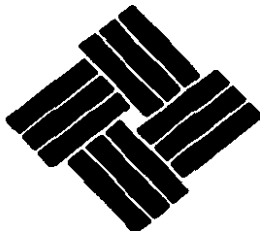


881217

**ESCUELA DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD  
ANAHUAC**

**Con Estudios Incorporados a la  
Universidad Nacional Autónoma de México**

2  
24



VINCE IN BONO MALUM

**OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DE UNA FABRICA DE  
TINAS PARA BANO DE PLASTICO REFORZADO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
(AREA INDUSTRIAL)**

**PRESENTA EL ALUMNO  
ALEJANDRO BARBARA DOMENE**



1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

I N D I C E

<u>CAP.</u>		<u>PAG.</u>
I.	INTRODUCCION _____	1
	1.1 Objetivo _____	2
	1.2 Alcance _____	2
II.	GENERALIDADES _____	3
	2.1 Características _____	3
	2.2 Las Resinas Poliester _____	6
	2.3 Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio _____	24
III.	PLASTICOS REFORZADOS _____	25
	3.1 Tipos de Moldes _____	25
	3.2 Procesos de Moldeo _____	26
IV.	SITUACION ACTUAL DE LA FABRICA _____	59
	4.1 Antecedentes _____	59
	4.2 Distribución de la Planta _____	60
	4.3 Análisis por Departamentos _____	63
	4.4 Diagrama de Flujo de Proceso _____	71
	4.5 Diagnóstico de los Factores que Afectan La Producción Actualmente _____	76
V.	PROPOSICION NUEVA _____	78
	5.1 Problemática y Soluciones _____	78
	5.1.1 Ampliación de las Instalaciones _____	78
	5.1.2 Reorganización de la Planta Productiva _____	79
	5.1.3 Minimizar los Problemas de Producción _____	98
	5.1.4 Organización Estructural _____	109
	5.2 Almacén y Control _____	112
	5.3 Seguridad e Higiene _____	121
	5.4 Sistema de Remuneración _____	123
VI.	ANALISIS FINANCIERO _____	129
	6.1 Definición y Teoría de Costos _____	129

	<u>PAG.</u>
6.2 Análisis de Costos _____	133
6.3 Estados Financieros Pro-Formas _____	145
6.4 Punto de Equilibrio _____	149
CONCLUSIONES _____	152
ANEXO I "FUNDAMENTOS PARA LOGRAR LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION" _____	154
INDICE DE TABLAS, ECUACIONES, FIGURAS, DIAGRAMAS Y GRA- FICAS _____	157
BIBLIOGRAFIA _____	159

## CAPITULO I

I.- INTRODUCCION

México atraviesa todavía por el más adverso período crítico - que jamás haya vivido desde la conocida depresión económica de 1929, crisis que, si bien comienza a disminuir en intensidad, no ha podido contrarrestarse en su totalidad. En este contexto, el país ha tenido que realizar toda una serie de esfuerzos de índole industrial, -- tendiente a incrementar la productividad y por tanto, recuperar el -- deteriorado poder adquisitivo de nuestra moneda.

Por lo antes señalado, es necesario no sólo solidificar la -- planta productiva en existencia, sino incrementarla en relación a -- las posibilidades de aprovechar la coyuntura crítica en término de -- posibles exportaciones. Ese es el sentido del presente proyecto, pe ro delimitado en un ámbito operativo previamente definido como: "La Optimización de la Producción en una Fábrica para Tinas de Baño de -- Plástico Reforzado".

Para lograr este objetivo, determinaremos en primera instan-- cia qué debemos entender por plásticos reforzados, en particular con fibras de origen vítreo para darnos una cabal idea de los materiales requeridos durante el proceso.

Posteriormente, se profundizará en los métodos de moldeo per-- tinentes para la obtención del producto específico deseado.

Entre tanto, será necesario también visualizar la constitu-- ción funcional de la empresa en cuestión, respecto a organización, -- distribución y posibilidades de producción actuales.

Finalmente, serán establecidas las pautas de comportamiento -- idóneas mediante las cuales será factible optimizar los rendimientos obtenidos por la empresa.

### 1.1. OBJETIVO.

El objetivo del estudio, es demostrar que mediante el uso de las técnicas de la ingeniería industrial es posible eficientar la planeación, la organización y el control de la planta productiva para obtener la máxima productividad de una empresa.

Para la consecución de este objetivo, se aplicarán las diferentes técnicas de la ingeniería industrial a un problema real: "La Optimización de la Producción en una Fábrica de Tinas para Baño de Plástico Reforzado", demostrando el beneficio que representaría la implementación del sistema propuesto.

### 1.2. ALCANCE.

El estudio abarca desde el análisis de las diferentes materias primas que se utilizan en el proceso de fabricación, los métodos de moldeo factibles para la obtención del producto así como, el análisis de la situación actual de la planta hasta la determinación de la proposición nueva apoyada por las diferentes técnicas de la ingeniería industrial como son: los tiempos y movimientos, control de inventarios, flujo de materiales y distribución de la planta.

## CAPITULO II

II.- GENERALIDADES

## 2.1. CARACTERISTICAS.

Es un hecho bastante difundido que una de las industrias que mayor éxito haya tenido en los últimos años y en términos generales, es sin duda alguna, la relativa a la fabricación de materiales plásticos y productos derivados. Lo cierto es que un sinnúmero de artículos elaborados con estos tipos de materiales, han llegado a constituirse como componentes básicos de la vida diaria, tanto a nivel industrial como doméstico.

En ese sentido, uno de los productos cuyo mercado ha observado una tendencia expansiva en términos de su propia utilidad, es la tina de baño fabricada a partir de plástico reforzado. No solamente ha destacado su competitividad en el terreno específico de los costos de producción, sino que ha demostrado también contar con numerosas cualidades en el renglón de su utilidad funcional. Tan es verificable el argumento anterior que las tradicionales tinas de baño de hierro fundido, han comenzado a ser descartadas mercantilmente por antifuncionales y poco duraderas en comparación a los nuevos productos y de forma considerable más costosas.

Los nuevos productos, principalmente los elaborados con materiales plásticos reforzados, en particular con resinas poliéster no saturadas y fibra de vidrio, conllevan tales ventajas en situación de competencia con industrias constituidas de antaño y que cuentan con una sólida capacidad productiva instalada. Para ilustrar lo anterior, podríamos hacer un ligero análisis de las características principales entre las tinas de baño de plástico reforzado con fibras vítreas y sus antecesoras, las de hierro fundido.

TABLA 2.1.

<u>COMPARACIONES Y VENTAJAS DE TINAS</u>		
<u>CARACTERISTICAS</u>	<u>PLASTICO REFORZADO</u>	<u>HIERRO FUNDIDO</u>
Costo de la Inversión	Mínimo, comparado con las de hierro	Mayor
Herramental	Poco y barato	Mucho y más caro
Peso	Menos	Mayor
Colores	Todos (bajo costo)	Limitados (mayor costo)
Resistencia	Buena	Excelente
Maniobrabilidad	Excelente	Reducida
Reparaciones futuras	Posibles y mediante - pulisimiento queda como nueva	Difícil reparación o notorio - parche
Nuevos diseños	Facilidad comprobada para el lanzamiento - de nuevos modelos	Muy costosos
Costo al consumidor	Más barato	Más caro
Velocidad productiva	En función del número de moldes	Mucho más lenta

En base al cuadro anterior, podemos observar de modo ilustrativo en extremo, que la factibilidad de fabricación de tinas para baño de plásticos reforzados, es considerablemente mayor en casi todos los sentidos, que en relación a materiales obsoletos. No sólo en términos de la magnitud de la inversión requerida y de la capacidad productiva, sino también en el ámbito de la versatilidad y funcionalidad, además de otras cualidades, las tinas de derivados plásticos son un producto de posible instrumentación mercantil. Mientras que artículos similares de hierro fundido requieren de técnicas de capital intensivas, las resinas poliéster posibilitan técnicas industriales netamente extensivas.



En términos generales, el plástico es un material que consiste totalmente o en parte de la combinación especial de carbono con oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y otros compuestos, tanto orgánicos como inorgánicos, que solidifican en un estado final. Sin embargo, en alguna de sus etapas, el plástico atraviesa por un estado líquido, lo que permite un moldeo fácil o formación mediante calor y presión, aplicados en conjunto o por separado. Como característica principal es posible mencionar que, el plástico es una sustancia orgánica polimerizada.

Por su parte, la polimerización está catalogada como un proceso mediante el cual las moléculas substanciales se entrelazan para — constituir moléculas de mayor tamaño que forman a su vez nuevas entidades químicas. Es necesario señalar que los plásticos o polímeros son una familia de materiales, no sólo un material y que cada uno de éstos pueden ser divididos en dos grandes grupos: Termoplásticos y Termofijos. En ese sentido, podemos definir que los primeros pueden sufrir transformaciones de estado o formales en función de la aplicación de calor, aunque también en algunas ocasiones pueden ser modificados por presión; este tipo de materiales tienen también la característica facultativa de poder retornar a un estado original. Entre éstos podemos mencionar a manera de ligera ilustración al nylon, acrílicos, poliestirenos y polipropilenos entre otros. Los termofijos, por su lado, no pueden ser devueltos a su estado original, endurecen como su nombre lo indica, a base de su exposición al calor, — siendo necesario en ocasiones, el uso de presión para moldear el material. Como paradigma de lo señalado, podríamos mencionar las resinas epoxi y fenólicas, poliuretanos, silicones y poliésteres no saturados.

Tomando en consideración lo anterior, es necesario subrayar — que, para efectos de fabricación de tinas de baño, se plantea la utilización específica de resinas tipo políester, con reforzamiento de fibras de vidrio.

## 2.2. LAS RESINAS POLIÉSTER.

"Por definición química un poliéster se forma al hacer reaccionar un ácido polibásico y un alcohol polihídrico a temperaturas superiores a 100 grados centígrados, obteniéndose un poliéster y agua como resultado de la reacción anterior". (1)

En base a lo señalado, el tipo de ácidos y alcoholes utilizados en función de posibles modificaciones sobre la marcha del proceso, se pueden obtener una serie de productos diversificados, entre los que podrían mencionarse los poliésteres no saturados, los alquidales, plastificantes, fibras y películas y espumas de poliéster.

Los poliésteres no saturados son materiales lineales obtenidos al reaccionar ácidos dibásicos y alcoholes polivalentes, que al polimerizarse en modo reticulado con monómeros de vinilo, forman un plástico termofijo. Por su parte, los denominados alquidales están relacionados a transformaciones surgidas de la combinación con aceites y tienen generalmente finalidades decorativas o de protección; ejemplos de ellos podrían señalarse a las pinturas, los barnices y otros tipos de esmaltes. Entretando, a los plastificantes los podemos catalogar en función de su propio nombre, es decir, plastifican a otros derivados plásticos y son conocidos también mediante la denominación de plastificantes poliméricos, utilizados en la fabricación de diversos vinilos: cubresientos, tapices plásticos para la decoración de paredes interiores en habitaciones, oficinas y otros.

Otras formas asumidas por los poliésteres podemos encontrarlas a través de orientaciones moleculares, a base del empleo de ácidos y alcoholes específicos como el conocido polietileno. Asimismo, las espumas son poliésteres con un elevado contenido grupal de hi-

(1) Parrilla Corzas, Felipe. Resinas Poliéster, Plásticos Reforzados, Editorial La Ilustración. México, 1979. P.3

droxilo que reaccionan por medio de encadenamientos cruzados y entre cruzados con grupos de isocianato. Del proceso anterior se derivan las espumas de poliéster, elastómeros y recubrimientos entre otros productos.

Como es posible observar, son una amplia serie de diferentes compuestos las denominadas resinas poliéster; sin embargo, a nivel industrial, suele ser utilizado el término particularmente para tipificar a los poliésteres no saturados. No sobra señalar que, para efectos de producción de tinas de baño de plástico reforzado con fibras vitrosas, también es necesario el uso específico de estos tipos de resinas.

En ese sentido, es actualmente una realidad consabida que — "la creciente demanda y aplicación de artículos reforzados se debe básicamente a las propiedades y características de ese tipo de materiales" (2), facilidad en el manejo de los componentes, tomando en consideración que el plástico puede ser moldeado en función de su posible fluidez, rápida cura y viabilidad de uso son algunas de las propiedades más importantes del poliéster en forma de resinas, mismas que han convertido a los materiales señalados en las posibilidades multimodales de todos conocidas. Además, las propiedades físicas y mecánicas son bastante espectaculares: "una lámina de plástico reforzado, con el equivalente a 3 espesores de una de acero, tiene la misma resistencia mecánica a la tensión, pesando aproximadamente la mitad, con una mayor elasticidad". (3)

Como si fuera poco lo anterior, las resinas poliéster también han demostrado tener una enorme resistencia a la corrosión y a una buena cantidad de otros agentes químicos, así como facilidad para el acabado de los artículos elaborados. Es necesario precisar —

(2) Op. Cit. P. 4

(3) Op. Cit. P. 8

en el presente inciso, que las características del plástico reforzado varían según el tipo de resinas empleadas con la naturaleza de -- las cargas, el tamaño y el tipo de fibra de vidrio empleada, al mismo tiempo que con el método de moldeado utilizado. Por lo mismo, a -- estas alturas del proceso se requiere de la profundización en los as pectos concernientes al tipo particular de refuerzo a emplear o empleado, ya que la resistencia a la tensión varía proporcionalmente -- al contenido del vidrio del compuesto, o en otro de los casos, al tipo de refuerzo usado, problema que será tratado a fondo en el inciso subsiguiente.

Antes de ello, es posible internarse, para efectos de definición conceptual, en el ámbito concreto de la producción de resinas -- poliéster adecuadas a las necesidades de la fabricación especial programada. Factores esenciales a delimitar son los relativos al tipo y cantidad de ácidos dibásicos, alcoholes y monómeros reactivos sunados a un sistema de inhibición. Con respecto a lo descrito, es preciso subrayar la enorme disponibilidad de materiales base requeridos en nuestro mercado, como son los componentes ácidos y alcoholes, --- principalmente. En ese sentido, también es pertinente la comprensión del papel jugado por los monómeros en la forma de enlace reticular. Se sabe que, "de acuerdo con la definición de poliésteres no -- saturados, la polimerización, curado o fraguado de una resina poliéster no es posible si no se toma en cuenta con un componente que parmita la reacción química para formar la macromolécula, es decir, un componente que sirva de enlace entre dos o más moléculas de resinas poliéster". (4)

Los compuestos de enlace son los monómeros de vinilo y, entre éstos, el utilizado con mayor frecuencia es el vinilbenceno o monómero de estireno. El bajo costo a nivel comparativo con compuestos su

(4) Op. Cit. P. 22

cedáneos, aunado a la excelente compatibilidad y reactividad con las resinas poliéster, son algunos de los factores que determinan su mayor utilización industrial. Los especialistas observan a su vez, -- que es importante ponderar la relación prevaeciente de estireno en el compuesto, pues de este factor depende proporcionalmente la estructura del producto. Lo anterior cobra mayor relevancia si evaluamos los resultados del uso excesivo del componente: artículos quebradizos y con baja temperatura de distorsión.

También, una vez tipificados los componentes principales de los plásticos a producir, es necesario señalar que éstos se cargan en un autoclave de grandes proporciones. Este autoclave especializado está provisto de un agitador, condensador, líneas para gas inerte y muestreo, medios de emisión calorífica; así como un tanque mezclador de dilución o ajuste. Este equipo generalmente está fabricado con aceros inoxidables, capaces de resistir sin alteraciones temperaturas que oscilan entre los 160 y los 230 grados centígrados. Dichas temperaturas son imperiosas para la obtención de propiedades y características específicas.

Al llegar a esta fase, la mezcla es enfriada rápidamente en el tanque de dilución, en donde como paso previo han sido vertidos los monómeros y los inhibidores. "La descarga del alquidal se hace de tal forma que la temperatura en que es mezclado el monómero no sea superior a 60°C, en caso contrario, todo el producto polimerizará rápidamente impidiendo su aprovechamiento". (5)

En México se emplean básicamente tres tipos de resinas poliéster no saturadas o insaturadas:

- A) Ortoftálicas
- B) Isoftálicas
- C) De alta resistencia química
  - Bisfenólicas
  - Cloréndicas

---

(5) Op. Cit. P. 25

A) Las resinas poliéster ortoftálicas son el producto de reacciones químicas ocurridas por el efecto del anhídrido ftálico, el anhídrido maléico, propilen glicol y estireno. Aunque esta resina es la que cuenta con un consumo mayormente generalizado, posee una baja resistencia química.

B) Compuestas por la acción del ácido isoftálico, anhídrido maléico, propilen glicol y estireno, las resinas poliéster isoftálicas poseen en cambio buenas características de resistencia química. Su aplicación en la elaboración de "Gel-Costa" es técnica y económicamente, de lo más recomendable y su aplicación en el campo de la protección a efectos corrosivos, es enorme.

C) Las resinas de alta resistencia química conocidas como clorídicas, se obtienen fundamentalmente por la reacción del ácido HET, el anhídrido maléico o el ácido fumárico, dependiendo del tipo de resinas cuyo objetivo sea obtener, aunados al glicol-dietilenglicol o etilenglicol, con estireno en la forma de factor de enlace. Resistencia química amplia y cierto grado de resistencia al fuego es el resultado. Una mayor rigidez en su estructura determina una mejor resistencia al impacto.

- Las bisfenólicas, con excelente resistencia química, superan las características de su homóloga anterior en el ámbito de la resistencia al impacto y flexibilidad en el laminado.

"La resina poliéster fabricada con mayor frecuencia, es aquella conocida como ortoftálica o de usos generales. Cuando este producto se refuerza (principalmente con fibra de vidrio), el laminado obtenido posee muy buenas características mecánicas y resistencia a algunos productos o reactivos químicos". (6)

En base a lo mencionado, podemos señalar que en términos de -- los requerimientos existen no solamente las resinas políéster descritas, sino que se pueden aun mejorar las existentes por medio de uno o varios aditivos, mismos que se agregan a la resina antes de ser catalizada para fabricar el artículo programado.

Con respecto a la resistencia al fuego, son pocos los materiales comerciales o para la construcción que pueden ser llamados realmente resistentes; todos estos están propensos a sufrir transformaciones y modificaciones cuando, accidentalmente o por razones de su propia utilidad, son sometidos al fuego. "En el caso de los plásticos reforzados esta situación (adquiera mayores dimensiones), es más crítica, sin embargo, se han desarrollado compuestos que imparten características de retardantes al fuego, es decir, con estos productos los artículos de plástico reforzado o resina políéster se consumirán lentamente, y al cesar el origen del fuego tenderán a apagarse en -- forma propia". (7)

En ese sentido, actualmente se conocen 3 formas básicas de -- cumplir los propósitos anteriores; por formulación, adición de componentes líquidos y en polvo. En la formulación del plástico reforzado, se puede substituir el ácido saturado por un derivado halogenado, un componente cloro o bromofluórico que tienen probadas cualidades de retardante a la acción ígnea. En otros casos, el derivado halogenado se encuentra en el monómero reactivo, substituyendo a éste total o -- parcialmente. En ese mismo sentido, el cloroestireno puede mejorar -- las propiedades mecánicas y de intemperismo, aumentando al mismo tiempo su capacidad de reacción.

Mientras tanto, existen en el mercado una enorme diversidad de componentes líquidos, generalmente fosfohalogenados, que al agregarse a las resinas en cuestión en una proporción del 8 al 15 %, imparten -- al producto propiedades retardantes al fuego. Derivados fosfohaloge-

---

(7) Op. Cit. P. 26

nados del hexacloropentadieno o fosfatos de tricresilo que tienen una gran compatibilidad; pero que en exceso tienden a "plastificar" las resinas o a disminuir su resistencia mecánica.

Los compuestos en polvo, se agregan por su parte al plástico para agregar características similares a las anteriores; trióxido de antimonio, hidrato de aluminio, borato de zinc y parafina clorada.

Entre tanto, la resistencia a la temperatura, cualidad deseada en la fabricación de tinas para baño puede obtenerse mediante el empleo de cianurato de triálilo como monómero de enlace. Con el objeto de ilustrar las posibilidades de empleo de diversos componentes en función del tipo de resina resultante, se anexan las tablas correspondientes.

TABLA 2.2.

ACIDOS Y ANHIDRIDOS DIBASICOS NO SATURADOS

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO MOLECULAR</u>	<u>TEMP. FUSION °C</u>
Anh. Maléico	98.06	53(57-60)
Ac. Fumárico	116.07	287.0
Ac. Itacónico	130.10	161.0



TABLA 2.3.

ACIDOS Y ANHIDRIDOS DIBASICOS SATURADOS

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO MOLECULAR</u>	<u>TEMP. FUSION °C</u>
Anh. Ftálico	148.11	130.8
Ac. Isoftálico	166.13	330
Ac. Teraftálico	166.13	300
Anh. Hexahidroftálico	286.00	192
Anh. Tetracloroftálico	286.00	192
Ac. Hexocloro endometilen tetrahidroftálico	389	
Ac. Adípico	146.14	151.0
Ac. Sebáico	202.25	133.0
Ac. Succínico	118.09	140.

TABLA 2.4.

ALCOHOLES POLIHIDRICOS  
(GLICOLES)

<u>PRODUCTO</u>	<u>PESO MOLECULAR</u>	<u>TEMP. EBULLICION °C a 760 mm hg</u>
Glicol Etilénico	62.00	193-200
" Diétilénico	106.00	240-245
" Triétilénico	150.00	278-295
" Propilénico	76.00	185-189
" Dicopropilénico	134.00	229-235

TABLA 2.5.

<u>PRODUCTO</u>	<u>MONOMEROS</u>		<u>PROPIEDADES</u>
	<u>PESO MOL.</u>	<u>TEMP.</u>	
Vinil Benceno	104.14	146.0	Compatibilidad con la resina, bajo costo, disponibilidad y reactividad.
Metil Metacrilato	100	100	Mejora las propiedades de intemperismo y transparencia.
Vinil Tolueno	118	170	Baja evaporación, - buen disolvente.
Dicloro Estireno	170		Mezclado con estireno no mejora las propiedades físicas. Resistencia a la temperatura.
Cianuro de Triálilo	249		Imparte resistencia a la temperatura.

TABLA 2.6.

<u>PRODUCTO</u>	<u>REACTIVIDAD DE LOS MONOMEROS</u>	<u>RESULTADOS</u>
Monómero de Estireno		Buena reactividad
Monómero de Metil Metacrilato		Reactividad media. Generalmente su empleo es utilizado en combinación con el producto anterior.
Vinil Tolueno		Similar al estireno.
Vinil Benceno		Similar al estireno.
Cloruro de Vinilo		Sólo combinado con estireno
Dicloro Estireno		Reactividad media.
Italato de Dialilo		Empleo en combinación.
Cianurato de Triálilo		Empleo en combinación.

NOTA: Tanto el italato de dialilo como el cianurato de triálilo, mejoran la capacidad de resistencia a la temperatura y al fuego, además de otorgar a los productos acción en contra de los efectos de ácidos inorgánicos, álcalis y disolventes.

Por otra parte, dos agentes más, inmersos también en el proceso de fabricación de plásticos especiales son los denominados catalizadores y aceleradores. En ese sentido, es preciso apuntar que para convertir una resina poliéster del estado líquido a uno sólido es necesaria una relación química llamada copolimerización. En ésta, se provoca una reacción con los grupos no saturados tendiente a configurar un compuesto termofijo mediante la disolución del monómero en la resina empleada. Esta reacción particular de copolimerización es conocida como de adición, en función de que no da lugar a productos secundarios, subproductos; dicho de otra forma, su conversión es equivalente a un 100 % y en términos generales se conoce en la industria del procesamiento del plástico reforzado como reacción de "curado".

Son variadas las formas en que el procedimiento se puede llevar a efecto: aplicación de temperatura, micro ondas, radio frecuencia, rayos ultravioleta y mediante componentes químicos.

Por medio de altas temperaturas, un poliéster puede ser polimerizado en un lapso relativamente reducido, siendo la velocidad de reacción directamente proporcional a la aplicación del medio. A mayor temperatura, mayor velocidad en reacción y, consecuentemente menor tiempo en el procesado de la conversión. Tan es así, que sin adicionar catalizador o compuesto químico alguno, una resina sólida en pocos minutos; en 7 escasos a 80° y a 110° en 3.

Las técnicas de polimerización por medio de micro ondas, están fundamentadas en la acción molecular al generarse un campo eléctrico oscilante y rotatorio a grandes velocidades. La dinámica anterior tiene como consecuencia series de colisiones moleculares que incrementan la energía cinética, obteniéndose al mismo tiempo calor aprovechable en el proceso. La energía producida se genera en un tubo y conducida posteriormente a través de un conducto hasta un área de almacenaje que proporcione seguridad en el calentamiento.

El proceso observado en el caso del uso de radio frecuencia, implica una cantidad de energía considerablemente menor que el relacionado con el uso de micro ondas y en éste es originada mediante dos electrodos, con excitación molecular localizable en la misma área.

Es un fenómeno consabido, que la acción de la energía solar es también un coadyuvante en el gelado y el curado de las resinas - poliéster y que dicha capacidad está contenida en los componentes - de la luz, en especial de rayos ultravioleta. En diversas ocasiones, se expone la resina catalizada a muy bajas concentraciones a - los rayos del sol, para de esta forma acelerar asimismo el curado. En función de estas propiedades, se han desarrollado resinas poliéter que son curadas al pasar por un túnel de luz ultravioleta.

Por su parte, los compuestos químicos también pueden ser un procedimiento eficaz en el tratamiento del producto y a este grupo pertenecen los catalizadores más comunes en las industrias del plástico reforzado. En este caso, se obtiene un producto sólido terminado al descomponerse los compuestos en cuestión y activar el monómero que contiene la resina. Lo anterior, origina una reacción con los grupos no saturados de la cadena de poliéster. Algunos especialistas estipulan que más que un catalizador, el producto debe ser - considerado un iniciador, pues se descompone en las etapas del proceso y a diferencia de un catalizador, no puede ser recuperado al - final de la reacción.

En este contexto, es pertinente adentrarnos en el proceso específico de polimerización para la obtención del gelado y curado de las resinas espiadas. En un principio, "El sistema molecular está siempre en movimiento y en el caso de la resina poliéster, este movimiento origina que en ciertas ocasiones y debido al calor, luz solar y otros agentes, alguna molécula de monómero de estireno "rompa" o "abra" su doble ligadura, y esta molécula activada ocasiona a su

vez, el rompimiento de otras dobles ligaduras, ya sea en el monómero de estireno o en la parte no saturada de la molécula de poliestéer, - ocasionando que si la actividad no se controla, el producto aumente su viscosidad y posteriormente "gela", lo que impedirá su aprovechamiento". (8)

Con la finalidad de evitar este tipo de situaciones, las resinas poliestéer suelen ser mezcladas con inhibidores que reaccionan -- con los radicales libres, impidiendo el gelado del producto. Caso -- contrario, si lo que se busca es el gelado del producto, pueden ser utilizados compuestos catalíticos. Así, al descomponerse estos últimos por el efecto de los aceleradores, pueden liberarse radicales libres cuya profunda actividad tienda a producir la copolimerización.

Posteriormente, paso seguido, es posible la reacción de polimerización, se efectúa en la combinación del poliestéer con el monómero de 3 formas distintas:

- Homopolimerización de las moléculas del monómero.
- Homopolimerización de la cadena de poliestéer en - la molécula no saturada.
- Copolimerización del monómero y del poliestéer ocurrida en la reacción.

Es poco probable la reacción entre dos cadenas de poliestéer, - debido a la menor reactividad del estireno.

El proceso anterior, es conocido con la denominación de propagación y antecede al llamado terminación. En este último proceso, al propagarse la reacción polimerizada, las ligaduras dobles continúan uniéndose hasta ocurrir una de varias reacciones posibles.

- Reacción de adición, en donde tiene lugar la creación de una cadena continua, al reaccionar entre sí las dos cadenas en crecimiento.

- Transferencia de cadena, cuando una cadena de crecimiento colisiona con otra, transfiriéndole energía sin necesidad de unificación con ésta.
- Agotamiento, que tiene lugar cuando están agotadas todas las moléculas sujetas a reacción.

Los aceleradores por su parte, son empleados generalmente para curados a temperatura ambiental, siendo éstos categorizados en diversos grupos posibles:

- Aceleradores con Peróxido
- Aceleradores con Hidroperóxido
- Aceleradores que reaccionan con cualquiera de los dos compuestos anteriores.

