecha: la saturada en la que no se tiene posibilidades de aceptar un nuevo producto, y la no saturada, donde el mercado puede crecer mediante el uso adecuado de herramientas mercadotécnicas o aumento de necesidades de consumo.

La demanda potencial insatisfecha es la cantidad de bienes o servicios que es posible que el mercado consuma en los años futuros, sobre la cual se ha determinado que ningún productor actual podrá satisfacer si prevalecen las condiciones actuales. En los casos en que la falta de datos provoca que solo exista una curva de tendencia en la que la oferta es igual a la demanda, ésta debe ser ascendente a lo largo de los años. Un proyecto debería rechazarse sólo cuando la pendiente de dicha curva fuera cero o negativa, es decir, que indicara que a lo largo de los años ya no se ha vendido más producto, e incluso, su consumo ha disminuido [13].

El propósito que se persigue mediante el análisis de la oferta es determinar o medir las cantidades y las condiciones en las que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o servicio. La oferta, al igual que la demanda, es función de una serie de factores, como son los precios del mercado del producto y los apoyos gubernamentales a la producción.

Para analizar la oferta, se hace necesario conocer los factores cualitativos y cuantitativos que influyen en la oferta. Entre los datos indispensables para hacer un mejor análisis de la oferta están el número de productores y su localización, la capacidad instalada y utilizada de éstos, la calidad y precio de los productos, los planes de expansión, la inversión fija y el número de trabajadores.

El conocimiento del precio es importante porque es la base para calcular los ingresos futuros; hay que distinguir de que tipo de precio se trata y como se ve afectado al cambiar las condiciones actuales. Para estimar el precio de venta se sigue una serie de consideraciones, que se mencionan a continuación:

La base de todo precio de venta es el costo de producción más una ganancia, siendo el porcentaje de ganancia adicional la que conlleva a una serie de consideraciones estratégicas.

Las condiciones económicas del país influyen de manera definitiva en la fijación del precio de venta.

La reacción de los competidores provoca un ajuste de los precios.

Por último, las conclusiones a las que conlleva el análisis del estudio de mercado debe proveer información acerca de las condiciones favorables y desfavorables para la venta del producto, y presentar, en forma numérica, la magnitud del mercado potencial que existe para el producto en unidades/ año.

B. Capacidad de producción de la planta

El tamaño de un proyecto es su capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año[13]. La capacidad de producción de una planta se determina, principalmente, por los estudios de mercado y la disponibilidad de la materia prima en el lugar propuesto para la instalación de la planta; además de otros factores también importantes como las limitaciones financieras y la tecnología seleccionada. De la misma manera, el plan de producción al cual funcionará la planta una vez iniciada su operación, es resultado de la producción y la demanda, además de los factores mencionados anteriormente para estimar su capacidad. Este plan de producción debe especificarse en términos de las condiciones de operación (turnos por día, días por año)[16]. La definición del tamaño del proyecto es fundamental para la determinación de las inversiones y costos que se derivan del estudio técnico. Normalmente, durante esta etapa del estudio puede optarse por una alternativa de tamaño y proceso específicos del proyecto. Sin embargo, cuando existen dudas entre dos o más posibilidades, parece conveniente no tomar una decisión al respecto en una etapa preliminar. Los factores que determinan o condicionan el tamaño el tamaño de una planta, son los siguientes [12]:

Cantidad demandada proyectada a futuro: aunque el tamaño puede ir adecuándose a mayores requerimientos de operación para enfrentar un mercado creciente, debe tener en cuenta que mientras mayor sea la capacidad ociosa de la planta, mayores serán los costos fijos y de producción.

Disponibilidad de insumos: la falta de disponibilidad de los recursos materiales (materias primas, servicios), humanos y financieros limita la capacidad de uso del proyecto, aumentando los costos de abastecimiento.

Tecnologías y equipos: cuando la tecnología impide el crecimiento de la capacidad, se debe invertir inicialmente en una capacidad instalada superior a la requerida en una primera etapa si se prevé en el futuro se hace posible una utilización rentable de esa mayor capacidad.

Localización del proyecto: puede limitar el tamaño por la lejanía a los centros de insumo, consumo y por falta de espacio físico.

Distribución geográfica del mercado: determina la necesidad de evaluar la opción de una gran planta para atender un área extendida de la población o de sucursales adicionales para atender varios centros de consumo.

Financiamiento: es la variable definitivamente determinante del tamaño de la planta. Si los recursos financieros permiten escoger entre varios tamaños, para los cuales la evaluación económica no muestra grandes diferencias, el criterio de prudencia financiera aconsejará escoger aquel tamaño que, dando lugar a una evaluación satisfactoria (no necesariamente la óptima), pueda financiarse con la mayor seguridad; se recomienda para prevenir problemas financieros, construir la fábrica del tamaño mínimo, ampliándola a medida que se normalice la puesta en marcha y haya recursos financieros suficientes[15].

La determinación del tamaño óptimo de la planta es la mejor combinación entre insumo, tecnología y equipos, esta determinación es difícil, pues las técnicas existentes para su determinación son iterativas y no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo, puede realizarse para una etapa posterior al estudio de prefactibilidad [12,15].

C. Localización de la planta

Para la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no solo factores cuantitativos, como pueden ser los costos de transporte, de materia prima y el producto terminado, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, la presencia de espacio para futuras expansiones, entre otros. Antes que el proyecto alcance la etapa de estimaciones detalladas, debe tenerse una idea aproximada acerca de su localización. La ubicación definitiva debe establecerse al completar el diseño con estimaciones detalladas. La selección del lugar depende de numerosos factores entre los cuales los más importantes son [17]:

Materias primas: las fuentes de materia prima constituyen uno de los factores más importantes para seleccionar el lugar donde se construirá la planta, ya que éste hace posible disminuir los gastos de transporte y almacenaje.

Mercados: la ubicación de los centros de consumo o distribución afectan los costos de distribución del producto y el tiempo requerido para la venta del mismo. Además, debe tenerse en cuenta la cercanía de centros de consumo de los subproductos y los productos finales.

Disponibilidad de potencia y combustible: la necesidad de fuentes de energía baratas pueden decidir acerca de la localización, como por ejemplo, la presencia de gas natural directo, disminuyendo así los costos de producción.

Clima: la humedad, el frío extremo, los vientos o el calor excesivo pueden tener consecuencias sobre la operación económicas de la planta.

Medios de transporte: el método de transporte depende de la clase y cantidad de productos y materia prima a trasladar, así el material más delicado (materia prima o producto) requiere de mayor cercanía al centro de consumo.

Disponibilidad de agua: la planta debe ubicarse en un lugar donde se pueda disponer de una fuente confiable de agua, teniéndose en cuenta su temperatura, composición en cuanto a sales y tratamiento para su purificación.

Eliminación de efluentes o residuos: la planta propuesta no posee efluentes contaminantes.

Disponibilidad de mano de obra: en el lugar propuesto se puede obtener mano de obra calificada para el funcionamiento del proyecto..

Impuestos y restricciones legales: los impuestos estatales y locales sobre propiedades y rentas, los seguros de desempleo y cuestiones parecidas pueden variar de una localidad a otra, pudiendo estas dificultades resultar muy importantes para la radicación de la empresa, en relación a los costos y pérdidas de tiempo.

Características de la ubicación: debe estudiarse la estructura del suelo debido a su efecto sobre el costo de construcción, además de la previsión de un lugar para la posibilidad de una futura expansión.

Protección contra las inundaciones e incendios: debe examinarse la historia local con respecto a las inundaciones y daños temporales, para considerar sus consecuencias. La protección contra incendios se garantiza contando con la colaboración de un cuerpo de bomberos en los alrededores de la planta.

Factores relacionados con la comunidad: para un crecimiento adecuado de la industria son muy importantes los aspectos culturales, institucionales y organizacionales de la comunidad que garantizan que esta sea un núcleo progresista.

Los factores más importantes en la selección de la zona para ubicar la planta son, en general: (1)materias primas, (2) mercados, (3) potencia y combustibles, (4) clima, (5) medios de transporte y (6)suministro de agua. Para la evaluación preliminar deben considerarse los primeros cuatro factores. Sobre la base de aquellos, es posible reducir la ubicación aceptable a una o dos zonas geográficas.

El paso siguiente consiste en considerar los efectos de los medios de transporte y suministros de agua. En esta forma se logra reducir las posibilidades de ubicación de la planta a varias zonas más definidas, cuyo número puede reducirse teniendo en cuenta todos los factores sobre la ubicación. Como paso final, puede hacerse un análisis de otras ubicaciones posibles. Para la decisión definitiva en la selección del lugar donde se ubicará la planta, se consideraran todos los factores que puedan afectar el éxito de la operación completa [14].

D. Distribución (layout) de la planta

Una vez especificado el proceso de producción a utilizar para la producción del solvente para pinturas acrílicas, así como su ubicación y tamaño de la planta, el layout es la disposición de las construcciones, equipos e instalaciones para almacenamiento, en el terreno disponible, de acuerdo con las normas establecidas para dicha ubicación [16].

Esta etapa del diseño se lleva a cabo después de completados los diagramas de flujo y antes de comenzar con el diseño detallado de cañerías, tuberías, estructuras e instalaciones eléctricas [14]. Una buena disposición de la planta es la que proporciona las condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica. La manera en que está hecha la distribución de la planta, afecta el manejo de materiales, la utilización del equipo, los niveles de inventario y la productividad de los trabajadores [13].

Una distribución racional debe incluir diversas zonas de producción, de almacenaje y de manipulación, eficientemente coordinadas de acuerdo a los siguientes factores [14,18]:

Desarrollo de un local nuevo o ampliación de locales previamente desarrollados.

Clase y cantidad de producto a elaborar.

Posibilidad de futuras ampliaciones.

Conveniencia desde el punto de vista de operaciones y accesibilidad.

Tipo de proceso y control de producto.

Distribución económica de los suministros, servicios y servicios auxiliares.

Tipo de obras civiles y exigencia de locales de edificación.

Consideraciones referentes a la salud y seguridad.

Problemas de eliminación de efluentes o residuos.

Equipos auxiliares.

Equipo disponible y espacio necesario.

Caminos de acceso.

La fase final para la distribución de la planta es la planificación de una distribución elemental. En ella aparecen las relaciones fundamentales entre el espacio necesario para el almacenamiento y para los equipos del proceso. En el paso siguiente se toma en cuenta la secuencia de las operaciones y se obtiene una primera distribución, basada en el flujo de materiales, operaciones unitarias, almacenaje y futuras ampliaciones. Finalmente, el análisis de todos los factores que intervienen en la distribución, permite presentar un proyecto final detallado, que sirve para base para preparar los planos con distintos cortes de la planta.

2.11.2 Formulación económica del proyecto

La formulación económica consiste en expresar todas las variables reales del proyecto en sentido monetario, para lo cual se debe identificar, cuantificar y localizar en el tiempo la inversión, los ingresos y los costos asociados a cada alternativa de solución del proyecto, siendo cada alternativa comercial y presupuestaria técnicamente viable [19].

La evaluación del proyecto se realiza sobre la estimación del flujo de caja de los costos y beneficios; sin embargo, muchos factores pueden afectar la rentabilidad de una inversión, cuya influencia y posible predicción deben ser incluidos en el flujo de caja futuro del proyecto, estos pueden observarse en la tabla 2.9.

2.11.2.1. Costos de planta

Los desembolsos de efectivo (costos), en el periodo de estudio del proyecto pueden ser inversiones o costos, propiamente dichos. Las inversiones son desembolsos que se hacen una sola vez, como la compra de equipos; mientras que a los desembolsos repetidos se les llama costos, como en el caso de la materia prima y el mantenimiento [19].

A. Costos de inversión: el capital necesario para proveer los equipos e instalaciones de la planta se denomina costo de inversión. Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto se pueden agrupar en tres tipos: activos fijos o tangibles, activos diferidos o intangibles y capital de trabajo. La suma de éstos se conoce como inversión total de capital o simplemente inversión total [12]. De esta manera, el costo del capital para un proyecto consiste en la sumatoria del costo de capital fijo, más el costo de capital de trabajo más el costo de terrenos y otros conceptos no depreciables.

A.1. Inversiones en activos fijos: son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto; representa el capital necesario para adquirir e instalar los equipos necesarios para el funcionamiento del proceso completo [14]; entre estos están los terrenos, equipos, maquinarias, edificios, vehículos y otros. Para efectos contables, están sujetos a depreciación (excepto los terrenos).

Tabla 2.9. Factores que influyen en la rentabilidad de las inversiones [15]

Factor	Precisión de la predicción	Efectos de los posibles errores
Capital de trabajo	Regular	Importante
Periodo de construcción	Buena	Menor
Erogaciones iniciales de arranque	Regular	Intermedio
Predicción del volumen de ventas	Mala	Importante
Predicción del precio del producto	Mala	Importante
Vida económica	Mala	Intermedio
Vida de depreciación	Buena	Intermedio
Valor de recuperación	Mala	Menor
Tasa de recuperación mínima aceptable	-	-
Tasa de impuestos sobre la renta	Mala	Importante
Tasas de inflación	Mala	Importante
Riesgos	Mala	Importante
Condiciones generales del negocio	Regular	Intermedio

A.2. Inversiones de activos intangibles: son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en

marcha del proyecto. A su vez, son susceptibles de amortizar. Los principales que figuran en esta inversión son los gastos de organización, patentes y licencias, gastos preoperativos y de puesta en marcha, asistencia técnica y contrato de servicios [13].

A.3. Capital de trabajo: son los insumos necesarios para la explotación del proyecto. Está formado por la cantidad de dinero invertido en: (1) materias primas y abastecimientos que se mantienen en depósito, (2) productos terminados y semiterminados, (3) cuentas a cobrar, (4) dinero en efectivo para el gasto total de los gastos operativos. La mayoría de las plantas químicas utilizan un capital de trabajo que representa entre el 10 y el 20 % de la inversión total [13]. Al igual que el capital fijo, es parte de la inversión sobre la cual se debe obtener beneficios, pero, al igual que los terrenos, el capital de trabajo no se deprecia durante la vida del proyecto, ya que se mantiene durante toda la vida del proyecto [13].

