



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

**FABRICACION DE UNA CARROCERIA DE POLIESTER  
REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO.**

178

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

E F R A I N L O P E Z C A S T R O

- 1 9 7 4 -



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

Hit

~~100~~  
NO  
FECHA 1974  
PROC TESIS

169



*JURADO ASIGNADO.*

<i>PRESIDENTE</i>	<i>QUIM. JULIO TERAN ZAVALAETA</i>
<i>VOCAL</i>	<i>DR. HECTOR SOBOL ZASLAV</i>
<i>SECRETARIO</i>	<i>DR. HELIO FLORES RAMIREZ</i>
<i>1er. SUPLENTE</i>	<i>I.Q. FERNANDO ITURBE HERMANN</i>
<i>2do. SUPLENTE</i>	<i>QUIM. MARGARITA GONZALEZ TERAN</i>

*SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:*

*PLASTICOS Y DISEÑO.*

*BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE QUIMICA. U.N.A.M.*

*SUSTENTANTE: EFRAIN LOPEZ CASTRO*

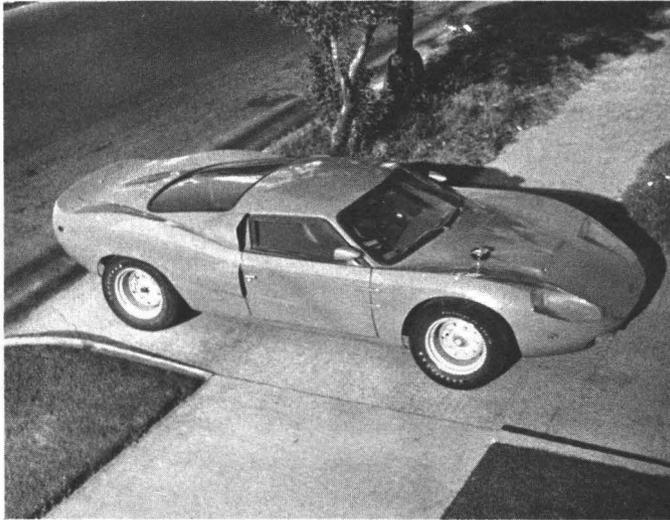
*ASESOR DEL TEMA: QUIM. JULIO TERAN ZAVALAETA*

*A MIS PADRES*

*CON PROFUNDO CARIÑO.*

CON AGRADECIMIENTO AL

MAESTRO JULIO TERAN Z.



## CAPITULO I

<i>Introducción.</i>	<i>Pág.</i> 1
<i>Fibra de Vidrio como Material de Refuerzo.</i>	2
<i>Proceso en la Fabricación de Fibra de Vidrio.</i>	2
<i>Diagrama en la Fabricación de Fibra de Vidrio.</i>	3
<i>Formas empleadas en la Industria del Plástico Reforzado.</i>	4

## CAPITULO II

<i>Resinas Poliéster.</i>	6
<i>Resinas de Poliéster No Saturadas.</i>	7
<i>Reacción de Policondensación.</i>	8
<i>Mecanismo de Copolimerización de una Resina Poliéster Lineal No Saturada con Monómero de Estireno.</i>	9
<i>Polimerización del Ftalato de Dialilo.</i>	10
<i>Fabricación de Resinas Poliéster.</i>	12
<i>Diagrama en la Fabricación de Resinas Po-</i>	

<i>liéster.</i>	<i>Pág. 14.</i>
<i>Cargas.</i>	<i>15</i>
<i>Volumen Proporcionado por la Carga.</i>	<i>16</i>
<i>Acidos Dibásicos Saturados y No Saturados.</i>	<i>17</i>
<i>Alcoholes Polihídricos y Monómeros Reactivos.</i>	<i>18</i>
<i>Fórmulas Desarrolladas.</i>	<i>19</i>
<i>Características del Tiempo de Gelado y Curado de una Resina Poliéster Catalizada -- con Peróxido de Benzoilo.</i>	<i>24</i>
<i>Catalizadores y Aceleradores.</i>	<i>25</i>
<i>Fórmulas Desarrolladas.</i>	<i>28</i>
 <i>CAPITULO III</i>	
<i>Selección del Método por Utilizar en la <u>Ma</u>nufactura de Plásticos Reforzados.</i>	<i>31</i>
<i>Fabricación de Moldes.</i>	<i>32</i>
<i>Técnica para el Moldeado Manual a Temperatura Ambiente.</i>	<i>34</i>
<i>Corte Transversal de un Molde con Laminado</i>	