Aspectos como los relacionados con el tipo especial de producto buscado y temperatura de curado, son consideraciones necesarias en la selección del mejor catalizador posible. Para algunos efectos, es imprescindible que el gelado y el curado se efectúen en lapsos -- cortos, para lo cual se emplea naftenato u octoato de cobalto y una amina terciaria como dimetil o dietil anilina llamado sistema de promoción doble. Este tipo de sistema, lamentablemente es bastante inestable en términos de almacenamiento, además de amarillarse o decolorarse el producto por la acción de las aminas, aunque tiene la ventaja de poder catalizarse con peróxidos o hidroperóxidos. Cuando se buscan productos en donde la decoración es importante, es recomendable el uso de octoato de cobalto en lugar de naftenato, ya que este último tiende a enrojecer al poliéster. También es posible usar el naftenato de cobalto mercaptano de laurilo.

"La cantidad o concentración de acelerador y catalizador influyen en el tiempo de gelado, curado, temperatura exotérmica y encojimiento del producto". (9) Al respecto, es importante señalar que el catalizador y el acelerador no deben ser almacenados en conjunto, sino por separado y a temperaturas que no excedan 30 ó 35°, ya que -

---

(9) Op. Cit. P. 38

la mezcla de ambos componentes es sumamente explosiva por ser oxidante uno y reductor el otro. Es posible mezclar en cambio, la resina con el acelerador, almacenarla y luego combinarla con el catalizador para curar el plástico.

Entre tanto, al efectuarse el gelado la movilidad molecular del sistema tiende a disminuir y la energía liberada se transforma en calor aumentando la temperatura del sistema. Este calor generado por la energía exotérmica, aumenta la velocidad de descomposición del catalizador, reduciendo al mismo tiempo el periodo de gelado y curado, por lo que es recomendable el uso de la cantidad de catalizador adecuada o su dilución en vehículos como disolventes, monómeros o plastificantes. En el caso de usar disolventes, es conveniente cuidar o evitar la formación de burbujas, por lo que se recomienda mejor el monómero de estireno que proporciona una mezcla más estable. Si se planea obtener una mayor elasticidad en el producto, se sugiere la utilización de materiales plastificantes.

TABLA 2.7.

ACELERADORES Y CATALIZADORES

<u>ACELERADORES</u>	<u>CATALIZADORES</u>	<u>TEMPERATURA DE REACCION</u>
<u>SALES METALICAS</u>	<u>HIDROPEROXIDOS</u>	
Naftenato de Cobalto o Cobra. Octoato de Cobalto. Manganesio	Peróxido de Metil Etil Cetona Hidroperóxido de Cumeno	Ambiente 25°C
Aminas: Dimetil Anilina Distil Anilina	Peróxidos: Peróxido de Benzoilo Hidroperóxidos Peróxido Metil Etil Cetona	Ambiente 25°C
Aminas Cuaternarias	Hidroperóxidos Peróxido Metil Etil Cetona	Ambiente 25°C
Mercaptanos: Mercapto Etanol Duril Mercaptano	Hidroperóxidos Peróxido Metil Etil Cetona	
	Peróxidos: Peróxido de Benzoilo y de Laurilo	Temperatura 60 a 110°C
	Peróxidos de Arilo	Temperatura 100 - 130°C
	Hidroperóxidos de Alquilo	

La optimización de características físicas y químicas de los plásticos reforzados, se alcanza cuando el proceso de polimerización se ha completado, es decir, cuando la pieza está totalmente curada. Son varios los factores que pueden incidir en el tiempo de endurecimiento, entre los que podríamos señalar los siguientes:



- 1.- Cantidad de catalizador. A menor cantidad de catalizador, mayor tiempo de gelado y de curado.
- 2.- Cantidad de acelerador. Al igual que en el caso anterior, la cantidad de promotor influye en el gelado. Mayor cantidad de acelerador, menor tiempo de gelado y viceversa.
- 3.- Temperatura ambiente. A mayores temperaturas, menores tiempos. Baja temperatura y alta humedad pueden ocasionar la formación de curados incompletos.
- 4.- Concentración o masa de resina. Mayor concentración de resina provocará un menor tiempo de gelado.
- 5.- Evaporación de monómeros. Los monómeros, agentes de enlace reticular, son de suma importancia en el curado de las resinas poliéster, in parten reactividad y son necesarios para una polimerización adecuada. Se requiere al mismo tiempo, el mantenimiento constante del monómero reactivo en términos cuantitativos, para un curado conveniente.
- 6.- Cargas y pigmentos. La gran mayoría de las cargas o rellenos, tienden a aumentar el tiempo de curado.  
El PL+ no debe ser mayor de 8.5  
Los pigmentos pueden tanto aumentar, como disminuir el tiempo de curado, en función de su composición química.
- 7.- Inhibidores. Pequeñas cantidades de sustancias químicas pueden provocar un curado incompleto de las resinas poliéster; fenol formaldehído, hule, cobre y sus sales, entre otros inhibidores.

Un último componente de los plásticos reforzados, son las cargas o rellenos, materiales que mezclados con la resina, aunque no reaccionan con ella, si mejoran cierto tipo de características como rigidez, resistencia al calor, etc. También pueden contribuir a disminuir costos de producción o el peso del producto. Entre las características deseables en el tipo de carga utilizable, podemos señalar:

- 1.- Bajo costo y amplia disponibilidad.
- 2.- Baja absorción de aceite.
- 3.- No impartir calor.
- 4.- No influir en el gelado y curado.
- 5.- No reaccionar con los componentes de la resina.
- 6.- Mejorar las características del producto.
- 7.- Baja solubilidad en agua.

Un primer tipo de carga puede ser el carbonato de calcio, con baja absorción de aceite, reduce tanto costos como encogimiento. El talco (silicato de magnesio anhidro), posibilita la fluidez y ayuda a impregnar la fibra de vidrio usada como refuerzo. El silicato de -- aluminio hidratado posibilita por su parte, un incremento en la viscosidad de la mezcla, por lo que se emplea en cantidades reducidas. El asbesto, entre tanto, es usado preferencialmente en el moldeo por temperatura y en el sistema de premezcla, ayuda a reducir la rotura de la fibra de vidrio usada como refuerzo: un 5 a 10 % de la mezcla total.

Otras cargas o rellenos pueden ser el hidrato de aluminio y la microsfera de vidrio. El primero, es retardante ante el efecto del fuego y se emplea en cantidades de hasta 40 %, mientras que el segundo, mejora la resistencia a la abrasión y puede ser sucedáneo de la fibra de vidrio.

Para obtener el volumen que proporciona una carga determinada o bien la gravedad específica del compuesto y de esta forma determinar el costo aproximado de un artículo determinado, se pueden utilizar las fórmulas siguientes:

Volumen proporcionado por la carga:

$$\% Vc = \frac{\% C \times Gr}{(\% R \times Gc) + (\% C \times Gr)} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

$\% C$  =  $\%$  de Carga en peso.

Gr = Gravedad específica de la resina.

$\% R$  =  $\%$  Resina en peso.

Gc = Gravedad específica de la carga.

Determinación de la gravedad específica de la mezcla:

$$\text{Gr. Esp. Mez.} = \frac{(\text{Gr} \times \text{Gc} \times \text{Pr}) + (\text{Gr} \times \text{Gc} \times \text{Pc})}{(\text{Pr} \times \text{Pc}) + (\text{Pc} \times \text{Gr})} \dots\dots\dots(2)$$

TABLA 2.8

<u>CARACTERÍSTICAS DE CARGAS</u>			
<u>Carga</u>	<u>Gr. Esp.</u>	<u>Abs. Aceite</u>	<u>USOS</u>
Talco	2.8	23-29	Laminados, resanadores y premescias.
Caolín	2.5	36-39	Laminados en prensa.
Carbonato de Calcio	2.7	19-21	Estatuas, marcos, mármol sintético
Arena Sílica		210-240	Igual al anterior para
Malla 150	2.8-3.0		finas decorativos.
Malla 225	2.3-2.5		
Parafina Clorada	1.5.		Retardante al fuego — combinada con trióxido de antimonio y borato de zinc.
Trióxido de Antimonio	5.7		
Borato de Zinc	2.7	80	
Hidrato de Aluminio	2.4		Retardante al fuego.
Sulfato de Bario	4.5		Aumenta resistencia a la fricción e impide el paso de rayos X.
Microesferas de Vidrio			Sustitución de fibras vitreas.
Inoliasstonita			Laminados y artículos dieléctricos.
Mica			Laminados dieléctricos estabilidad térmica.
Fibra de Vidrio			Refuerzo en laminados.

### 2.3. PLASTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.

No todos los sistemas empleados para fabricar piezas de plástico reforzado se pueden utilizar para aquéllas que llevan algún elemento reforzante, en particular de los del tipo fibroso vítreo. El proceso debe permitir una correcta incorporación del refuerzo al plástico o una adecuada homogeneidad al híbrido o ambas cosas. La orientación del refuerzo será necesariamente aquella que se ha seleccionado de antemano, de otra forma el producto terminado podría adolecer de algunas de las características necesarias.

En unos procesos la incorporación del refuerzo fibroso a la resina se hace simultáneamente con el moldeo, en otros la fibra y la resina se combinan primero. Posteriormente, el material ya reforzado se somete entonces al procedimiento que le dará al artículo su forma definitiva. Cuando sea descripto cada proceso de moldeo en particular, se hará referencia a los métodos de premezclado de la fibra y la resina, en los casos de que tales procedimientos preparatorios antecedan al sistema en cuestión.

Los sistemas de fabricación son muy variados, por lo que en cada caso en cada uno de los procesos nos abocaremos al análisis a profundidad. Podremos ver en cada uno de los casos que, en sus procesos, algunos son intermitentes, debiéndose interrumpir la secuencia para retirar la pieza del molde, mientras que en otros, la producción adopta un carácter continuo.

## CAPITULO III

III.- PLASTICOS REFORZADOS

## 3.1. TIPOS DE MOLDES.

La fabricación de productos a base de plástico reforzado con fibra de vidrio puede hacerse con, básicamente, tres tipos diferentes de moldes utilizados: molde abierto simple - unitario o seleccionado -, molde simple con ayuda y molde cerrado.

En la fabricación de productos terminados de plásticos reforzados, el moldeo puede efectuarse simplemente vaciando el plástico líquido con el refuerzo dentro del molde y dejando que el material se endurezca. En la práctica sin embargo, esto se hace en contadas ocasiones. En general, el molde abierto simple se emplea en el mango de los plásticos termofijos y requiere que el refuerzo se vaya asentando con la resina en el molde por capas. Los moldes abiertos simples, cuando son rígidos poseen ciertas características de diseño tales como ángulos de desmolde y ausencia de radios inversos para que la pieza pueda ser extraída sin dificultad, una vez endurecidos los materiales.

Este tipo de moldes, pueden ser construidos por partes.

En dado caso, es posible desarmarlos para sacar el artículo terminado. De esta forma, se pueden lograr productos que no hubieran sido posibles en moldes sencillos.

Los moldes rígidos generalmente se fabrican de resina y fibra al igual que las piezas mismas. Los moldes sencillos son sobre todo de hule silicón, lo que permite el desmolde de piezas que tengan curvaturas diversas, cosa que no sería posible hacer en moldes rígidos, sobre todo de una pieza.

Los métodos de fabricación con moldes abiertos, requieren de

una reducida inversión por no requerir más que los propios moldes para fabricar las piezas. No existe limitación en cuanto al tamaño de las partes que se elaboran mediante este proceso, pero el volumen diario de producción será generalmente bajo, dependiendo del número de moldes disponibles.

El molde cuenta, en términos generales, con las mismas características que un negativo en fotografía. Su pared suele ser más gruesa que la pieza misma, además de estar más reforzado que ésta, en función de la necesidad de rigidez para evitar deformidades posibles.

Una vez que se cuenta con un modelo o modelos de plástico reforzado, se puede proceder a la fabricación de las tinas para baño.

### 3.2. PROCESOS DE MOLDEO.

Moldeo manual o por contacto.

El método de moldeo manual, también conocido con la denominación de "picado", se lleva a efecto mediante la selección de un molde abierto simple o seccionado y se usa de manera preferente para la fabricación de partes de plástico termofijo por su particular resistencia ante agentes corrosivos. Aunque se utiliza en piezas y accesorios de tuberías, sus mejores usos posibles los podemos encontrar en el área de producción de tanques, lanchas, macetas, albercas, ductos, partes automotrices, lámina plana y corrugada y piezas prototipos.

Entre la gama de posibles ventajas de esta forma de moldear plástico reforzado, podemos citar las siguientes: simplicidad, economía, escasas limitaciones dimensionales, facilidad en modificaciones posibles en los diseños, medios productivos simples (rodillos brochas), además de que está facultado el uso de plásticosmaltes.

Como contrapartida, podríamos enunciar las siguientes desventajas: exceso de técnicas de capital intensivas, es decir, mucha mano de obra. Aparte, sólo una cara del producto cuenta con acabado y es bajo el volumen de producción, hay desperdicio de materiales y -- emisión de vapores de estireno. (Figura 3.1)

#### Moldeo por Contacto con Bolsa de Vacío o con Bolsa de Presión.

El moldeo por contacto con bolsa de presión, como su nombre lo indica, toma forma mediante la aplicación de una bomba de presión y suele ser usado principalmente en componentes electrónicos, embarcaciones, cascos de protección, etc.

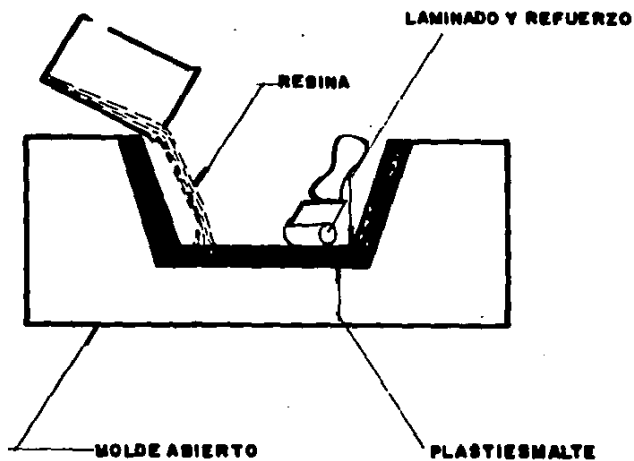
A pesar de que al igual que el anterior método utiliza también mucha cantidad de fuerza laboral y que su calidad está determinada por la precisión de los operarios, permite un mayor contenido de fibra de vidrio, mejorando al mismo tiempo la compactación del laminado. Por otra parte, aunque los volúmenes productivos están dados en función de la cantidad de moldes utilizados en el procesamiento y persiste el desequilibrio en el uso de materiales, la superficie del producto terminado puede ser considerablemente mejorada en relación con el contacto indirecto con el molde en ciernes. (Figura 3.2)

La misma situación ocurre prácticamente con el moldeo mediante inyección de aire por una bolsa de vacío. En ambos métodos se emplean bolsas de presión de vacío a base de películas de vinilo o membranas de hule que permiten que la superficie lograda sea poco irregular. (Figura 3.3)

#### Moldeo por Contacto en Autoclave.

Cuando se hace necesario acelerar y optimizar el curado de un producto determinado a base de temperatura, se recurre a los métodos

**FIGURA 3.1 MOLDEO MANUAL O POR CONTACTO.**





**FIGURA 3.2 MOLDEO POR CONTACTO CON BOLSA DE PRESION**

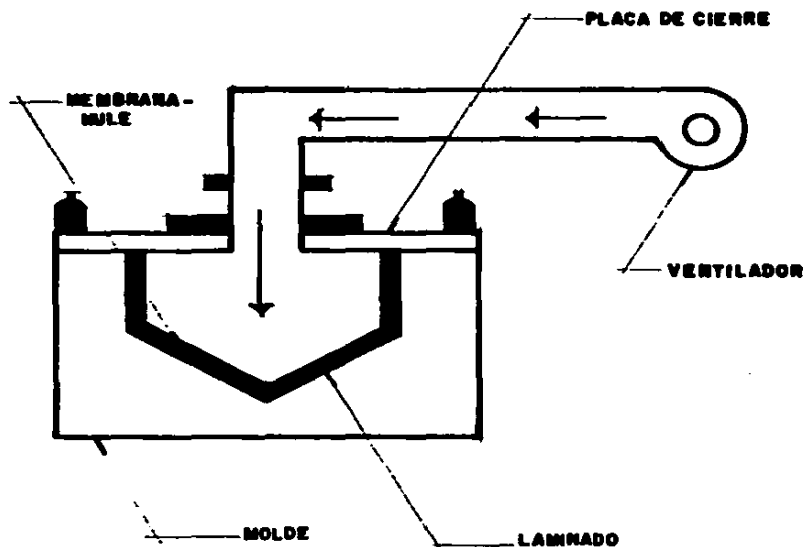
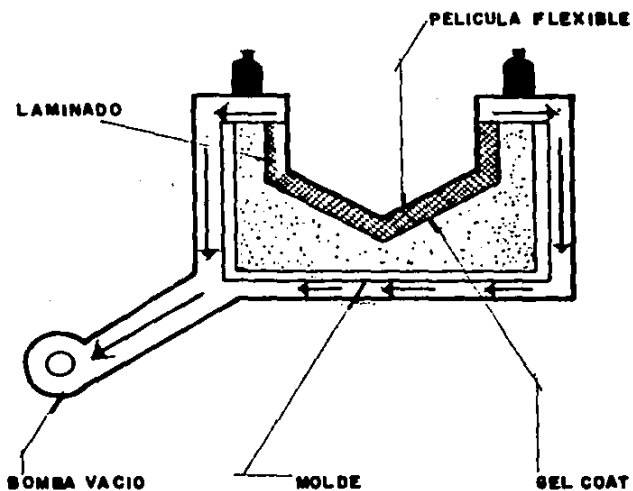


FIGURA 3.3 MOLDEO POR CONTACTO CON BOLSA DE VACIO.



anteriores, pero colocando el molde de la pieza en un autoclave.  
(figura 3.4)

Son varios los sistemas que pueden ser utilizados y suelen -- ser categorizados como sistemas de aspersión mecanizado que emplean molde simple.

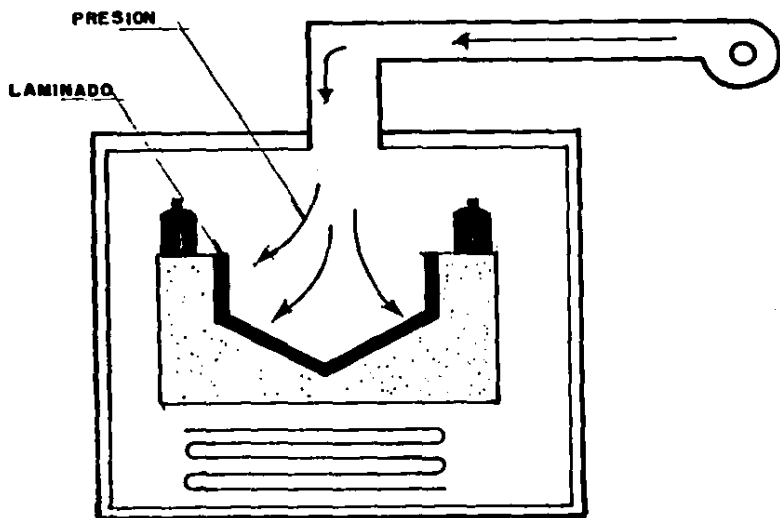
- 1.- Impregnado
- 2.- Aspersión en plastiesmalte
- 3.- Aspersión simultánea de fibra resina

1.- El sistema impregnado, es común en la fabricación de embarcaciones de magnitud considerable, en donde se coloca el refuerzo -- de fieltro para impregnarlo posteriormente con resina mediante el -- uso de pistolas neumáticas semejantes a las utilizadas en proceso de pintura. Es pertinente aclarar, que un rolado posterior que contribuya a finiquitar la compactación y elimine aire atrapado susceptible de formar burbujas, se hace indispensable, lo que repercute a la disminución de los tiempos de moldeo.

2.- En lo concerniente a la aspersión de plastiesmaltes, el -- acabado de superficie requiere de dos aplicaciones con brocha u otro equipo equivalente o sucedáneo. En el caso concreto de la utiliza-- ción de pistolas neumáticas, se obtiene tanto rapidez como uniformidad en la superficie elaborada.

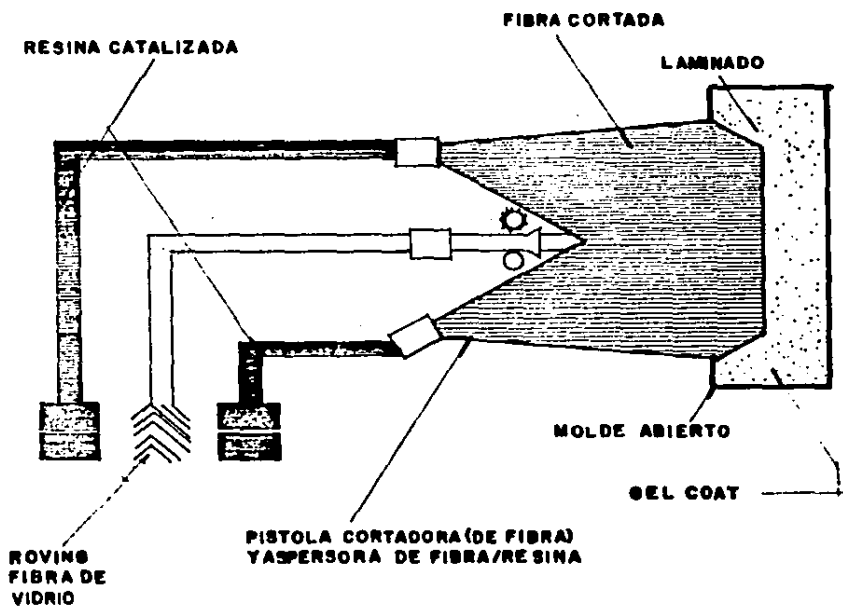
3.- La aspersión simultánea de fibra resina, es una forma muy usada de mecanización del proceso de molde abierto. La inversión no es de ninguna forma elevada, permitiendo el uso del roving en lugar de fieltros; lo anterior se puede visualizar como una economía corroborable en el costo de materiales, además de un ahorro considerable en erogaciones por concepto de mano de obra. La fibra cortada e impregnada con la resina, es depositada en el molde mediante el equipo de aspersión y como paso posterior sólo requiere de un rolado final para que las piezas queden terminadas. (Figura 3.5)

FIGURA 3 4 MOLDEO POR CONTACTO  
USANDO UN AUTOCLAVE.



AUTOCLAVE.

FIGURA 3.5 ASPERSION FIBRA-RESINA



En este tipo de proceso se busca eliminar el desperdicio de materiales, para que la totalidad de fibras y resinas arrojadas por la maquinaria queden en la cavidad del molde, las piezas a fabricar deben contar con un área de un metro cuadrado.

El método de aspersión fibra resina, suele ser usado en partes automotrices grandes, recubrimientos de tinacos, toboganes y piezas de gran proporción en general. También existen ventajas y desventajas, entre las cuales podríamos mencionar en primera instancia las siguientes: equipo portátil de inversión mediana, uso de roving, moldeo de formas complicadas, ahorro de mano de obra, moldes económicos y posibilidad de fabricar la pieza en el mismo sitio donde será a continuación instalada.

En segunda instancia, podemos mencionar que el acabado sólo podrá plasmarse en una cara del artículo y que el control del proceso no es en forma alguna del orden del 100 %. Aparte, los especialistas señalan que al igual que en casos anteriores, la uniformidad del espesor depende de la capacidad del operario y también hay emisión de vapores de estireno.

Los equipos de aspersión trabajan con aire o mediante bombas dosificadoras. Dentro de estos sistemas, hay los de mezcla externa de resinas y catalizadores e internos, cuando la mezcla se lleva a efecto en el interior de la pistola de aspersión.

Unos sistemas son de mantenimiento relativamente simple, otros ofrecen mayor volumen de producción, pero todos han sido perfeccionados con el tiempo a efecto de reducir la presencia de materiales volátiles en el ambiente fabril.

**Enbobinado de Filamentos.**

Los cuerpos de revolución - cubos, esferas o cilindros, se fa

brican enrollando fibra continua - roving - alrededor de un mandril giratorio. Un mandril metálico, es el generalmente empleado en el caso de los cilindros ya que posee la misma forma y facilita el desmolde.

Materiales y separadores, al igual que en el moldeo manual y de pistola, suelen ser usados para facilitar la labor de desmonte de la pieza. En el caso de mandriles no colapsibles, el conjunto de em bobinado es llevado a un dispositivo de extracción, donde la pieza - es finalmente separada de su molde.

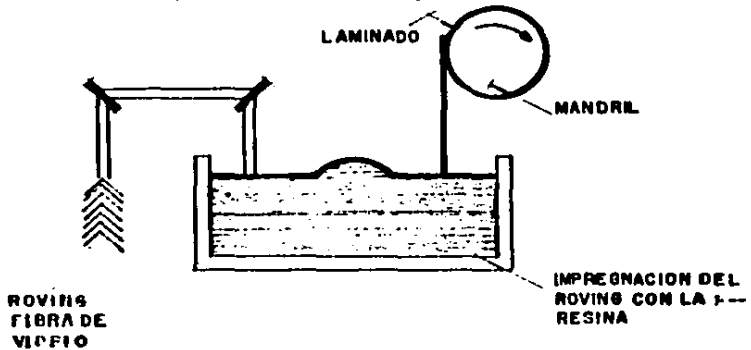
Este sistema también es denominado fibra dirigida, ya que el refuerzo impregnado con la resina se embobina en el mandril, un ángulo determinado previamente.

Para fabricar otros cuerpos de revolución, se emplean moldes colapsibles, sal común y otros materiales de fácil solución y posibilidad de posterior eliminación. (Figuras 3.6 y 3.7)

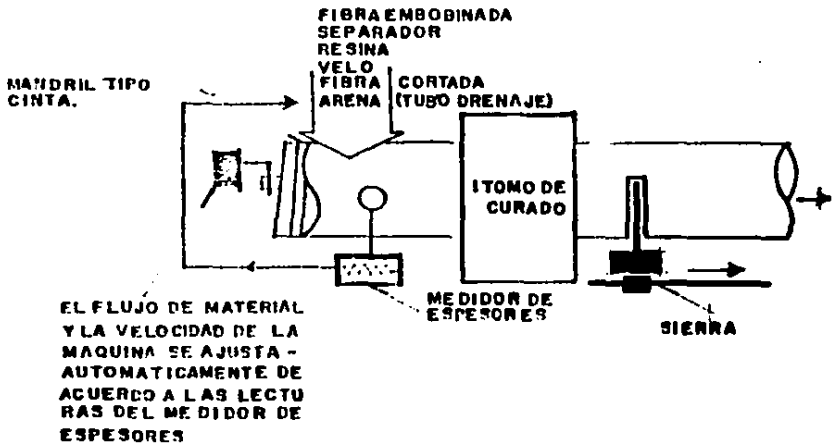
Una innovación reciente, es el mandril de cintas que es recorrido continuamente en su seno, tiene extremos abiertos que permiten fabricar tubos o envolventes de tanque en línea ininterrumpida. La fibra continua se dispone de forma perpendicular al eje longitudinal del cilindro; la fibra cortada, mientras tanto, es aplicada por aspersión y dispuesta de modo multidireccional con la finalidad de resistir el uso final del tanque o tubo.

Entre las ventajas más relevantes del uso de este método específico, podemos señalar su alta relación resistencia-peso; la intensificación de las técnicas de capital en vigor, es decir, escasa mano de obra; control en la uniformidad de la distribución del refuerzo y su orientación; maquinación precisa de la pieza como paso subsecuente a su fabricación como volumen productividad mediante automatización.

**FIGURA 3.6 EMOBINADO DE FILAMENTOS (FIBRA DIRIGIDA)**



**FIGURA 3.7 EMOBINADO CONTINUO.**





El reverso de la situación lo constituye su elevada inversión en equipo y que sólo una superficie goza de acabado fino.

#### Moldeo Centrifugo.

Mediante el uso de un mandril giratorio, también pueden lograrse formas cilíndricas al colocar fieltro de refuerzo en el interior de dicho mandril e introducir la resina líquida termofija.

Puesto en movimiento el moldeo, la centrifugación provoca el empaque de la fibra con la resina, lo que contribuye a que compacte bien el producto aún antes de endurecer.

La parte fina del producto terminado es, en contraposición con el método anterior, la exterior.