Además algunos proyectos consideran un ítem especial para imprevistos que contrarrestan posibles contingencias. Su magnitud suele calcularse como un porcentaje total de inversiones [19].

B. Costos de producción: están formados por aquellos desembolsos de dinero directamente relacionados con la operación de la planta y los costos para la venta de los productos. Estos costos pueden agruparse con el título general de costo total del producto. Este costo suele subdividirse en costos de fabricación y gastos generales. Los costos de fabricación también suelen llamarse costos de operación o de producción. Estos costos se pueden observar en la descripción detallada que se presenta en la tabla 2.10.

2.11.2.2. Estimación de costos

La estimación del capital a invertir para el proceso varía dependiendo de los factores de diseño considerados para su elaboración; de esta manera, mientras más factores se consideren para incluir en la estimación de costos, más precisa será ésta con respecto al costo real resultante calculado para la planta. Estas estimaciones reciben diversas denominaciones.

Tabla 2.10. Costos que intervienen en el costo total del producto, para una planta típica de procesos químicos [14]

Costo total del producto

Costos de fabricación			Gastos generales		
Costos directos de producción	Gastos fijos	Gastos generales	Gastos administrativos	Gastos de distribución y venta	
*Materias primas *Mano de obra *Supervisión *Potencia y servicios Mantenimiento	*Depreciación *Impuestos *Seguros *Alquileres	*Salarios *Almacenes *Laboratorios *Seguridad *Salud *Gastos varios	*Salarios de ingeniería y legales *Gastos de comunicaciones	*Oficina de ventas *Vendedores *Embarque *Publicidad	financiamiento y de

Las estimaciones de los costos en una etapa de prediseño (orden de magnitud, de estudio y preliminar), aunque requieren información mucho menos detallada que las estimaciones definitiva y detallada, son muy importantes para determinar si un proyecto determinado ha de seguir su curso, y para la comparación de diversas alternativas posibles.

2.11.2.3. Métodos para estimar la inversión de capital

Se pueden utilizar diversos métodos para estimar la inversión de capital. La elección del método depende de la cantidad de información detallada disponible que se desea obtener. En orden decreciente de información detallada necesaria y del tiempo de demanda de su recuperación (en el que también disminuye la exactitud), se describen a continuación los métodos disponibles [14]:

A. Estimación detallada de cada rubro: este método supone la cuidadosa determinación de cada uno de los elementos descritos en los planos con sus especificaciones completas, a partir de las cotizaciones de sus fabricantes. Con éste método puede obtenerse un máximo de exactitud, dentro del $\pm 5\%$.

B. Estimación mediante costos unitarios: es usado frecuentemente para preparar estimaciones definitivas y preliminares. Se debe disponer de información proveniente experiencias previas en costos y estimaciones detalladas de precios de adquisición.

C. Porcentaje del costo del equipo entregado: este método requiere de la determinación del costo del equipo entregado, luego, los restantes rubros del costo directo de la planta se estiman como porcentaje del costo de los equipos entregados. Se utiliza normalmente para la estimación preliminar y la de estudio. Estos porcentajes se pueden utilizar para compilar con rapidez el costo de una nueva instalación a partir de un pequeño número de datos. Dada una lista preliminar de equipos de procesamiento y

especificaciones aproximadas de las necesidades estructurales, eléctricas y de tuberías, se puede preparar una estimación aceptable preliminar.

D. Factor de Lang: se utiliza frecuentemente para la estimación del orden de magnitud del costo, multiplicando el costo de los equipos básicos por un factor, obteniéndose aproximadamente la inversión del capital. El factor depende del tipo de planta que se considere, para plantas que procesan sólidos, los factores para el cálculo de la inversión de capital fijo más el capital total son 3,9 y 4,6 respectivamente.

E. Exponente que se aplica a la relación entre las capacidades de las plantas: relaciona la inversión de capital fijo de una planta de procesos nueva o el costo de un equipo, con la inversión en plantas o equipos similares, construidos o adquiridos anteriormente; elevando las capacidades de ambas plantas a una cierta potencia que depende del tipo de equipo o de planta, generalmente entre 0,6 y 0,7.

F. Costo de inversión por unidad de capacidad de producción: se obtiene una estimación del orden de magnitud de la inversión del capital fijo multiplicando el costo de la inversión por unidad de capacidad por la capacidad de producción anual de la planta propuesta.

G. Índices de rotación: se define como la relación entre las ventas brutas anuales y la inversión de capital fijo.

2.11.2.4. Tasa de retorno de la inversión

En los estudios económicos relacionados con la ingeniería, la tasa de retorno de la inversión se representa sobre la base de un porcentaje anual. La ganancia anual dividida entre la inversión inicial total representa la fracción de retorno porcentual estándar de la inversión, siendo la ganancia la diferencia entre las entradas totales y los gastos totales. Por lo tanto, la ganancia es una función de la cantidad de bienes producidos, de su precio de venta y de la eficiencia económica de la operación.

2.11.2.5. Tiempo de recuperación de la inversión

Es la medida de la rentabilidad o la liquidez de una inversión, definido como el tiempo necesario para recuperar, de los beneficios y la depreciación, la inversión original efectuada en las instalaciones depreciables. Por lo común, pero no siempre, se toma después de los impuestos.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

Este capítulo muestra el detalle de la metodología empleada en el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados en este proyecto.

3.1. Metodología

A continuación se muestra el desarrollo de cada etapa del proyecto:

3.1.1. Descripción fisicoquímica del solvente para pinturas acrílicas preparado en el laboratorio y de los existentes en el mercado

Como se ha descrito en la sección 2.3 del marco teórico, los solventes industriales son sustancias orgánicas que en estado líquido puro o mezclas de ellos, son capaces de disolver o dispersar otras sustancias para originar diferentes productos industriales. La función principal de los solventes en el campo de las pinturas acrílicas, es disolver la resina u otro medio formador de película. Además, sirve para ajustar la viscosidad de la pintura a los valores deseados, para regular el secamiento, conductividad, estabilidad, fluidez, brillo y escurrido, proporcionando una consistencia apropiada para la aplicación de las pinturas.

Todas estas características son las que se controlan con la aplicación de los solventes en las pinturas. En vista de esto, se decide describir fisicoquímicamente el producto que se va a preparar, a fin de tener valores cuantitativos que sirvan como punto de comparación con los productos que ya existen en el mercado.

En primer lugar se fijó la formulación del solvente para pinturas acrílicas a estudiar, ésta se muestra en la tabla 3.1. Para determinar las características fisicoquímicas del solvente a estudiar se realizaron los siguientes métodos de ensayo:

1. Copa cerrada TAG (ASTM D 93-90 en hidrocarburos líquidos), para la determinación del punto de inflamación y combustión

El punto de inflamación en productos del petróleo se conoce como la temperatura más baja corregida a una presión barométrica de 101,3 KPa (760 mmHg), a la cual el vapor de un espécimen de la muestra se enciende cuando se le aplica una fuente de ignición bajo determinadas condiciones de prueba. Esta prueba se realiza en una copa de bronce de

dimensiones específicas, se coloca la muestra a analizar hasta la marca indicada en dicha copa y se tapa. El calentamiento y la agitación de la muestra se efectúan de acuerdo a un procedimiento específico. Una pequeña llama es introducida dentro de la copa a intervalos regulares con interrupción simultánea de la agitación, hasta que se detecta la inflamación. Donde, el punto de inflamación se registra como la temperatura más baja, en la cual la aplicación de la llama de prueba causa la ignición de los vapores sobre la superficie de la muestra. Este se registra de acuerdo a las definiciones en la norma. La temperatura del punto de inflamación es una medida de la tendencia del espécimen de prueba a formar una mezcla inflamable con aire, bajo condiciones de laboratorio controladas. Ésta es sólo una entre un número de propiedades que se deben considerar para determinar el riesgo general de inflamabilidad de un material. El punto de inflamación se utiliza en regulaciones de transporte y seguridad para definir los materiales como inflamables o combustibles [20].

2. Destilación atmosférica (ASTM D 86), para la determinación del rango de destilación

El límite de destilación es una de las especificaciones que se deben incluir en los productos del petróleo al igual que en los disolventes. Éste asegura un comportamiento adecuado en lo que respecta a su volatilidad, pues, es una característica que define en los hidrocarburos su tendencia a producir vapores potencialmente explosivos y en los disolventes la velocidad de evaporación, factor importante para los disolventes, pues la mayoría son usados en la fabricación y aplicación de pinturas. Este método consiste en destilar una muestra bajo condiciones específicas de ensayo. Haciendo observaciones sistemáticas de la lectura del termómetro y de los volúmenes de condensado, para luego calcular a partir de estos datos los resultados de la prueba [21].

3. Densidad (ASTM D-100 ó COVENIN 2052-93), en la determinación de la densidad

Este método establece la determinación de la densidad de los hidrocarburos puros y sus mezclas, con punto de ebullición entre 90 °C y 110 °C, que se encuentran en estado líquido a las temperaturas de prueba especificadas de 20 °C y 25 °C. En resumen se puede decir que la muestra líquida se introduce en un picnómetro y luego se coloca en un baño a temperatura constante y se permite que alcance el equilibrio a la temperatura deseada. Posteriormente, se enrasa la muestra a la marca de volumen y se pesa. Se realiza el cálculo

de densidad relativa o la densidad a partir de este peso y el peso previamente determinado de agua que se requiere para llenar el picnómetro hasta la misma marca y a la misma temperatura. Ambos pesos se corrigen según el empuje del aire [22].

4. Presión de vapor Reid (ASTM D-323), para la determinación de la presión de vapor

La presión de vapor constituye una propiedad física importante en los líquidos volátiles. Esta es indispensable para los productores y refinadores de crudo, en el manejo general y el tratamiento inicial en la refinería. La presión de vapor se utiliza como una medida indirecta del índice de evaporación en solventes volátiles del petróleo. Este método de ensayo se realiza en un equipo de presión de vapor, la cámara de líquido del equipo se llena con la muestra previamente enfriada y se conecta un baño a 37,8 °C. El equipo ensamblado se sumerge en el mismo baño hasta que se observe una presión constante. La lectura, apropiadamente corregida, es la reportada como la presión de vapor Reid [23].

Tabla 3.1. Formulación del solvente para pinturas acrílicas sometido a estudio [7]

Tipo de sustancia	Composición %
Disolvente activo	20
Cosolvente	13
Retardador	7
Diluyente	60

Realizados los ensayos se tienen los valores cuantitativos de densidad, punto de inflamación, combustión, rango de destilación y de presión de vapor Reid del producto en estudio, representando éstas las características fisicoquímicas más importantes a medir en este tipo de producto, en la tabla 4.1 se muestran los resultados obtenidos en los análisis realizados del solvente en estudio. Estos datos se compararon con las características fisicoquímicas de los solventes para pinturas acrílicas de las industrias mostradas en la tabla 3.2., las características de estos solventes están reflejadas en las tablas A.2, A.3 y A.4. De igual manera los resultados de las comparaciones se encuentran en la tabla 4.1.1.1 y 4.1.1.2.

Tabla 3.2. Productos comerciales utilizados como puntos de comparación con el solvente acrílico en estudio

Industria	Nombre comercial del solvente
Montana Auto	Thinner acrílico
Venezolana de Pinturas, C.A.	Thinner acrílico
Dupont	Diluyente Imlar

Fuente: investigación propia

Una vez realizado el análisis cuantitativo a través de los ensayos antes mencionados, se realizó el estudio cualitativo del solvente preparado. Esto se hizo realizando la aplicación del solvente a tres tipos de pinturas acrílicas de tres empresas reconocidas a nivel nacional. En la aplicación del solvente se observó el comportamiento del mismo para las propiedades como: 1.Solubilidad, 2.Estabilidad, 3.Olor, 4.Secado, 5.Brillo. Esto tomando en consideración las instrucciones de aplicación de las pinturas según cada fabricante. En la tabla 3.3 se observa el tipo de pintura seleccionada y el fabricante de las mismas para ser evaluadas con el producto en estudio.

Tabla 3.3. Pinturas seleccionadas para la evaluación cualitativa del solvente en estudio

Marca	Nombre comercial de la pintura
Quimicolor	Laca acrílica para reacabado automotriz, negro
Venezolana de Pinturas,C.A.	Laca acrílica para repintado automotriz, verde Y/S
Dupont	Beige Adicora

Las evaluaciones que se le realizaron al solvente en cuanto a propiedades estaban regidas por los siguientes lineamientos [1]:

1.- Solubilidad: en el campo de las pinturas cuando se habla de solubilidad se refiere a la capacidad que tiene el solvente para disolver una resina u otro medio formador de película. De esta manera se dice que el solvente puede ser soluble o insoluble al sistema (pintura), la solubilidad también implica que la mezcla resultante entre la pintura y el solvente sea de alta o de baja viscosidad.

2.- Estabilidad: la estabilidad también tiene mucho que ver con el poder de solvencia, en este caso se refiere a la afinidad que presenta la naturaleza química del solvente con el tipo de resina con que este fabricada la pintura. Si la tolerancia de la pintura con solvente es buena el sistema permanecerá uniforme, se observara luego de la aplicación del solvente una solución homogénea.

3.- Olor: para evaluar esta propiedad no hay una prueba normalizada, pero lo que se busca es que el solvente no posea un olor irritante, pues, el uso de los mismos muchas veces propicia contactos directos con la piel y mucosas, aunque lo recomendable es que se aplique usando todos los implementos de seguridad necesarios.