<i>de Poliéster - Fibra de Vidrio.</i>	<i>Pág. 36</i>
<i>Espesor Laminados Resina Poliéster - Fibra de Vidrio.</i>	<i>39</i>
<i>Propiedades Físicas.</i>	<i>40</i>
<i>Normas de Seguridad en el Manejo de Resinas Poliéster.</i>	<i>41</i>
 <b>CAPITULO IV</b>	
<i>Ensamble del Automóvil.</i>	<i>42</i>
<i>Refuerzos Estructurales en el Chasis.</i>	<i>43</i>
<i>Sección Transversal del Ensamble Chasis -- Carrocería de Poliéster.</i>	<i>44</i>
<i>Diagrama del Sistema Eléctrico en el Automóvil.</i>	<i>46</i>
 <b>CAPITULO V</b>	
<i>Estudio Económico.</i>	<i>49</i>
<i>Cálculo del Costo de Producción.</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación.</i>	<i>52</i>
<i>Gasto Administrativos y de Ventas.</i>	<i>53</i>
<i>Ecuación.</i>	<i>54.</i>

<i>Ingreso de Ventas Netas Anual.</i>	<i>Pág. 55</i>
<i>Gráfica Utilidad de Operación y Punto de - Equilibrio.</i>	<i>56</i>
<i>Costo Unitario de Producción.</i>	<i>57</i>
<i>Gráfica.</i>	<i>58</i>
<i>Cálculo del Estado de Pérdidas y Ganancias.</i>	<i>59</i>
<i>Rentabilidad y Conclusiones.</i>	<i>60</i>
<i>Bibliografía.</i>	<i>61</i>

## INTRODUCCION.

*Una gran variedad de artículos fabricados tradicionalmente con otros materiales, han sido substituídos con grandes ventajas por los plásticos reforzados, dentro del terreno industrial.*

*Las grandes ventajas que ofrece la resina poliéster reforzada con fibra de vidrio como son: el fácil manejo de sus componentes, la magnífica estabilidad dimensional en el producto final, las excelentes propiedades físicas y su facilidad de acabado, encausó a la fabricación de una carrocería para automóvil de fibra de vidrio, por moldeo a temperatura ambiente.*

*El objeto de este trabajo es el estudio técnico-económico de nuestro producto final, con el fin de ubicarlo dentro del campo de la industria automotriz en México.*

## MATERIAL DE REFUERZO. ( 1 )

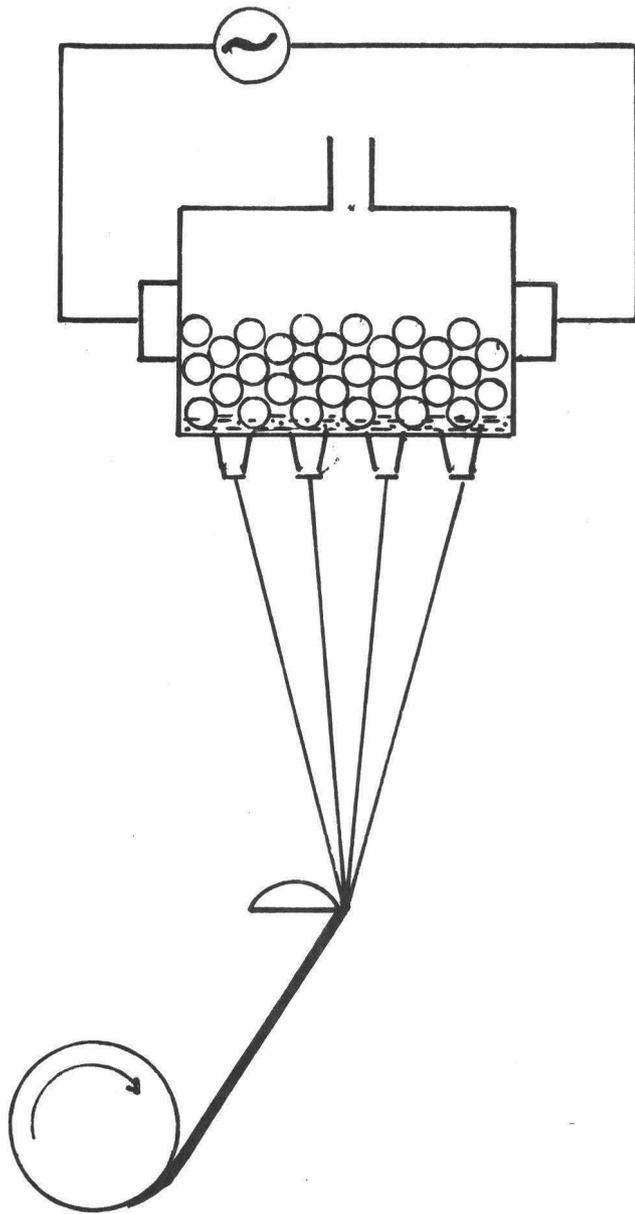
La alta resistencia a la tensión, la propiedad de ser completamente incombustible y la excelente resistencia al intemperismo, son algunas de -- las principales características que han motivado para la utilización de la fibra de vidrio como mate--- rial de refuerzo en la manufactura de nuestro produc to final.