El molde y la pieza no tienen necesariamente que ser cilíndricos, lo importante es el movimiento centrifugo y el calentamiento, mismo que debe ser uniforme para evitar posibles irregularidades en el espesor del producto.

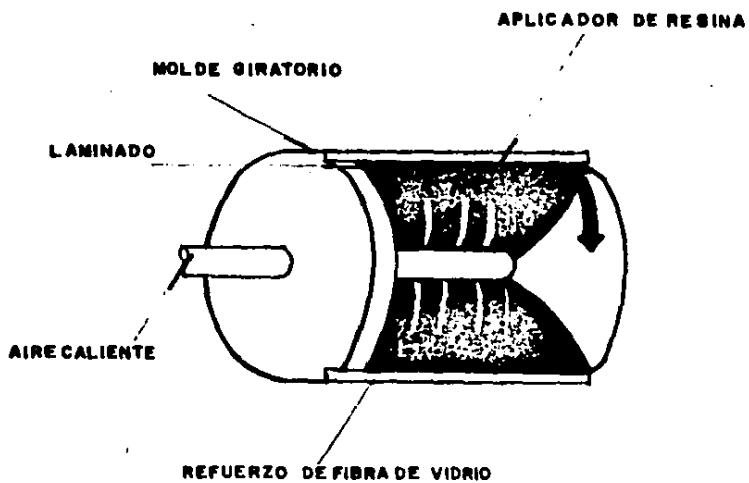
El alto volumen de producción automatizada, tiene como consecuencia una baja ocupación de trabajadores anuales. Aparte del bajo costo del mandril utilizado, es posible obtener una buena superficie externa y una satisfactoria planicie interior.

También es posible evitar desperdicio de materiales, evitando al mismo tiempo formaciones de huecos. Lamentablemente, tal método requiere de una alta inversión inicial. (Figura 3.8)

#### Roto-Moldeo.

Siguiendo la misma idea plasmada en el moldeo anterior, es utilizado como molde un cilindro giratorio para introducir la resi-

FIGURA 3.8 MOLDEO CENTRIFUGO



na termoplástica en polvo, aunada a fibras de vidrio para reforzar - el producto.

El molde giratorio cuenta con un sistema de calentamiento cuyo objetivo es la fusión de los termoplásticos, para combinarlos al mismo tiempo que la fuerza centrífuga deposita paulatina y uniformemente los materiales sobre la superficie del molde. Una vez suspendido el calentamiento, se suspende a su vez la rotación para sacar - el cilindro termoplástico ya endurecido y con el refuerzo integrado.

El giro del molde obedece generalmente a dos planos, con la finalidad de distribuir de modo uniforme el material fundido y la pieza quede bien fabricada. (Figura 3.9)

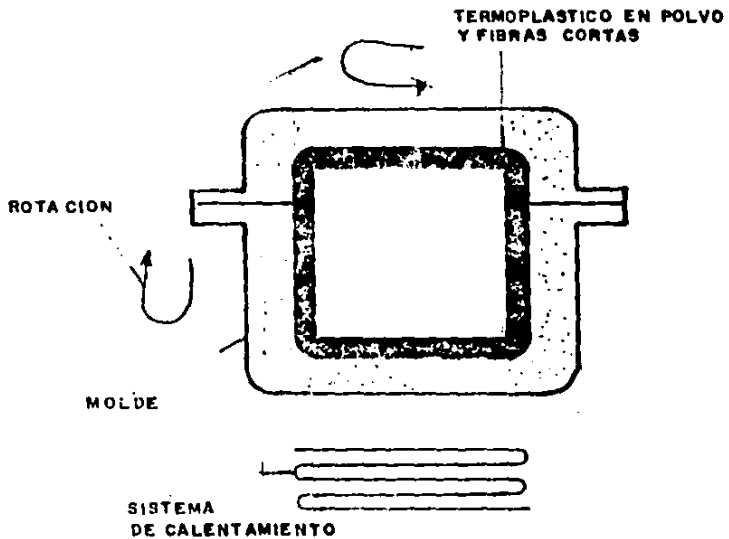
Mediante moldes cerrados o dobles, es factible obtener una serie de piezas de fino acabado en ambas caras. El sistema de molde - hembra-machito permite moldear termoplásticos y otros, pudiendo ser clasificados de la siguiente forma en función del tipo de alimentación conveniente:

- 1.- Conjunción de fibra y resina en molde como paso previo al cerrado.
- 2.- Introducción de resina o fibra al molde cuando ya se encuentra cerrado.
- 3.- Continuidad del paso de resinas y fibras a través de un dado formador, que da al artículo la configuración requerida.

#### Moldeo con Prensa de Presión y Temperatura.

También es utilizado el prensado a elevada presión y temperatura, en donde pueden utilizarse prensas de doble dado metálico con una o más cavidades y con sistemas de calentamiento que permiten el curado de resinas termofijas en sólo unos minutos. Este sistema es usado para volúmenes grandes de producción en serie, permitiendo un acabado muy elaborado en ambas caras del producto.

FIGURA 3.9 ROTOMOLDEO



El ciclo da comienzo al abrirse la prensa y colocar una canti-  
dad de resina y fieltro de refuerzo, agregando en modo previo un ca-  
talizador que actúa en función de los incrementos de temperatura.

Mediante presión, la fibra es impregnada con la resina, toman-  
do a continuación la forma planeada. El calor provoca el endureci-  
miento del material al activar el catalizador con los resultados pre-  
vistos. (Figura 3.10)

Este método de moldeo, permite moldear formas complicadas —  
usando materiales pre-impregnados o preformas, además de que pueden  
incorporarse inserciones posteriores utilizando hilo cortado, un re-  
fuerzo evidentemente económico.

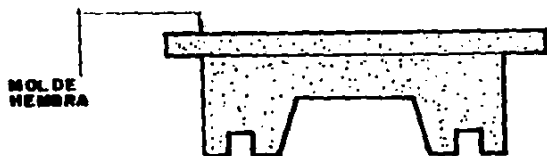
Sin embargo, las dimensiones máximas de las piezas quedan lí-  
mitadas por el tamaño de la platina de la prensa. Por otra parte,  
sólo con un alto volumen de producción es posible contrarrestar la  
alta inversión en moldes y prensa.

Entre las aplicaciones más comunes, podemos destacar la fa--  
bricación de partes eléctricas, lanchas, cascos de protección y tinas  
de baño.

#### Dispositivo para Preforma (Fibra Rígida).

Este sistema es generalmente conocido como prensado en frío,  
en función de que el doble molde no es metálico sino de plástico po-  
liéster o epóxico y requiere de agua para enfriar el calor despre-  
ndido en el proceso. Se requiere por lo mismo, de un catalizador ac-  
tivado por un acelerador que contribuya al curado ante la falta de  
temperatura.

El ciclo de fabricación es considerablemente más lento que -  
el anterior, pero no necesita inversiones cuantiosas. Por lo que -  
es un método bastante generalizado. (Figura 3.11)

**FIGURA 3.10 PRENSADO EN CALIENTE**

**COMPUESTO DE MOLDEO**

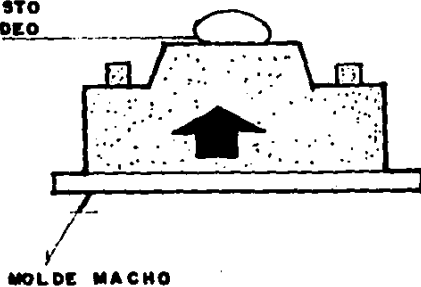
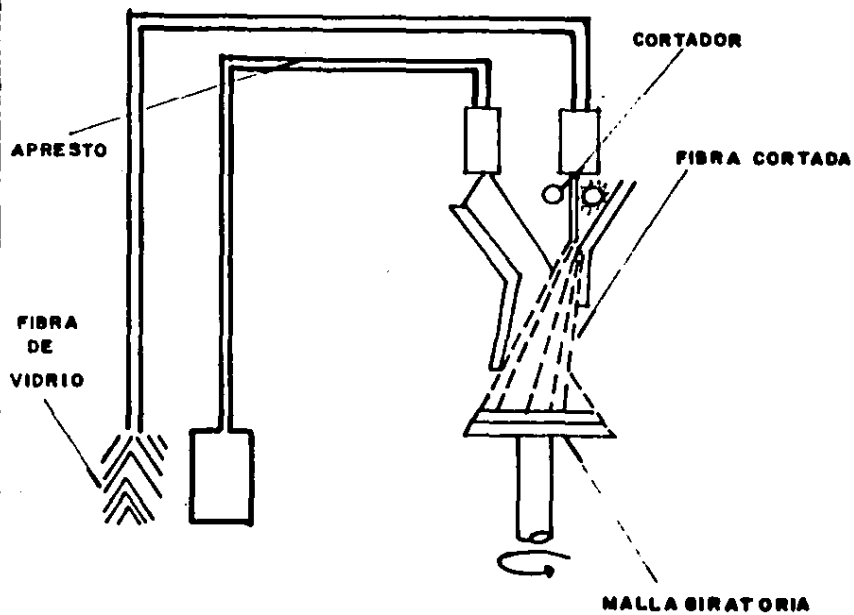


FIG 3.11 DISPOSITIVO PARA PREFORMA  
(FIBRA DIRIGIDA)



### Dispositivo para Preforma (Cámara Plena).

La lámina se calienta para ablandarla y después se estampa en forma parecida a la conformación de carrocerías para automóviles. (Figuras 3.12, 3.13, 3.14)

### Inyección de Resina.

Este proceso es de origen remoto, pero mejorado recientemente, en sin duda alguna uno de los métodos más promisorios de producción en la actualidad.

Durante el procesamiento del plástico, el fieltro de fibra de vidrio es colocado en la cavidad del molde para ser cerrado posteriormente. Un sistema especializado en la inyección a presión de resina catalizada actúa para dar paso a la saturación de la fibra y configuración del artículo programado. (Figura 3.15)

Una serie de grapas son utilizadas para cerrar y abrir en modo acelerado el molde y también puede ser utilizada una forma de prensa. (Figura 3.16)

El moldeo por inyección, cuenta con un procesamiento automático que permite una productividad elevada y escasa utilización de fuerza de trabajo humano. Asimismo, mediante el método en cuestión, es plausible reproducir y moldear detalles de complejidad formal además de posibilitar la fabricación de partes de magnitudes reducidas con precisión de dimensiones. Sin embargo, los moldes resultan costosos, la inversión en maquinaria elevada y el tamaño de posibles piezas producidas, limitado.

### Procesado con Corazón de Espuma.

Un núcleo de espuma flexible de celda abierta previamente sa-



FIGURA 3.12 DISPOSITIVO PARA PREFORMA  
(CAMARA PLENA)

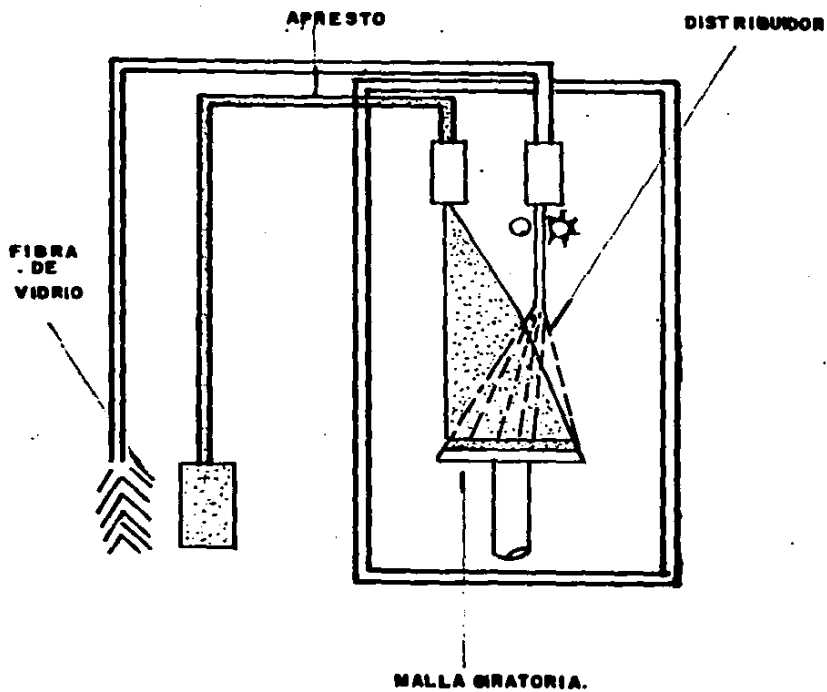
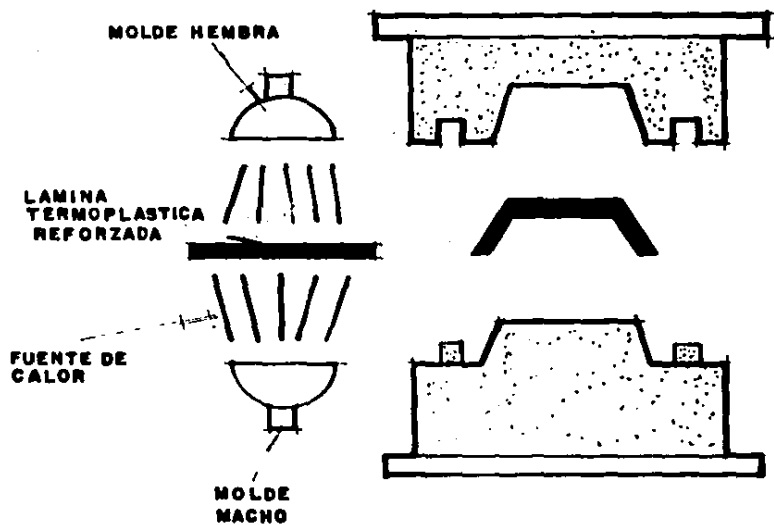


FIGURA 3.13 ESTAMPADO



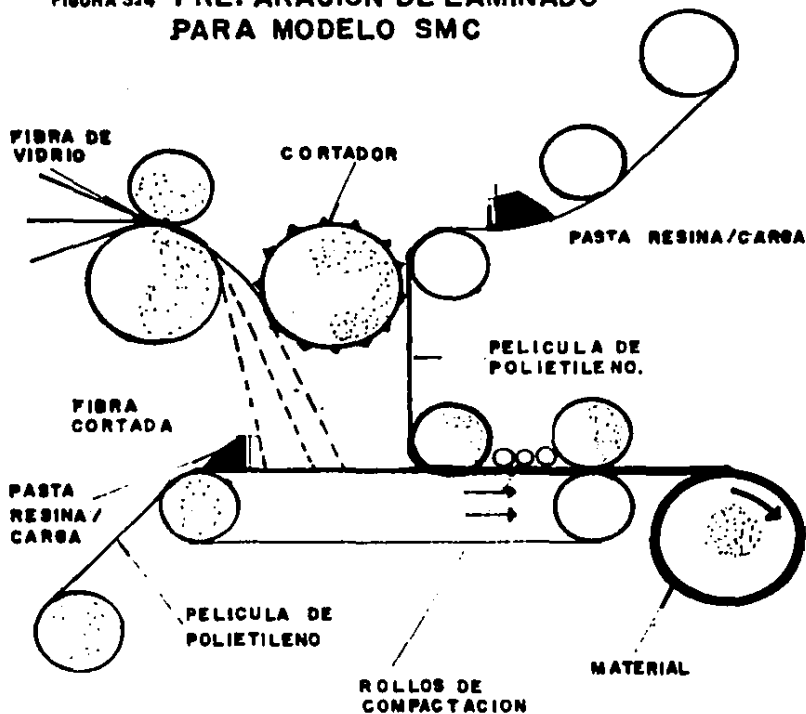
**FIGURA 3J4 PREPARACION DE LAMINADO  
PARA MODELO SMC**

FIG. 3-15 INYECCION RESINA.

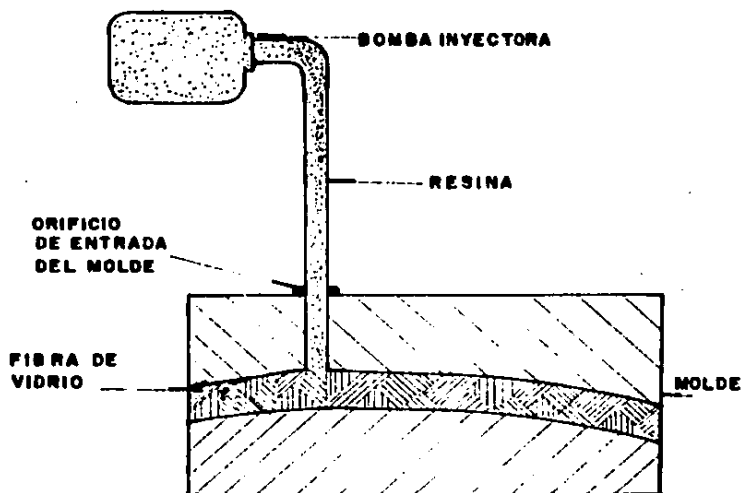
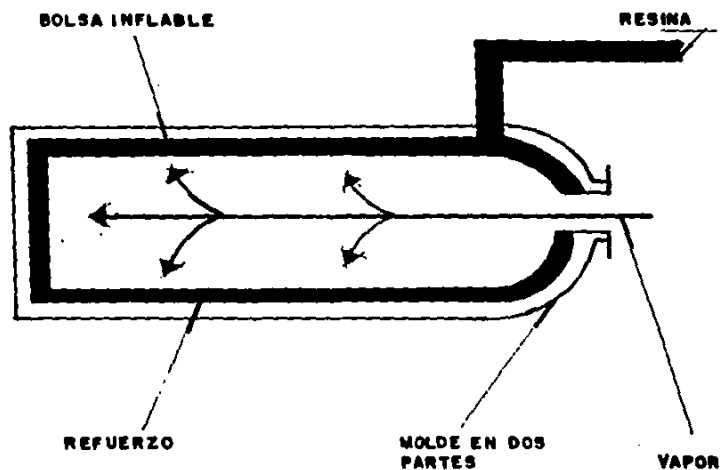


FIGURA 3.16 INYECCION RESINA CON  
BOLSA,



turado con resina epóxica activada, es la base y esencia del proceso. En cada una de las caras de la placa de espuma impregnada se pone el refuerzo de fibra vitrosa y se prensa, la resina sale de espuma flexible de celda abierta, que ha sido previamente saturada el seno del corazón y en los laminados exteriores que forma con la fibra. El conjunto posee excelente rigidez al formar una verdadera estructura "sandwich". (Figura 3.17)

#### Inyección de Termoplásticos.

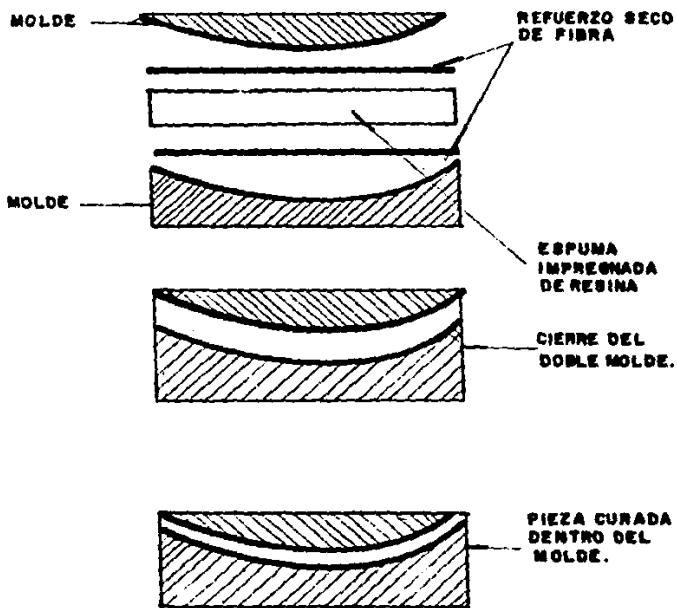
En este sistema, es posible usar granalla (pelleto) que ya -- contiene fibras vitrosas de refuerzo y es el más usual para el moldeo de termoplásticos. Previo peletizado de la resina con el refuerzo vítreo, se usa una extrusora que plastifica la resina mediante -- aplicación de temperatura y se incorpora la fibra. (Con lo anterior se produce una corriente continua de plástico reforzado con fibra de vidrio que solidifica para pasar a un granulador donde es cerrado).

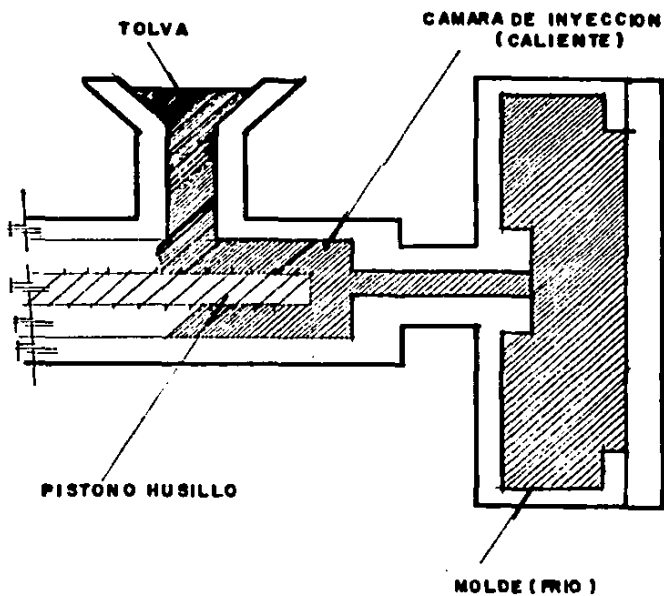
La maquinaria necesaria para inyectar resinas, es un cilindro calentado en cuyo interior entra en operación un husillo, ahí el termoplástico va siendo licuado para ser introducido a continuación, mediante presión en la cavidad del molde. Un mecanismo especial, mientras el plástico entra presionado en el molde, mantiene a este último cerrado con precisión. Una vez llenada la cavidad señalada, entra en vigor un sistema de enfriamiento que solidifica en tiempo breve el plástico reforzado. El molde es abierto y extraída la pieza -- elaborada, quedando el mecanismo listo para la repetición del proceso. La duración generalmente menor a un minuto, depende directamente del producto a moldear. (Figura 3.18)

#### Inyección de Termofijos.

La masilla de moldeo reforzada con fibra vítreas, es introducida en un cilindro mantenido a temperatura ambiental. Después, la -- mezcla es transportada por el émbolo o husillo hasta la entrada del molde donde se inyecta al igual que en el caso anterior, a presión.

FIGURA 3.17 PRENSADO CON CORAZON DE  
E SPUMA.



**FIGURA 3.18 INYECCION DE TERMOPLASTICO**



El molde a temperatura elevada, hace que solidifique la resina inyectada. (Figura 3.19)

Una variable del procesamiento en termofijos, es el moldeo de transferencias, que con compuestos similares a los anteriores utiliza también una prensa caliente de alta presión. La diferencia consiste en que el compuesto es alimentado estando la prensa cerrada; paso -- previo, el compuesto es pre-calentado en una cámara conectada con la cavidad del molde y transferido después a presión.

Este proceso, es generalmente utilizado en el moldeo de piezas pequeñas y de formas complicadas.

#### Extrusión con Tiraje o Poltrusión.

Privativo de los termofijos, este sistema consiste en hacer - pasar la fibra previamente impregnada de resina a través de un dado, para ser luego sometidas a un curado acelerado por temperatura. Este tiraje ininterrumpido, permite obtener piezas con un alto contenido fibroso. (Figura 3.20)

Entre las aplicaciones conocidas, se pueden enumerar tubos, - perfiles sólidos y huecos, martillos, etc.

Una operación continua, adaptable a piezas de poca sección y alto contenido fibro-vitroso, son algunas de sus cualidades. Limitaciones en cuanto a magnitud de piezas producidas, son el factor negativo más palpable.

#### Laminación Continua.

Láminas termofijas planas y corrugadas son obtenidas mediante el proceso de laminación continua. La lámina corta fibra vítrea, la corta y luego esta última es configurada al pasar por un dado.

FIGURA 3.19 INYECCION DE TERMOFIJOS

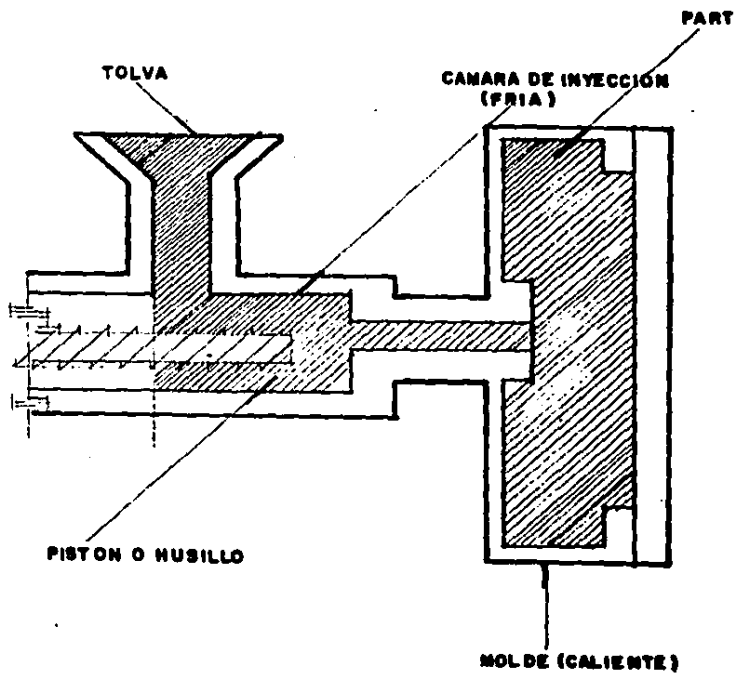
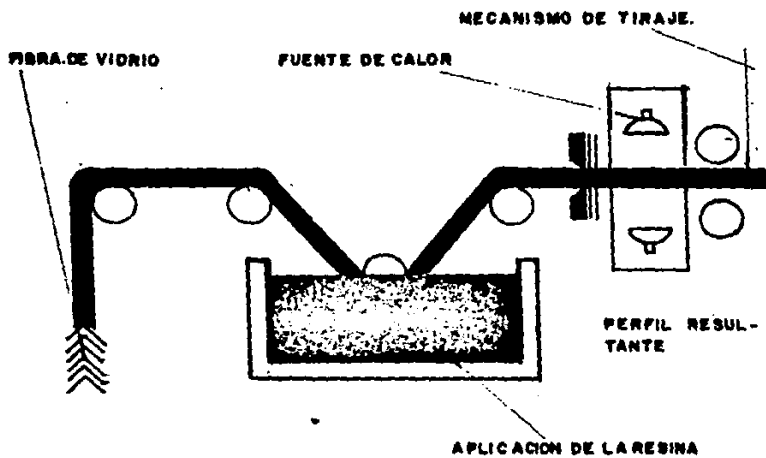


FIGURA 3.20 EXTRUSION DE TIRAJE



El curado es logrado posteriormente por medio de la aplicación de temperatura. (Figura 3.21)

La laminación continua permite la elaboración de paneles de longitud prácticamente indefinida, un proceso automatizado, uniformidad de espesores y una amplia gama de formas posibles. Por otra parte, es necesaria una alta inversión en maquinaria, poco económica para bajos volúmenes productivos.

#### Plastiesmaltes.

Los plastiesmaltes conocidos por el nombre de Gel Coat, son resinas pigmentadas y modificadas con cargas para superficie con resistencia mecánica y libre de porosidad. Entre los plastiesmaltes más utilizados, se encuentran los llamados marineros y los de utilidad sanitaria. Son principalmente los segundos los utilizados en la fabricación de tinas para baño, mismas que permiten resistir el ataque de diversos agentes domésticos.

#### Comoforma.

El método de comoforma, consiste en la utilización de una membrana termoplástica formada al vacío como superficie de acabado en termofijos. El termoformado se hace en una máquina provista de un molde relativamente económico de madera o metal, con perforaciones para hacer vacío por medio de succión.