4.- Secado: tiene que ver con la volatilidad del solvente (también llamada velocidad de evaporación), la cual se define como la velocidad que requiere el solvente para evaporarse. Se busca que la combinación del solvente con la pintura tenga un efecto acelerador del secado, por esto se evaluara la propiedad del secado como bueno o malo según la rapidez o lentitud que proporcione la combinación.

5.- Brillo: está íntimamente relacionada con la velocidad del secado, pues aunque se busca que el secado de las pinturas sea acelerado esto puede ocasionar que esa evaporación extremadamente rápida enfríe bruscamente la superficie y produzca la condensación de humedad en la pintura, produciendo un blanqueamiento (o enturbiamiento) que produce una reducción del brillo. Esta evaluación conlleva a que el resultado de la aplicación de la pintura sea un alto o bajo brillo.

3.1.2. Capacidad de producción de la planta mediante un estudio de mercado

Para obtener la posible capacidad de la planta se llevó a cabo un estudio de mercado donde se analizó la oferta y demanda por sectores económicos, el nivel de aceptación del

solvente preparado se midió realizando encuestas y entregando muestras en diferentes locales comerciales de la zona de Anzoátegui, Monagas y Bolívar, así como también se examinaron las importaciones y exportaciones de los últimos 3 años para visualizar el panorama de saturación del producto por importación y futuras ventas por exportación.

Se detallan a continuación cada uno de los factores antes mencionados:

3.1.2.1. Estudio de mercado

El estudio de mercado para determinar la capacidad de producción de la planta se llevó a cabo a partir de los datos suministrados por: el Ministerio de Industrias Ligeras y Comercio (MILCO) y Asociación de Industrias Químicas (ASOQUIM).

A. Materia prima:

La materia prima empleada en el proceso de elaboración de los solventes para pinturas acrílicas es muy variada y va a estar enfocada hacia la calidad de producto que se desee obtener; existe materia prima de primera calidad y de segunda, estos últimos son productos reciclados de procesos variados. Para este proyecto se utilizó materia prima de primera calidad. La materia prima utilizada es nacional e importada.

A.1. Plantas productoras de materia prima nacional

Existen tres plantas de donde proviene la materia prima nacional para la elaboración del solvente para pinturas acrílicas. Tomando como referencia la tabla 3.1, se tiene que de los cuatro componentes del solvente para pinturas acrílicas, el cosolvente y los diluyentes son materia prima nacional y el disolvente activo y el retardador son materia prima importada.

La planta METOR, S.A. ubicada en el Complejo Petroquímico José Antonio Anzoátegui, en Anzoátegui es la productora del cosolvente. La Refinería el Palito, específicamente la planta BTX, ubicada en Puerto Cabello -Borburata, estado Carabobo, es la productora del diluyente tolueno. En el complejo Petroquímico Morón, ubicado en Coro, estado Falcón, se produce el segundo diluyente la gasolina blanca. El resto de la materia prima no se elabora en el país, es decir, la acetona (el disolvente activo) y el retardador (acetato de butilo) no son producidos actualmente en Venezuela.

Con la intención de conocer el comportamiento del mercado nacional e internacional en el ámbito de solventes se realizaron encuestas a diferentes industrias

químicas y petroquímicas, para así conocer como ha variado el mercado en cuanto a consumo y uso.

A.2. Distribuidoras de materia prima importada

En el campo de la elaboración de solventes acrílicos el componente clave para analizar el mercado es el disolvente activo. La cantidad de este producto que entre a Venezuela por concepto de importación y los precios que manejen los distribuidores, influyen mucho en la fluctuación de precios que pueda tener el mercado de los solventes para pinturas. Se realizaron encuestas a varias empresas encargadas de la importación y distribución de la acetona a nivel nacional, estas encuestas se encuentran en el anexo B.1. Éstas entrevistas se le hicieron de manera directa a los encargados de ventas y estadísticas en estas empresas. En la tabla 3.4 se observan las empresas que fueron encuestadas.

Tabla 3.4. Empresas importadoras y distribuidoras del acetato de butilo a nivel nacional

Distribuidoras e importadoras	Ubicación
Quibarca	Valencia
Shell Venezuela	Caracas
JLM Industrias de Venezuela	Caracas
Casanay Chemicals	Caracas
OCV Trading Venezuela, C.A.	Puerto Cabello

Fuente: investigación propia

B. Productos: en el mercado existen dos clases de solventes para pinturas acrílicas, el primero lo llaman multiuso y el segundo de alto brillo, el solvente estudiado en este proyecto entra por su formulación en el rango de los llamados de alto brillo.

Las presentaciones para la comercialización del solvente para pinturas acrílicas en Venezuela, según el volumen de venta puede ser en tambores (200 l), en cuñetes(19 l), jarras (10 l), galones (3.785 l) y envases de 1 litro. En la tabla 3.5 se muestran los precios de venta que oscilaron para el año 2005 de las diferentes marcas existentes en el mercado nacional de los solventes acrílicos de alto brillo.

C. Subproductos: en el proceso de elaboración disolventes para pinturas acrílicas no se obtienen subproductos, o productos secundarios. Este proceso es altamente efectivo, no se obtiene ningún tipo de desperdicio que pueda ser utilizado en otro proceso.

Tabla 3.5. Presentación y precios de las diferentes marcas de solventes acrílicos existentes en Venezuela

Empresa	Nombre comercial (Tambor 200L)	Precios (Bs.)
Dupont	Diluyente IMLAR	1.101.760,00
Pinco Pitburg	Thinner super brillo acrílico	776.985,30
Montana auto	Thinner acrílico	776.985,30

Fuente: investigación propia

D. Oferta y demanda: mediante el análisis de la demanda se busca determinar y medir cuales son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado con respecto a un bien o servicio, así como determinar la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda. La ecuación 2.7 resume esta definición, según la cual la producción nacional es igual al consumo aparente.

Para realizar el análisis del consumo aparente de solvente para pinturas acrílicas o lo que es igual el análisis de la oferta, se efectuaron encuestas directamente a los productores nacionales, buscando así medir la capacidad de producción de las mismas, la evolución del consumo en los años, las importaciones y exportaciones realizadas por estas empresas para el solvente acrílico y la orientación de este producto en el mercado nacional. En la tabla 4.3 se observan las empresas encuestadas, en el anexo B.2 esta

reflejada la encuesta propuesta y en la sección 4.1.2 el análisis de sus respectivas respuestas.

E. Importaciones y exportaciones: en la revisión realizada de los datos suministrados por el Ministerio de Industrias Ligeras y Comercio (MILCO) en las tabla A.1, A.2 y A.3 y Asociación de Industrias Químicas (ASOQUIM) en las tabla A.4, A.5, A.6 y A.7, Venezuela no exporta solventes para pinturas acrílicas hacia otros países (asumiendo como válidos los datos suministrados por ASOQUIM en la tabla A.7); para el caso de las importaciones se obtuvo que Venezuela importa una denominación de productos llamados disolventes y diluyentes orgánicos químicos compuestos, N.P. (preparaciones para quitar pinturas y barnices), que tiene el código arancelario de 1563 38140000, esto se puede observar en las figuras 3.1 y 3.2

Trinidad y Tobago planean importar el solvente acrílico exclusivamente desde Venezuela e incrementar la cantidad del mismo progresivamente, si Venezuela ofrece un producto que cubra sus expectativas. El punto de traslado sería desde Nueva Esparta.

F. Nivel de aceptación: para la seguridad del proyecto se realizó un estudio de aceptación del producto, esto se llevó a cabo obsequiando muestras a 50 posibles consumidores de solventes acrílicos en la zona de Puerto La Cruz- Barcelona (Zona Anzoátegui), en Maturín (Zona Monagas) y Puerto Ordaz (Zona Guayana), esta distribución del solvente se realizó junto con una encuesta, donde se evalúa el solvente acrílico en los aspectos físicos como poder de disolución, secado, brillo,

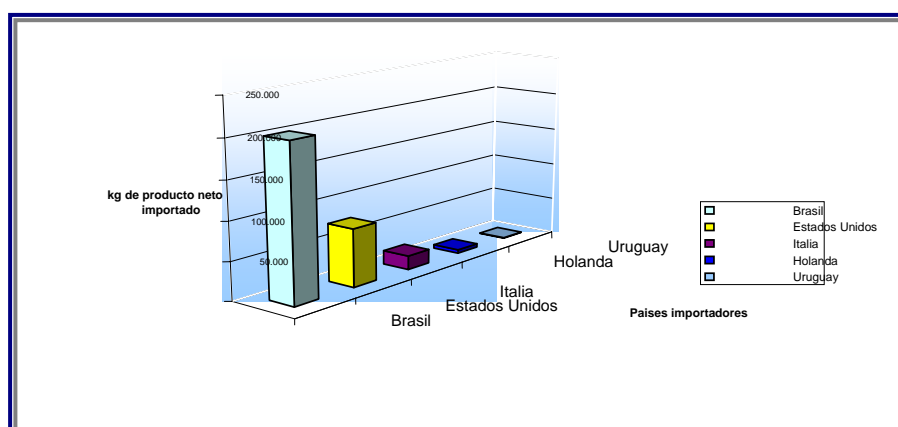
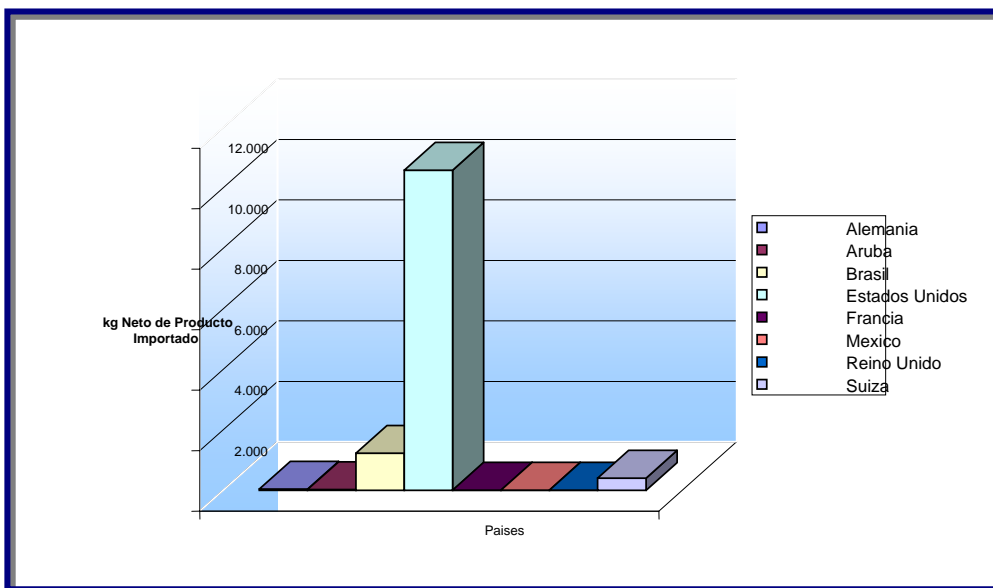


Figura 3.1 Importaciones realizadas por Venezuela en el año 2004 de disolventes y diluyentes orgánicos químicos compuestos, N.P (preparaciones para quitar pinturas y barnices).



Fuente: Ministerio de Industrias Ligeras y Comercio (MILCO)

Figura 3.2 Importaciones realizadas por Venezuela en el año 2005 de disolventes y diluyentes orgánicos químicos compuestos, N.P. (preparaciones para quitar pinturas y barnices).y precio de venta según la presentación en comparación con los que existen en el mercado.Las encuestas propuestas a los posibles consumidores se encuentran en el anexo B.3. De manera general la figura 3.3 refleja la orientación del consumo de solvente acrílico y en base a esta orientación se realizó la encuesta.

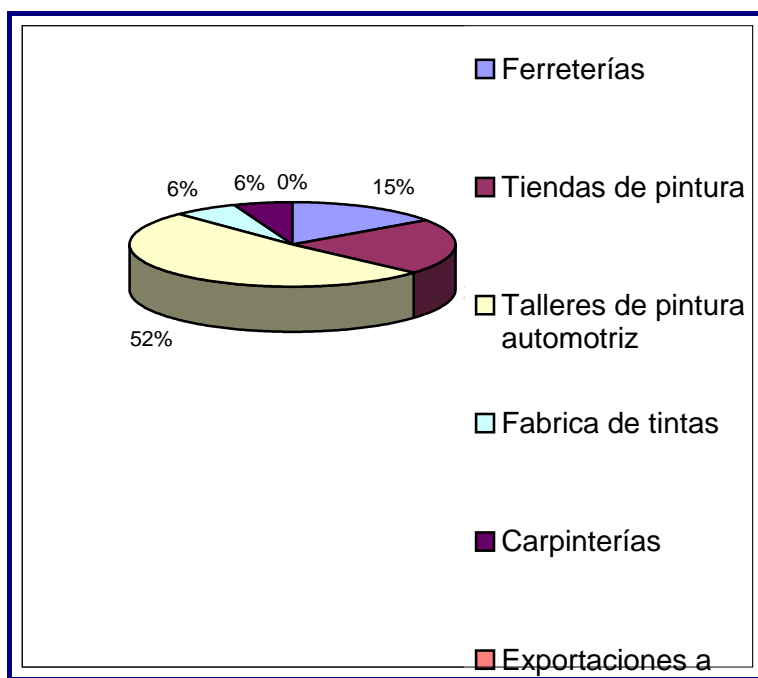


Figura 3.3 Distribución del consumo de solventes acrílicos

3.1.2.2 Capacidad de producción

Luego de haber realizado el estudio de mercado, se procedió a determinar la capacidad de producción de la planta. Ésta se determinó en toneladas anuales y se fijó considerando la demanda actual reflejada por el análisis de la oferta y las posibles ampliaciones que pudiera sufrir la planta (proyecciones a futuro). Junto con estas consideraciones se tomó en cuenta otro factor que no deja de ser importante a la hora de fijar el tamaño del proyecto, como lo es el factor de financiamiento, se atacó de igual manera las fallas de desabastecimiento que existen en el mercado para así obtener beneficios directos en las ventas a muy corto plazo.