## PROCESO DE FABRICACION DE LA FIBRA DE VIDRIO. ( 1 )

A partir de un vidrio de borosilicato en forma de canicas, se funde en un crisol de platino -- calentado eléctricamente y cuyo fondo está perforado.

Por acción de la gravedad, fluirán a tra vés de los orificios de la base del crisol, monofila mentos, los cuales tratados con un aglutinante se -- unirán longitudinalmente formando hebras de fibra de vidrio que finalmente son enrolladas en cilindros gi ratorios y a partir de las cuales se fabrican las di

DIAGRAMA DE LA FABRICACION DE FIBRA DE VIDRIO. ( 1 )



ferentes formas empleadas en la industria del plásti-  
co reforzado:

Mecha,  
Colchoneta,  
Velo,  
Petatillo,  
Corte.

En la manufactura de nuestro producto, -  
hemos hecho sólo uso de tres:

#### COLCHONETA. ( 2 )

Las hebras de fibra de vidrio cuya fabri-  
cación hemos descrito anteriormente, son llevadas a  
uno o varios cortadores, colocados en la parte supe-  
rior de una cabina.

Dichos cortadores seccionan las hebras -  
de fibra de vidrio, en tramos de aproximadamente 5 -  
cm., los cuales caen sobre de una banda sin fin, don-  
de se les aplica un aglutinante. Posteriormente el -.

material en movimiento es sujeto a la presión de rodillos de hule, que permiten dar el espesor y uniformidad requeridos en la colchoneta como material de refuerzo.

Como característica propia del material es la de repartir las cargas y esfuerzos mecánicos en todas direcciones.

#### VELO. ( 2 )

Formado por secciones de fibra de vidrio procesados en forma similar a la de la colchoneta, pero con la diferencia de tener un menor peso por unidad de área.

#### PETATILLO. ( 2 )

Es el tejido en forma entrecruzada y en ángulos de  $90^{\circ}$  con respecto a sus ejes longitudinales de otra de las formas de fibra de vidrio conocida como "roving" o mecha, que nó es otra cosa sino -

la unión longitudinal de varias hebras de fibra de vidrio.

Este material tiene la característica de repartir las cargas en forma uniforme y en sentidos transversales.

### RESINAS POLIESTER. ( 3 )

Se obtienen al hacer reaccionar ácidos dibásicos y alcoholes polifuncionales, que en solución con algún monómero reactivo, son capaces de copolimerizar en forma reticulada, hasta la obtención de un plástico termofijo.

Las resinas comerciales de poliéster no saturadas, están constituídas por disoluciones de poliésteres lineales no saturados en estireno.

Antes de la polimerización, el estireno sirve de disolvente del poliéster lineal, y el endurecimiento o reticulación se efectúa por la adición de catalizadores como iniciadores de la reacción.

## RESINAS DE POLIESTER NO SATURADAS. ( 4 )

Estas resinas se obtienen por copolimerización de estireno, con un poliéster lineal no saturado. El poliéster lineal insaturado se obtiene previamente por condensación de un diol, con un ácido dicarboxílico no saturado, generalmente maléico o fumárico, en presencia de un ácido dicarboxílico saturado, como ácido Ftálico o Adípico.