La lámina plástica se calienta y se reblandece para colocarla a continuación en el molde. Por medio de vacío y succión, la lámina toma la forma del molde usado. La pieza híbrida que resulta de este proceso, es una membrana termoplástica reforzada con poliéster y fibra con superficie termoplástica. (Figura 3.22)

FIGURA 3.21 LAMINACION CONTINUA

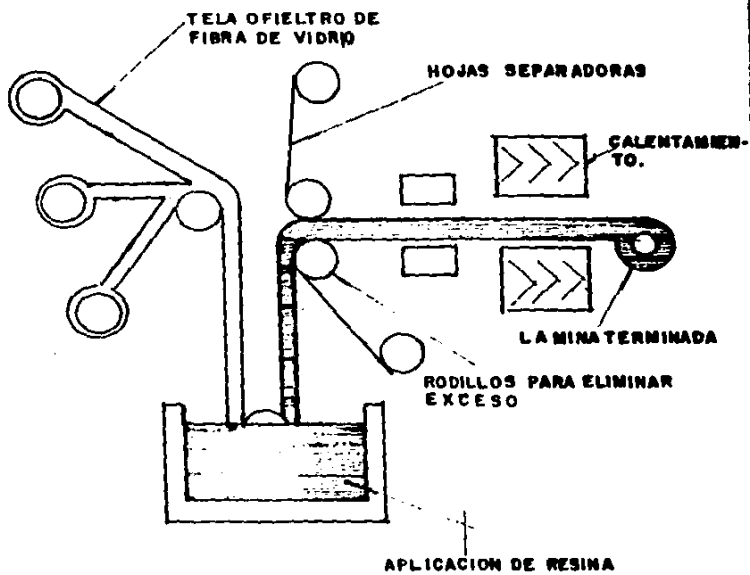
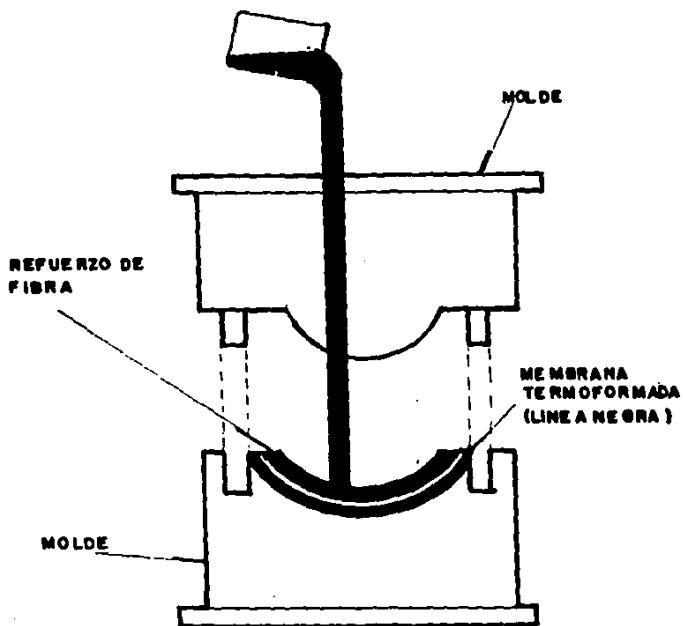


FIGURA 3.22 TERMOFORMADO MOLDEADO  
AL VACIO.



## CAPITULO IV

IV.- SITUACION ACTUAL DE LA FABRICA

## 4.1. ANTECEDENTES.

Para efectos de la presente investigación, situaremos nuestro ámbito analítico en una empresa que se ha avocado a la fabricación - de artículos de plástico reforzado con fibra de vidrio, durante 20 - años. En 1975, con las experiencias mercantiles de diversos rubros con circulación comercial corroborada, se comienzan a producir tinas, lavabos y módulos de regadera entre otros artículos, convirtiéndose al mismo tiempo, en la empresa introductora del hidromasaje en el -- contexto nacional.

En las tinas instrumentadas técnicamente con el sistema de hidromasaje, una combinación de chorros de agua son inyectados con millones de burbujas de aire inyectadas a presión mediante el uso de - motobombas.

Este sistema había sido probado en otros países con resultados ampliamente favorables en el campo del relajamiento muscular y - de la curación de diversos dolores corporales.

La producción de tinas de hidromasaje en los primeros años de su fabricación, fue reducida en función del desconocimiento público del producto y su aceptación mercantil fue difícil; pero en 1983, comienza a generarse la demanda esperada, misma que se logra satisfacer -- con la entonces capacidad ya instalada.

En 1984, sin embargo, la demanda se duplica y comienzan a manifestarse problemas diversos en relación de la incapacidad productiva a nivel corporativo. Como resultado claro de lo anterior, los -- plazos de entrega comienzan a alargarse progresivamente: Productos - que antes eran entregados en plazos cortos de dos semanas, ahora se ven postergados hasta dos meses.

Esta dinámica da pie a que otros consorcios incursionen en el terreno aprovechando la coyuntura señalada, por lo que se plantea -- una optimización de la producción mediante el incremento de la capacidad de la planta productora.

Actualmente se cuenta con una capacidad para fabricar 10 tinas diariamente, armando 5 con hidromasaje. Existen 9 modelos de tinas y 2 de módulos de regadera, modelos diferentes pero con la misma técnica de fabricación. Si tomamos en cuenta que son entre 210 y -- 240 los días laborables, se pueden fabricar entre 2160 y 2400 tinas para baño de plástico reforzado con fibra de vidrio, de 1050 a 1200 con hidromasaje.

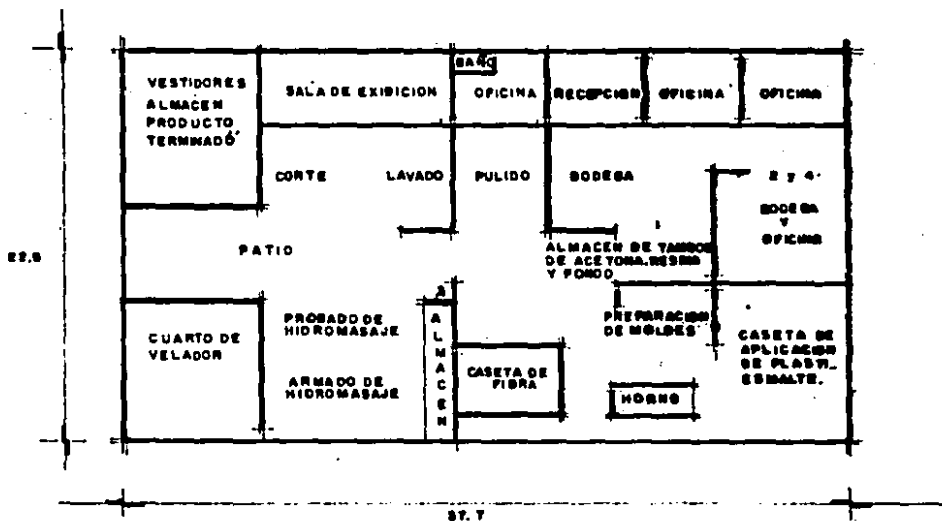
#### 4.2 DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

Actualmente la planta cuenta con una superficie laboral de -- 850 M2 que se han ido adaptando a las crecientes necesidades productivas, buscando siempre que el área de trabajo correspondiente, en -- términos de la disposición del equipo utilizado, sea la más conveniente en términos de las operaciones realizadas.

Para efecto de ilustrar lo previamente señalado, se anexa un diagrama en donde es posible apreciar con claridad áreas productivas, administrativas y generales, disposición física del material, maquinaria y de los almacenes. (Figura 4.1)



FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTA.



ACOT : B

Como puede apreciarse en el diagrama, se cuenta con 4 almacenes para guardar la materia prima.

El primero se utiliza para almacenar la resina, el fondo transparente (que se suministra en tambores de 200 litros) y la acetona.

El segundo para las cajas de roving y catalizador, la colchoneta y los botes de pigmentos.

El tercero se emplea para guardar todos los materiales necesarios para el sistema de hidromasaje, como son: boquillas, controles de aire, tubería de cobre, conexiones, soldadura, empaques, etc.

El cuarto es donde se almacenan los empaques de las pistolas y todos los materiales menores como lijas, ceras, pasta para pulir, brochas, película separadora, etc.

Se cuenta con una caseta para la aplicación del fondo, esta caseta está equipada con un extractor de gases y la pistola de aspersión con dos bombas para poder manejar dos colores.

Hay un horno eléctrico con capacidad para poder hornear tres tinas simultáneamente.

También se cuenta con otra caseta para la aplicación de fibra de vidrio-resina que está equipada con extractor de gases y pistola de aspersión.

El área en donde se preparan los moldes, después se utiliza para ir colocando los moldes a los que ya se les ha aplicado la primera capa de fibra de vidrio-resina y posteriormente cuando también ya se les ha aplicado la segunda capa y terminación.

El desmolde de las tinas, se efectúa en la caseta de aplicación de fondo y posteriormente se traslada al área de pesaje.

Las tinas se cortan en el patio, enfrente de donde se arman las tinas y se prueban atrás de donde lavan las tinas. Como al cortar tinas se produce mucho polvo, no se pueden probar ni lavar tinas cuando se está cortando, por lo tanto la producción se demora bastante.

Esta planta tiene capacidad de fabricar 10 tinas diarias y armar 5 con hidromasaje. Si se toma en cuenta que se trabajan 220 días al año, se fabrican aproximadamente 2200 tinas de las cuales 1100 llevan hidromasaje.

Existen 9 modelos de tinas y 2 tipos de módulos de regadera. Se tienen varios moldes de cada uno y cuando no se utilizan se guardan en un estante.

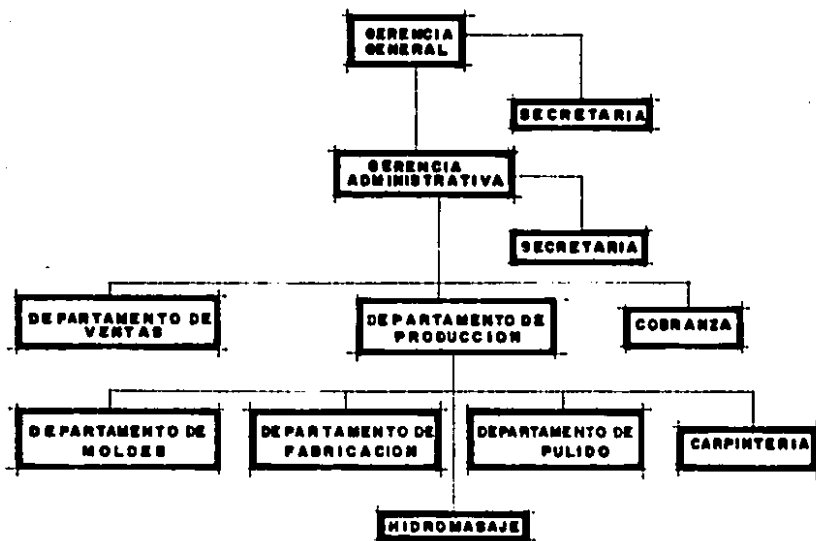
Aunque los modelos sean diferentes, el proceso de fabricación es el mismo. Lo único que varía es la cantidad de resina-fibra de vidrio que se utiliza y esto depende del volumen que la pieza requiere para dar las características deseadas.

#### 4.3 ANALISIS POR DEPARTAMENTOS.

##### Organigrama Estructural.

El siguiente organigrama, presenta la estructura con la que la empresa ha estado trabajando durante ocho años. (Diagrama 4.1)

DIAGRAMA 4.1 ANALISIS POR DEPARTAMENTOS



### Organigrama Funcional.

Después de que se ha demostrado cómo se relacionan estructuralmente los diferentes departamentos de la empresa, se describirán detalladamente las funciones específicas de los departamentos más importantes de la organización.

#### Gerencia General:

De este departamento depende en gran parte el buen funcionamiento de la empresa, ya que su objetivo principal es coordinar el trabajo de los diferentes departamentos para que se alcance el máximo desarrollo de la empresa a través de las metas propuestas.

Sus funciones son:

- Mantener las buenas relaciones entre los departamentos para que su rendimiento sea mayor.
- Planear, organizar, dirigir y controlar los objetivos de la empresa.
- Fijar las normas, políticas y reglamentos de la empresa y vigilar que se cumplan.
- Supervisar, en general, el trabajo realizado en los distintos departamentos y evaluarlo.
- Fomentar la buena comunicación con los subordinados para poder ayudar cuando se presenten problemas.

#### Gerencia Administrativa:

Este departamento se encarga de coordinar y controlar las ventas, cobranzas, pagos a proveedores, pagos de impuestos, etc.

Sus funciones son:

- Entregar un Balance mensual de la situación financiera en la que se encuentra la empresa.
- Supervisar las compras que deben hacerse del material que se requiere.
- Hacer los cobros correspondientes a los clientes que se han atrasado en pagar.
- Checar la producción y la calidad del producto terminado.

- Organizar las entregas de los productos terminados.

#### Departamento de Ventas:

Se cuenta exclusivamente con un vendedor, ya que las ventas se realizan generalmente a través de distribuidores.

Sus funciones principales son:

- Visitar periódicamente a los distribuidores para proporcionarles nuevos precios, datos, etc., y para verificar el estado de la mercancía. Así mismo, debe mantener buenas relaciones con ellos para elevar las ventas.
- Verificar que las entregas se realicen a tiempo y si no es así, investigar las causas del retraso y avisarle al cliente la nueva fecha de entrega.
- Proporcionarle al cliente el auxilio técnico -- que éste requiera.
- Reportarle al departamento de producción cualquier queja o falla del material para que se corrija.
- Llevar un control de la documentación de pedidos y recibos y archivarlos.
- Mantener una buena imagen de la empresa a través de las relaciones con los clientes.

#### Departamento de Producción:

Este departamento debe supervisar, dirigir y evaluar las actividades diarias de los operadores, cuidando que se lleve a cabo la producción de acuerdo a la planeación que previamente se ha hecho de la misma. Y asimismo, tratar de que aumente la calidad y la cantidad de la producción.

Sus funciones son:

- Supervisar el buen estado del equipo productivo, del mobiliario y de las instalaciones en general.
- Elaborar un plan de producción semanal de acuerdo a las ventas.

- Solicitar los materiales y los servicios necesarios.
- Vigilar la calidad de las materias primas así como el producto terminado.
- Supervisar todos los departamentos que están a su cargo y tratar de que el rendimiento de cada uno sea lo mejor posible. Checar con los jefes de cada uno de los departamentos el buen funcionamiento de ellos.

Del departamento de producción dependen los siguientes departamentos:

**Departamento de Moldes:**

Aquí, se fabrican todos los moldes que posteriormente se emplearán en la producción.

Primero se elabora el modelo en yeso, éste nos servirá para obtener la matriz que se hace con resina poliéster y fibra de vidrio por medio del proceso de moldeo a mano. Una vez que se ha moldeado, se le aplican refuerzos de madera y cartón en aquellas partes en las que se requiere mayor resistencia.

De esta matriz, se obtienen las piezas necesarias para la elaboración de los moldes de producción que se emplearán posteriormente. La matriz se guarda hasta que se requiera renovar algún molde.

Los moldes requieren de un excelente acabado, ya que de ellos se tratará de sacar el mayor número de piezas en perfectas condiciones.

Este número de piezas varía entre 50 y 100 por molde, dependiendo del cuidado que se le haya dado, pues cuando empieza a sufrir deformaciones o fracturas, las piezas empiezan a salir mal y

es necesario reemplazarlo.

**Departamento de Fabricación:**

En este departamento se fabrica cada tina que sale de la planta.

Al jefe de este departamento, se le entrega una orden de producción con un día de anticipación para que prepare todo el equipo y evite que haya retrasos en la producción.

Spongamos que se le entregó una orden de producción de 10 tinas color café americano; de estas 10 tinas, 5 son de un modelo A, 3 de un modelo B y 2 de un modelo C. El jefe del departamento ordena a sus ayudantes los moldes que deben prepararse: se deben pulir, encerar, brillar y aplicárseles la película separadora mientras él pre para la cantidad necesaria del fondo. Toma la cantidad necesaria de fondo y pigmento (en este caso color café americano) y lo bate hasta que la mezcla quede homogénea. Posteriormente, los moldes son llevados a la caseta de aplicación de fondo donde serán fondeados. Como los moldes tienen la ceja recta, es necesario aplicar el fondo con una brocha en aquellas partes en las que haga falta, ya que la pistola de aspersión con la que se aplica el fondo no puede cubrir estas partes de la ceja. Una vez aplicado el fondo, se lleva el molde al horno.

Se hornea durante 10 minutos, se saca y se lleva a la caseta de aplicación de fibra de vidrio. Aquí, se le aplica la primera capa de fibra de vidrio y resina con una pistola de aspersión y se -- rodillea para sacar todas las burbujas de aire. Simultáneamente se distribuye correctamente el refuerzo aplicado y se deja que cure la primera capa de esta tina. Mientras, con las demás tinas se sigue el mismo proceso de fabricación.



Una vez que se ha terminado de aplicar la primera capa a todas las tinas que van a fabricarse ese día, se sigue con la aplicación de la segunda capa del mismo modo y se vuelve a hornear 10 minutos.

La mayoría de las tinas sólo necesitan la aplicación de dos capas para obtener las características deseadas de producto terminado, pero algunas necesitan una tercera aplicación ya que son de mayor volumen y requieren de mayor resistencia. Después de esta tercera aplicación, vuelve a hornearse para obtener un 100 % de curado.

Después de aplicarse la última capa, se deja enfriar la pieza para que tenga la suficiente dureza y pueda desmoldarse.

Para desmoldar la pieza, se colocan los refuerzos necesarios para que no se estalle, después se le inyecta aire y la pieza se — despega del molde. Posteriormente, la pieza se pesa de acuerdo al — standard que requiere, si el peso es correcto se pasa a corte. Si — el peso no es correcto se le da aplicación de la masilla de fibra de vidrio-resina.

#### Departamento de Corte:

En este departamento se cuenta con un operario, el cual ha si do previamente entrenado para cortar las piezas. Se utilizan sierras circulares eléctricas con discos abrasivos.

La pieza se marca con una regla y unas cuchillas especiales — para que el corte sea exacto.

Una vez que se ha cortado la tina se lava con agua para quitar le la película separadora, y ya que está seca se lleva al departamento de pulido.

#### Departamento de Pulido:

Este departamento está formado por un equipo de pulidores que darán a cada tina un acabado especial.

Para pulir las tinas utilizan un rehilete eléctrico. Las piezas se pulen con una pasta especial para darle un mejor acabado superficial.

En este departamento, se arreglan todos los detalles que se encuentran en las tinas y se les hacen las perforaciones necesarias. Si la tina lleva hidromasaje, se empaca y se lleva a la bodega de producto terminado.

#### Departamento de Armado de Hidromasaje:

Este departamento cuenta con un equipo de plomeros especializados. Las tinas se perforan de acuerdo a una plantilla previamente calculada en donde se encuentran las perforaciones de las boquillas, succión y controles de aire. Una vez perforada la tina, se coloca la tubería de cobre y posteriormente se pasa a soldar.

Después de armada la tina, se prueba que no tenga fugas de agua. Ya que se ha probado el funcionamiento perfecto de la tina, ésta se limpia y se almacena en la bodega de producto terminado.

#### Departamento de Carpintería:

En este departamento, se hacen todos los refuerzos de madera que se requieran para los moldes. También, se hacen los empaques de madera para aquellas tinas que así lo requieran. Además, se hacen los muebles o bancos de trabajo que algún departamento solicite.

Cada departamento tiene un jefe, el cual tiene que reportar diariamente la producción realizada al jefe de producción. Este verificará que la producción planeada se haya realizado bien.






















#### 4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.

A continuación, se muestra el estudio de tiempos y movimientos del proceso de fabricación actual.

#### DIAGRAMA 4.2

#### FLUJO DE PROCESO ACTUAL

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
PREPARACION DE MOLDE:			
ENCERADO (APLICAR CERA CON ESTOPA.	①	3	
BRILLADO (CON FRANELA, QUITAR EL EXCESO DE CERA Y BRILLAR).	②	25	
APLICACION DE PELICULA SEPARADORA.	③	3.68	
TRASLADAR EL MOLDE A LA CASETA - No. 1 DE PLASTIESMALTE.	➡①	2	8
SOPLETEADO.	④	1	
APLICACION DE PLASTIESMALTE.	⑤	4.32	
CALIBRACION DE PLASTIESMALTE.	①	.5	
REVISION VISUAL PARA LA CORRECTA APLICACION DEL PLASTIESMALTE.	②	.5	
TRASLADO A HORNO	➡③	1	11

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
HORNEADO DE PZA. A 70°C.		10	
TRASLADO DE MOLDE A CASETA No. 2		1.5	8
APLICACION DE LA 1a. CAPA RFV.		2.5	
TRASLADO AL AREA DE REPOSO.		1	13
ROLADO Y SUPERVISION DE ROLADO.		6.08	
REPOSO 1a. CAPA RFV.		15	
ESPERA DE OPERARIO 2a. CAPA.		223	
TRASLADO DE MOLDE A CASETA No. 2		1	13
LIJADO DE ASPEREZAS EN 1a. CAPA.		2.43	
SOPLETEADO.		.66	
APLICACION DE RFV. 2a. CAPA.		4.38	
ROLADO Y SUPERVISION DE LA PERFECTA EJECUCION DE ESTE.		10.88	
TRASLADO DE PIEZA A HORNO.		1	8
HORNEADO DE LA PIEZA.		10	
TRASLADO AL AREA DE REPOSO.		1	6
REPOSO DE 2a. CAPA RFV.	3	35	
DESMOLDE.		10	
TRASLADO A ZONA DE PESAJE.		1	20
PESADO DE PIEZA.		1	
TRASLADO DE PIEZA A DEPARTAMENTO DE CORTE.		1	16
ESPERA DE OPERARIO DE CORTE.		7	
MARCAR ZONA DE CORTE.		5	

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
CORTE.	15	5.5	
TRASLADO DE PIEZA A ZONA DE LAVADO.	A	1.5	6
ESPERA DE OPERARIO DE LAVADO.	5	10.5	
LAVADO.	16	5	
TRASLADO A ZONA DE PULIDO.	A	2	10
ESPERA DE TURNO EN PULIDO.	6	5	
TRASLADO A MESA DE TRABAJO.	A	2	3
LIMPIEZA DE PIEZA.	17	3	
DETECCION DE DETALLES.	3	2	
RESANE DE DETALLES.	18	8	
LIJADO DE DETALLES.	19	20	
PULIDO GENERAL DE LA PIEZA.	20	13	
HECHURA DE PERFORACIONES CORRESPONDIENTES.	21	3.5	
LIMPIEZA FINAL DE LA PIEZA.	22	3	
APLICACION DE LUSTRADOR EN AEREO SOL Y BRILLADO CON FRANELA.	23	2.5	
EMPAQUE FINAL.	24	2.5	
TRASLADO AL ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO.	A	1	

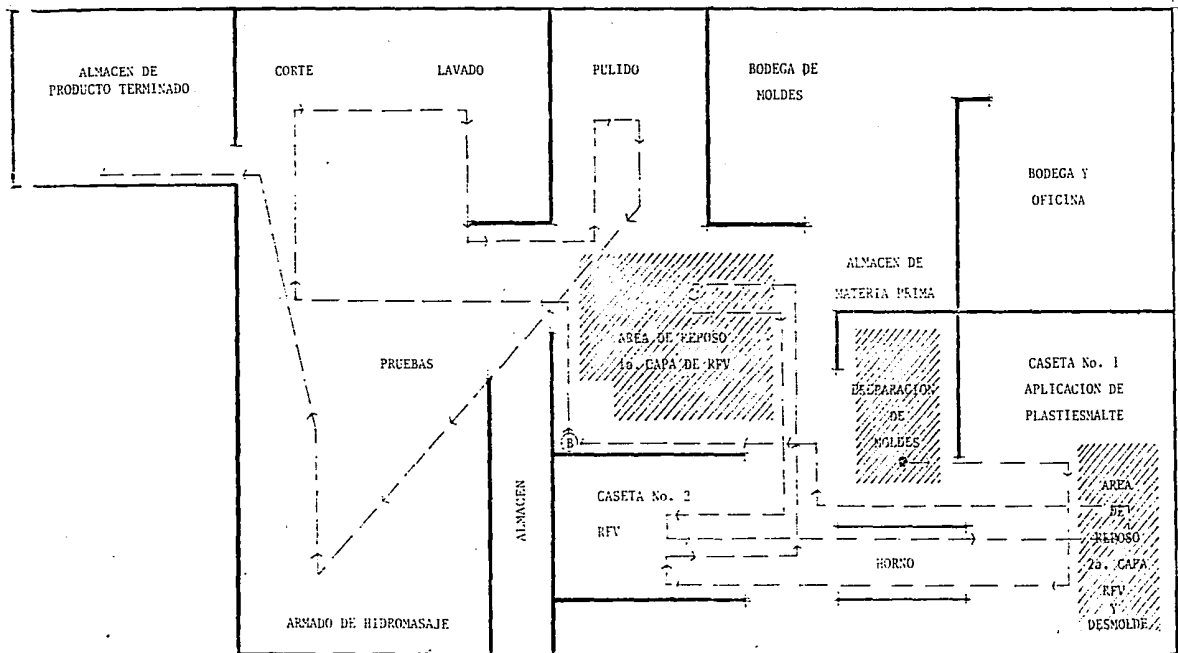
R E S U M E N  
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO ACTUAL

<u>DESCRIPCION DEL PROCESO</u>	<u>SIMBOLO</u>	<u>UNIDAD TIEMPO</u> <u>EN</u> <u>MINUTOS</u>	<u>DISTANCIA</u> <u>EN</u> <u>METROS</u>
OPERACIONES	(24)	148.97	
INSPECCIONES	[3]	3.00	
TRASLADOS	▶	17.00	142
ACTIVIDADES COMBINADAS	[2]	16.96	
DEMORAS	[6]	295.50	
<b>T O T A L :</b>		<u>481.43 MIN.</u>	<u>142 M.</u>

Para poder detectar todos los errores del proceso de fabricación actual, a continuación se presenta el Diagrama de Flujo de Proceso, en el cual podemos observar el tráfico saturado y la incapacidad de un flujo continuo de la línea de producción. (Diagrama 4.3)

DIAGRAMA 4.3

## DIAGRAMA DE FLUJO SITUACION ACTUAL



#### 4.5 DIAGNOSTICO DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION ACTUALMENTE.

Los factores que afectan la producción se pueden dividir en 4 grandes grupos que son:

##### 1) Problemas debido al espacio y a la distribución.

- A) La producción de tinas es directamente proporcional al número de moldes que se tengan. En esta fábrica no es posible tener muchos moldes ya que no hay espacio.
- B) La falta de herramientas, maquinaria, así como la falta de áreas (como por ejemplo: otro horno y otra caseta de aplicación), no permiten una producción constante y continua.
- C) A falta de una caseta de corte, las tinas son cortadas en el patio y todo el polvo que se desprende ocasiona muchos problemas.

##### 2) Problemas debido al abastecimiento.

- A) El control de calidad en cuanto a la inspección de materia prima deja mucho que desear. Las materias primas en un 20 % salen defectuosas.
- B) La falta de planeación y organización dentro del inventario de materia prima, ocasiona que la fábrica se quede parada sin producción por la falta de material.

##### 3) Problemas debido al proceso de producción.

- A) No hay un ciclo de producción constante, ya que durante el proceso de fabricación hay actividades que no pueden llevarse a cabo hasta que otras terminen de realizarse.
- B) El proceso que se utiliza para desmoldar una tina es muy lento, pues se le tiene que colocar a la tina una estructura metálica encima y apalancarla con unas vigas de madera e inyectarle aire para que la tina se desprenda del molde.



- C) Los moldes tienen una ceja recta, por lo que no se funden bien y un operador tiene que volverle a aplicar el fondo con una brocha a algunas de las partes a las que les hizo falta. Esto es mucha pérdida de tiempo y además provoca problemas en el acabado ya que algunas veces esto ocasiona la salida de los llamados "cocodrilos".
  - D) Para desmoldar la tina, se utiliza una película separadora que se adhiere a ésta, por lo que después hay que lavar cada tina.
  - E) La falta de una buena supervisión e inspección durante el proceso de fabricación originan una calidad deficiente.
  - F) La falta de equipo y maquinaria ocasionan grandes deficiencias en la producción en cada paso del proceso.
  - G) La falta de un mantenimiento preventivo ocasiona fallas graves durante el proceso de fabricación, llegando a parar la producción por varios días.
- 4) Problemas debido a la falta de planeación, organización y control.
- A) La planeación y organización de la producción son muy deficientes, lo que ocasiona que los pedidos sean entregados hasta con 2 meses de retraso.
  - B) La falta de control de calidad en el suministro de varios materiales tiene como consecuencia, que el producto final resulte defectuoso.
  - C) No hay el personal calificado para planear, organizar y controlar la producción.

Aprovechando las técnicas de la Ingeniería Industrial, en el siguiente capítulo se hará un estudio de todos los factores que deben mejorarse para lograr la máxima productividad de la planta.