3.1.3. Selección y dimensionamiento de los equipos principales de la planta

La selección de los equipos se llevó a cabo después de analizar los diferentes tipos de equipos existentes en el mercado para la misma operación en estudio; esto tomando en cuenta varios factores, entre ellos los costos de inversión, la facilidad de operación y mantenimiento, la disponibilidad del equipo y de los repuestos en el mercado nacional. El dimensionamiento de los equipos se realizó basándose en la producción anual establecida en el estudio de mercado. Mediante ecuaciones, se obtuvieron las dimensiones de cada equipo; así como otros datos adicionales como condiciones de operación, gastos energéticos, materiales de construcción y detalles acerca de equipos auxiliares necesarios.

La selección de los equipos se llevó a cabo tomando en cuenta varios factores entre los cuales los más importantes son los siguientes:

Tipo de operación: para la escogencia de equipos específicos entre los numerosos equipos existentes en el mercado, experiencias previas de diseño recomiendan su utilización o rechazos según sea el equipo.

Capacidad: es un factor limitante en la utilización de algunos equipos, como es el caso de los tanques de almacenamiento, pues, así como unas capacidades aceleran los procesos otros hacen los procesos obsoletos.

Materiales de construcción: debido a las condiciones de operación, características de los materiales a manipular, y otros factores, los materiales de construcción determinarán la escogencia de un equipo u otro.

Facilidades de operación: las facilidades de operación, junto con la complejidad mecánica de un equipo determinarán la escogencia de un equipo. La sencillez mecánica

disminuye los costos de operación, mantenimiento, y de la misma manera disminuye los costos de inversión.

Necesidad de sistemas de control: esto aumenta los costos de mantenimiento y operación del proceso, por lo consiguiente el precio del producto.

Disponibilidad de repuestos y facilidad de mantenimiento y reparación de la zona: es muy importante esta consideración, porque se debe tener en cuenta que los equipos no son eternos, que cuando se dañen los mismos puedan ser reparados de manera eficiente y por bajos costos.

Costos de inversión: para este estudio preliminar, el costo de la inversión será un factor importante en la escogencia del equipo, en comparación con los más costosos, el equipo que se adapte a la operación, capacidad y facilidad de operación, con menos costo de inversión comparado con otro equipo similar, será seleccionado para formar parte de la planta en diseño.

Como equipos principales de la planta fueron considerados los que se describen a continuación:

A. Tanque de recepción de materia prima: considerándose los volúmenes mínimos de compra de materia prima, se seleccionaron los volúmenes para los tanques de recepción y almacenamiento del material. Los proveedores de la materia prima suministran el material en camiones cisternas que van desde 34.500 l a 42.000 l, por tal razón se decidió que los tanques de recepción serían de 39.000 L, lo que representa un volumen promedio entre los valores mínimos y máximos de los despachos de materia prima. El material a utilizar para estos tanques será de acero inoxidable, siendo éste el material más apto para estos productos altamente corrosivos y fácilmente contaminables. Para este proyecto se utilizarán inicialmente 5 tanques para almacenar la materia prima.

B. Tanque de proceso: estos tanques son los que pertenecen directamente al proceso de elaboración del solvente para pinturas acrílicas, ellos reciben de los tanques de almacenamiento la cantidad necesaria para las producciones diarias en la planta. De igual manera se escogieron de acero inoxidable con capacidades de 5 mil litros cada uno (tomando en consideración los volúmenes manejados en 3 cargas diarias, según fue

establecido en la capacidad de producción de la planta). Para el diseño propuesto se necesitarán 5 tanques.

C. Tanque mezclador: es el tanque en el cual llegan todos los componentes del solvente de pinturas acrílicas. La empresa Zanelli de Venezuela, S.A., ubicada en Maracay, presentó una propuesta que fue tomada para este proyecto por varios factores, en primer lugar la facilidad de operación, poca complejidad mecánica y la automatización para el envasado, el costo aunque elevado es accesible, pues es un sistema usado y repotenciado, que lo hizo atractivo económicamente para el proyecto. Esta propuesta cuenta con un dispersor óleo dinámico de 50 HP con velocidad regulable de 0 a 1.400 rpm. Y esta compuesto de las siguientes partes (proviene de la figura E.6):

Plataforma metálica con 4 patas fijas, escalera y barandas de seguridad.

Dispersor con su base.

Motor y bomba hidráulica.

Motor principal de 50 HP 380/50.

Tablero eléctrico completo para el total funcionamiento y protección de la maquina.

Tapa con tolva de carga para el tanque.

Tanque en acero inoxidable. Capacidad 2.350 litros.

Dosificadora semiautomática para barriles hasta 200 kg con dosificación electrónica tipo DSP/200.

Este equipo se puede observar de manera referencial en la figura G.1 hasta G.5.

D. Tanque de almacenamiento temporal: este tanque es el que recibe el producto terminado proveniente del tanque mezclador, almacena el producto temporalmente mientras se realiza el proceso de envasado, éste permite producciones continuas en la planta, sin esperar que se cumpla el tiempo de envasado. Este tanque posee la capacidad de almacenar aproximadamente 4 cargas de solvente acrílico. De igual manera se escogió de acero inoxidable con capacidad de 10 mil litros. El diseño propuesto posee un solo tanque de almacenamiento temporal.

E. Bombas: para dimensionar las bombas se necesita la potencia necesaria para su funcionamiento. En el caso de este proyecto se necesitaron dimensionar 2 bombas, la

bomba número uno que se utilizará para la descarga de la materia prima y la segunda la que succionará la materia prima de los tanques receptores a los tanques de producción. Para la bomba número uno la potencia se obtuvo tomando en consideración que las descargas de la materia prima deben hacerse en 3 horas máximo, es decir la bomba debe tener la fuerza suficiente para descargar 38.000 litros de químicos en 3 horas. Este dato fue suministrado a la empresa Fundiciones Orientales, C.A., y sugirieron que la bomba debía poseer una potencia de 15 HP como valor mínimo.

Tomando en consideración la asesoría del proveedor se fijó que la bomba número dos tuviera la misma potencia de la número uno para que supliera a la primera en caso de algún incidente, reparación o mantenimiento

F. Balanzas industriales: el dimensionamiento de la balanza se fijó según el uso de ésta en la planta y un tope máximo estimado. Se calculó según la densidad del solvente acrílico la masa que representaban los 200 l, con este valor aproximado, se ubicó una balanza en el mercado de doscientos kilogramos (200 kg).

3.1.4. Ubicación de la planta

Esta localización preliminar de la planta fue escogida luego de analizar los siguientes factores:

Ubicación de la materia prima: las empresas productoras de las materias primas son COPEQUIM, C.A. con la planta BTX de Borburata, Puerto Cabello, DELTAVEN, S.A. en el Complejo Petroquímico Morón, Coro, y METOR, S.A. en el Complejo José Antonio Anzoátegui, en Barcelona. La lejanía de la planta de BTX y el Complejo Petroquímico de Morón con la zona propuesta para ubicar la planta es un factor en contra para este proyecto, pues este factor influye directamente en el aumento de los gastos de flete, complicaciones con los despachos que se realicen con carácter de urgencia y el excesivo control a lo que son sometidos estos químicos por las autoridades competentes.

Ubicación de los posibles mercados: la ubicación de la planta propuesta permitiría acceder a los mercados de las zonas de Anzoátegui, Sucre, Monagas y Guayana de manera más efectiva; se reducirían los tiempos de entrega, aumentarían las distribuciones y disminuirían los gastos de fletes por parte de los consumidores.

Disponibilidad de energía eléctrica y combustible: la zona propuesta para la instalación de la planta cuenta con servicio de electricidad de 110 y 220 voltios, suministro de gasolina y diesel en las estaciones de servicio de la zona de Barcelona; éstas son las fuentes principales de energía que se necesitan para la operación de la planta y de los vehículos que dentro de esta puedan funcionar.

Disponibilidad de agua: la zona propuesta no cuenta con el suministro de agua potable de manera directa, lo que representaría que la planta debe contar con un sistema de almacenamiento de agua potable.

Medios de transporte: la venta del solvente para pinturas acrílicas puede hacerse en tambores de 200 l, cuñetes de 19 l, jarras de 10 l, galones de 3.875 l y en envases de 1 l, esta distribución se realizaría en camiones. Esto no representaría ninguna complicación para la distribución pues existe en las zonas de Anzoátegui, Sucre, Monagas y Guayana el sistema de carreteras que comunican de manera directa estas regiones.

Clima: la temperatura, velocidad del viento, humedad o pluviosidad de la zona no son factores limitantes en la ubicación de la planta, ya que todos se mantienen dentro de rangos estables que no afectan la operación de la misma.

Disponibilidad de mano de obra: la mano de obra profesional y obrera está disponible debido a la cercanía de la planta propuesta a los centros urbanos.

Características de la ubicación: el terreno seleccionado para la ubicación de la planta tiene una dimensión de 136 m de largo por 95 m de ancho. Este terreno está cercado con paredes de bloques de 3 m de altura. El terreno posee dos galpones de 95 m de largo por 28 m de profundidad cada uno, de igual manera cuenta con dos oficinas, dos baños, una área de cocina y descanso, áreas verdes, estacionamientos, entre otros.

Protección contra inundaciones e incendios: las inundaciones son poco probables, pues no hay causas de agua en las cercanías de la zona. En cuanto a la protección contra incendios, este proyecto propuesto debe contar con un sólido sistema de protección contra

incendios y respuestas a emergencias, ya que se considera por la cantidad y el tipo de químicos que se manejarían (altamente inflamables) como una planta de alto riesgo; los anexos D.1 y D.2 reflejan algunas consideraciones.

3.1.5. Ubicación de de los principales equipos y áreas de trabajo dentro de la planta

La distribución preliminar de la planta (layout) se estableció tomando en cuenta como factores principales de la ubicación, las medidas de seguridad correspondientes a las operaciones y un ahorro máximo de espacio, a fin de disminuir los gastos de transporte de materiales dentro de la planta.

A. Como las medidas para ahorrar espacio, se encuentran los siguientes:

Ubicación de los equipos cuyos procesos sean consecutivos adyacentes o cercanos.

Disposición de la zona de almacenamiento adyacente a la zona de producción.

B. Como medidas de seguridad, se han tomado en cuenta los siguientes factores:

Consideración de distancias suficientes entre los equipos del proceso, procurando un área de trabajo amplia.

Espaciamiento suficiente para mantenimiento de los equipos, reparación o reemplazo de equipos.

Ubicación de los equipos peligrosos en sitios alejados de las oficinas.

Se analizó la mejor ubicación para las zonas de mayor riesgo (zonas de carga de producto terminado y descarga de materia prima) con las zonas administrativas, las zonas de recreación y las zonas de acceso del público en general.

3.1.6. Estudio de factibilidad económica de la planta

El estudio económico del proceso estuvo basado, principalmente, en la estimación de los costos de inversión, producción y el tiempo de recuperación de la inversión.

La estimación del costo de la inversión del proceso se realizó a nivel de estudio considerándose para ello los equipos más importantes involucrados en el proceso; estos son los tanques de almacenamiento y recepción de materia prima, los tanques de producción, el equipo mezclador, el tanque de almacenamiento temporal, las bombas, las mangueras para químicos, la balanza y los medidores de flujo. El costo de cada uno de estos equipos se obtuvo a través de cotizaciones en diferentes empresas a nivel nacional.

La estimación del costo del producto se calculó tomando en cuenta aquellos directamente relacionados con la fabricación del producto, los gastos fijos y los gastos generales, todo ello, utilizando el método del porcentaje del equipo entregado, correspondiente al nivel de estudio preliminar al cual se realiza este estudio. Se determinó la tasa de retorno y el tiempo de recuperación de la inversión a partir de la estimación de la ganancia anual de la planta, tomando el precio de venta del producto, por el estudio de mercado y de los costos de inversión que fueron calculados.

A continuación se describe detalladamente el procedimiento para calcular estas estimaciones.

3.1.6.1. Costos de los equipos

A. Tanque de recepción de materia prima: el costo de los tanques para almacenar la materia prima se obtuvo a través de la cotización de la empresa Metal Cinco, ubicada en Barcelona. Para este proyecto se utilizarán inicialmente 5 tanques para almacenar la materia prima. Con un costo de 17 millones de bolívares aproximadamente cada uno. La cotización se observa en el anexo E.7.

B. Tanque de procesos: estos tanques son los que pertenecen directamente al proceso de elaboración del solvente para pinturas acrílicas, para diseño propuesto se necesitarán 5 tanques, estos tanques tienen un valor unitario de 7 millones de bolívares cada uno. La cotización se observa en el anexo E.7

C. Tanque mezclador: el costo del tanque mezclador se obtuvo según la cotización de la empresa Zanelli de Venezuela, S.A., mostrada en el anexo E.6. El precio de este equipo oscila entre 70.00.000,00 Bs.

D. Tanque de almacenamiento temporal: el costo del tanque de almacenamiento temporal se obtuvo según la cotización de la empresa Metal Cinco, mostrada en el anexo E.7. El precio de este equipo es de 9.000.000,00 Bs.

E. Bombas: tomando referencias de las empresas ya establecidas se procedió a solicitar las cotizaciones de las bombas y los motores que se necesitaban para el funcionamiento de la planta (bajo las especificaciones de las materias primas a utilizar en

el proceso), estas cotizaciones se encuentran en el anexo E.2, y resultan un monto total de 3.000.000,00 Bs. las 2 bombas seleccionadas.

F. Balanza: la balanza que se utilizó en el diseño de la planta es para pesar el producto final obtenido para el envasado de tambores de 200 L, esta balanza tiene un costo de 2.444.400,00 Bs. La cotización se encuentra en el anexo E.3.