La reacción de condensación del poliéster lineal, se lleva a cabo, con cantidades aproximadamente, equivalentes de diol y diácido, por ejemplo, haciendo reaccionar cantidades molares iguales de ácido Ftálico y ácido Maléico con doble cantidad de Etilenglicol.

Copolimerizando el poliéster lineal no saturado, como estireno, tiene lugar el endurecimiento de la resina por formación de un reticulado tridimensional por inserción de cadenas de poliestireno en las partes no saturadas de la cadena en el poliéster lineal.





( 5 )            El Alcohol Alílico es una materia prima relativamente nueva para los plásticos, y que se ha hecho asequible comercialmente. Nó se emplea como -- tal en la industria de los plásticos, sino en forma de sus ésteres con ácidos Carboxílicos Dibásicos.

Algunos ésteres de este alcohol se polimerizan con facilidad para formar resinas de poliéster. Por ejemplo, los ésteres del Alcohol Alílico -- con Acido Maléico, forman resinas entrelazadas por -- polimerización, usualmente bajo la influencia de catalizadores tales como el Peróxido de Benzoilo. Simi- larmente los ésteres de Alcohol Alílico, con ácidos dibásicos saturados, tales como el Acido Ftálico, se polimerizan para producir resinas claras, incoloras que nó son atacadas por la mayor parte de los disolventes orgánicos.

A continuación se representa esquemáti- camente la polimerización del Ftalato de Dialilo.



## FABRICACION DE LAS RESINAS POLIESTER.

Es necesario en su manufactura, tomar en cuenta una gran cantidad de factores, de acuerdo con los productos y características que se deseen obtener.

Los principales factores en consideración son:

Tipo y cantidad de ácidos dibásicos,

Tipo y cantidad de alcoholes polifuncionales,

Tipo y cantidad de monómero reactivo,

Sistema de inhibición que mantendrá estable el producto en almacenamiento.

Una vez decididas las cantidades y materias primas por emplear, los componentes:

Acido dibásico saturado,

Acido dibásico No saturado,

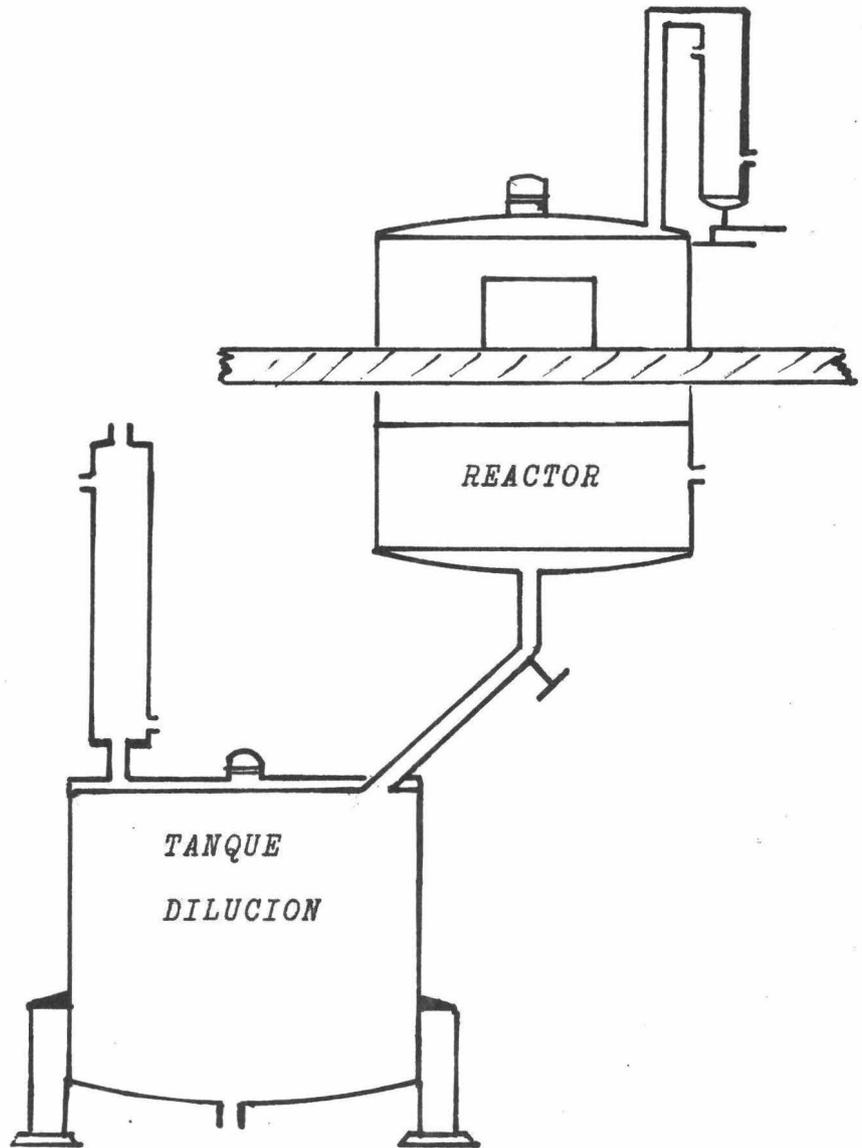
Alcohol polifuncional,

se cargan en un reactor conectado a un tanque de dilución o ajuste, donde previamente se ha cargado el monómero por emplearse, así como el sistema de inhibición.

Las materias primas ya en el reactor se calientan a temperaturas que varían de  $160^{\circ}$  C. a  $230^{\circ}$  C. durante varias horas, hasta obtener las características deseadas de viscosidad y número ácido. Al alcanzar este punto, la mezcla de materiales reaccionados, se descarga en el tanque de dilución o ajuste, de tal forma que la temperatura de la mezcla, sea lo suficientemente baja, para evitar una polimerización de la mezcla, fuera de lugar. Quedando así formada una resina poliéster en solución; lista para su almacenamiento.

No olvidando las características propias que ofrecen los distintos componentes, que intervienen en la fabricación de las resinas poliéster, es importante recordar, del uso por adición en una u o-

DIAGRAMA EN LA FABRICACION DE RESINAS POLIESTER.



*Handwritten signature or initials*

tra forma, de compuestos que imparten característi--  
cas específicas vitales, sin detrimento de las pro--  
piedades normales.

### CARGAS. ( 1 )

Son materiales que mezclados con la resina, pero sin reaccionar con élla, ayudan a mejorar - sus características, ya sea, por ejemplo, reduciendo la tendencia a quebramientos y adicionándole propiedades específicas requeridas.

De acuerdo con las necesidades de los -- productos o artículos fabricados, con resina poliéster, la carga ideal, deberá tener las siguientes características:

Bajo costo,

No reaccionar con ninguno de los compo--  
nentes del sistema,

No influir en el tiempo de gelado y curado y mejorar las propiedades del producto.

<b>CARGAS.</b>	
	<i>Gravedad Específica</i>
<i>Silicato de Magnesio Anhidro</i>	2.8
<i>Silicato de Aluminio Hidratado</i>	2.5
<i>Carbonato de Calcio</i>	2.7
<i>Parafina Clorada</i>	1.5
<i>Trióxido de Antimonio</i>	5.7
<i>Microesferas de Vidrio</i>	2.5

**VOLUMEN PROPORCIONADO POR LA CARGA.**

$$\% V_C = \frac{\% C \times Gr.Sp.}{(\% R \times Gr.Sp.) + (\% C \times Gr.Sp.)} \times 100$$

$\% C$  =  $\%$  en peso de la carga

$Gr.Sp.$  = Gravedad Específica de la Resina

$\% R$  =  $\%$  en peso de la resina

$Gr.'Sp.$  = Gravedad Específica de la Carga

*ACIDOS DIBASICOS NO SATURADOS.* ( 1, 2, 3, 4 )

*Peso Molecular Temp. Fusión ° C.*

<i>Anhidrido Maleico</i>	<i>98.06</i>	<i>60</i>
<i>Acido Maleico</i>	<i>116.06</i>	<i>130</i>
<i>Acido Fumárico</i>	<i>130.10</i>	<i>302</i>

*ACIDOS DIBASICOS SATURADOS.*

*Peso Molecular Temp. Fusión ° C.*

<i>Anhidrido Ftálico</i>	<i>148.11</i>	<i>131</i>
<i>Acido Ortoftálico</i>	<i>166.13</i>	<i>231</i>
<i>Acido Isoftálico</i>	<i>166.13</i>	<i>350</i>
<i>Acido Tereftálico</i>	<i>166.13</i>	<i>300</i>
<i>Acido Adípico</i>	<i>146.14</i>	<i>151</i>
<i>Acido Sebácico</i>	<i>202.25</i>	<i>133</i>