## CAPITULO V

V.- PROPOSICION NUEVA

## 5.1. PROBLEMATICA Y SOLUCIONES.

Con el propósito de consolidar en lo posible la producción actual en términos proporcionales de adecuación a la demanda detectada, es necesario subrayar todos los obstáculos inherentes al proceso en funcionamiento. Ahora bien, si partimos de la premisa de que se requiere en estos momentos y más en plazos temporales mayores de una - optimización considerable de la capacidad productiva registrada, sólo hay cuatro formas globales de estrategia de probable instrumentación.

- 1.- Ampliación de las instalaciones.
- 2.- Reorganización de la planta productiva.
- 3.- Minimizar los problemas de producción.
- 4.- Organización estructural.

## 5.1.1 AMPLIACION DE LAS INSTALACIONES.

El objeto de la necesidad de ampliar la capacidad instalada, puede ser resuelto con una facilidad relativa.

Se detectó durante el análisis previo que uno de los mayores problemas que tiene la empresa en cuestión, es la falta de secuencia en sus procesos de fabricación.

El motivo principal es la falta de áreas que no permiten un ciclo de producción constante. Debido a esto para incrementar la capacidad de producción no es sólo cuestión de mano de obra, sino como se demuestra en la gráfica de flujo de proceso de la planta actual - lo que se requiere es aumentar la superficie de áreas de trabajo, para que se permita una línea de producción continua.

ESTABLECIMIENTO DE LA SUCROALIMENTARIA  
S.A. DE C.V.  
ESTABLECIMIENTO DE LA SUCROALIMENTARIA  
S.A. DE C.V.

Según el volumen físico del producto y la infraestructura necesaria para permitir dicho ciclo, se llegó a concluir que la superficie de operación mínima necesaria es de 2000 M2.

Por lo tanto, surgen 3 alternativas:

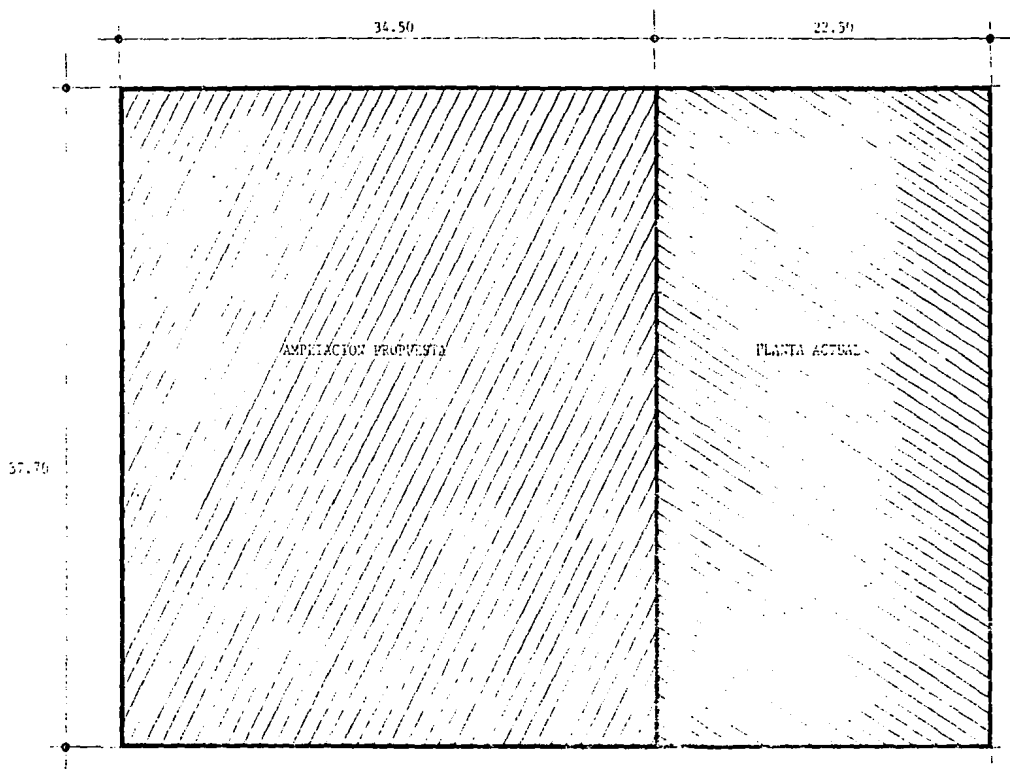
- I.- Compra de terreno de 2000 M2 y construcción de la nave industrial enfocada 100 % a las necesidades de esta empresa.
- II.- Rentar una bodega de 2000 M2 y adaptarla a las necesidades de la empresa.
- III.- Rentar un local lo más cercano a la empresa -- con una superficie mínima de 1200 M2, ya que -- actualmente se cuenta con 850 M2.

Considerando los objetivos de expansión de esta empresa aunados a la creciente demanda del producto la decisión óptima sería, la de comprar un lote industrial cerca del área metropolitana, pero debido a la falta de capital y no existiendo actualmente una línea de crédito establecida, ante la oportunidad de subarrendar la nave industrial adjunta a la empresa misma que cumple con los requisitos establecidos, se propone cerrar la operación mediante un contrato mínimo de 7 años. (Diagrama 5.1)

Las ventajas adicionales que se obtienen en esta opción serían por un lado, la rapidez para adaptar el local a las necesidades de producción que presenta la empresa, resolviendo así la situación en un corto plazo y por otro los gastos de instalación, transporte y -- equipamiento se verán reducidos al mínimo necesario.

#### 5.1.2 REORGANIZACION DE LA PLANTA PRODUCTIVA.

En el camino de la optimización de la producción en la fábrica de tinas para baño de plástico reforzado se debe dar un paso adelante. Los problemas evidentes podemos detectarlos en tres grandes



renglones:

- I.- Definición de áreas de trabajo.
- II.- Estudio del equipo requerido.
- III.- Simplificación del proceso de fabricación.

#### I.- DEFINICION DE AREAS DE TRABAJO.

Es muy importante hacer un estudio a fondo de la distribución de la planta antes que cualquier cosa, ya que nos evitará pérdidas - de tiempo en reacomodos innecesarios de equipo o áreas de trabajo, - ahorrándonos en todos los costos de organización.

Existen tres tipos de distribución que son:

- A) Distribución por posición fija. Generalmente es adoptado cuando el producto es físicamente muy grande, la cantidad es pequeña y cuando el proceso involucra únicamente herramientas manuales. Un ejemplo sería: la fabricación de vagones de ferrocarril.
- B) Distribución por proceso. Es adoptado cuando el producto es físicamente pequeño y se tienen muchas variedades, la cantidad es grande y cuando el proceso o su equipo es — grande, costoso y requiere de herramientas especiales. - Un ejemplo sería: una fábrica de herramientas.
- C) Distribución por producto (línea de producción). Es adoptado cuando el producto es especial de alguna manera, la cantidad es muy grande y el proceso relativamente simple. Un ejemplo sería: una fábrica de tinas para baño de plástico reforzado.

Existe la posibilidad de combinar los diferentes tipos de distribución en una sola fábrica éstos dependerán del proceso de cada - una.

Para determinar la distribución de la planta hay que tomar en cuenta los siguientes elementos:

- 1.- Producto-Material; Qué es lo que se va a producir y de qué material se va a fabricar.
- 2.- Cantidad-Volumen; Qué cantidad de cada producto se va a -- producir.
- 3.- Proceso; Cómo van a ser producidos, con qué equipo, cuáles operaciones son necesarias y qué secuencia va a seguir.
- 4.- Servicios de Soporte; Son las funciones que debemos incluir dentro de la distribución de la planta, para que las operaciones de trabajo se realicen eficientemente, como el mantenimiento, reparación de máquina, taller de reparación, - baños, comedor, lockers, áreas de recepción de material y de embarque.
- 5.- Tiempo; Cuándo se van a producir, con qué frecuencia y qué tan seguido se va a elaborar el producto.

En la medida que analicemos estos cinco elementos, lograremos que la distribución de la planta sea lo más eficiente.

Para desarrollar un trabajo más productivo, debemos siempre -- tomar en cuenta las siguientes preguntas:

- 1.- Eliminar - ¿La operación es necesaria o puede ser eliminada?
- 2.- Combinar - ¿La operación puede ser combinada con otra?
- 3.- Cambiar secuencia, lugar o persona - ¿Puede ser cambiada o reorganizada?
- 4.- Mejorar detalles - ¿Puede el método de operación o su equipo mejorarse?

En la actualidad la velocidad con que se desarrollan nuevas -- técnicas y nuevos procesos es mucho mayor a lo que realmente nos podemos dar cuenta y los podemos aplicar, por lo que es muy importante siempre tomar en cuenta estas preguntas y así lograremos tener una -- planta eficiente y moderna con los costos de producción más bajos que finalmente se verán reflejados en los resultados finales a mayor beneficio para la empresa.

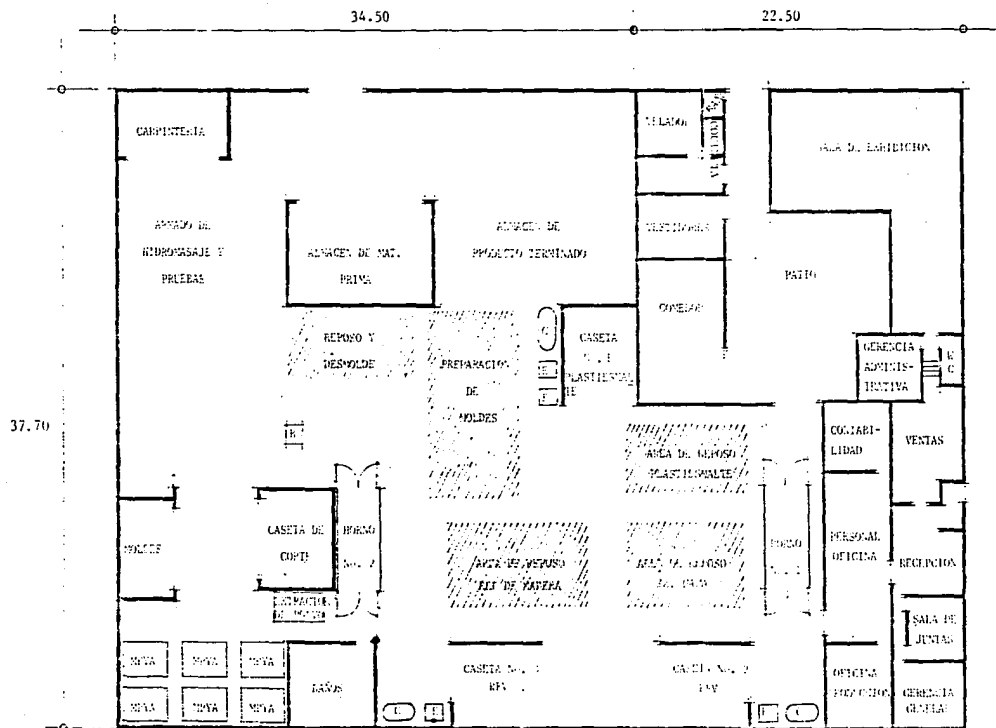
El flujo de materiales juega un papel muy importante en la planeación de la distribución de la planta, ya que con la eficiencia que logremos mover los materiales hacia el proceso de fabricación obtendremos una mayor rapidez de producción, mayor organización y más productividad en nuestra planta.

Tomando en cuenta todos los factores anteriores, se propone la siguiente distribución de áreas de trabajo. (Diagrama 5.2)

Como se observa en el diagrama, se proponen las siguientes áreas de trabajo que a continuación se ennumeran:

- 1.- Una caseta de aplicación del plastiesmalte.
- 2.- Dos hornos. (Con capacidad para 3 piezas en horneado simultáneo).
- 3.- Dos casetas de aplicación de fibra de vidrio-resina.
- 4.- Areas de reposo. Cuatro en total.
- 5.- Area de preparación de moldes y desmolde de tina, e inyección.
- 6.- Area de fabricación y de reparación de molde.
- 7.- Area para guardar las matrices.
- 8.- Area de corte.
- 9.- Area de pulido.
- 10.- Area de Carpintería.
- 11.- Area de armado de hidromasaje y probado de tinas.
- 12.- Areas para almacenes de materias primas, moldes que no se usan y producto terminado.
- 13.- Area para lockers y comedor.
- 14.- Area para oficinas.
- 15.- Area para sala de exhibición.
- 16.- Area de pesaje.
- 17.- Cuarto de velador.
- 18.- Patio de maniobras.

DIAGRAMA 5.2 DIAGRAMA DE AMPLIACION DE LA FABRICA





## II.- ESTUDIO DEL EQUIPO REQUERIDO.

Dado el crecimiento de la planta productiva que se propuso anteriormente, se requiere de una nueva maquinaria y equipo para la optimización del proceso de fabricación, el cual se detalla a continuación:

Se adquirirá un equipo de aspersión de mezcla interna y cuatro bombas, para que este equipo aunado al que se cuenta se tengan 2 equipos de aspersión y seis bombas y así poder manejar un mínimo de seis colores diarios, ya que se cuenta con dieciséis colores de línea.

Como se proyectan dos casetas de aplicación de refuerzo de fibra de vidrio (RFV), es necesario así mismo adquirir otro equipo de aspersión para la aplicación del R.F.V., y así lograr mayor rapidez de fabricación.

En esta nueva caseta de aplicación de R.F.V., se deberá instalar un sistema de extracción de gases.

Se hará la instalación de un horno y al existente se le dará mantenimiento y la orientación necesaria, estos hornos tendrán una temperatura de 120°C, con lo cual reduciremos el tiempo de horneado de cada pieza.

De gran importancia será contar con una caseta de corte que requerirá de 1 extractor de polvos, además de un lugar en donde almacenarlo, para que periódicamente sea recolectado para su desalojo ya que si no se cuenta con este equipo, el polvo se esparcirá por toda la fábrica causando molestias y teniendo problemas de limpieza. La máquina cortadora correrá sobre un riel y se tendrá una mesa con diferentes alturas que dará la medida requerida para cada modelo de tina, logrando así reducir el tiempo de corte.

Así mismo, se adquirirán 2 compresores de 5 H.P. con tanque - de 500 lts., uno de ellos se asignará para la nueva caseta de aplicación de R.F.V., y el otro se utilizará en el departamento de armado de hidromasaje.

Se pondrán rieles para lograr un ciclo continuo de producción en el área de fabricación.

También se proyecta la adquisición del siguiente equipo menor:

- Un agitador neumático para plastiesmalte.
- Una báscula para poder pesar todos los productos y materiales.
- Filtros separadores de agua para cada uno de los compresores.
- Termómetros para los hornos de curado.
- 40 Focos de 250 Watts de luz infrarroja, para los hornos eléctricos.
- Extinguidores que se colocarán en lugares estratégicos.
- Una plataforma para poder transportar materias primas como son: tambores de plastiesmalte, acetona, thinner y demás.
- Para la transportación de moldes se incrementará el suministro de plataformas rodantes, ya que se aumentará el número de moldes.
- Un equipo para flejar, que se suministrará al departamento de espague.
- Una base giratoria para la caseta de aplicación del plastiesmalte para que la aplicación sea siempre perpendicular y así reducir el desperdicio del mismo.
- Bancas y mesas para el comedor de obreros.
- Lockers.
- Un reloj checador.

Se fabricará un equipo para probar las tinas de hidromasaje, - que constará de:

- Una motobomba, un tanque grande elevado para almacenar agua, un recipiente grande para utilizarlo como cisterna y poder elevar el agua que se almacenará en el tanque, tubería para la elevación al mismo tanque.

Se colocarán letreros de señalización de áreas de trabajo, -- así como de precaución y recomendaciones de limpieza y concientización del personal.

Se fabricará un estante metálico para almacenar matrices y -- moldes que no estén en operación.

Se comprará maquinaria menor necesaria como: taladros, sierras, pulidoras y herramientas manuales.

### III.- SIMPLIFICACION DEL PROCESO DE FABRICACION.

El Único camino para que la empresa pueda crecer y aumentar -- su rentabilidad, es aumentando su productividad. Y para lograr una mayor productividad, es fundamental el estudio a fondo del proceso -- de fabricación, los métodos y los materiales que se utilizan.

El objetivo es elaborar un producto de calidad, oportunamente y al menor costo posible con un mínimo de inversión de capital y con un máximo de satisfacción de los empleados y de la empresa.

En época de crisis como la que vive el país, es de vital im-- portancia el optimizar todos los recursos, una forma de hacerlo es -- cuestionándonos si el proceso de fabricación es el correcto o puede mejorarse para ayudarnos a lograr nuestro objetivo.

No debemos considerar nada como cosa ya sabida, ya que el pro-- cedimiento nunca puede considerarse completo. Por lo general, la -- competencia exige el estudio incesante de un producto dado para mejo-- rar los procesos de fabricación, para que el consumidor obtenga un -- mejor producto a un menor precio. En cuanto logremos lo anterior, -- invariablemente nuestros competidores implantarán programas de mejo--

ramiento semejantes y en mayor o menor tiempo habrán elaborado un producto más vendible a un precio reducido. Esto hace que comience un nuevo ciclo en que nosotros como fabricante volvamos a revisar otra vez nuestras operaciones y mejoremos los procesos de fabricación obteniendo mejores productos.

A medida que logremos mejorar las operaciones originará un método mejor para realizar el trabajo simplificando los procedimientos operacionales y el manejo de materiales, aumentando así la producción, reduciendo el costo unitario, conservando la calidad y reduciendo los efectos de falta de pericia laborar y a su vez, despertar mayor entusiasmo de los obreros al mejorar sus condiciones de trabajo, minimizando la fatiga y dándoles las oportunidades de obtener mayores retribuciones

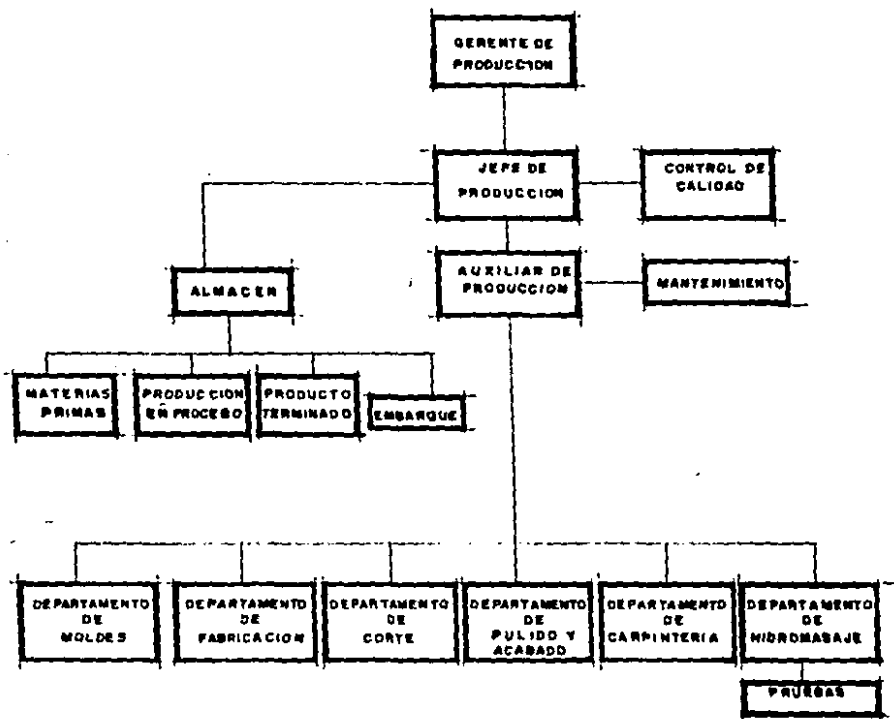
Para lograr la optimización propuesta a continuación, es necesario contemplar la siguiente reestructuración del organigrama de producción. (Diagrama 5.3)

El objetivo de la gerencia de producción, es el buscar el camino para lograr que la empresa pueda crecer en término de eficiencia y rentabilidad, alcanzando estas metas mediante la elaboración de un producto de calidad habiéndose optimizado todos los recursos humanos y materiales que intervienen en el proceso de fabricación.

Se creará un jefatura de producción que bajo las órdenes directas de la gerencia de producción será el encargado de preparar órdenes de producción para cada uno de los departamentos, así como de llevar un control estricto de la producción diaria.

Aunado a la jefatura de producción, estará un departamento de control de calidad, el cual supervisará y sancionará los procesos de fabricación hasta el producto terminado.

### DIAGRAMA 5.3 ORGANIGRAMA DE PRODUCCION PROPUESTO.



Bajo las Órdenes directas del jefe de producción estará el almaceniata, que guiándose en las Órdenes de producción se encargará - del suministro de materiales a todos los departamentos. También, se encargará de verificar el suministro de materias primas, de los proveedores a la empresa y checar el perfecto estado de éstas. Así mismo, se encargará de almacenar el producto así como del embarque de - éste mismo.

El jefe de producción contará con un auxiliar que servirá de enlace entre la jefatura de producción y cada uno de los jefes de departamento.

El auxiliar de producción estará en constante comunicación -- con el departamento de mantenimiento que se encargará de la verificación y corrección de todo el equipo y maquinaria existente.

Se crearán así mismo, 6 departamentos que son necesarios para un buen desarrollo de las actividades, tales departamentos contarán con un jefe que será el encargado de controlar directamente a cada - uno de los obreros que laboren en ese departamento.

A cada jefe de departamento se le turnará una orden de producción y se encargará de su ejecución.

Dichos departamentos serán:

- 1.- Departamento de Moldes.- Se encargará de la reparación y fabricación de todos los moldes y del perfecto estado de los mismos.
- 2.- Departamento de Fabricación.- Como su nombre lo indica, este departamento se encargará de fabricar el producto - requerido en su orden de producción.
- 3.- Departamento de Corte.- En este departamento se cortará el exceso de ceja al producto para darle un acabado uniforme.
- 4.- Departamento de Pulido y Acabado.- En este departamento

se detallará y pulirá todo el producto que salga del departamento de fabricación, hasta su perfeccionamiento.

- 5.- Departamento de Carpintería.- En este departamento se empaquetará el producto terminado que así lo requiera para su mejor manejo y almacenaje.
- 6.- Departamento de Armado de Hidromasaje.- Aquí se armará el sistema de hidromasaje de las tinas que así lo requieran, además unido a este departamento estará un departamento de pruebas donde se verificará el perfecto armado de estas tinas, procediendo posteriormente a su almacenamiento.

Analizando las propuestas dadas y comparándolas con la situación actual, podemos observar que existe una gran diferencia con respecto a delimitación de actividades en algunos casos y ampliación de las mismas en otros.

Así mismo, observamos que en el organigrama actual la gerencia administrativa erróneamente absorbe el control de la planta y su administración.
















No sucediendo así en organigrama propuesto, ya que se limitará el control de la planta productiva a una gerencia de producción.

Para la optimización del producto, como se observa se proponen dos nuevos departamentos que son: Control de Calidad y Mantenimiento, los cuales permitirán un eficiente y constante desarrollo de la actividad productiva.



















A continuación, es necesario hacer un estudio de tiempos y movimientos a través de las diferentes áreas señaladas con el objeto de ilustrar con mayor detalle las actividades productivas.

(Diagrama 5.4)

DIAGRAMA 5.4FLUJO DE PROCESO PROPUESTO

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
REVISION DE MOLDE.		1	
ENCERADO (APLICAR CERA CON ESTOPA).		3	
BRILLADO (CON FRANELA QUITAR EL EXCESO DE CERA Y BRILLAR HASTA - ACABADO ESPEJO).		20	
COLOCAR CUBIERTA PROTECTORA (ESTO ES INDICIO DE ESTAR LISTO PARA PRODUCCION).		1	
TRASLADAR EL MOLDE DE LA CASETA No. 1 DE PLASTIESMALTE.		1.08	10
QUITAR CUBIERTA PROTECTORA.		1	
SOPLETEADO.		.5	
REVISION VISUAL DEL MOLDE Y RECHAZADO EN CASO DE DEFECTOS.		1	
APLICAR CERA EN LA CEJA.		2	
EN CASO DE QUE SE REQUIERA APLICAR PELICULA SEPARADORA.		3.68	
VERIFICAR SECADO DE SEPARADOR.		1	
APLICACION DE PLASTIESMALTE.		4.32	
CALIBRACION DE PLASTIESMALTE.		.5	
REVISION VISUAL PARA VERIFICAR LA CORRECTA APLICACION DEL PLASTIESMALTE.		.5	
TRASLADO DE MOLDE AL AREA DE REPOSO.		.67	9



DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
REPOSO DE MOLDE (PARA EVITAR LA POROSIDAD).		5	
TRASLADO DE MOLDE AL HORNO No.1		1	8
TIEMPO DE HORNEADO A 120°C.		6	
TRASLADO DE MOLDE A CASETA No.2		1.5	10
VERIFICACION DE GELADO Y BUENAS CONDICIONES DE PLASTIESMALTE.		.5	
APLICACION DE 1a. CAPA RFV (REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO).		2.5	
ROLADO Y SUPERVISION DE LA PERFECTA EJECUCION DE ESTE.		5	
TRASLADO AL AREA DE REPOSO.		1	12
ESPERA DEL GELADO DE 1a. CAPA - RFV.		12	
TRASLADO DE MOLDE A CASETA No.2		.76	12
LIJADO DE ASPEREZAS EN 1a. CAPA Y REVISION DE ESTA.		2.43	
SOPLETEADO.		.66	
APLICACION DE RFV EN LA BASE DE LA PIEZA PARA COLOCACION DE REFUERZO DE MADERA.		2.03	
ROLADO Y SUPERVISION DE LA PERFECTA EJECUCION DE ESTE.		.66	
TRASLADO AL AREA DE REPOSO.		1	20
COLOCACION DE REFUERZO DE MADERA EN LA BASE DE LA PIEZA.		.33	
COLOCACION DE CONTRA PESO.		.50	
REPOSO PARA LA PERFECTA ADHERENCIA DEL REFUERZO DE MADERA DE LA PIEZA.		20	

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
QUITAR EL CONTRAPESO.	15	.33	
TRASLADO DE MOLDE A CASETA No.3		.83	16
APLICACION DE RFV 2a. CAPA (TERMINACION).	16	4	
ROLADO DE LA 2a. CAPA RFV Y SUPERVISION DE LA PERFECTA EJECUCION DE ESTE.		7.5	
COLOCACION DE CALCOMANIAS.	17	.5	
TRASLADO DE MOLDE A HORNO No. 2		1.5	13
HORNEADO DE PIEZA A 120°C APROX.	18	6	
TRASLADO DE PIEZAS AL AREA DE REPOSO.		1	10
REPOSO.	19	25	
DESMOLDE DE PIEZA.	19	7	
TRASLADO DE PIEZA A ZONA DE PESADO.		1	3
PESADO DE PIEZA.	20	1.16	
REVISADO Y COLOCACION DE LA PIEZA EN DEPARTAMENTO DE CORTE.		1	
TRASLADO DE PIEZA A CASETA DE --CORTE.		1.5	12
CORTE.	21	4	
TRASLADO A DEPARTAMENTO DE PULIDO Y ACABADO.		1.5	10
TRASLADO DE PIEZA A MESA DE TRABAJO.		2	6
LIMPIEZA DE LA PIEZA.	22	3	
LAVADO DE PELICULA SEPARADORA.	23	5	

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
REVISION VISUAL PARA DETECTAR - DETALLES EN LA PIEZA.	7	2	
RESANE DE DETALLES.	24	6	
LIJADO Y ACABADO DE DETALLES.	25	15.5	
PULIDO GENERAL DE LA PIEZA.	26	13.6	
HECHURA DE PERFORACIONES CORRES PONDIENTES.	27	3.5	
LIMPIEZA FINAL DE LA PIEZA.	28	5	
APLICACION DE LUSTRADOR EN AEREO SOL Y BRILLADO CON FRANELA.	29	3.3	
COLOCACION DE ETIQUETAS.	30	1.6	
SUPERVISION PARA CONTROL DE CA- LIDAD.	8	1.2	
EMPAQUE FINAL.	31	2.8	
TRASLADO AL ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS.	→	3	45
ALMACENAMIENTO.	▽		

R E S U M E N  
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PROPUESTO

DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO	UNIDAD TIEMPO EN MINUTOS	DISTANCIA EN METROS
OPERACIONES	③	129.81	
INSPECCIONES	□ 8	7.7	
ACTIVIDADES COMBINADAS	□ 5	16.59	
TRANSPORTES	➡	19.34	196
RETRASOS Y DEMORAS	□ 5	62.0	
ALMACENAMIENTOS	▽		
<b>T O T A L :</b>		<u>235.44 MIN.</u>	<u>196 M.</u>