G. Mangueras para químicos: las mangueras para químicos se utilizan en el diseño como un apoyo primordial para el momento del llenado de los tambores de 200 L, y en la recepción de la materia prima, pues para las presentaciones de cuñetes, jarras, galones y litros se utilizara la llenadora automática. El costo de estas mangueras y sus conexiones se encuentran reflejados en el anexo E.5.

3.1.6.2. Costos de inversión

El cálculo del costo de inversión se realizó por el método del costo por equipo entregado. Este método consiste en la sumatoria de los costos de los equipos de la siguiente forma:

$$\text{Costo por adquisición} = \sum \text{Costo de los equipos}$$

(Ec. 3.1)

Con los costos de los equipos mostrados en la tabla 3.6 se obtiene el costo por adquisición o costo del equipo entregado, resultando de 210.817.010,00Bs. Y en la tabla 4.4 se muestra costo de la inversión a realizar en el proyecto propuesto.

Tabla 3.6 Resumen de los costos de los equipos

Cant.	Equipos	Costo unitario	Costo Bs.
5	Tanque de recepción de materia prima	17.000.000,00	85.000.000,00
5	Tanque de proceso	7.000.000,00	35.000.000,00
1	Tanque mezclador	70.000.000,00	70.000.000,00
1	Tanque de almacenamiento temporal	9.000.000,00	9.000.000,00
2	Bombas	1.500.000,00	3.000.000,00

1	Mangueras para químicos	6.372.610,00	6.372.610,00
1	Balanza 200 kg	2.444.400,00	2.444.400,00
	Costo total de los equipos		210.817.010,00

Fuente: investigación propia

3.1.6.3. Costo de producción

Determinadas las estimaciones de la inversión total de capital para la planta se procede a estimar de igual manera los costos de operación de la planta y los costos para la venta de los productos. El costo total del producto se subdivide en costos de fabricación (costos de operación o de producción) y gastos generales.

A. Costos de fabricación: se obtienen calculando los costos directos de producción, costos fijos y generales de la planta.

*Materia prima: el costo de la materia prima para el mes de septiembre 2005 se encuentra en la tabla 3.7 y en la tabla 3.8 se observa la estimación del gasto de la materia prima para la elaboración del solvente en un año.

Tabla 3.7 Costo de la materia prima para la producción del solvente para pinturas acrílicas

Producto	Costo (Bs / kg)
Solvente activo	2.365 Bs/ kg
Retardador	3.870 Bs/ kg
Cosolvente	780,45 Bs / kg
Diluyente 1	2.023,15 Bs/ kg
Diluyente 2	978,40 Bs/ kg

Fuente: cotización de Copequim, C.A. en el anexo E.1

***Mano de obra:** tomando el número de etapas de la planta como 5 (vaciado, mezclado y homogeneizado, estabilización, envasado, almacenaje), la capacidad de la planta en 6 TM/ día, según la figura A.5, son necesarios aproximadamente 17 horas / hombre al día, resultan 31.025 horas –hombre/ año. Tomando un sueldo base por operario de 2.000 Bs/ horas- hombre (sueldo base mensual Bs. 465.000,00)

***Personal de supervisión y administrativo:** se considera como un 15% del costo de la mano de obra [16].

***Servicios auxiliares:** se utilizará una estimación anual de lo que sería el consumo de electricidad y combustible en la planta.

***Mantenimiento y reparaciones:** se considera un 6% de los costos fijos de la inversión de capital fijo[16].

***Suministros para las operaciones:** se estima en un 15% del costo total de mantenimiento y reparaciones[16].

***Gastos de laboratorio:** se estima en un 10% del costo de la mano de obra[16].

B. Costos fijos

***Depreciación:** representa el 10% de la inversión de capital fijo[16].

***Impuestos locales:** considerando que la planta estará ubicada en una zona poco poblada, se estiman los impuestos en el orden del 2% de la inversión de capital fijo[16].

***Seguros:** se considera el 1% anual de la inversión de capital fijo[16].

C. Costos generales de la planta

Se aproxima al 60% de los gastos de mano de obra, supervisión y mantenimiento [16].

***Gastos de administración:** se estima como un 20% del costo de la mano de obra[16].

***Gastos de distribución y mercadeo:** se considera un 5% del costo total del producto[16].

***Financiación (intereses):** se estima por el orden de los 5 % del valor total del capital total prestado[16].

La sumatoria de todos estos rubros indicados, da como resultado el valor del costo total de producción anual de la planta de solventes para pinturas acrílicas, esta se muestra en la tabla 4.5. Con el costo total de producción anual se obtiene el costo promedio anual de un tambor de solvente, dividiendo el costo total de producción entre 5.400 tambores/año de producto, a este valor se le suma el porcentaje de ganancia y se obtiene el precio de venta al público del tambor de solvente. Los cálculos que corresponden a estos rubros se muestran en la sección 3.2.3.2. de la muestra de cálculos.

3.1.6.4 Tasa de retorno de la inversión

Para obtener la tasa de retorno de la inversión se requiere del conocimiento de las ganancias brutas después del impuesto y los costos fijos de inversión.

Para calcular las ganancias brutas se requiere del costo de venta del producto y el costo de producción; el costo de venta del producto se tomó como el costo de producción anual mas un sesenta por ciento de ganancia, cabe destacar que actualmente el solvente para pinturas acrílicas es comprado en el país en aproximadamente 776.985,30 Bs/tambor y hasta más. Estos cálculos se muestran en la sección 3.2.3.3.

3.2. Muestra de cálculos

3.2.1 Capacidad de producción

La capacidad de la planta se calculó con datos obtenidos del estudio de mercado. En primer lugar se consideró la selección que se hizo de los equipos. Se conocía que la capacidad del tanque mezclador es de 2.350 litros que es equivalente aproximadamente a 10 tambores, (se utilizaría el 85% de la capacidad del tanque, que es lo recomendable por seguridad); los diez tambores representarían una carga de producto. La segunda consideración a tomar en cuenta para fijar la capacidad de producción de la planta fue el volumen de distribución del producto en el mercado que es de camiones que transportan 72 tambores cada uno. De esta manera se fijó o se estimó lo siguiente:

1.- Una venta semanal de dos camiones para cualquiera de las zonas de Monagas, Anzoátegui o Guayana, dejando libre 1 semana al mes de gracia para no exceder el positivismo en la venta. Realizando el cálculo se tiene:

Venta mensual= 2 camiones x 72 tambores C/Ux 3semanas al mes = 432 tambores al mes

Se relaciono el volumen de venta semanal fijado en el numeral uno con el volumen del tanque de producción, de la siguiente manera:

Producciones semanales (carga)= (2 camiones x 72 tambores C/U)/ 10 (tambores que corresponden a una carga) =14,4 aproximadamente 15 cargas semanales.

Se dividieron los 15 cargas semanales entre los días hábiles de la semana que son 5, es decir:

Producciones diarias (cargas)= 15/ 5= 3 cargas diarias

En resumen, se fijó una producción de 3 cargas diarios de 10 tambores cada uno. Esto representa 150 tambores semanales, por 3 semanas al mes son 450 tambores mensuales. Los 450 tambores mensuales al año representarían 5.400 tambores anuales. De esta manera la capacidad de la planta sería de 5.400 tambores. Realizando la conversión a toneladas tenemos:

kg de producto anual= 5.400 Tambores x 0,7962 kg/l x 200 l/ Tambor

Toneladas de producto anual = 859.896 kg x 1 TM/ 1000 kg= 859 TM de solvente anual.

3.2.2 Dimensionamiento de los equipos

A. Tanque de recepción de materia prima: el volumen de los tanques de recepción de la materia prima se dimensionó considerándose los volúmenes mínimos de compra de materia prima. Es decir, los proveedores de la materia prima suministran el material en

camiones cisternas que van desde 34.500 L a 42.000L, por tal razón se decidió que los tanques de recepción serían de 39.000 L, lo que representa un volumen promedio entre los valores mínimos y máximos de los despachos de materia prima.

B. Tanques de procesos: estos tanques se dimensionaron tomando en consideración el volumen máximo en la formulación para 3 cargas diarias, es decir, en la formulación del solvente para pinturas acrílicas hay un componente que está en mayor proporción, que es el diluyente número 2, en la formulación para una carga, esta sustancia debe llevar 800 litros, tres cargas diarias representarían 2.400 litros. Este valor aumentado en un 20 % son casi los 3.000 litros, Se ubico en el mercado este volumen y el más próximo en capacidad fue el de 5.000 Litros; Por esta razón se seleccionaron los 5 tanques de 5.000 litros C/U.

C. Tanque mezclador: en la sección 3.1.4. parte C, se describe la razón de la selección de este equipo.

D. Tanque de almacenamiento temporal: fue dimensionado considerando que las 3 cargas diarias representan 6.000 litros, siguiendo las normas de seguridad se debe aumentar aproximadamente un 20 % esta capacidad para el uso del equipo, es decir, el tanque debía ser mayor a 7.200 litros. En el mercado se logró cotizar un tanque de 10.000 litros y fue éste el que se utilizó en el diseño.

E. Bombas: en la sección 3.1.4. descripción C, se muestra las consideraciones a tomar para el dimensionamiento de las bombas. Se le suministro a la empresa Fundiciones Orientales C.A., los datos de los transportistas, descripción de la materia prima y sugirieron que la bomba debía poseer una potencia de 15 HP como valor mínimo, se seleccionaron las dos bombas con las mismas especificaciones para así evitar algún tipo de problema con la seguridad y control de accidentes dentro de la planta.

3.2.3. Factibilidad económica de la planta

3.2.3.1. Costos de inversión

El costo de inversión se realizo por el método del costo por equipo entregado. Se realizó la sumatoria de los costos de los equipos según la ecuación 3.1 y tomando como referencia el resumen realizado en la tabla 3.6 se tiene:

$$\begin{aligned} & \text{Costo} & \text{por} & \text{adquisición} & = \\ & (85.000.000,00+35.000.000,00+70.000.000,00+9.000.000,00+ \\ & \quad \quad \quad +3.000.000,00+6.372.610,00+2.444.400,00) \text{ Bs.} \\ & = 210.817.010,00 \text{ Bs} \end{aligned}$$

Para realizar el cálculo de la instalación del equipo adquirido, se observa en la tabla 3.7 que este rubro representa el 47% del costo por adquisición de los equipos, se tiene:

$$\text{Costo por instalación} = \text{Costo por adquisición} \times 0,47$$

(Ec. 3.2)

$$\text{Costo por instalación} = 210.817.010,00 \text{ Bs.} \times 0,47$$

$$\text{Costo por instalación} = 99.083.994,70 \text{ Bs.}$$

De igual manera se procedió con el resto de los rubros, los resultados se muestran en la tabla 4.4., el resultado de la sumatoria es igual al costo total de inversión de la planta de solventes para pinturas acrílicas.

3.2.3.2. Costos de producción:

los costos de producción del solvente para pinturas acrílicas se obtuvieron calculando los gastos de manufactura y los gastos generales de la planta, tomando como referencia cada rubro de la sección 3.1.6.3., a continuación se muestran los cálculos mas importantes:

* **Materia prima:** se realizó la estimación del gasto correspondiente a la materia prima para el periodo de producción de un año, hay que tener en cuenta que estos valores obtenidos representan solo una estimación, pues los costos en materia prima tienen variaciones mensuales, en aumento o disminución dependiendo del mercado nacional e internacional. La muestra de esta estimación se tiene en la tabla 3.8.

***Mano de obra:** el método para estimar el costo de la mano de obra relaciona la necesidad de la mano de obra como una función de la capacidad de la planta mediante la figura A.5, llamada “Requerimientos de mano de obra en industrias de procesos químicos”. Utilizando la capacidad de la planta diaria que son 6 TM, se busca en la figura A.5 este valor, y hace tocar el mismo con la curva C (ésta se utiliza para industrias que solo procesan fluidos) resultando que se necesitan aproximadamente 17 horas- hombre al día para procesar esas toneladas de producto. Este valor se multiplica por el número de etapas del proceso y por 365 que representan los días del año obteniendo así el total de horas

hombre al año; de la misma manera este valor se multiplica por el sueldo base por hora establecido por la empresa, obteniéndose el costo correspondiente a la mano de obra anual, es decir:

$$\text{Horas hombre - año} = \frac{17 \text{ horas - hombre}}{\text{dia}} \times 5 \text{ etapas} \times \frac{365 \text{ dias}}{1 \text{ año}} = 31.025 \text{ horas - hombre / año}$$

$$\text{Costo de mano de obra - año} = 31.025 \text{ horas - hombre - año} \times 2.000 \text{ Bs / hora - hombre} =$$

$$\text{Costo de mano de obra - año} = 62.050.000,00 \text{ Bs / año}$$

Para los otros rubros se multiplica el valor establecido en el mismo por el porcentaje fijado teóricamente. El resumen de los resultados se muestra en la tabla 4.6. De ésta se obtiene que el costo total de producción anual para la planta en estudio es de Bs. 1.941.243.033,47. Para obtener el costo promedio anual de un tambor de 200 L se divide el costo de producción anual entre la capacidad de la planta de la siguiente manera:

$$\text{Costo promedio anual del tambor} = 1.941.243.033,47 \text{ Bs. - anual} / 5400 \text{ tambor - anual}$$

$$\text{Costo promedio anual del tambor} = 359.489,45 \text{ Bs}$$

Obtenido el costo promedio anual del tambor del solvente se procede a fijar el precio de venta al público, este se fijó comparando los precios establecidos en la tabla 3.5 con los precios obtenidos para ganancias de un 30, 40, 50 y 60 %, según la tabla 3.9.