**ALCOMOLES POLIHIDRICOS. ( 1, 2, 3, 4 )**

*Peso Molecular Temp. Ebull.*  
*0°C-760 mm Hg.*

<i>Glicol Etilénico</i>	62	193
<i>Glicol Dietilénico</i>	106	240
<i>Glicol Trietilénico</i>	150	278
<i>Glicol Propilénico</i>	76	185
<i>Glicol Dipropilénico</i>	134	229

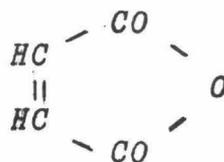
**MONOMEROS.**

*Peso Molecular Temp. Ebull.*  
*°C*

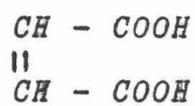
<i>Vinil Benceno</i>	104.14	146
<i>Metil Metacrilato</i>	100	100
<i>Vinil Tolueno</i>	118	170
<i>Orto Cloro Estireno</i>	170	300
<i>Ftalato de Dialilo</i>	246	161
<i>Cianurato de Trialilo</i>	249	27

Anhidrido Maleico

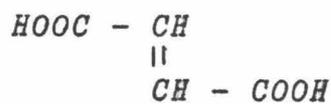
( 6, 7)



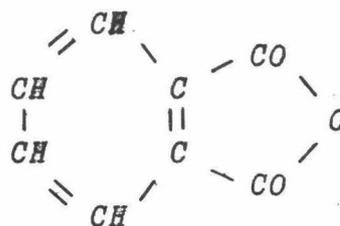
Acido Maleico



Acido Fumárico

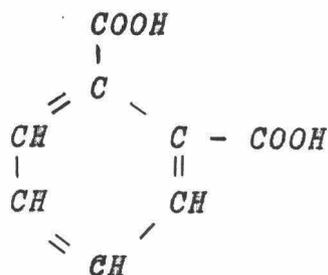


Anhidrido Ftálico

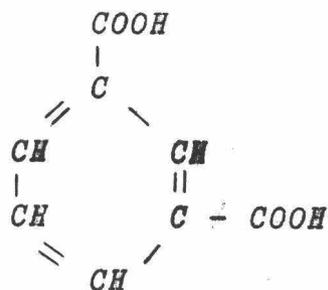


( 6, 7 )

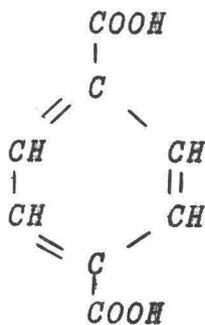
Acido Ortoftálico



Acido Isoftálico

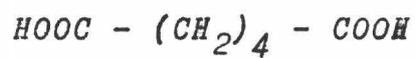


Acido Tereftálico

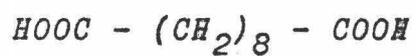


( 6, 7 )

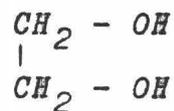
Acido Adípico



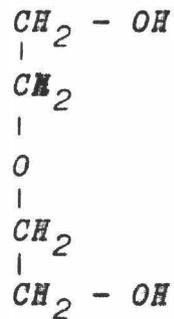
Acido Sebácico



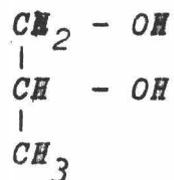
Etilen Glicol



Dietilen Glicol



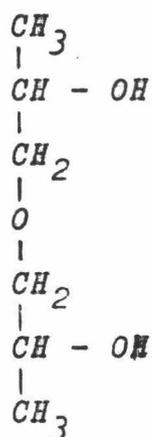
Propilen Glicol



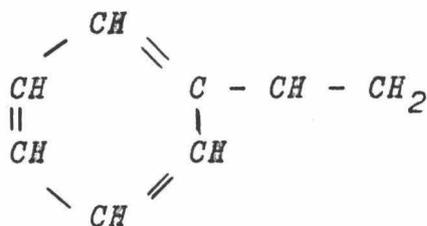
NO

*Dipropilen Glicol*

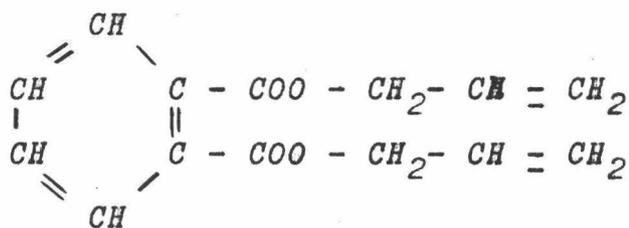
( 6, 7 )