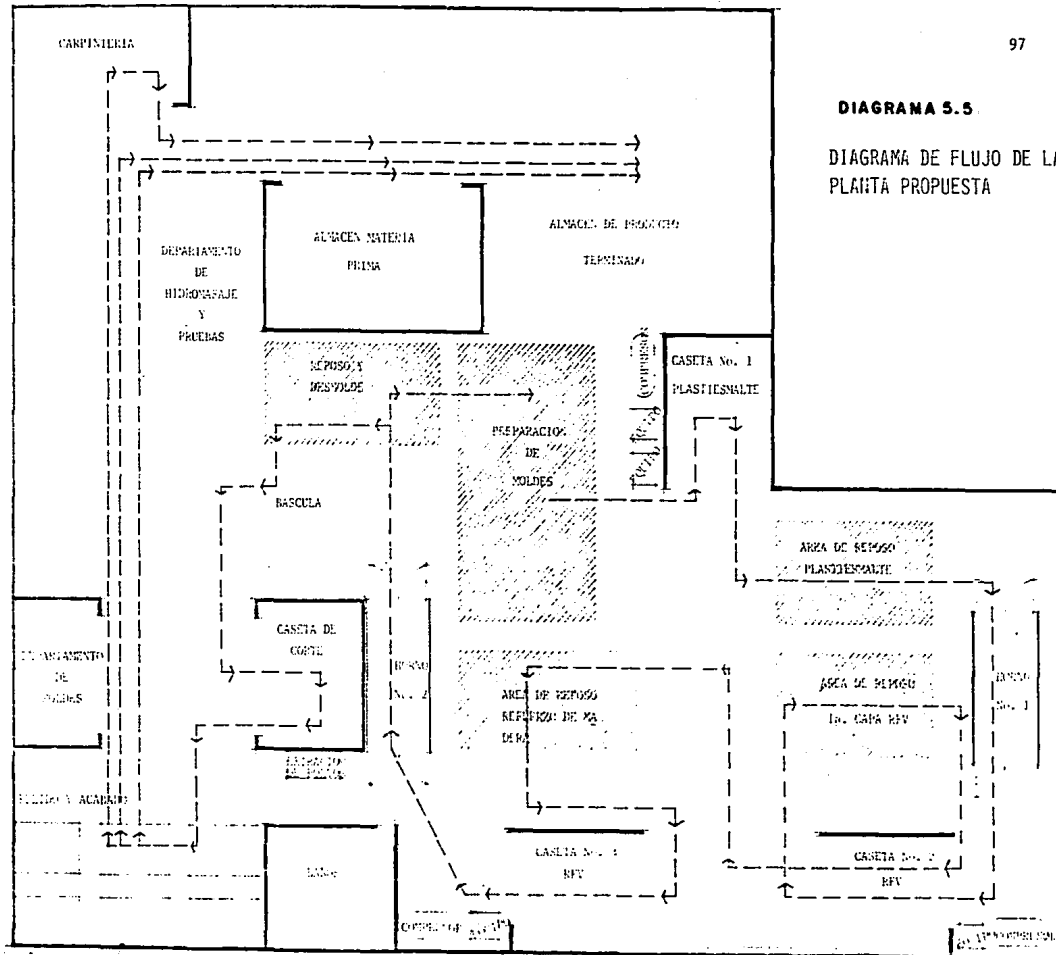
Para una mejor visualización de la tabla presentada con anterioridad, se desarrolla el siguiente diagrama de flujo procesal a través de la planta propuesta. (Diagrama 5.5)

**RESULTADO DEL ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACION.**

Días laborables.	220 Día/Año.
Turnos de trabajo.	Uno de 45 horas semanales.
Capacidad de producción.	40 Tinas diarias por 220 días - laborables 8800 tinas al año.
Ciclo de producción.	El tiempo de fabricación de una tina será de 235.44 minutos, lo grande así en el ciclo de pro--

DIAGRAMA 5.5

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA  
PLANTA PROPUESTA



	ducción terminar una tina cada 13.5 minutos.
Unidades rechazadas.	Todas las unidades tendrán reparación.
Tiempo de vida promedio de los moldes.	500 Piezas por molde.
Cantidad de Moldes.	Tiempo requerido para la fabricación de una tina 235.44 minutos/13.5 minutos del ciclo de producción igual a 18 moldes en el ciclo. Más 40 % de la cantidad de moldes en reparación nos da un total de: 25 moldes.
Cantidad de operarios.	$235.44 \text{ Min.} / 60 \text{ Min.} = 3.93 \text{ horas x tina.}$ $3.93 \text{ Horas x } 40 \text{ tinas x } 1.2 = 188.64 \text{ horas.}$ $188.64 \text{ Horas} / 9 \text{ Horas turno} = 20.96$ 21 Operarios.

### 5.1.3 MINIMIZAR LOS PROBLEMAS DE PRODUCCION.

Los defectos en las partes de plástico reforzado se presentan:

- 1) En el laminado propiamente dicho.
- 2) En el acabado de superficie (Gel-Coat o Plastiesmalte).

#### 1) DEFECTOS EN EL LAMINADO PROPIAMENTE DICHO:

Si la pieza lleva acabado de plastiesmalte, éstos se notarán - sobre todo en la cara contraria, aunque tales defectos pueden causar problemas también en el plastiesmalte.

Recuérdese que las piezas fabricadas por moldeo manual o aspor

sión, generalmente llevan plastiesmalte aunque puede prescindirse de éste cuando no se necesita un acabado como el que da dicho Gel Coat. El plastiesmalte es también una excelente base para pintar después. Las piezas sin plastiesmalte, en general, son más porosas y presentan problemas para ser pintadas, al menos que se prepare la superficie adecuadamente, lo que significa mucho empleo de mano de obra.

En general, podemos decir que los problemas que se presentan en el laminado Fibra/Resina tienen las siguientes causas:

- A) Relación incorrecta fibra/resina y mala impregnación.
- B) Reactividad inadecuada de la resina.
- C) Uso inadecuado del acelerador y/o el catalizador y del monómero de estireno.
- D) Solventes o aire atrapados en el laminado.
- E) Mal diseño de la pieza o condiciones incorrectas del proceso.

A) Defectos atribuibles a una relación incorrecta entre la fibra y la resina y mala impregnación.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Estrelladuras	La capa superior de resina es demasiado gruesa y no tiene refuerzo de fibra de vidrio.	Evitar excesos de resina.
Fibra demasiado prominente ("marcada" - en la superficie)	Falta de resina en la superficie de la pieza.	Aumentar la cantidad de resina, usar un velo en la superficie que se desee tener o menos "marcas".
Fibra seca (exceso de fibra o mala impregnación de ésta).	Mala impregnación.  Resina de gelado demasiado rápido que no alcanza a impregnar bien la resina.	Mejorar impregnación bajar un poco la viscosidad de la resina.  Aumentar tiempo de gelado usando menos acelerador/catalizador o empleando inhibidores. Emplear resina menos reactiva.

**Exceso de fibra.**

La resina se escurre en pared vertical y deja a la fibra sin suficiente resina.

**Usar más resina.**

Usar resina tixotrópica que escurre mucho menos.

**Encogimiento o deformación de la pieza.**

La resina se encoge en proporción 10 veces mayor que la fibra, si un laminado tiene exceso de resina en unas capas, éstas "jalarán" a las otras produciendo la deformación.

Hacer que la distribución de la fibra sea uniforme, esto es que la relación fibra/resina se mantenga constante en todo el laminado. Dejar más tiempo la pieza en el molde.

**B) Defectos debidos a una reactividad inadecuada de la resina.**

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Estrelladuras	Las resinas de alto grado de insaturación curan muy rápido y alcanzan temperaturas exotérmicas altas. Si la resina es rígida, la expansión debida al calor seguida de un encogimiento alto por la polimerización, originan esfuerzos que pueden causar estrelladuras aún en las partes uniformemente reforzadas con fibra.	Resina menos reactiva. Usar menos catalizador. (El curado será más lento y la temperatura exotérmica máxima será menor). Agregar un poco de resina flexible la cual, además de ser menos reactiva, hace que la temperatura máxima exotérmica sea menor. También, la resistencia al impacto del conjunto mejora al ser la parte más flexible. Usar menos estireno aumenta la reactividad del sistema y hace que la exotermia máxima sea más elevada, además el estireno no aumenta el encogimiento y por consiguiente la posibilidad



Deformaciones en general.

Deformaciones (curvado) de los componentes (paneles) de piezas en forma de caja o en cilindros que se cortan en me días cañas.

La resina muy reactiva hace que las piezas tengan deformaciones.

Las piezas tienden a "cerrarse" al curar debido al encogimiento.

dad de estrellamientos.

Utilizar una carga inerte. Esto reduce la cantidad de material reactivo por unidad de volumen y por lo tanto, la exu termia alcanza temperaturas menos elevadas.

Usar una resina menos reactiva, menos estireno para reducir el encogimiento.

Emplear una resina menos reactiva. Colocar las partes recién fabricadas en falsos moldes mientras curan y enfrian para disminuir los encogimientos. Modificar el diseño. Re forzar los paneles planos con costillas o piezas estructurales de metal.

C) Defectos debidos a falta o exceso de acelerador, catalizador o monómero.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Ampollas extensas, - de laminación.	El curado es insuficiente o muy lento.	Aumentar la concentración del catalizador.
Estrelladuras.	Exceso de catalizador provoca alta <u>exu</u> termin.	Bajar la cantidad de catalizador.
Olor fuerte a estireno acompañado de curado insuficiente, - baja resistencia.	Hay exceso de estireno en la formulación.	Usar menos estireno, aumentar concentración de catalizador. Eliminar el exceso de estireno en la pieza con calentamiento.
	Está presente un pigmento o una carga -- que inhiben el curado.	Cambiar el pigmento o la carga.

D) Defectos causados por aire o solventes atrapados en el laminado.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Ampollas, burbujas - encerradas, agujeros (burbujas reventadas) y poros ("puntas de alfiler").	Aire, agua o solventes atrapados entre las capas de fibra/resina.	Eliminar bien el aire atrapado en el laminado con un picado y rolado correctos. Bajar un poco la viscosidad de la resina con estireno o una pequeña cantidad de acetona a fin de que el aire pueda salir con más facilidad. Evitar la humedad en la colchoneta. Introducir poco aire en la resina cuando se mezcle. Dejar que la resina repose un poco después de mezclarle la carga o acelerador para que salga el aire. Regular el tiempo de gelado para dar oportunidad a que salga el aire o solventes atrapados.

E) Defectos por mal diseño de la pieza o condiciones incorrectas del proceso.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Deformaciones.	Cualquier superficie curva tiende a cerrarse más, debido al encogimiento por el curado.	Diseñar con radios de curvatura amplios. Modificar el diseño si los radios no son los adecuados. Emplear falsos moldes para controlar el encogimiento. Usar resinas menos reactivas (de bajo encogimiento).

Decoloración de las piezas o amarillamiento.

La fibra aflora a la superficie con el paso del tiempo, sobre todo por la acción de la intemperie.

Mala selección del pigmento. Hay pigmentos que resisten mucho menos la luz que otros.

La fibra de vidrio está muy cerca de la superficie. La resina no resiste la intemperie. Se degrada y/o evapora lentamente.

Escoger pigmentos -- que resistan mejor la luz.

Poner una capa rica en resina en las superficies. Usar Vello. Usar Gel Coat. Usar resinas resistentes a la intemperie. Agregar 10 % de monómero acrílico a la formulación de resina. Usar absorbedores de rayos ultravioleta.

## 2) DEFECTOS EN EL ACABADO DE PLASTIESMALTE (GEL COAT):

Podemos clasificar los defectos en los siguientes grupos:

- A) Defectos debido al molde o al separador.
- B) Defectos causados por una mala adherencia de la película de plastiesmalte al sustrato fibra-resina o fallas en zonas donde habiendo una oquedad en el sustrato, la película no está "respaldada" y se hunde con la presión de los dedos o un golpe.
- C) Defectos atribuibles a la constitución misma del Gel Coat o una incompatibilidad entre los componentes del plastiesmalte y los de la resina usada para saturar la fibra.
- D) Fallas debidas a la presencia de humedad, solventes, etc.
- E) Problemas causados por ataque del monómero de estireno de la resina del sustrato, sobre el Gel Coat.
- F) Defectos relacionados con el espesor del Gel Coat (escaso, excesivo o irregular) y con su curado.

A) Defectos debidos al molde o a los separadores.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
El Gel Coat se presenta opaco cuando se desea brillante o "retrata" defectos del molde.	El molde tiene su superficie rugosa, sucia, con defectos o no tiene brillo.	Limpia el molde. -- Pulir el molde. --- Abrillantarlo. Repa- rar la superficie -- del molde.
El Gel Coat se pega al molde, separándose de la pieza.	La cera y/o la pel- <u>cula</u> separadora no son los adecuados.	Usar cera adecuada -- para trabajo de plás- tico reforzado. Evi- tar ceras con silico- nes. Evitar ceras -- que "corten" al al- cohol de polivinilo (pellicula separadora). Dejar que la pelcu- la separadora seque bien. Evitar que se ensucie. No dejar -- que pasen muchas ho- ras sin aplicar el -- Gel Coat sobre la pe- llicula. La superfí- cie de arriba del -- Gel Coat debe estar limpia y libre de -- contaminantes antes de aplicar la fibra resina.

B) Defectos por mala adherencia del Gel Coat al sustrato fibra/resina o por falta de "respaldado" de dicho sustrato.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
El Gel Coat se desprende del molde al haber pasado mucho tiempo sin aplicar la fibra/resina.	El sustrato de Fi- <u>bra</u> /resina se aplicó cuando el Gel -- Coat habia endureci- do demasiado.	Aplicar el sustrato o respaldo de fibra/ resina cuando el Gel Coat haya curado y -- esté apenas pegajoso y no dejar pasar demasinado tiempo entre su colocación y la -- laminación de fibra/ resina.

El Gel Coat se descascarará con la presión de la mano o con un golpe e incluso se desprenderá de la pieza al desmoldarla.

La fibra/resina no llegó a estar en contacto con el plastiesmalte en algunas partes por mal rolado de la fibra/resina o por dificultades derivadas de la configuración complicada del molde.

La resina se escurre y deja zonas de fibra insuficientemente impregnadas.

Aumentar mediante lijado la rugosidad de la cara trasera del Gel Coat para mejorar el "agarre" de la primera capa de fibra/resina al Gel Coat. Asegurarse de que la primera capa de fibra/resina está perfectamente rodada y en contacto en todos los puntos con el Gel Coat. Usar rodillos especiales para los rincones y zonas difíciles. La adherencia del Gel Coat al molde no es buena por defecto en los separadores. Usar agentes tixotrópicos (Cabosil) para evitar que la resina se escurra y deje fibra mal impregnada en partes. Bajar la viscosidad de la resina para que toda la fibra quede bien impregnada.

**C) Defectos del Gel Coat en su formulación y problemas de incompatibilidad entre la resina y el Gel Coat.**

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
El Gel Coat no cura en un tiempo razonable aun empleando cantidades suficientes de acelerador/catalizador.	El Gel Coat tiene demasiada resina flexible o tiene alguna falla de fabricación.	Modificar la formulación del Gel Coat.
El Gel Coat presenta tonalidades diferentes en distintas áreas, o bien manchas o estrías.	Hay mala distribución del pigmento en el Gel Coat o el pigmento no es el adecuado. Si hay	La molienda o dispersión del pigmento en el plastiesmalte debe mejorarse. Seleccionar adecuadamente

El Gel Coat se agrieta (líneas como cabellos o más gruesos) a pesar de que el espesor es el adecuado y es además uniforme.

Hay una separación del Gel Coat y del sustrato de fibra/resina a pesar de tener un buen rolado.

El Gel Coat se destruye por la acción de la intemperie o el medio ambiente corrosivo. A este deterioro se le llama a llamar "caleo".

combinación de pigmentos éstos pueden ser incompatibles entre sí.

La resina del plastiesmalte es demasiado rígida y no absorbe expansiones y contracciones o bien, es demasiado reactivo y presenta alto encogimiento y agrietamiento. El exceso de reactividad puede deberse a demasiado contenido de estireno. Si el agrietamiento aparece con el tiempo en forma de "estrella" puede deberse a que era demasiado flexible o tenía demasiada carga.

La resina y el Gel Coat tienen coeficientes de expansión/contracción muy diferentes.

El Gel Coat no es el adecuado para la intemperie, medio salino o corrosivo. El Gel Coat no polimeriza adecuadamente. Pruebe en la pieza final si tiene o no la dureza adecuada con un durómetro Barcol.

el pigmento o combinación de pigmentos.

Modificar la formulación del Gel Coat. No poner más estireno adicional al Gel Coat que el mínimo indispensable, o de ser posible no agregar estireno al Gel Coat. Abata la viscosidad de preferencia con una pequeña cantidad de acetona. Formúlese adecuadamente el Gel Coat en cuanto a contenido de carga o de resina flexible.

Usar de ser posible Gel Coat y resina del mismo productor e insistir de todos modos en que sean compatibles uno con otra.

Usar de preferencia Gel Coat sin cargas. Usar Gel Coats adecuados formulados con resinas isoftálicas. Ver si el pigmento no inhibe esta polimerización. Usar más catalizador.

D) Fallas por humedad o solventes atrapados.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Burbujas, ampollas - "agujeros de alfiler"	Existe humedad o solventes atrapados en el mismo Gel Coat provenientes de la película separadora o existentes en el sustrato fibra/resina. Cuando el Gel Coat gela y se calienta, estos materiales volátiles se gasifican y si no pueden salir, quedan atrapados formando burbujas, o salen cuando el material ya está gelando y dejan agujeros de alfiler.	Puede emplearse una cantidad ligera ( 1 en peso ) de acetona para abatir momentáneamente la viscosidad del Gel Coat, pero el tiempo de gelado debe ser tal, que permita que salga todo el solvente por el lado expuesto del Gel Coat. Usar en General solventes de bajo punto de ebullición que salgan con rapidez.
	La película plastiesmalte es demasiado gruesa y los solventes no pueden escapar.	La película de plastiesmalte debe tener de 0.3 a 0.8 mm. de espesor (0.010" a 0.030"). Regular el grosor común medidor de espesor de película húmeda (sin gelar).
	El plastiesmalte no sigue en forma continua el contorno del molde por causa de desmoldantes (cera y película) inadecuados o mal aplicados y por ello queda aire atrapado.	Utilizar desmoldantes adecuados o mejorar su aplicación.

E) Problemas por ataque de estireno sobre el Gel Coat.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
El Gel Coat se arruga o encoge (piel de cocodrilo).	El estireno de la primera capa de fibra/resina no ataca al plastiesmalte -- cuando éste no ha curado suficientemente o porque la resina de la primera capa endurece -- muy lentamente y -- por ello la acción disolvente del monómero se prolonga demasiado. La primera capa de fibra/resina contiene demasiado estireno.	Dejar curar suficientemente el plastiesmalte. Usar una resina con un tiempo de gelado razonablemente corto y sin excesos de estireno. Acelerar el curado de la resina con temperatura o con más catalizador.

F) Defectos atribuibles al espesor del plastiesmalte o a su curado.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCION
Arrugas "piel de cocodrilo" o aspecto de cáscara de naranja.	El Gel Coat pudiera ser demasiado delgado. El Gel Coat no tiene tixotropía y se escurre dejando zonas muy delgadas.	Aumentar espesor al Gel Coat. Aumentar la tixotropía del Gel Coat.
La fibra se "retrata" y es visible a través del plastiesmalte.	La capa de plastiesmalte es demasiado delgada. La capa de fibra/resina se pone cuando el plastiesmalte no ha curado suficientemente. La pieza se saca del molde prematuramente.	Aumentar espesor -- del plastiesmalte. Curar el Gel Coat -- lo suficiente antes de aplicar la fibra/resina. Aumentar la resistencia de la pieza en el molde.
El plastiesmalte se quiebra en forma de "estrella".	El Gel Coat es muy grueso y se estrecha con el tiempo a consecuencia de un golpe. El Gel Coat	Mantener el espesor en lo posible por debajo del medio milímetro (0.020"). Sin embargo, en los



	no polimeriza totalmente y por eso se estreña.	moldes esto puede -- significar menor duraci3n del plastiesmalte. Gel Coat.
El plastiesmalte se quiebra.	Se us3 demasiado catalizador en la polimerizaci3n o demy estado estireno. -- Hay zonas "calientes" por excesos de catalizador en algunos puntos.	Disminuir la proporci3n de catalizador y/o de estireno. Verificar que el catalizador est3 bien mezclado. Ver que la pistola est3 mezclando correctamente la resina y el catalizador. Aplicar el plastiesmalte en espesor uniforme.
El plastiesmalte presenta "agujeros de alfiler".	Se usaron excesos de catalizador y -- los gases escaparon cuando la resina ya habfa gelado.	Disminuir la proporci3n de catalizador.
El Gel Coat se despegga del molde aun cuando no ha transcurrido mucho tiempo desde su aplicaci3n.	El Gel Coat se despegga por encogimiento causado por el exceso de catalizador.	Disminuir la proporci3n de catalizador.
El Gel Coat cura muy lentamente.	El espesor es muy delgado. No hay suficiente catalizador.	Aumentar el espesor del plastiesmalte. Aumentar la cantidad de catalizador.
Decoloraciones en el Gel Coat.	El catalizador no est3 mezclado uniformemente.	Mejorar el mezclado del catalizador en la resina.

#### 5.1.4 ORGANIZACION ESTRUCTURAL.

El equipo t3cnico administrativo con el que se cuenta actualmente, fue el necesario para cubrir la demanda original. Actualmente y con las perspectivas de desarrollo de la empresa, se convierte en un requisito la reorganizaci3n de todo el esquema operacional, estructurando 3sta para cumplir con los factores de eficiencia y pro--

ductividad necesarios para un crecimiento futuro pero constante.

Como primer paso, se plantea el nuevo organigrama estructural mismo que permitirá el desarrollo del personal tanto en los factores técnico-administrativo como en el humano, logrando esto mediante la correcta división por áreas de trabajo y contratándose el personal - especializado para cada caso; por otro lado, es de vital importancia el delimitar y especificar los alcances y responsabilidades de cada departamento, lo que permitirá evaluar periódicamente los resultados. (Diagrama 5.6)

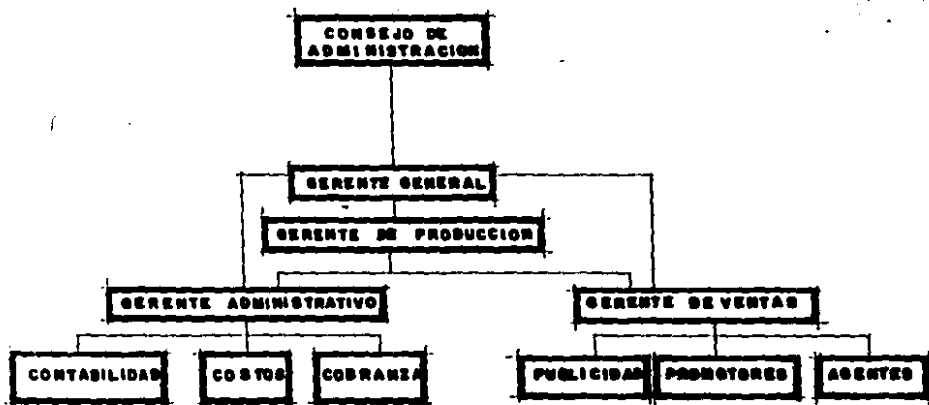
Como se muestra en el organigrama, se propone dividir la empresa en tres grandes áreas; producción, ventas y administración, en donde cada una deberá tener una meta trazada y un objetivo particular; además, deberá existir una interrelación entre cada una de ellas ya que por otro lado, ninguna puede subsistir sin la correspondencia de la otra.

El objetivo principal de la gerencia de producción, es buscar la optimización de todos los recursos involucrados en la fabricación de los artículos en cuestión, logrando así una mayor productividad y rentabilidad para la empresa.

El departamento de ventas tendrá como objetivo, el buscar mayor mercado mediante la promoción de los productos de la empresa para lo cual, se deberá estructurar una política de ventas respaldada en la capacidad de la compañía.

La gerencia administrativa, se encargará de vigilar los recursos humanos y materiales que son los componentes básicos de la empresa. Nos referimos por un lado a todo el personal que labora en ella, siendo necesario de este departamento el procurar las mejores condiciones de trabajo, seguridad y remuneración para su personal docente y por el otro lado, buscará que nunca falten las materias primas, he

DIAGRAMA 5.6



ramientas y equipo necesario que intervienen en el ciclo de producción de los productos con el fin de evitar los tiempos muertos que son clásicos de la planta actual, teniendo sus consecuencias estos errores en la entrega final del producto.

Las tres áreas estarán dirigidas y relacionadas entre sí a través del gerente general el cual, será el representante del consejo de administración, mismo que tiene por objeto el vigilar y dictar las políticas de la empresa.

## 5.2 ALMACEN Y CONTROL.

Se ha detectado en la empresa actual que uno de los factores que más deficientemente está estructurado es el del almacén. A través de éste, se han ido incrementando los porcentajes de pérdida por varios motivos, entre los cuales podríamos enumerar el robo en primer lugar y las grandes cantidades de desperdicio en segundo.

Los materiales han llegado a ser el elemento más influyente en el costo de los artículos producidos.

En la actualidad, las empresas manufactureras necesitan para su buen funcionamiento de la existencia de materiales adecuados y -- que estos estén disponibles en el momento preciso y en el lugar indicado.

Surge pues, la necesidad de tener un nivel de inventario suficiente para mantener un ritmo de producción estable y así lograr darle al cliente el mejor servicio.

La administración de los inventarios, es una función crítica ya que puede incrementar o reducir el flujo de efectivo, aumentar o

anular el servicio del cliente y hacer o perder las utilidades de la compañía.

Biegel E. Shon, define el inventario como: "Los materiales -- que se tienen almacenados para su utilización o ventas posteriores, los cuales asumen la forma de materias primas que se tienen para elaborar artículos en proceso de fabricación y artículos terminados en espera de ser vendidos".

En las empresas se encuentran diversos tipos de inventarios - como son:

- A) Inventario de Partida: Es el que se logra para la producción o venta de mercancías en un volumen mayor a las necesidades comunes para obtener mejores precios de compra.
- B) Inventario de Seguridad: Es el que se tiene para hacer frente a las variaciones inesperadas de la demanda, así como a entregas de material fuera de tiempo.
- C) Inventario de Anticipación: Es el que se obtiene con anticipación porque es la única ocasión en que se encuentran disponibles.

En las empresas manufactureras, los inventarios se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- A) Inventarios de Materia Prima: Son los materiales necesarios para producir un determinado producto.
- B) Inventarios de Productos en Proceso: Son los materiales que se encuentran en alguna etapa dentro del proceso de transformación de la materia prima hacia artículos terminados.
- C) Inventarios de Productos Terminados: Son los productos que han llegado al fin de su proceso de elaboración, que están totalmente terminados y listos para ser embarcados o vendidos.
- D) Inventario de Suministro: Son todos aquellos materiales o productos para el buen funcionamiento del equipo de la planta industrial, como son: herramientas, refacciones, etc.

## OBJETIVOS DE LOS INVENTARIOS.

Los objetivos principales que se persiguen con los inventarios son:

- A) **Objetivos Financieros:** Su finalidad, es mantener una inversión en existencia compatible con las disponibilidades financieras de forma que la vida económica de la empresa no sea puesta en peligro.
- B) **Objetivos de Protección de las Propiedades:** Busca la protección contra las pérdidas por robo, mal cuidado de las existencias, pérdidas de todo tipo, etc., del mismo modo aseguran un control correcto de las existencias.
- C) **Objetivos Operativos:** Tienen como fin, el obtener el equilibrio óptimo entre los costos de producción y existencia, así como dar el mejor servicio al cliente, disminuir todas las pérdidas causadas por deterioro, obsolescencia, etc.

Cuando se persiguen estos objetivos la empresa logra:

- Que se le de mejor servicio al cliente.
- Mejores relaciones con la mano de obra.
- Aumento de eficiencia del personal.
- Reducción de los costos de producción.
- Reducción de costos en materiales comprados.
- Reducción de capital invertido en el inventario.
- Mejorar la situación financiera.