Tabla 3.8 Estimación de costos anuales en materia prima para la planta de solvente de pinturas acrílicas [5]

Producto	Costo (Bs / kg)	P/e	Bs/l	Total mensual (Bs.)	Total anual (Bs.)
Solvente activo	2.365	0,79150	1.871,8975	38.041.787,9032	456.501.454,8387
Retardador	3.870	0,90290	3.494,2230	50.722.591,9355	608.671.103,2258
Cosolvente	780,45	0,79300	618,8969	12.577.581,1452	150.930.973,7419
Diluyente 1	2.023,15	0,87030	1.760,7474	10.223.694,8419	122.684.338,1032
Diluyente 2	978,40		665,6042	19.323.992,9032	231.887.914,8387
Costo total anual					1.570.675.784,7484

Tabla 3.9 Estimación del precio de venta al público del tambor de solvente para pinturas acrílicas

Porcentaje de Ganancia	30 %	40 %	50 %	60 %
Costo Promedio anual del tambor del solvente acrílico (Bs.)	359.489,45	359.489,45	359.489,45	359.489,45
Ganancia (Bs.)	107.846,84	143.795,78	179.744,73	215.693,67

Precio de Venta al Publico (Bs.) según el porcentaje	467.336,29	503.285,23	539.234,17	575.183,12
------------------------------------------------------------------	------------	------------	------------	------------

Fuente: investigación propia

Comparando los datos de la tablas 3.5 y 3.9 se fijó que el precio de venta al publico del tambor de solvente acrílico sería 575.000,00 Bs., éste precio aunque represente un 60 % de ganancia para la planta aún ésta muy por debajo del precio promedio de las empresas ya instaladas en el mercado. Se tomó este precio para poder competir de manera más flexible en el mercado.

3.2.3.3. Tasa de retorno de la inversión

La tasa de retorno de la inversión se calculó utilizando de la siguiente ecuación[24]:

$$TRA = \frac{GBdI}{CFI} \times 100$$

(Ec. 3.3)

donde:

GBdI: ganancia bruta después del impuesto, (Bs/año)

CFI: costos fijos de inversión, (Bs/año)

Las ganancias brutas después del impuesto se definen como[24]:

$$GBdI = GBx(1 - t)$$

(Ec. 3.4)

Donde:

GB: ganancias brutas, (Bs./año)

t: tasa de impuestos

Definiendo las ganancias brutas como la diferencia entre las ventas y gastos, mediante la siguiente ecuación[24]:

$$(Ec. 3.5) \quad GB = CVP - CTP - d \quad \times \quad CFI$$

donde:

CVP: costo de venta del producto, (Bs./año)

CTP: costos totales de producción, (Bs./año)

d: depreciación

CFI: costos fijos de inversión, (Bs/año)

Analizando la ecuación 3.5, se tiene, que fue fijado el costo de venta del producto en 575.000,00 Bs.(promedio anual), el costo total de producción fue de 1.941.243.033,47 Bs./año, la depreciación se supone en 5%, según recomendaciones bibliográficas [25] y el costo fijo de inversión fue de 1.136.303.683,90 Bs./año (según tabla 4.5), se realiza la sustitución de los valores:

$$GB = (3.105.000.000,00 - 1.941.243.033,43 - (5\% \times 1.136.303.683,90))$$

Bs./año

Las ganancias brutas anuales de la planta para una producción y venta de 859 TM serían de 1.106.941.782,38 Bs. Para obtener las ganancias brutas después del impuesto, se sustituyó el valor obtenido de las ganancias brutas anuales en la ecuación 3.4, tomando en consideración que la tasa de impuesto fijada fue del 34 %, esta correspondientes a las ganancias anuales de la planta. Sustituyendo los valores en la ecuación 3.4:

$$GBdI = 1.106.941.782,38 \text{ Bs/año} \times (1 - 0,34) =$$

$$GBdI = 730.581.576,37 \text{ Bs/año}$$

Obtenido el valor de la ganancia bruta después del impuesto, se utiliza el mismo para calcular la tasa de retorno. Esto se hace sustituyendo GBdI y CFI en la ecuación 3.3, de la siguiente manera:

$$TRA = \frac{730.581.576,37 \text{ Bs / año}}{1.136.303.683,90 \text{ Bs / año}} \times 100 =$$

$$TRA = 64,30 \%$$

La tasa de retorno anual de la inversión es de 64 %.

Se calcula el tiempo de retorno de la inversión a través de la siguiente ecuación:

$$TRI = \frac{CFI}{GBdI}$$

(Ec. 3.6)

Sustituimos los valores de GBdI y CFI y se obtiene:

$$TRI = \frac{1.136.303.683,90Bs / año}{730.581.576,37Bs / año} \times 100 =$$

$$TRI = 1,55 \text{ año}$$

Teóricamente se obtiene un tiempo de retorno de la inversión de menos de 2 años.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Discusión de resultados

A continuación se muestran los resultados de la metodología planteada explicada en el capítulo anterior:

4.1.1. Descripción fisicoquímica del solvente para pinturas acrílicas preparado en el laboratorio y los existentes en el mercado

4.1.1.1 Estudio cuantitativo

Los resultados de los ensayos realizados al solvente para pinturas acrílicas preparado en el laboratorio están reflejados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Características fisicoquímicas del solvente para pinturas acrílicas en estudio

Análisis	Método	Resultados	Unidad	Observación
Punto de inflamación	ASTM D 93	< -28	° C	
Destilación	ASTM D 86			
Punto inicial		46,1	° C	
Punto final		150	° C	
Densidad	ASTM D-100	0,79620	g / mL	
Presión de vapor Reid	ASTM D-323	N.D.	-	No se pudo determinar

Fuente: hojas de MSDS de cada empresa (en los anexos)

Al comparar las propiedades fisicoquímicas del solvente en estudio (tabla 4.1) con las propiedades de los thinner acrílicos de las marcas MONTANA(figura A.2), VENEZOLANA DE PINTURAS (figura A.3) y DUPONT (figura A.4) se observa que las variaciones cuantitativas para los análisis de densidad, destilación, punto de inflamación y presión de vapor no varían en gran proporción. Se realizó un resumen de los análisis específicos a comparar y se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resumen de propiedades fisicoquímicas de los thinner acrílicos de las marca Montana, Venezolana de Pinturas, Dupont y el solvente en estudio

Análisis	Montana	Venezolana de Pinturas	Dupont	Solvente en estudio
Punto de inflamación (° C)	15	3,95	- 7	< -28
Densidad (g / ml)	0,78600	0,86500	0,81900	0,79620
Destilación (Temp. inc. / Temp. final) ° C	45	55	-	46
	155	173	-	150
Presión de vapor (kPa)	N.D.	N.D.	N.A.	N.D

N/D: No determinado. N.A: No aplica. Símbolo (-): no se encontró datos en las hojas MSDS; Fuente: hojas de MSDS de cada empresa (en los anexos)

Como se refirió anteriormente las variaciones cuantitativas de los diferentes análisis y las diferentes marcas no son variaciones muy grandes. Para el punto de inflamación se tiene que el solvente acrílico en estudio es el que posee el punto de inflamación más bajo, seguido de el thinner de dupont que posee un punto de inflamación de $- 7$ ° C. Al comparar la densidad se tiene que se forman dos grupos con valores muy cercanos el de Dupont y Venezolana de Pinturas con un promedio de densidad $0,84200$ g/

ml quedando con valores prácticamente iguales el thinner de Montana y el solvente en estudio. En los resultados de la destilación los thinner de Montana, Venezolana de Pinturas y el solvente en estudio coinciden prácticamente los rangos de temperaturas iniciales y finales de destilación. La comparación de la presión de vapor no se realizó por no encontrarse valores de esta propiedad para ninguna de las marcas seleccionadas del thinner, al solvente en estudio no se logró obtener el valor de presión de vapor, pues las temperaturas necesarias para obtener ese valor no se estabilizaban en el equipo.

4.1.1.2. Estudio cualitativo

Para este estudio cualitativo se usaron los tres tipos de pinturas mostradas en la tabla 3.3. Se pudo observar en los distintos talleres automotrices visitados para realizar las pruebas que desde el año 2000 las pinturas acrílicas fueron discontinuadas, es decir, las fabricas de pinturas las están produciendo pero en muy poca proporción, y fueron sustituidas por una línea llamada de alta tecnología. En uno de los talleres visitados se realizó la prueba con una pintura fabricada por la empresa QUIMICOLOR, llamada “laca acrílica para reacabado automotriz”, en color negro. La prueba se ejecutó sobre una lámina de acero 10x8 cm.; siguiendo las indicaciones del fabricante: “este producto debe aplicarse sobre una superficie limpia, seca y libre de polvo y grasa, previamente tratada con fondo anticorrosivo para uso automotriz. La laca acrílica no debe utilizarse sobre fondos u otros acabados de tipo alquidico, fondo de herrería, oleos o esmaltes, ya que los solventes de alta calidad utilizados en la elaboración de la laca acrílica pueden atacar el sustrato”. Siguiendo estas indicaciones y las del pintor en el taller se ejecutó la prueba. En primer lugar (figura 4.1) se hace la escogencia del color que se necesita en la carta de colores, tomando como referencia la marca del carro y el año. En segundo lugar se mezclan en partes iguales la pintura y solvente (figura 4.2) en la pistola de aplicación hasta que esta quede homogénea (la superficie de la lámina fue previamente fondeada y lijada).



Figura 4.1 Selección del color de la pinturas acrílica a utilizar en la prueba



Figura 4.2. Preparación de la mezcla pintura acrílica – solvente en la pistola de aplicación

A la pistola se le aplican de 30 a 35 lb de presión de aire. Se rocía rápidamente la superficie a pintar de manera uniforme hasta obtener el cubrimiento completo de la misma (figura 4.3 y 4.4). La lámina se deja secar por 3 horas. Luego de pintada y secada se lija con una lija de agua N° 1200 3M, se aplico una nueva capa de pintura y se dejo secar nuevamente por 3 horas, transcurrido este tiempo se le aplicó otra pintura llamada transparente que le da el acabado final al trabajo. En la figura 4.5 se muestra el acabado final de la lámina.



Figura 4.3 Aplicación de la pintura acrílica con la pistola a una presión de 30 Lb.



Figura 4.4. Cubrimiento total de la superficie de manera uniforme



Figura 4.5. Acabado final de la lámina pintada con la laca acrílica para reacabado automotriz de QUIMICOLOR y el solvente acrílico preparado en el laboratorio.

En resumen se puede decir que el procedimiento que se describió anteriormente fue el realizado para los tres tipos de pinturas seleccionadas. En la figura G.6 y G.7 se muestran el resultado de los otros dos ensayos. Las valoraciones que realizaron los expertos de los talleres visitados al solvente en estudio concluyeron en lo siguiente:

1. Solubilidad: el solvente logro disolver las resinas en las diferentes pinturas utilizadas, lográndose obtener un sistema pintura- solvente homogéneo.

2. Estabilidad: la estabilidad del sistema fue excelente, no se observó ninguna separación física entre el solvente y la pintura para el momento que se realizó la mezcla, ni durante la aplicación de la misma en la superficie.

3. Olor: el olor del solvente es relativamente semejante al de los solventes existentes en el mercado de su misma clasificación. Al momento de la aplicación de la pintura en las pruebas realizadas se sintieron los vapores característicos de este proceso.

4. Secado: la propiedad del secado fue evaluada como buena, la pintura se secó en el tiempo estipulado sin dejar manchas blancas ni humedad en la superficie.

5. Brillo: el solvente no reflejó cambios negativos en la superficie de la pintura en cuanto al brillo. En los resultados de las pruebas se mantuvo el brillo natural de los colores de las pinturas.

4.1.2. Análisis del estudio de mercado

El análisis del estudio de mercado representó de forma asertiva la exploración de todas las variables que se manejan en las industrias que producen solventes para pinturas acrílicas, este estudio define las bases para determinar la capacidad de la planta, la ubicación de la misma y todas aquellas decisiones que se deben tomar en cuanto a las variables de diseño.

Materia prima: las materias primas que serán utilizadas en la fabricación del solvente para pinturas acrílicas y sus productores y distribuidores se encuentran reflejadas

en las figuras C.1, C.2 y C.3. Estas fueron seleccionadas como favorables para el proyecto por las siguientes consideraciones:

Calidad: las empresas nacionales escogidas para el suministro de la materia prima se eligieron principalmente por producir y distribuir productos de primera clase y de bajos costos de adquisición, de esta manera se asegura que el solvente acrílico a producir por la planta propuesta sea óptimo y pueda competir en el mercado en calidad y precio.

Disponibilidad: la disponibilidad de la materia prima es un factor que tiene en contra el planteamiento de esta planta en la zona de Barcelona, pues, las plantas productoras de la materia prima nacionales y las empresas que distribuyen la materia prima importada se encuentran ubicadas en la zona centro y occidente del país. Esta lejanía de las plantas productoras y distribuidoras de la materia prima nacional e importada se traduce en un aumento del costo de la materia prima por concepto de fletes, y por consiguiente en un aumento de los costos de producción de la planta.

Subproductos: el proceso de producción del solvente acrílico no genera residuos contaminantes de ningún tipo ni tampoco subproductos.

Consumo y oferta: la industria de las pinturas es dentro de la industria venezolana una de las más desarrolladas, este desarrollo ha alcanzado de manera directa a la industria de los solventes en general, existen en Venezuela una gran cantidad de empresas que son fabricantes de solventes para pinturas, en la tabla 4.3 se puede observar algunas de las empresas más reconocidas de esta área. La rama de los solventes es bastante amplia, y esta muy diversificada, es por esto que en los últimos 5 años han tenido un gran auge. De todas las empresas que se observan en la tabla 4.3, solo las que se muestran en la figura 4.6, son productoras de solvente acrílico de alto brillo y de alta calidad, lo que representa una ventaja productiva para el planteamiento de este proyecto, pues, representaría la única empresa productora de este tipo de solventes en la zona de oriente y que vendría a suministrar productos a la zona de oriente y sur del país.