*Vinil Benceno*



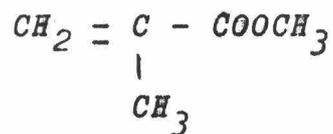
*Ftalato de Dialilo*



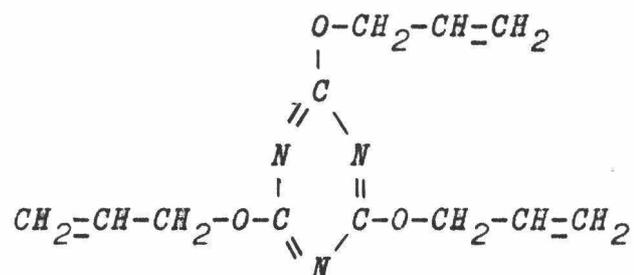
*NO*

Metil Metacrilato

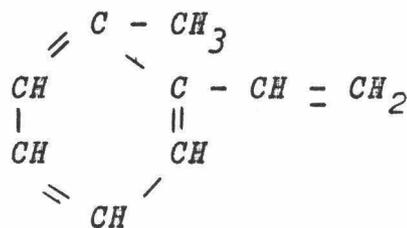
( 6, 7 )



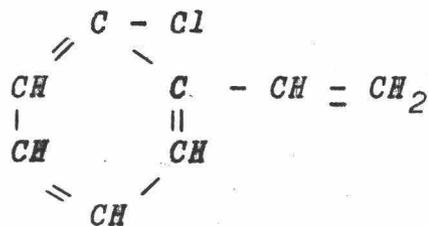
Cianurato de Trialilo



Vinil Tolueno



Orto Cloro Estireno



*Características de una resina poliéster de uso general, acelerada por Dimetil Anilina y usando como catalizador el Peróxido de Benzoilo:*

<i>ACELERADOR</i>	<i>CATALIZADOR</i>	<i>Tiempo GEL</i>	<i>Tiempo CURADO</i>	<i>TEMPERATURA EXOTERMICA</i>
				<i>°C</i>
0.2%	1 %	59'10"	75'	126
0.4%	1 %	19'36"	33'47"	126
0.8%	1 %	8'	20'	126
1.0%	1 %	7'20"	19'38"	113
0.2%	1.6%	28'20"	42'20"	123
0.4%	1.6%	14'10"	23'40"	129
0.8%	1.6%	4'40"	14'	138
1.0%	1.6%	4'15"	8'58"	138

*(Se utilizaron 100 gr. de muestra en la reacción de Copolimerización a temperatura ambiente.)*

## CATALIZADORES Y ACELERADORES. ( 1, 2, 3, 4 )

El proceso para convertir una resina poliéster, de un estado líquido a sólido, implica una reacción química, llamada copolimerización.

Se logra mediante la adición de iniciadores, que al descomponerse, por acción de los aceleradores o promotores, liberan radicales libres, sumamente activos.

Es importante hacer notar, que el uso general y la costumbre, nos permite referir a los iniciadores, como catalizadores, sin olvidar, que desde el punto de vista químico, nó pueden considerarse como tales, ya que los iniciadores, se descomponen, y a diferencia de un verdadero catalizador, nó son recuperables al final de la reacción.

El monómero activado, contenido en la resina, origina una reacción con los grupos no saturados de la cadena del poliéster. Es decir, reaccionan.

entre si, dos cadenas en crecimiento, para dar lugar a una cadena continua. Una vez empezada la reacción se llega a un estado de gelado de la resina, para -- posteriormente y en función de la temperatura, llegar a la polimerización completa o reacción de curado.

Al ocurrir el gelado, la movilidad molecular del sistema, disminuye y la energía liberada -- por las reacciones de adición, entre las cadenas formadas, se transforma en calor, aumentando la temperatura del sistema. Este calor, conocido como temperatura exotérmica, aumenta la velocidad de descomposición del catalizador, provocando una auto-aceleración. La temperatura exotérmica y por lo tanto, la auto-aceleración, son proporcionales a la masa de resina acelerada y catalizada.