## COSTO DE LOS INVENTARIOS.

Al mantener un inventario, se pueden encontrar diversos tipos de costos que darán un costo total que dependerá del volumen en que se quiera mantener en el inventario. Estos costos son:

- 1.- Costo de ordenar; es el costo de poner una orden de com--

pra o los costos asociados al ordenar un lote de producción a la planta.

- 2.- Peligro de perder descuentos por volumen.
- 3.- Transporte y manejo de materiales.
- 4.- Costo de obsolescencia; cuando los materiales se descomponen o pasan de moda.
- 5.- Costo de deterioro; los materiales pueden dañarse, deteriorarse, romperse, echarse a perder, etc.
- 6.- Costo de impuestos; es un costo que comprende el pago de todos aquellos que varían en función de los niveles del inventario.
- 7.- Costo de seguros; en la mayor parte de las empresas se aseguran los inventarios.
- 8.- Costo de almacenar; se refiere a los gastos que se realizan con el objeto de tener un lugar adecuado donde poder almacenar los artículos.
- 9.- Costo de capital; el tener un inventario cuesta dinero y si éste estuviera invertido en otro lugar, como por ejemplo en el banco, daría ciertos intereses, por lo tanto, esto es un costo.
- 10.- Costo por carecer de existencias; por un lado, al no tener existencias la producción se detiene y por el otro se pierden ventas y este costo es mayor que el contar con un inventario adecuado.
- 11.- Costo del sistema de control; cualquier sistema de control de inventarios que se aplique, va a implicar ciertos gastos. Este costo dependerá de la exactitud del control que se requiera.

La determinación, control y equilibrio de los costos mencionados anteriormente, constituye la base para una administración efectiva del inventario, por lo que se deben determinar todos los costos que varían de acuerdo con los distintos niveles de inventario que se tengan.

Los costos que varían con los niveles de inventario, pueden ser de dos tipos:

- 1.- Los que aumentan cuando aumenta el inventario; como por ejemplo: los costos de mantenimiento, costo del capital -

invertido, costo de riesgo, etc.

- 2.- Los que aumentan cuando disminuye el inventario o que dis-  
minuyen al aumentar el inventario; como el costo de ine-  
xistencias, la pérdida de descuentos por volumen, etc.

Lo importante, es encontrar el punto óptimo entre estos dos -  
costos para tener la cantidad mínima de inversión y poder hacer frente  
a las necesidades de la empresa.

#### CONTROL DE INVENTARIOS.

Para lograr un control eficiente de los inventarios, es neces-  
ario:

- Aplicar un control adecuado en la custodia física.
- Efectuar recuentos físicos con la mayor frecuencia posible.
- Comparar los resultados del recuento físico contra lo re-  
gistrado.
- Realizar los ajustes correspondientes cuando lo real no --  
coincida con lo registrado.
- Investigar las posibles diferencias que presenten un monto  
de importancia.
- Tratar de que cualquier movimiento en los inventarios sea  
registrado adecuadamente.
- Tener los seguros indicados para el nivel de inventarios -  
que se poseen.
- Conocimiento de clase y cantidad de material preciso para  
cada trabajo.
- Conocimiento de la situación de cada material pedido o dis-  
ponible.
- Capacidad de efectuar los movimientos de materiales por --  
las rutas establecidas de acuerdo con un programa.

Como la mayoría de las empresas manejan una gran cantidad de  
materiales, es muy difícil llevar un control de existencias igual pa-  
ra cada uno de ellos, por lo que existe un procedimiento que es muy  
adecuado y que se llama sistema ABC.



Este sistema, es un criterio de selección que permite conocer el grado de influencia en el costo de las existencias de los distintos materiales.

A los artículos cuyo valor de consumo es muy importante, se les denomina A. A los de valor intermedio, se les denomina B. Y, a los que dan un valor bajo, se les denomina C.

- Artículos A: representan del 8 al 20 % de los artículos y suponen un valor de consumo del 75 al 80 %.
- Artículos B: representan del 30 al 42 % de los artículos y suponen del 16 al 22 % del valor de consumo.
- Artículos C: del 40 al 50 % de los artículos y representan del 3 al 4 % del valor de consumo.

El mecanismo de control, se debe adaptar a las condiciones — particulares de cada empresa. Debe ser práctico y razonable.

Cada grupo de artículos requiere una política de control adecuada y que será la que resulte más económica.

Cada artículo debe poseer su correspondiente ficha, indicando su valor, consumo mensual, máximos y mínimos, punto de reorden y lote económico.

Los diferentes niveles de inversión de inventarios dependen — en general de:

- Las ventas.
- Las condiciones de mercado.
- El programa de operaciones.
- El tiempo de producción.
- El riesgo u obsolescencia.
- El tiempo de entrega del proveedor.
- La tendencia general de los precios.
- Las costumbres generales de la empresa.

Un estudio profundo de cada uno de estos factores, proporcionará una eficiente inversión para cada empresa en particular.

Para evitar y corregir estas deficiencias, se propone la creación de un almacén propiamente dicho, controlado por los departamentos de producción y administración en el cual se encargará a un empleado de confianza de todas las entradas y salidas de material, haciéndose notar cuál es el destino de éstas.

Tomando en cuenta la importancia de tener un control de inventario dentro de la empresa, se propone el siguiente sistema de inventarios:

- A) Todas las entregas del proveedor se revisarán físicamente.
- B) Se verificará que la cantidad, peso y calidad del material sea el mismo que indica la remisión o la factura del proveedor.
- C) Se elaborará una Nota de Entrada por parte del almacenista la cual tendrá los siguientes datos: (Figura 5.1)
  - 1.- Número
  - 2.- Fecha
  - 3.- Nombre del Proveedor
  - 4.- Referencia
  - 5.- Cantidad
  - 6.- Unidad
  - 7.- Descripción
  - 8.- Precio Unitario
  - 9.- Importe
  - 10.- Firma de Recibido
  - 11.- Firma de Entregado
- D) Dichas notas de Entrada se elaborarán por tres tantos, para que su distribución sea la siguiente:
  - 1.- Proveedor
  - 2.- Almacén
  - 3.- Contabilidad

FIGURA 5.1

FORMATO DE LA NOTA DE ENTRADA**NOTA DE ENTRADA**

PROVEEDOR		REFERENCIA		No.	
CHS	MTS	AGS	198		
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
RECIBO AL PACLE			ENTREGA PROVEEDOR		TOTAL \$

ORIGINAL - Oficina Central



- E) Para el consumo de los materiales dentro de la empresa, se tendrá que llenar la Nota de Salida, ya que ésta contendrá los siguientes datos: (Figura 5.2)
- 1.- Número
  - 2.- Fecha
  - 3.- Departamento Solicitante
  - 4.- Cantidad
  - 5.- Unidad
  - 6.- Descripción
  - 7.- Precio Unitario
  - 8.- Importe Total
  - 9.- Autorizado
  - 10.- Recibido
  - 11.- Entregado
- F) Las notas de Salida se elaborarán por 2 tantos, para que - su distribución sea la siguiente:
- 1.- Almacén
  - 2.- Contabilidad

Como se puede observar, teniendo un sistema de inventarios -- (Salidas y Entradas al Almacén) se podrá obtener un mayor control de los materiales consumidos por cada departamento por los cuales son - utilizados y a la vez evitar fugas por otra índole que no sea la producción de artículos terminados.

### 5.3 SEGURIDAD E HIGIENE.

La seguridad e higiene laboral de una empresa determinada, no sólo puede abordarse desde el punto de vista de la responsabilidad - económica corporativa, sino que debe extenderse hasta el nivel moral, es decir, hasta agotar todas las posibilidades en el terreno de la - protección de los trabajadores. En ese sentido, cabe destacar que - la materia requiere de tres ópticas situacionales para poder impri-  
mir el sello de seguridad e higiene industrial;

- 1) **Optica Humana.** En función de que el hombre es el elemento vital de la empresa, esta última debe velar por la vida, integridad y salud de sus trabajadores.
- 2) **Optica Económica.** Es necesario evitar los accidentes de trabajo y las enfermedades emanadas del proceso respectivo, pues reducen el tiempo de trabajo y pueden destruir equipo e instrumentos laborales, además de aumentar las utilidades empresariales en términos de gastos de seguridad.
- 3) **Optica Social.** Existe un daño social poco cuantificable en relación con el número de personas incapacitadas.

Son diversos los factores que pueden conducir a diversas formas de accidentes laborales, con sus consecuentes repercusiones: lesiones, pérdidas, daños, desperdicios, deterioros, etc.

La educación y la formación son factores que pueden influir, el ambiente mismo que rodea a las personas puede ser elemento también de la causalidad de los accidentes de trabajo. También pueden haber defectos o debilidades personales, la caracterología de la personalidad tiene facetas variadas: timidez, nerviosidad, mal carácter.

Los malos hábitos de trabajo, por ejemplo: uso erróneo de alguna herramienta especializada, no usar el equipo protector, digamos una mascarilla, o simplemente limitadas condiciones de iluminación, son otros de los factores detectados.

De hecho, un accidente es generalmente un acto momentáneo, pero que puede llegar a dejar lisiada a una persona determinada, aunque los efectos pueden ser más adversos todavía.

#### 5.4 SISTEMA DE REMUNERACION.

La experiencia, ha demostrado que los trabajadores no aportarán un esfuerzo extra o sostenido a menos que se les ofrezcan incentivos.

Durante muchos años, los incentivos se han venido usando de una forma o de otra en negocios y empresas industriales.

Los incentivos bien planeados y bien administrados, acrecentan la producción y abatirán el costo total por unidad.

En general, todos los planes de pago de incentivos que tienen a incrementar el rendimiento del trabajador, quedarán en alguna de las siguientes clases:

- A) Planes económicos directos.
- B) Planes económicos indirectos.
- C) Planes no económicos.

A) Planes económicos directos.- Son aquéllos en los que la remuneración al trabajador va de acuerdo con su rendimiento.

En esta categoría, están incluidos los planes de incentivos individuales y los de grupos. En el tipo de plan individual, la retribución a cada trabajador está basada en su actuación productiva durante el periodo de que se trate. Los planes de grupos, se aplican a dos o más personas que trabajen en equipo y en operaciones que de alguna manera dependen unas de otras. En estos planes, la compensación monetaria a cada trabajador depende de la tasa salarial base y de la actuación del grupo en el tiempo en cuestión.

El incentivo para trabajos de esfuerzo individual extraordinario o prolongado, es menor en los planes de grupos que en los individuales.

duales. Por lo tanto, ha habido tendencia en la industria a favorecer los métodos de incentivos individuales. Además de originar una más baja productividad global, los planes de grupos tienen otros inconvenientes: (1) Conflictos personales debidos a la falta de uniformidad de la producción y a la uniformidad de las percepciones salariales; y (2) Dificultades en justificar diferencias en salarios básicos para las diversas oportunidades dentro del grupo.

Desde luego, también es cierto que los planes de grupos ofrecen ventajas sobre los de incentivos particulares, siendo las más notables las siguientes: (1) Facilidad de implantación debida a la menor dificultad en medir la productividad de un grupo que de un individuo; y (2) Reducción de los costos administrativos por disminución del papeleo, menor necesidad de verificación de inventarios e inspección durante el proceso.

En general, son de esperar mayores tasas de producción y menor costo unitario del producto al emplear planes de incentivos individuales. Si su implantación es práctica, el sistema de incentivos individuales será preferible al sistema de grupos.

#### CLASIFICACION DE LOS PLANES ECONOMICOS DIRECTOS.

- 1.- El Trabajador participa en todas las ganancias que provienen de exceder el estándar.
  - A) Trabajo por pieza o destajo.
  - B) Plan de horas estándares.
  - C) Trabajo por día medido.
- 2.- El Trabajador comparte las utilidades de la empresa.
  - A) Planes de participación en las economías de costos.
  - B) Participación de utilidades.



#### B) Planes económicos indirectos.

En la clasificación de planes económicos indirectos, quedan — aquellas políticas de compañía que tienden a estimular el ánimo o la moral de los trabajadores y aumentar su productividad, pero que, sin embargo, no han sido planeadas para que haya una relación directa entre el volumen de producción y el monto de la remuneración. Políticas globales de empresa como las de salarios base justos y relativamente altos, sistemas equitativos de promociones y de sugerencias — premiadas, ingreso anual garantizado y prestaciones relativamente — cuantiosas tienden a fomentar actitudes positivas entre los trabajadores y a estimular e incrementar la productividad.

Todos los métodos de incentivos indirectos, tienen la inconveniencia de permitir que exista una amplia brecha entre las percepciones del personal y su productividad.

Después de cierto tiempo, el trabajador tiende a considerar — todos los beneficios que se le proporcionan como obligación única de la empresa y a olvidarse de que para que tales beneficios continúen no debe amínorarse la productividad.

#### C) Planes no económicos.

Los incentivos no económicos, comprenden todas aquellas recompensas o retribuciones que no tienen relación con los salarios y que, sin embargo, levantan la moral del trabajador en grado tal que se hace evidente el aumento en esfuerzo y empeño. En esta categoría, se tienen aquellas políticas de empresa que fomentan el desarrollo de — conferencias periódicas acerca de prácticas de taller, conversaciones frecuentes entre el supervisor y el operario, ubicación apropiada — del trabajador, e innovaciones y mejoras a las técnicas de trabajo.

#### ACTITUDES DE LOS SINDICATOS HACIA LOS INCENTIVOS EN SALARIOS.

En casos donde la participación de utilidades ha sido llevada a la práctica por un grupo gerencial competente, sincero y justo, -- los trabajadores han respondido con entusiasmo y dado su apoyo sin reservas al plan configurado. Los intentos de sindicalizar al personal de factorías en donde tiene éxito la participación de utilidades, han dado resultado a una reacción violenta del personal laborante -- contra los organizadores de un sindicato.

Las principales objeciones de los sindicatos a los planes de incentivos, provienen de temer que una reducción de personal será ocasionada por el mayor rendimiento, en el caso de una producción fija de bienes y servicios; y que los sistemas de incentivos menoscabarán la necesidad de que haya sindicatos, puesto que el papel principal de estos organismos es pugnar por mayores salarios, lo cual realiza automáticamente un plan de incentivos.

#### OBJETIVOS DE LOS PLANES DE INCENTIVOS EN SALARIO.

La mayoría de las empresas que utilizan planes de incentivos, están en favor de su continuación y luchan por que sus planes logren (1) Incrementos en la tasa de producción, (2) Bajar los costos totales por unidad, (3) Reducir los costos de supervisión y (4) Elevar -- los ingresos de sus empleados.

A fin de que un plan de incentivos tenga éxito, deberá ser -- justo para la empresa y para el trabajador. El plan debe dar al obrero la oportunidad de ganar aproximadamente de 20 % a 35 % sobre -- salario base si posee destreza normal y realiza continuamente un esfuerzo intenso.

La empresa, se beneficiará mediante la productividad acrecentada al ser capaz de prorratar costos fijos sobre un mayor número -- de piezas, reduciendo así el costo total.

### SISTEMA PROPUESTO DE REMUNERACION.

Como hemos visto, los incentivos se utilizan para incrementar la productividad, mejorar la calidad y confiabilidad del producto, - reducir los desperdicios, aumentar la seguridad y estimular los buenos hábitos de trabajo, como puntualidad y asistencia constante.

Por otro lado, los incentivos ofrecen ventajas tanto para los trabajadores como para la empresa. El beneficio principal de los -- trabajadores, es aumentar sus percepciones totales; y la empresa se beneficiará mediante la productividad acrecentada logrando que disminuyan los costos generales por unidad.

Con el objeto de establecer el sistema de incentivos para esta empresa, se ha pensado en tres formas de posible instrumentación:

- 1.- Los incentivos que van directamente proporcional a la -- producción.

Como se establece en el organigrama de producción existen 5 departamentos:

<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>OBREROS</u>
Departamento de Moldes	4
Departamento de Fabricación	10
Departamento de Corte	2
Departamento de Pulido y Acabado	5
Departamento de Carpintería	<u>4</u>
TOTAL OBREROS:	<u>25</u>

Todos los departamentos están relacionados entre sí y el objetivo es que entre todos logren terminar 735 tinas en perfectas condiciones mensualmente.

Por lo cual, al llegar al estandar de 735 tinas mensuales, — los trabajadores lograrán aumentar sus percepciones en un 20 % como mínimo y hasta un 35 % de su salario mensual como máximo. Esta diferencia de 15 % se evaluará de acuerdo a la puntualidad, limpieza, orden, ausentismo y a la cooperación que demuestren todos y cada uno — de los trabajadores.

Los encargados de evaluar a los trabajadores serán: El Gerente de Producción, El Jefe de Producción y el Auxiliar de Producción.

2.- Los incentivos que dependerán de la actuación del trabajador durante el año.

Por ley, se establece que se otorguen 15 días de sueldo como aguinaldo a los trabajadores que tengan un año de antigüedad. En esta empresa, los trabajadores aparte de recibir su aguinaldo a final de año se les otorgará un bono adicional que puede ir desde 15 hasta 45 días de salario. Esto dependerá del rendimiento y actuación del trabajador durante todo el año.

Los encargados de valorar a cada trabajador al final de año — serán: El Gerente de Producción y El Gerente Administrativo.

3.- El reparto de utilidades.

La ley, establece que se otorgue el 10 % de las utilidades que la empresa tenga en cada año fiscal a los trabajadores que laboren en ella.

En esta empresa, se cumplirá con este principio y la forma de repartir dependerá de la antigüedad y puesto de cada trabajador. Siendo el encargado de valorarlo El Gerente Administrativo junto con su equipo de contabilidad.

## CAPITULO VI

VI.- ANALISIS FINANCIERO

## 6.1. DEFINICION Y TEORIA DE COSTOS.

- Definición de Costos
- Contabilidad de los Costos
- Naturaleza y Elementos Básicos del Costo

## Definición de Costos:

La teoría de los costos, es una teoría central de la producción de bienes y de servicios. El ingreso de cualquier actividad económica deberá ser superior a su costo. Este principio económico fundamental, rige en la economía privada y en la social; de aquí que el estudio del costo siempre venga aparejado al del correspondiente ingreso. La diferencia entre ingresos y costos, constituye la utilidad o beneficio.

El término costo, ofrece múltiples significados y hasta la fecha no se conoce una definición que abarque todos sus aspectos. Tiene implicaciones sociales y económicas; y como derivadas de estas últimas, un aspecto contable. Su categoría económica se encuentra vinculada a la teoría del valor "Valor Costo", y a la teoría de los precios "Precio de Costo". Precisa pues, en primer lugar limitar el contenido del término en sus acepciones fundamentales.

El control del costo, es una función básica de la administración. Su objetivo es hacer que la empresa mantenga una posición financiera satisfactoria.

Se pueden aplicar varios auxiliares administrativos al problema del control de costos. La administración debe acumular y analizar los registros de todas las operaciones monetarias (proceso conocido como contabilidad). También, debe analizar los prospectos fi-

nancieros de varios proyectos que estén considerándose (aplicación - práctica de la economía interna). Así mismo, puede idear planes financieros o fijar cuotas como guía para las operaciones y para limitar los gastos (asunto de formulación de presupuestos).

#### Contabilidad de Costos:

Como a toda producción de bienes materiales o de servicios le corresponde un costo, el fenómeno del costo está relacionado a todo proceso productivo. La naturaleza del costo radica en los elementos económicos que lo integran y que se causan en una entidad productora.

Ahora bien, todos los elementos económicos, mientras sean medibles en dinero, son registrados por la contabilidad y a esta parte en costos se le conoce como contabilidad de costos.

La contabilidad de costos tiene como funciones fundamentales:

1) La de servir como instrumento de información de lo que ha acontecido; 2) De controlar las operaciones practicadas y 3) De medición de eficiencia; funciones que equivalen a las fases histórica, presupuestal y estándar del estudio de los costos unitarios. La función primordial y última, es la determinación de los costos unitarios, -- desde los ángulos de la producción y la distribución de los bienes o de los servicios económicos. Al obtener estos cálculos se informa de lo acontecido; pero además constituye un método de control sobre el personal o elemento humano, sobre la materia prima y capital invertido y un medio para aumentar el rendimiento de los diversos factores concurrentes en la producción. La aplicación de los presupuestos en la producción, administración y venta, es de creación relativamente reciente, permitiendo el cálculo predeterminado de los costos.

Existe una clasificación del costo que es útil para la determinación del costo y para el análisis económico, que es la siguiente:

**Costo de Inversión**

- Costo de Adquisición
- Capital de Trabajo

**Costo de Operación**

- Fijos
  - Mano de obra Directa
  - Directos
  - Indirectos
- Variables
  - Materiales Directos
  - Directos
  - Indirectos

**Naturaleza y Elementos Básicos del Costo:**

La "inversión", comprende todos los fondos necesarios para -- fundar y mantener en marcha una empresa. Se dice que el capital comprendido del negocio está representado por activos de varias denominaciones (efectivo, valores, cuentas por cobrar, propiedades físicas y materiales y otras posesiones de valor).

La inversión puede clasificarse en forma general en dos gru-- pos:

- Costos de adquisición o costo de adquisición depreciado, -- que se aplican principalmente a factores tales como los activos fi--jos y costos de desarrollo, la mayoría de los cuales están sujetos a depreciación.

- Capital de trabajo, que es el requerido para sostener a una empresa durante sus operaciones.

Los costos de operación según la naturaleza de los elementos que los forman, se pueden clasificar en:

- **Costos Directos.** Son aquellos que se pueden identificar fácilmente y aplicar a un determinado producto o proceso.

- **Costos Indirectos.** Son erogaciones que no se identifican por su baja de importancia en la fabricación del bien.

- **Costos Fijos.** Los que no varían con el monto producido y son costos que requieren un desembolso fijo de fondos en determinado periodo.

- **Costos Variables.** Son aquellos costos que son una función del monto producido en el periodo de la producción. Estos costos variables varían en razón directa a veces proporcionalmente al monto producido.

El "Material Directo", es el primer elemento del costo y tiene tres divisiones:

- 1) Materia prima, es aquella que está sujeta al proceso de transformación con el fin de obtener un producto manufacturado.
- 2) Materiales que no sufren cambio alguno.
- 3) Accesorios de producción, que comprenden materiales esenciales para la manufactura.

La "Mano de Obra Directa", es la fuerza de trabajo utilizada físicamente en la transformación de la Materia Prima; en cambio, la "Mano de Obra Indirecta", es la que no interviene en la fabricación del producto.

En los costos de producción, también se deben tomar en cuenta el trabajo indirecto, el material indirecto y los gastos indirectos.



El "Costo Primo", es la suma del material directo más el trabajo directo y el "Costo de Producción", es la suma del costo primo más gastos de producción.

## 6.2 ANALISIS DE COSTOS.

Para poder llevar un control más exacto de los costos, es necesario llevar a cabo un análisis de éstos. Además de ser la única manera de reducir costos, uno se puede dar cuenta en dónde puede haber fallas y en dónde puede dejar de invertir un poco.

Los costos quedaron de la siguiente manera:

Mano de Obra	6.5 %
Materiales Directos	51.3 %
Costos Directos	10.3 %
Costos Indirectos	6.2 %
Gastos de Administración y Ventas	25.7 %

Como podemos observar los materiales directos son los que absorben la mayor parte del costo, así que para tener una buena reducción de costos esto solamente se puede llevar a cabo si hay un gran volumen y a la vez que tengamos un muy eficiente servicio, ya que — aprovecharíamos descuentos por pronto pago.

Dentro de los gastos de administración y ventas, la publicidad juega un papel muy importante, ya que es necesario crear imagen de marca para que el producto se venda y así ganar mercado a los competidores; por lo que es imposible reducir estos costos.

DIAGRAMA 6.1ANALISIS DEL COSTO DE OPERACION

<u>MATERIAL DIRECTO</u>	+	<u>TRABAJO DIRECTO</u>	-	<u>COSTO PRIMO</u>
				+
<u>MATERIAL INDIRECTO</u>	+	<u>TRABAJO INDIRECTO</u>	+	<u>OTROS GASTOS INDIRECTOS</u>
				-
<u>GASTOS DE VENTA</u>	+	<u>GASTOS ADMINISTRATIVOS</u>	-	<u>GASTOS GEN. PRODUCCION</u>
<u>INCLUYE:</u>		<u>INCLUYE:</u>		<u>INCLUYE:</u>
-Equipos		-Supervisión		-Renta
-Fábrica		-Superintendencia		-Seguros
-Lubricantes		-Inspección		-Depreciación
		-Trabajo Experimental		-Mantenimiento y Reparación
		-Sueldo Personal de Oficina en Planta		-Energía Eléctrica
				-Gas
				-Otros
				<u>COSTO DE PRODUCCION</u>
				+
				<u>GASTOS COMERCIALES</u>
				<u>INCLUYE:</u>
				-Sueldo Admon. y Ventas
				-Renta
				-Depreciación
				-Gastos de Auditoría
				-Gastos Contabilidad
				-Teléfono
				-Otros
				<u>COSTO TOTAL DE OPERACION</u>

A) MANO DE OBRA

<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>No. DE TRABAJADORES</u>
MOLDES	4
FABRICACION	10
CORTE	2
PULIDO Y ACABADO	5
CARPINTERIA	4
ARMADO DE HIDROMASAJE	5
PRUEBAS	2
LIMPIEZA	2
ALMACEN	2
EMBARQUE	<u>6</u>
TOTAL OBREROS	<u>42</u>

<u>AREA</u>	<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>TIPO DE PERSONAL</u>	<u>SUELDO MENSUAL + PRESTACIONES</u>	<u>COSTO ANUAL</u>
	<b>MOLDES</b>	1 JEFE DE DEPTO. 3 OBREROS	300,000 150,000	3'600,000 5'400,000
<b>P</b>				
	<b>FABRICACION</b>	1 JEFE DE DEPTO. 2 OPERADORES	300,000 250,000	3'600,000 6'000,000
<b>R</b>		7 OBREROS	150,000	12'600,000
	<b>CORTE</b>	1 JEFE DE DEPTO. 1 OBRERO	250,000 150,000	3'000,000 1'800,000
<b>O</b>				
	<b>PULIDO Y ACABADO</b>	1 JEFE DE DEPTO. 2 OBREROS	250,000 200,000	3'000,000 4'800,000
<b>D</b>		2 OBREROS	150,000	3'600,000
	<b>CARPINTERIA</b>	1 JEFE DE DEPTO. 3 OBREROS	300,000 150,000	3'600,000 5'400,000
<b>U</b>				
	<b>ARMADO DE HIDRO- DROMASAJE</b>	1 JEFE DE DEPTO. 4 OBREROS	300,000 200,000	3'600,000 9'600,000
<b>C</b>				
	<b>PRUEBAS</b>	1 JEFE DE DEPTO. 1 OBRERO	250,000 150,000	3'000,000 1'800,000
<b>C</b>				
	<b>LIMPIEZA</b>	2 OBREROS	150,000	3'600,000
<b>I</b>				
	<b>ALMACEN</b>	1 JEFE DE DEPTO. 1 OBRERO	300,000 200,000	3'600,000 2'400,000
<b>O</b>				
	<b>ENBARQUES</b>	2 CHOFERES 4 OBREROS	250,000 150,000	6'000,000 7'200,000
<b>N</b>				
	<b>TOTAL :</b>	<b>42 OBREROS</b>		<b>92'000,000</b>

B) ORGANIZACION GENERAL

GERENTE GENERAL	1	GERENTE DE VENTAS	1
GERENTE ADMINISTRATIVO	1	AGENTES DE VENTAS	4
CONTADOR GENERAL	1	PROMOTORES	2
AUXILIARES DE CONTABILIDAD	3	SECRETARIAS	4
COBRADOR	<u>1</u>		
SUBTOTAL:	7	SUBTOTAL:	11

P L A N T A

GERENTE DE PRODUCCION	1
JEFE DE PRODUCCION	1
AUXILIAR DE PRODUCCION	<u>1</u>
SUBTOTAL:	3

TOTAL EMPLEADOS

21

<u>AREA</u>	<u>DEPARTAMENTO</u>	<u>TIPO DE PERSONAL</u>	<u>SUELDO MENSUAL + PRESTACIONES</u>	<u>COSTO ANUAL</u>
A D M I N I S T R A C I O N	PLANTA	1 GERENTE DE PRODUCCION	1'000,000	12'000,000
		1 JEFE DE PRODUCCION	600,000	7'200,000
		1 AUXILIAR DE PRODUCCION	400,000	4'800,000
	TOTAL:	3 EMPLEADOS		24'000,000
	COMERCIAL	1 GERENTE GENERAL	2'000,000	24'000,000
		1 GERENTE ADMINISTRATIVO	1'000,000	12'000,000
		1 GERENTE DE VENTAS	1'000,000	12'000,000
		1 CONTADOR GENERAL	900,000	10'800,000
		4 AGENTES DE VENTAS	600,000	28'800,000
		2 PROMOTORES	450,000	10'800,000
4 SECRETARIAS		350,000	16'800,000	
3 AUXILIARES DE CONTABILIDAD		300,000	10'800,000	
1 COBRADOR	300,000	3'600,000		
TOTAL:	18 EMPLEADOS		129'600,000	

C) COSTO UNITARIO PARA LA FABRICACION DE 8,800 TINAS DEL MODELO "A".