Tabla 4.3. Productores de solventes acrílicos en Venezuela

Empresas productoras de solventes para pinturas	Ubicación geográfica	
	Ciudad	Estado
INDUSTRIAS CARIBEAN, S. A	Santa Cruz de Aragua, estado Aragua	
INDUSTRIAS MENEQUIM, C.A.	Río Tuy, estado. Miranda.	
CORIMON PINTURAS, C.A	Valencia, estado Carabobo	
VENEZOLANA DE PINTURAS, C.A.	Valencia, estado Carabobo	
SOLVEN, C.A.	Guacara, estado Carabobo.	
PEGAS HERCULES, C.A.	Caracas- Distrito Capital	
DUPONT PERFORMANCE COATINGS VENEZUELA, C.A.	Valencia, estado Carabobo	
QUÍMICAS VICTORIA, C.A.	Cagua, estado Aragua.	

Fuente: investigación propia



Fuente: investigación propia

Figura 4.6 Distribución geográfica de las principales empresas productoras de solvente acrílico en Venezuela.

El estudio dirigido a conocer las capacidades de producción de las plantas existentes, para así conocer el consumo aparente del mercado no obtuvo resultados, ya que las empresas no respondieron las encuestas enviadas. Lo que si se pudo medir satisfactoriamente fue el comportamiento del consumo interno, empleando como fuente a los consumidores finales (que representan el punto final de la cadena de comercialización), estos son los indicadores más fiables e imponen el ritmo de elaboración de producto.

Las encuestas realizadas, indicaron que el mercado nacional de solventes para pinturas está saturado de ofertas, específicamente hacia el área de solventes multiusos, éste por ser el solvente más económico del mercado y de baja calidad. El producto que ofrecería la nueva planta no entraría a competir con estos productos de bajo costo, competirá con los elaborados por las empresas Montana, Venezolana de Pinturas y Dupont, entre otros, con los productos de mayor calidad y costo.

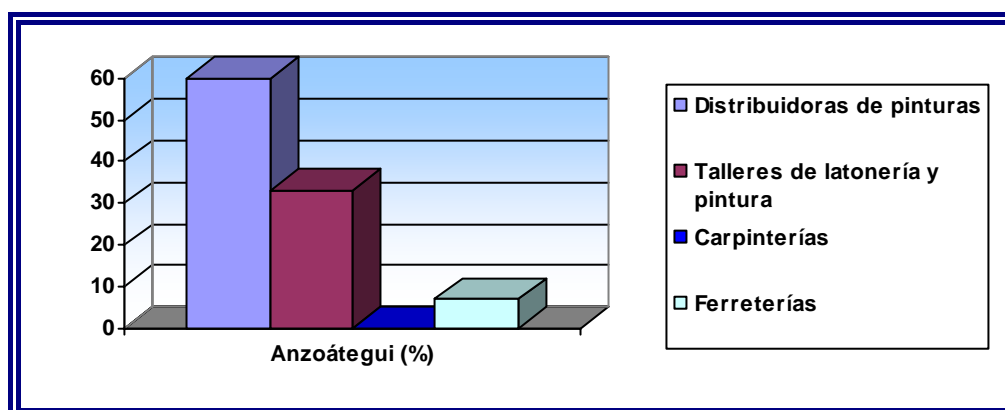
El estudio arrojó resultados favorables para el nuevo solvente. Del estudio se observó que las principales empresas consumidoras de solventes acrílicos de alto brillo de las zonas de Monagas, Guayana y Anzoátegui (zonas seleccionadas para el estudio) fueron los talleres de latonería y pintura y los distribuidores de pinturas. Reflejando un 33 % para

los talleres de latonería y pintura y un 60 % para los distribuidores de pinturas, en la zona de Anzoátegui; para la zona de Monagas se obtuvo un 50 % para los distribuidores y un 20 % para los talleres de latonería, y para la zona de Guayana de igual forma un 45 % para los distribuidores y un 40% para los talleres, es decir, que los que manejan mayor volumen de solventes para pinturas son los distribuidores de pinturas, estos manejan mejores precios y mayor diversidad en cuanto a las presentaciones. En la tabla 4.4 y en las figuras 4.7, 4.8 y 4.9 se observa de manera clara estos resultados.

Tabla 4.4 Resultados de las encuestas realizadas para el estudio de factibilidad en la creación de la planta de solventes para pinturas acrílicas

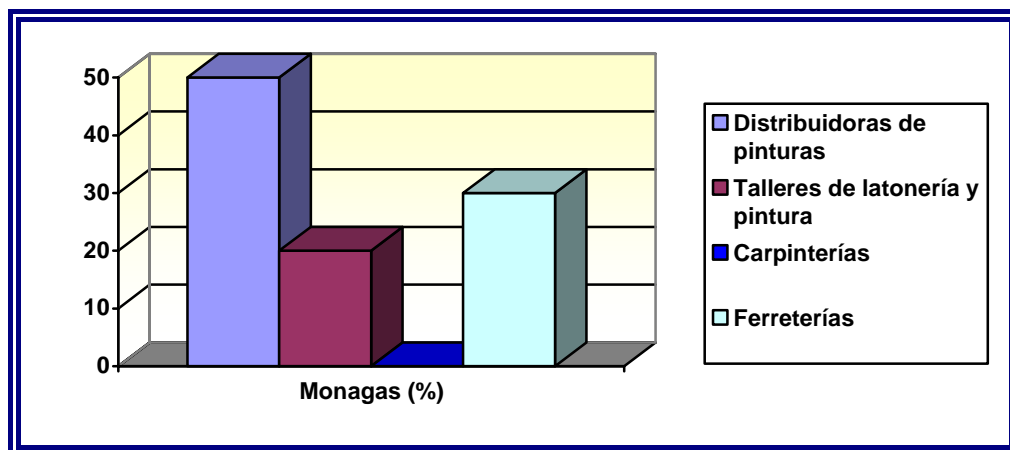
Zona Porcentaje	Monagas (%)	Guayana (%)	Anzoátegui (%)
Distribuidoras de pinturas	50	45	60
Talleres de latonería y pintura	20	40	33
Carpinterías	0	0	0
Ferreterías	30	15	7

Fuente: investigación propia



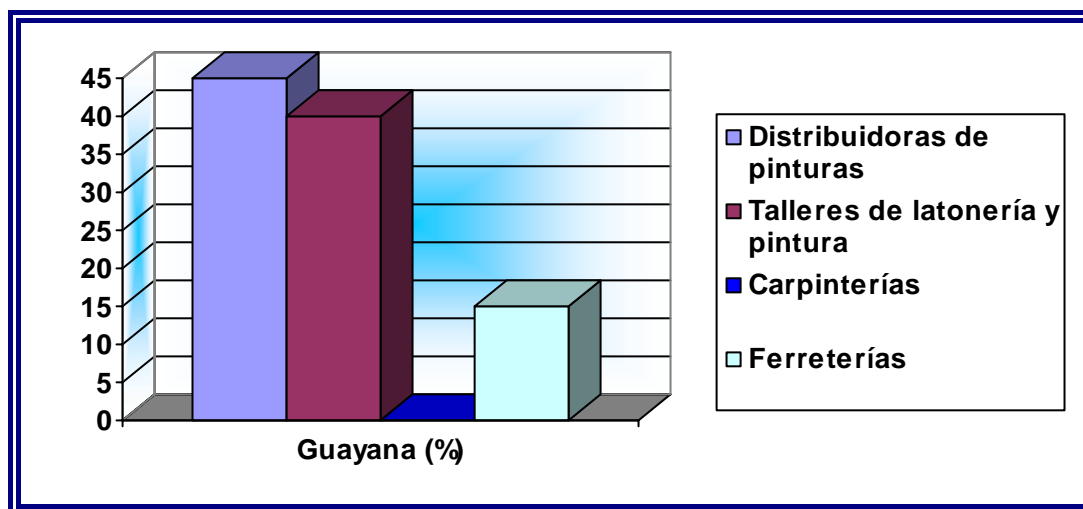
Fuente: investigación propia

Figura 4.7 Porcentaje de distribución en el consumo de solvente para pinturas acrílicas de la zona de Anzoátegui



Fuente: investigación propia

Figura 4.8 Porcentaje de distribución en el consumo de solvente para pinturas acrílicas de la zona de Monagas



Fuente: investigación propia

Figura 4.9 Porcentaje de distribución en el consumo de solvente para pinturas acrílicas de la zona de Guayana

Los solventes para pinturas se comercializan a nivel nacional en las presentaciones de tambor 200 l, cuñetes 19 l, galones 3,875 l, jarras 10 l, y envases de litro, según el estudio en la zona de Anzoátegui se manejan todas las presentaciones con mayor distribución en tambores y cuñetes. En la zona de Monagas se comercializa en mayor proporción los galones y tambores y para Guayana la colocación se realiza únicamente en tambores.

El nuevo solvente mostró resultados excelentes en cuanto a brillo, secado y poder de disolución, obteniendo un 70 % de aceptación entre los encuestados; de igual manera un

alto porcentaje de los mismos opinaron que es favorable que la nueva planta les ofrezca una mejor opción en tiempo de entrega y en precios. Por la ubicación de la planta propuesta en la zona de Barcelona se reduciría el tiempo de entrega de 20 días (propuesta de las plantas del centro del país) a una semana por la cercanía de la planta a las zonas de Anzoátegui, Monagas y Guayana.

El precio ofrecido del solvente acrílico en 575.000,00 Bs. para este proyecto fue 100 % aceptado, este se encuentra por debajo de los precios ofrecidos por las empresas Montana, Venezolana de Pinturas y Dupont, este índice de aceptación sería muy favorable para el momento de la comercialización del producto.

Las importaciones de solventes para pinturas acrílicas no representan una cantidad apreciable dentro del mercado, por lo que no son significativos los riesgos de sobre saturación del mercado; por otro lado, las exportaciones se realizan en volúmenes muy pequeños, éstas se realizan a países cercanos, como es el caso de exportación a Trinidad y Tobago realizada desde la isla de Margarita.

Un detalle bien importante a analizar para este estudio es que aunque todos los factores como lo son la calidad, precio y nivel de aceptación del producto resultaron positivos para el estudio, el consumo de éste a través de los años ha disminuido, y seguirá disminuyendo debido a que desde el año 2000 todas las ensambladoras de automóviles en Venezuela están usando el sistema de pinturas de alta tecnología desarrollado por DUPONT, VENEZOLANA DE PINTURAS y CORIMON PINTURAS.

4.1.3 Capacidad de producción

Para fijar el valor de la capacidad de producción de la planta se tomó un valor promedio al arrojado por el estudio de mercado, se estima que la producción de la misma abastecerá el mercado interno, específicamente la zona oriental y sur del país. Esta estimación de la capacidad de producción de la planta no se realizó por encima de los escenarios optimistas del estudio de mercado porque en esta se observó una disminución anual del consumo de solvente para pinturas acrílicas de alto brillo. En base a esto la capacidad de la planta propuesta es de 839 TM/año, considerando que la planta funcionaría a un 70 % de su capacidad máxima de diseño de sus equipos principales. Este valor no ocasionaría elevados gastos adicionales en costos fijos.

Esta capacidad puede ser aumentada, pues, se ha dispuesto la planta con espacio adicional para ampliaciones futuras y diversificaciones en los productos, como es el caso de los solventes acrílicos de bajo costo, solvente para lacas y barnices, entre otros.

4.1.4. Selección de los principales equipos de la planta y sus dimensiones

A continuación se presentan los equipos necesarios para la instalación de la planta. Su selección se realizó en base al volumen, propiedades de los materiales a manipular y el costo de inversión de los equipos y considerando la experiencia de los fabricantes. Las cotizaciones se pueden observar en los anexos E.

A. Tanque de recepción de materia prima: son los tanques que se utilizan en la recepción y almacenamiento de la materia prima, en el diseño de este proyecto se necesitaron 5 tanques con las siguientes características:

- **Capacidad:** 39.000 l.
- **Material:** acero inoxidable
- **Forma:** cilíndricos

B. Tanque de proceso: estos tanques son los que pertenecen directamente al proceso de elaboración del solvente para pinturas acrílicas. Características:

- **Cantidad utilizada en el diseño:** 5
- **Capacidad:** 5.000 l
- **Material:** acero inoxidable
- **Forma:** cilíndricos

C. Tanque mezclador: la empresa Zanelli de Venezuela, S.A., ofreció un equipo con las siguientes características:

Un dispersor óleo dinámico de 50 HP con velocidad regulable de 0 a 1400 rpm. Y está compuesto de las siguientes partes:

- Plataforma metálica con 4 patas fijas, escalera y barandas de seguridad.
- Dispersor con su base.
- Motor y bomba hidráulica.
- Motor principal de 50 HP 380/50.
- Tablero eléctrico completo para el total funcionamiento y protección de la maquina.
- Tapa con tolva de carga para el tanque.
- Tanque en acero inoxidable. Capacidad 2.350 l.
- Dosificadora semiautomática para barriles hasta 200 Kg. con dosificación electrónica tipo DSP/200.

D. Tanque de almacenamiento temporal: este tanque es el que recibe el producto terminado proveniente del tanque mezclador. Características:

- ↻ **Cantidad utilizada en el diseño:** 1
- ↻ **Capacidad:** 10.000 l.
- ↻ **Material:** acero inoxidable
- ↻ **Forma:** cilíndricos

E. Bombas: estas bombas utilizadas en el diseño son antidetonantes y antiexplosión con las siguientes características:

- ↻ **Cantidad utilizada en el diseño:** 2
- ↻ Motor eléctrico trifásico
- ↻ Marca: ABB
- ↻ Modelo: M2QA100L2A
- ↻ Potencia: 15 HP
- ↻ Velocidad: 3600 RPM
- ↻ Tensión 230/460 V-60 Hz
- ↻ Montaje: B3
- ↻ Aislamiento Clase: F

F. Balanza industrial: descripción:

- ↻ Marca: METTLER-TOLEDO
- ↻ Tipo: p-5050-200K
- ↻ Capacidad: 200 kg
- ↻ División: 20 g
- ↻ Plataforma: 50x50 cm.