MATERIA PRIMA DIRECTA

DEPARTAMENTO DE FABRICACION

	<u>CANTIDAD UTILIZADA</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>TOTAL</u>	
Plastiesmalte	4.30 K	6,662	28,647	
Fibra de Vidrio	6.80 K	2,429	16,517	
Resina	14.80 K	1,750	25,900	
Catalizador	.52 K	4,350	2,262	
Hoja de Triplay	.25 Pza	8,510	2,127	75,453

DEPARTAMENTO DE PULIDO

Borla	1 Pza	1,609	1,609	
Lija de Modera 1/2-60	2 Pza	183	366	
Lija para Agua del 180	2 Pza	225	450	
Lija para Agua del 400	2 Pza	220	440	
Lija para Agua del 600	2 Pza	220	440	
Pasta para Pulir	.25 Pza	1,500	375	
Blenm Aerosol	.25 Pza	1,628	407	4,087

DESPERDICIO DIRECTO

Fabricación 10 % del total			7,545	
Pulido 10 % del total			409	7,954

T O T A L : 87,494

COSTO DE LA MATERIA PRIMA DIRECTA

87,494 x 8800 = 769,247,200

D) OTROS COSTOS DE FABRICACION.

MATERIALES VARIOS: 20 % DEL TOTAL DE MATERIA PRIMA

17,492

17,499 x 8800 = 152,922,200

**E) COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION**

SUELDOS Y SALARIOS	\$ 24'000,000
TELEFONO	891,200
LUZ	5'960,000
RENTA	14'875,200
SEGUROS	4'160,000
GASOLINA	1'000,000
PREVISION SOCIAL	1'614,000
HERRAMIENTAS MENORES	7'500,000
REPARACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	7'710,000
OTROS	<u>24'710,000</u>
<b>T O T A L :</b>	<b>\$ <u>92'420,800</u></b>



F) COSTOS GENERALES

## ADMINISTRACION Y VENTAS:

SUELDOS Y SALARIOS	\$ 129'600,000
PUBLICIDAD	180'000,000
RENTA	10'000,000
SEGUROS Y FIANZAS	5'000,000
REPARACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE OFICINA	2'000,000
OTROS	45'919,640
LUZ	3'344,000
TELEFONO	6'667,200
REPARACION Y MANTENIMIENTO DE OFICINAS	<u>3'000,000</u>

TOTAL : \$ 385'520,840

CALCULO TOTAL DE LOS COSTOS DE OPERACION

<u>TIPO DE COSTO</u>	<u>COSTO</u>
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 87'200,000.00
MATERIA PRIMA DIRECTA	769'947,200.00
OTROS COSTOS DE FABRICACION	<u>153'991,200.00</u>
COSTO PRIMO:	\$ 1,021'138,400.00
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	<u>92'420,800.00</u>
COSTO TOTAL DE FABRICACION:	\$ 1,113'559,200.00
CASTOS ADMINISTRATIVOS Y VENTAS:	<u>385'530,840.00</u>
COSTO TOTAL:	\$ 1,499'090,040.00 -----

**Costo de Inversión:**

Dentro de la industria de la transformación cuyo fin es producir un bien para el cual intervienen elementos indispensables para la fabricación como pueden ser las diferentes materias primas, el trabajo en horas-hombre, horas-maquinaria, y así como un espacio en el cual se lleva a cabo la fusión de todos estos elementos, donde todos estos factores medidos en función de dinero representan al costo de inversión.

El costo de inversión para la aplicación de esta empresa, se compone de los siguientes costos:

- A) Gastos de Instalación
- B) Costo de Inversión en Maquinaria y Equipo
- C) Capital de Trabajo

**A) Gastos de Instalación del Local.**

El local se encuentra en muy buenas condiciones, es decir, el techo y las paredes están perfectas, por lo que se procederá a la instalación de las casetas, horno, almacén, extractores y lo que se necesite de instalación eléctrica.

Los gastos de acondicionamiento del local se calculan en: ---  
\$ 10'000,000.00.

**B) Costo de la Inversión en Maquinaria y Equipo.**

1	Equipo para la aplicación del plastiesmalte	\$ 4'000,000
4	Bombas para el plastiesmalte 500,000 c/u	2'000,000
1	Equipo de Aspersión para la aplicación de fibra de vidrio.	5'000,000
1	Extractor de Gases	1'000,000

1	Horno		1'250,000
1	Extractor de Polvos		3'500,000
2	Compresores de 5 H.P.	1'500,000 c/u	3'000,000
1	Agitador Neumático		600,000
1	Báscula		350,000
8	Filtros		400,000
5	Termómetros	25,000 c/u	125,000
	Herramienta Menor		300,000
	Varios		<u>775,000</u>
		SUMA:	\$ 25'000,000
25	Moldes	300,000 c/u	<u>5'000,000</u>
		TOTAL:	<u>\$ 30'000,000</u>

## C) Capital de Trabajo.

El capital de trabajo con que cuenta la empresa al 31 de Diciembre de 1986 es:

<u>ACTIVO CIRCULANTE</u>	<u>(MILES)</u>	<u>PASIVO CIRCULANTE</u>	<u>(MILES)</u>
Caja y Bancos	\$ 1,053	Cuentas por Pagar	\$ 6,620
Cuentas por Cobrar	6,348		
Inventarios	5,756		
Otros Activos	<u>493</u>		
	<u>\$ 13,650</u>		<u>\$ 6,620</u>

CAPITAL DE TRABAJO = 13,650 - 6,620 = 7'030,000

## INVERSION DEFINITIVA:

Gastos de Instalación	\$ 10'000,000
Maquinaria y Equipo	30'000,000
Aumento al Capital de Trabajo	<u>10'000,000</u>
TOTAL DE INVERSION:	<u>\$ 50'000,000</u>

Este capital será aportado en su totalidad por los accionistas existentes y aunado a los \$ 10'000,000 existentes el nuevo capital social será de: \$ 60'000,000.

**Variables Macroeconómicas:**

Los datos históricos que se presentan a continuación, son cifras oficiales expedidas por el Banco Mexicano en su informe anual.

	83	84	85	86	87*	88*	89*	90*	91*
% Inflación Anual:	80.8	54.2	63.7	105.7	110	95	80	75	70

\* Datos Estimados

**6.3 ESTADOS FINANCIEROS.PRO-FORMA.**

Para la evaluación económica del proyecto, se han elaborado los Estados Financieros Pro-Forma a partir de 1987.

## EXISTENCIA DE LA COMPAÑIA.

146

ESTADO DE SITUACION FINANCIERA AL 31 DE DICIEMBRE DE 1986.  
 REEXPRESADO EN (MILES DE PESOS)  
 MONEDA NACIONAL

A C T I V OCIRCULANTE

Caja y bancos	\$	1 053	
Cuentas por cobrar		6 348	
Inventarios		5 756	
Otros Activos		<u>493</u>	13 650

F I J O

Maquinaria y equipo		17 028	
Mobiliario y Equipo de ofna.		940	
Equipo de transporte		11 515	
Moldes y matrices		7 911	
Sala de exhibición		4 135	
Equipo de cómputo		1 431	
Herramientas		<u>594</u>	43 554

CARGOS DIFERIDOS1 255P A S I V OCIRCULANTE

Cuentas por pagar	\$	6 620
-------------------	----	-------

C A P I T A L

Capital social		35 000
Reserva legal		770
Utilidades de ejercicios anteriores.		7 745
Superávit por actualización		<u>8 324</u>
		<u>51 839</u>

SUMA EL ACTIVO :

\$ 58 459

=====

SUMA EL PASIVO :

\$ 58 459

=====

ESTADOS DE SITUACION FINANCIERA PRO-FORMA REEXPRESADO POR AÑO EN:  
(MILES DE PESOS)  
MONEDA NACIONAL

147

	1 9 8 7	1 9 8 8	1 9 8 9	1 9 9 0	1 9 9 1
<b>A C T I V O</b>					
<b>CIRCULANTE:</b>					
Caja y Bancos	\$ 534 182	1 037 295	1 856 139	3 237 935	5 494 869
Cuentas por Cobrar	41 558	81 038	145 868	255 269	433 957
Inventarios	5 756	11 224	20 203	35 355	60 103
Otros Activos	493	961	1 729	3 026	5 144
	<u>581 989</u>	<u>1 130 518</u>	<u>2 023 939</u>	<u>3 531 585</u>	<u>5 994 073</u>
<b>FIJO:</b>					
Maquinaria y Equipo	76 443	83 323	89 156	94 505	99 230
Mobiliario y Equipo de Ofna.	2 247	2 449	2 620	2 777	2 916
Equipo de Transporte	27 521	29 998	32 098	34 024	35 725
Moldes y Matrices	18 907	20 609	22 052	23 375	24 544
Sala de Exhibición	9 883	10 772	11 526	12 218	12 829
Equipo de Cómputo	3 421	3 729	3 990	4 229	4 440
Herramientas	1 420	1 548	1 656	1 755	1 843
Depreciación		(4 556)	(4 875)	(5 167)	(5 425)
	<u>139 842</u>	<u>147 872</u>	<u>158 223</u>	<u>167 716</u>	<u>176 102</u>
<b>CARGOS DIFERIDOS:</b>					
Gastos de Instalación	14 300	15 587	16 678	17 679	18 563
Amortización		(545)	(583)	(618)	(649)
Otros Gastos	1 255	1 255	1 255	1 255	1 255
	<u>15 555</u>	<u>16 297</u>	<u>17 350</u>	<u>18 316</u>	<u>19 169</u>
<b>SUMA EL ACTIVO:</b>	<u>737 386</u>	<u>1 294 687</u>	<u>2 199 512</u>	<u>3 717 617</u>	<u>6 189 344</u>
<b>P A S I V O</b>					
<b>CIRCULANTE:</b>					
Cuentas por Pagar	76 995	150 140	270 252	472 941	803 999
I.S.R. por Pagar	206 198	405 587	730 777	1 278 860	2 174 062
P.I.U. por Pagar	44 571	96 663	173 695	304 491	517 635
	<u>327 764</u>	<u>652 790</u>	<u>1 174 724</u>	<u>2 056 292</u>	<u>3 495 696</u>
<b>CAPITAL:</b>					
Capital Social	109 450	119 300	127 651	135 310	142 075
Superávit por Actualización	44 259	56 063	59 776	63 131	65 449
Reserva Legal y Otras	75 759	30 882	28 687	23 580	30 257
Utilidad del Ejercicio	213 155	435 652	808 174	1 439 304	2 455 817
	<u>442 622</u>	<u>641 897</u>	<u>1 024 388</u>	<u>1 661 325</u>	<u>2 693 628</u>
<b>SUMA PASIVO Y CAPITAL:</b>	<u>737 386</u>	<u>1 294 687</u>	<u>2 199 512</u>	<u>3 717 617</u>	<u>6 189 344</u>

**PUNTOS DE OBSERVACION PARA REEXPRESAR LOS ESTADOS FINANCIEROS:**

A) La existencia de inventarios a 1987 representan la última semana del año, y se venderá inmediatamente.

B) Los inventarios se encuentran actualizados de acuerdo a -- los índices de inflación estimados, ya que fueron base para elaborar los Estados Financieros Pro-forma.

C) Las partidas monetarias son de recuperación inmediata año con año y el excedente dando pauta a posibles inversiones dentro -- del ramo.

D) Las utilidades se repartirán a su realización.

E) De acuerdo a los puntos de observación, en los Estados Financieros Pro-forma se actualizará la siguiente información:

- 1.- Activo Fijo
- 2.- Depreciaciones
- 3.- Capital Social
- 4.- Reserva Legal

F) Existencia de la Compañía 3 años (1984-1985-1986)



## 6.4 PUNTO DE QUILIBRIO.

Para poder estudiar entre los costos fijos, costos variables, y utilidades se debe tener el análisis del punto de equilibrio, que es un enfoque del planteamiento de las utilidades basado en relaciones establecidas entre costos e ingresos.

El punto de equilibrio se puede realizar tanto gráfica como analíticamente. En la gráfica el volumen figura en el Eje X y los costos egresos se miden en el Eje Y.

La pendiente de la línea del ingreso total debe ser más inclinada que la línea del costo total.

En base a esto, se presentan los dos métodos a continuación:

Punto de Equilibrio.- Los costos para la producción de 8,800 tinas al año son:

COSTOS FIJOS

Mano de Obra Directa	24'000,000
Costos Indirectos de Producción	68'420,800
Gastos Generales Administración y Ventas	385'530,840
	<u>477'951,540</u>

COSTOS VARIABLES

Mano de Obra Directa	97'200,000
Materias Primas	769'947,200
Costos Directos de Producción	153'991,200
	<u>1,021'138,400</u>

O SEA: P. PRECIO DE VENTA POR UNIDAD  
 Q. CANTIDAD PRODUCIDA Y VENDIDA  
 F. GASTOS FIJOS  
 V. COSTOS VARIABLES POR UNIDAD

$$(P)(Q) = F + V(Q)$$

$$(P)(Q) - (V)(Q) = F$$

$$Q (P-V) = F$$

$$Q = \frac{F}{P-V} \text{ PUNTO DE EQUILIBRIO}$$

$$Q = \frac{477'951,640}{221,000 - 116,038.46} = 4,554$$

$$\text{INGRESO REQUERIDO} = (P) (Q) = (221,000) (4,554) = 1'006,434,000.00$$

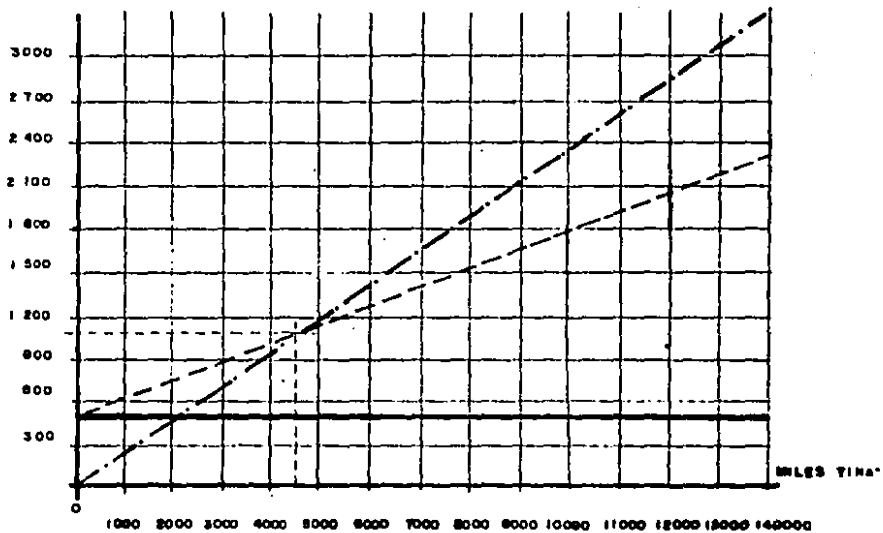
**METODO GRAFICO** (Gráfica 6.1)

$$\text{INGRESOS} = (Q) (P) = (8,800) (221,000) = 1'944,800,000$$

$$\text{COSTO FIJO} = F = \$ 477'951,640$$

$$\text{COSTO TOTAL} = CF + CVQ = 477,951,640 + 1'021,138,400 = 1'499,090,040.00$$

GRAFICA 6.1 PUNTO DE EQUILIBRIO.

MILLONES .  
PE SCS

— COSTOS FIJOS  
 - - - INGRESOS  
 - - - COSTOS VARIABLES

## C O N C L U S I O N E S

Se ha podido constatar a lo largo del proyecto que sí existen formas para lograr la optimización de la producción.

De hecho, al resolverse todos los problemas y cuellos de botella en la planta productiva los objetivos se alcanzan, logrando producir 8,800 tinas al año, de 2,200 que se producían anteriormente, - ya que se establece un ciclo constante de producción obteniendo una tina cada 13.5 minutos.

Al desarrollarse este nuevo sistema de producción automáticamente aumentamos la calidad de los productos y bajamos el número de rechazos y defectos de producción.

Con estos planteamientos logramos alcanzar una mayor productividad con mucho más orden, limpieza y seguridad en toda la planta.

Las soluciones propuestas son factibles de aplicar en un corto plazo, punto muy importante para que la empresa no pierda más participación en el mercado.

Por otro lado, la rentabilidad del proyecto es muy atractiva para los accionistas por su pronta recuperación de la inversión y a futuro por los márgenes de utilidades por acción.

El mercado es competido, pero este proyecto está hecho para poner a disposición del consumidor un producto a precio competitivo de alta calidad y proporcionando muy buen servicio.

Por lo tanto, la optimización de la producción en una fábrica para tinas de baño de plástico reforzado no sólo es factible, sino - es una tarea imperiosa que se debe generalizar a todas las actividades

productivas industriales que se desarrollan a nivel nacional. Sólo - de esta forma podremos salir del peligroso período crítico en el cual la nación, desde hace algunos años se ha visto inmersa.

ANEXO I"FUNDAMENTOS PARA LOGRAR LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION"

Para lograr la Optimización de la Producción en esta planta, se sugieren las siguientes propuestas:

1. Se propone aumentar el área productiva de 850 M2 a 2000 M2, con el objeto de contar con las áreas productivas necesarias para lograr hacer un ciclo constante de producción.

2. Con la nueva distribución de la planta, se logra hacer el ciclo constante de producción, asimismo, permite que los materiales fluyan por toda la planta con una mayor eficiencia minimizando así los problemas por flujo de materiales.

3. La temperatura de los hornos se sube de 70°C a 120°C con el fin de reducir en 4 minutos el tiempo de horneado.

4. Anteriormente se utilizaba fondo transparente, el cual se pigmentaba al color deseado pero, esta mezcla no tiene las mismas propiedades que el Gel Coat o plastiesmalta, ya que éste tiene mucho más dureza y más resistencia química por lo que obtenemos una mejor calidad en el producto final.

5. En la nueva distribución se cuenta con 2 hornos, 2 casetas de aplicación de fibra, 1 caseta de aplicación de plastiesmalta y áreas de reposo y preparación de moldes. Entre todas estas áreas, se colocan unos rieles formando un circuito cerrado para la transportación de los moldes y así lograr eficiencia en la circulación de los productos.

6. Se comprarán 4 bombas para la aplicación de plastiesmalta que aunado a las 2 que se tienen se contará con 6 bombas para poder manejar hasta 6 colores diarios.

7. En el nuevo proceso de fabricación, se propone usar un nuevo desmoldante en lugar de la película separadora, ya que este desmoldante sirve para producir 3 piezas con una sola aplicación es decir:

	<u>ANTERIOR</u>	<u>NUEVO</u>
Encerado	3 minutos	3 minutos
Brillado	25 minutos	25 minutos
Aplicación Película		
Separadora	<u>3.68 minutos</u>	<u>28 minutos</u> ÷ 3 = 9.4 min. por tina
	31.6 minutos	

Además se ahorran 5 minutos más ya que, como no se utiliza la película separadora, las piezas no se tienen que lavar.

Por lo que el ahorro en tiempo es de:

36.6 - 9.4 = 27.2 minutos por tina.

8. Las cajas de los moldes eran rectas y ocasionaban muchos problemas a la hora de aplicar el plastiesmalte, por lo que se propone que las cajas sean curvas para evitar estos problemas. También, se colocará un marco metálico al rededor de toda la caja del molde ya que éste le da una mayor vida al molde y facilita el desmoldeo de la pieza.

9. Con la nueva máquina cortadora, se reduce el tiempo de corte de 17.5 minutos a 4 minutos por tina. Asimismo, al contar con la caseta de corte con su extractor de polvos se logra tener una fábrica más limpia y menos contaminada. Además, se logra una mejor calidad de corte al quedar las cajas totalmente derechas.

10. La resina se mezcla con una carga especial en relación de - 15 % carga y 85 % resina con el objeto de reducir el costo unitario - por Kg. de resina, además de que esta carga hace que las tintas sean retardantes a la flama y por lo tanto adquiere la propiedad de autoextinguibles.

#### PESOS

Costo Resina	1 Kg	1,750.00
Costo Carga	1 Kg	100.00

Costo Mezcla (1,750) (.85) + (100) (.15) = 1,487.5 + 15 = 1,502.5

Costo de 1 Kg de Mezcla = \$ 1,502.50

11. Para controlar la cantidad de kilos de mezcla de resina-fibra de vidrio que debe llevar cada aplicación (1a. y 2a. capa), se colocará una báscula en cada pistola de aspersión de fibra de vidrio que controlará el peso del rollo de fibra de vidrio.

12. Se utilizará una base giratoria para la caseta de aplicación del plastiesmalte para que la aplicación sea siempre perpendicular y así reducir el desperdicio del mismo.

Se requiere de un mayor control en las siguientes áreas productivas:

- 12.1 Almacén de Materias Primas: Se ejercerá un estricto control de calidad en todas las materias primas, ya que de estas depende la calidad del producto final.
- 12.2 Departamento de Fabricación: Se cuidará que todos los moldes de producción estén en perfecto estado y cuando sea necesario se repararán. La maquinaria debe funcionar en perfectas condiciones y en las especificaciones previamente definidas. En general, se evitarán los errores de producción para lograr que el producto final tenga una excelente calidad.
- 12.3 Departamento de Pulido: Al salir todas las piezas en buen estado del departamento de fabricación, el pulido se facilita y se ahorra tiempo ya que solamente es un pulido rápido para sacar mayor brillo a la pieza.

13. Se introduce el concepto de mantenimiento preventivo con el fin de evitar que las máquinas se descompongan cuando éstas se necesitan y así no se perderá tiempo en la fabricación de las tinas.

14. Con el nuevo Organigrama, se logrará obtener una mejor organización y control de todas las áreas productivas, además de que es específica y se delimitan las responsabilidades de cada departamento con el objeto de lograr la armonía entre todos ellos.

15. Se establece el programa de producción semanal para saber los requerimientos de materiales con el objeto de que nunca falten y lograr así que la producción sea continua.

16. Con esta optimización, se pasa de producir 2,220 tinas a 8,800 tinas al año en un turno de 45 horas a la semana. El tiempo de producción de una tina se reduce de 481.43 minutos a 235.44 minutos, logrando terminar una tina cada 13.5 minutos.

Todo esto está planeado para la demanda actual, ya que si ésta aumenta se programará un segundo turno en el cual se trabajarán 37.5 horas a la semana obteniendo así una capacidad de producción de 30 tinas diarias ó 6,600 tinas al año más.



INDICE DE TABLAS, ECUACIONES, FIGURAS  
DIAGRAMAS Y GRAFICAS

			<u>PAG.</u>
Tabla	2.1	Comparativas y Ventajas de Tinas _____	4
Tabla	2.2	Acidos y Anhídridos Dibásicos no Saturados _	12
Tabla	2.3	Acidos y Anhídridos Dibásicos Saturados ____	13
Tabla	2.4	Alcoholes Polihídricos _____	13
Tabla	2.5	Monómeros _____	14
Tabla	2.6	Reactividad de los Monómeros _____	14
Tabla	2.7	Aceleradores y Catalizadores _____	20
Ecuación	1	Volumen de la Carga _____	23
Ecuación	2	Gravedad Especifica _____	23
Tabla	2.8	Características de Carga _____	23
Figura	3.1	Moldeo Manual o por Contacto _____	28
Figura	3.2	Moldeo por Contacto con Bolsa de Presión ____	29
Figura	3.3	Moldeo por Contacto con Bolsa de Vacío ____	30
Figura	3.4	Moldeo por Contacto Usando un Autoclave ____	32
Figura	3.5	Aspersión Fibra-Resina _____	33
Figura	3.6	Embobinado de Filamentos (Fibra Dirigida) _	36
Figura	3.7	Embobinado Continuo _____	36
Figura	3.8	Moldeo Centrrfugo _____	38
Figura	3.9	Rotomoldeo _____	40
Figura	3.10	Prensado en Caliente _____	42
Figura	3.11	Dispositivo para Preforma (Fibra Dirigida) _	43
Figura	3.12	Dispositivo para Preforma (Cámara Plena) ____	45
Figura	3.13	Estampado _____	46
Figura	3.14	Preparación de Laminado para Moldeo SMC ____	47
Figura	3.15	Inyección Resina _____	48
Figura	3.16	Inyección Resina con Bolsa _____	49
Figura	3.17	Prensado con Corazón de Espuma _____	51
Figura	3.18	Inyección de Termoplástico _____	52
Figura	3.19	Inyección de Termofijos _____	54
Figura	3.20	Extrusión de Tiraje _____	55
Figura	3.21	Laminación Continua _____	57

			<u>PAG.</u>
Figura	3.22	Termoformado Moldeado a Vacío _____	58
Figura	4.1	Distribución de Planta _____	61
Diagrama	4.1	Análisis por Departamentos _____	64
Diagrama	4.2	Flujo de Proceso _____	71
Diagrama	4.3	Flujo de Situación Actual _____	75
Diagrama	5.1	Ampliación Propuesta _____	80
Diagrama	5.2	Ampliación de la Fábrica _____	84
Diagrama	5.3	Organigrama de Producción Propuesto _____	89
Diagrama	5.4	Flujo de Proceso Propuesto _____	92
Diagrama	5.5	Flujo de la Planta Propuesta _____	97
Diagrama	5.6	Organigrama Estructural _____	111
Figura	5.1	Formato de la Nota de Entrada _____	119
Figura	5.2	Formato de la Nota de Salida _____	120
Diagrama	6.1	Análisis del Costo de Operación _____	134
		Estado de Situación Financiera al 31 de ----- Diciembre de 1986 _____	146
		Estados de Situación Financiera Proforma Reex- presados por año, 1987 a 1991 _____	147
		Puntos de Observación para Reexpresar los Es- tados Financieros _____	148
Gráfica	6.1	Punto de Equilibrio _____	151

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Grant, Ireson W. y Eugene L. Grant. Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Cfa. Editorial Continental. México 1982.
- 2.- Manual de Plásticos Reforzados. Olesky, S. Patronato J. de la - Cierva. Madrid, España.
- 3.- Macazaga Ramirez de A. Raúl. Guía de la Industria, Equipos, Ma-  
teriales y Servicios. Editorial Cosmos. México 1982.
- 4.- Munch Galindo, Lourdes y José García Martínez. Fundamentos de -  
Administración. Editorial Trillas. México 1983.
- 5.- Parrilla Corzas, Felipe. Resinas, Poliéster, Plásticos Reforza-  
dos. Editorial La Ilustración. México 1973.
- 6.- Ferrs García, Fernando. Sistema Propuesto para la Evaluación de  
los Costos de Calidad de la Fabricación de Plásticos Reforzados  
en Fibra de Vidrio.  
Tesis Profesional. I.P.N. México 1979.
- 7.- Sistemas de Encuestas Industriales. Encuesta Mensual de la In-  
dustria Manufacturera. 105 Clases de Actividad Económica. Direc-  
ción General de Estadística. Enero-Julio 1982, México.
- 8.- Vitro Fibras, S.A. Apéndice.
- 9.- Vitro Fibras, S.A. Como Fabricar un Pieza Sencilla con Fibra de  
Vidrio. México.
- 10.- Vitro Fibras, S.A. Moldeo de Plásticos Reforzados con Fibra de -  
Vidrio. Normas de Seguridad. México.

- 11.- Vitro Fibras, S.A. Control Práctico de Materias Primas y Partes Terminadas de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio. México.
- 12.- Schoerer Sauberli, Ulrich y Otros. Ingeniería de Manufactura. - Editorial CECSA. México 1984.
- 13.- Maynard H.B., Industrial Engineering Hand Book, MC Graw-Hill -- Book Company, U.S.A. 1971.
- 14.- Arjona Ciria, Antonio. Planificación y Control de Producción. - Ediciones Deusto. España 1973.
- 15.- Muther Richard, Systematic Layout Planning, CBI Publishing Company, Inc. U.S.A. 1973.
- 16.- Niebel W., Benjamín. Ingeniería Industrial, Estudio de Tiempos y Movimientos, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. -- México, 1976.