4.1.5 Ubicación de la planta

El estudio de los factores físicos, geográficos, sociales y económicos de la zona que fue planteada para la ubicación de la planta dio resultados favorables para la decisión a tomar. La zona cumple con los requisitos básicos para el establecimiento y construcción de la planta en la zona del Peaje de Mesones, en Barcelona, Estado Anzoátegui. En la figura 4.10 se observa el layout de la parcela escogida para la ubicación de la planta.

4.1.6 Distribución de los principales equipos y áreas de trabajo dentro de la planta

El layout de los equipos del proceso se realizó fijando las distancias específicas entre cada uno de los equipos, de acuerdo con las consideraciones de operación y las de seguridad de los mismos; tomando como referencia el manual de prácticas de diseño para espacio entre equipos de PDVSA (anexo D). El layout de los equipos se muestra en la figura A.6.

Para establecer las áreas de trabajo se hizo el estudio de las principales zonas que debe tener una planta, como lo son la área de proceso, almacenamiento, transporte, mantenimiento, servicios y administración, cual debía ser su distribución para así minimizar los riesgos y que existiera un ahorro de espacio dentro de la misma. El layout de parcela y del sitio se muestra en la figura 4.10 y 4.11. El layout de los equipos fueron plasmados en planos individuales con la ayuda de programa autocad, este se muestra en la figura A.6 hasta A.9.

4.1.7 Estudio de factibilidad económica

El parámetro principal a considerar para el estudio de factibilidad económica del proyecto se

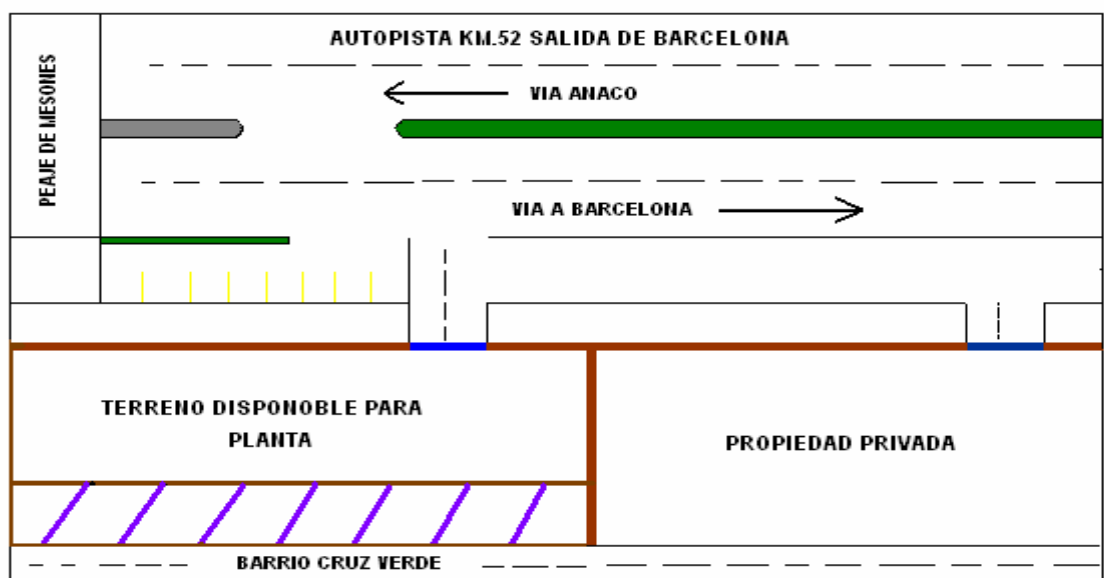


Figura 4.10. Layout de la parcela escogida para la construcción de la planta de solventes acrílicos

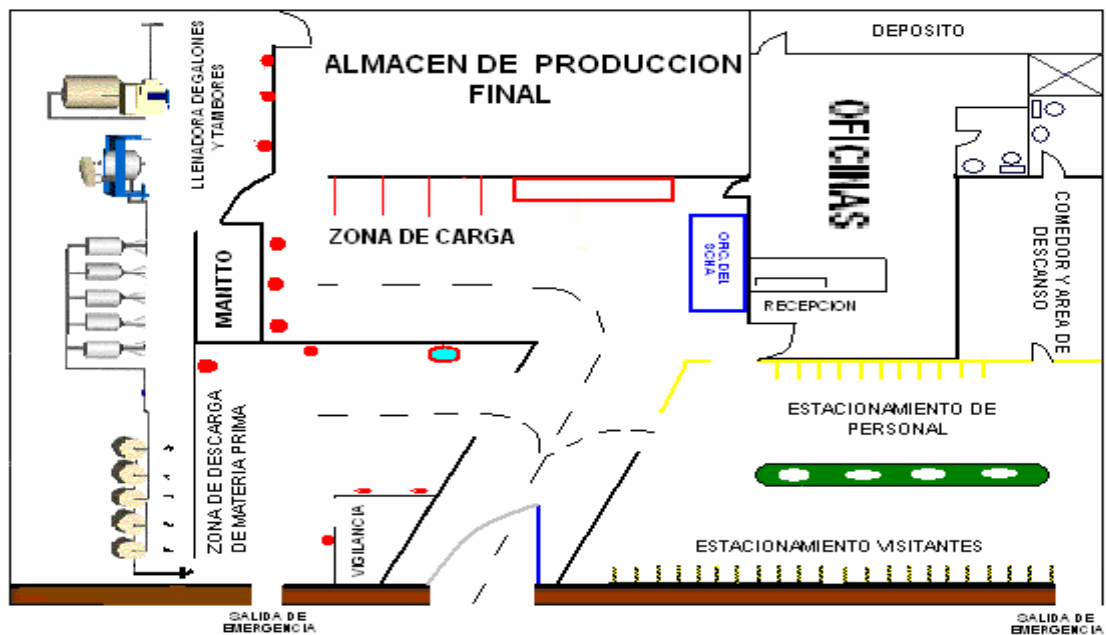


Figura 4.11 Layout del sitio escogido para la construcción de la planta de solvente acrílico fundamentó en la tasa de retorno de la inversión, basada en la determinación de los costos de inversión y de producción calculados en el capítulo 3, estos resultados se consideran a continuación:

4.1.7.1. Costo de inversión

Para la determinación del costo de inversión fue utilizado en primer lugar el procedimiento de la sección 3.1.6.2., referido al método de costo del equipo entregado. Aquí se realiza la sumatoria de los costos de los equipos para la determinación del costo de adquisición (esta sumatoria se realizó en la tabla 3.6). El cálculo del costo total de la inversión se observa en la tabla 4.4., ésta resalta los costos directos e indirectos del capital fijo de inversión, así como el capital necesario para el funcionamiento de la planta.

Del estudio realizado se aprecia, que aun cuando el diseño propuesto para la planta es bastante sencillo, los costos de los equipos adquiridos son bastante elevados, esto debido a que el material seleccionado para la construcción de los equipos diseñados es de acero inoxidable, este es uno de los materiales más costosos existentes en el mercado. El material fue seleccionado debido a su alta resistencia a la corrosión, excelentes propiedades mecánicas y bajo costo de mantenimiento. Además de ser el material más empleado para las plantas químicas.

4.1.7.2. Costo de producción

Los costos para una producción de 839 toneladas anuales de solvente para pinturas acrílicas se muestran en la tabla 4.6, de esta se obtuvo que el costo total de producción fue de 1.941.243.033 Bs. anuales. De la tabla se observa que los costos más elevados están representados por los gastos directos, representando el mayor porcentaje los gastos de materia prima. Este costo de producción anual da como resultado que el precio de venta del tambor (200 L) de solvente acrílico sea de 575.000,00 Bs., el cual es un precio muy aceptable para la venta del producto, ya que se encuentra por debajo del precio de venta de las marcas Dupont, Montana y Venezolana de Pinturas (estas marcas fueron tomadas como referencia para este estudio).

El precio de venta obtenido es un factor importante a favor del proyecto planteado, pues en la actualidad los consumidores de este tipo de producto buscan calidad (para un excelente acabado) y bajos costos; El nuevo solvente elaborado en este proyecto cumple con este esquema, y debe ser el punto de soporte para su comercialización y entrada al mercado. En la comercialización se ofrecería al público un producto nuevo de alta calidad y de bajo costo en comparación con las grandes marcas reconocidas a nivel nacional.

Como ya se dijo anteriormente el precio de venta del tambor de solvente acrílico de alto brillo elaborado para este proyecto saldría en 575.000,00 Bs., este precio de venta permite tener unas ganancias brutas después de la aplicación del 34 % en impuestos de 730.581.576 Bs/año, obteniéndose una tasa de retorno de la inversión del 64 % anual y un tiempo de retorno de la inversión de menos de 2 años aproximadamente, lo que refleja teóricamente que el proyecto es rentable, esto siempre que se cumplan las proyecciones realizadas para las ventas anuales de la planta. Es muy importante resaltar que aunque el estudio de factibilidad económica realizado arrojó estimaciones favorables para el proyecto se debe considerar que según las encuestas realizadas el mercado del solvente de pinturas acrílicas de alto brillo va en descenso, lo que hace que se deban hacer estudios económicos más exactos y así asegurar que la inversión a realizar será rentable en un alto porcentaje.

Tabla 4.5 Costo total de inversión de la planta de solventes para pinturas acrílicas [13

Rubro	Costo de equipo entregado (%)	Costo (Bs.)
Costos directos		

Equipo adquirido y entregado (incluyendo equipo fabricado y maquinaria para el proceso)	100	210.817.010,00
Instalación del equipo adquirido	47	99.083.994,70
Cañerías y tuberías instaladas	66	139.139.266,60
Instalaciones eléctricas (colocadas)	11	23.189.871,00
Obras civiles (incluyendo servicios)	18	37.947.061,80
Mejoras del terreno	10	21.081.701,00
Instalaciones de servicios (montadas)	70	147.571.907,00
Terreno	6	12.649.020,60
Costo directo total de la planta	346	691.479.792,80
Costos indirectos		
Ingeniería y supervisión	33	69.569.613,30
Gastos de construcción	41	86.434.974,10
Total de costos indirectos	74	156.004.587,40
Total de costos directos e indirectos de la planta	420	1.003.488.967,60
Honorarios del contratista	21	44.271.572,10
Eventuales	42	88.543.144,20
Inversión de capital fijo	483	1.136.303.683,90
Capital de trabajo	86	181.302.628,60
INVERSIÓN TOTAL DE CAPITAL	569	1.317.606.312,50

Tabla 4.6 Costos de producción anual para la planta de solventes para pinturas acrílicas[13]

Rubro	Monto Bs.
Costos de manufactura	

Costos directos de la producción	
Materia prima	1.570.675.784,75
Mano de obra	62.050.000,00
Personal de supervisión y administrativo	9.307.500,00
Servicios (electricidad, combustible)	1.000.000,00
Mantenimiento y reparaciones	68.178.221,03
Suministros para las operaciones	10.226.733,16
Gastos de laboratorio	6.205.000,00
Total costos directos de producción	1.727.643.238,94
Costos fijos	
Depreciación	113.630.368,39
Impuestos locales	22.726.073,68
Seguros	11.363.036,84
Total costos fijos	147.719.478,91
Costos generales	
Costos de financiamiento	65.880.315,63
Total de costos generales	65.880.315,63
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	1.941.243.033,47

4.2. Conclusiones

1. El solvente de alto brillo elaborado en el laboratorio para este proyecto cumple con los parámetros fisicoquímicos promedios de los solventes para pinturas existentes en el mercado nacional y satisface las exigencias de los técnicos o expertos de ésta rama automotriz.

2. La zona Oriente y Sur de Venezuela respondió positivamente al estudio de mercado planteado para la construcción de una planta de solventes para pinturas acrílicas.

3. Los equipos seleccionados para el diseño de la planta son: 5 tanques cilíndricos para la recepción de la materia prima de 39.000 litros C/U, 5 tanques cilíndricos de proceso de 5.000 litros C/U, una plataforma con un tanque mezclador de 2.350 litros con motor, bomba hidráulica y tablero eléctrico para su funcionamiento, un tanque de almacenamiento temporal de 10.000 litros, todos estos tanques estarían elaborados de acero inoxidable, se seleccionaron 2 bombas antidetonantes y antiexplosión de 15 HP cada una, y por último una balanza industrial con capacidad de 200 kg.

4. La capacidad propuesta para la planta es de 839 toneladas anuales de solvente acrílico de alto brillo.

5. La ubicación preliminar de la planta sería el sector del Peaje de Mesones en Barcelona, estado Anzoátegui con un área para construcción de 12.920 m².

6. El costo de la inversión que se requiere para la adquisición de los equipos seleccionados para la planta es de 210.817.010 Bs.

7. El proyecto propuesto es económicamente viable y factible con una tasa de retorno de capital de 64 % anual y un tiempo de retorno de la inversión de 2 años aproximadamente.

4.3. Recomendaciones

1. Realizar un estudio de factibilidad técnico-económica de la planta para los tipos de solventes lacas, acrílicos multiuso y los uretanos, y así determinar las posibilidades de diversificación del proyecto.

2. Se debe hacer un estudio de impacto ambiental y de riesgos de la planta, para así determinar a que nivel puede afectar algún evento que ocurriera en esta planta a las comunidades cercanas.

3. Realizar un estudio de mercado más profundo para determinar hasta que nivel es factible el proyecto diversificando los productos a elaborar en la planta, y así compensar el bajo consumo que están presentando los solventes acrílicos para reacadado automotriz con los otros productos incorporados a la planta.