**ACELERADORES.**

*Naftenato de Cobalto*

*Dimetil Anilina*

*Dietil Anilina*

*Lauril Mercaptano*

*Octoato de Cobalto*

**CATALIZADORES.**

*Peróxido de Metil Etil Cetona*

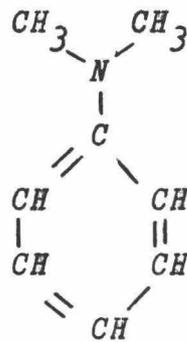
*Peróxido de Benzoilo*

*Peróxido de Ciclohexanona*

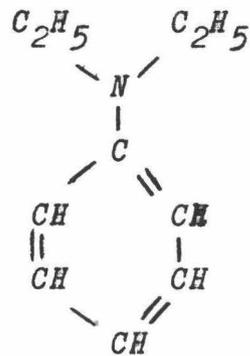
*Peróxido de Laurilo*

( 1, 6, 7 )

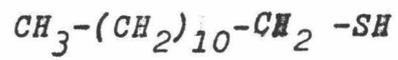
*Dimetil Anilina*



*Diethyl Anilina*

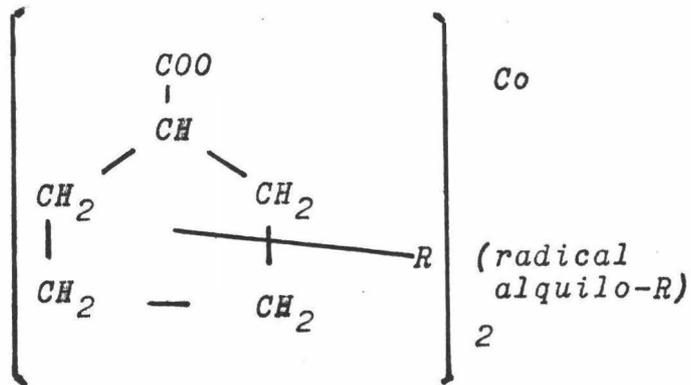


*Lauril Mercaptano*

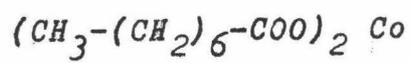


(1, 6, 7)

Naftenato de Cobalto

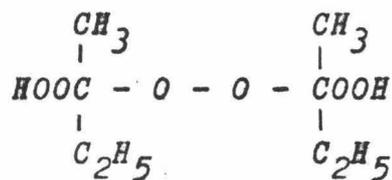
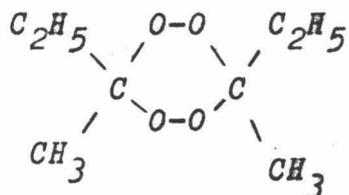


Octanato de Cobalto

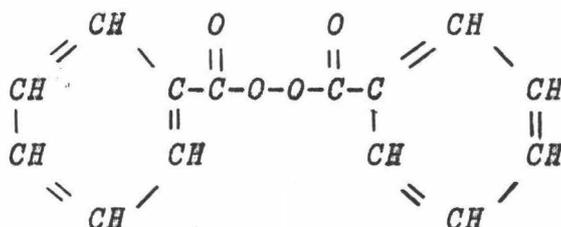


(1, 6, 7)

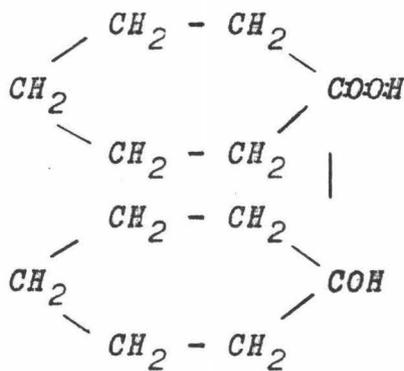
Peróxido de Metil Etil Cetona



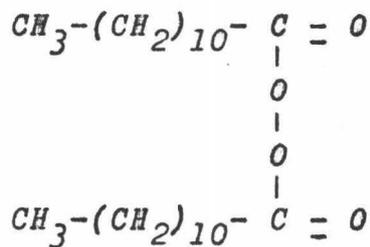
Peróxido de Benzoilo



Peróxido de Ciclohexanona



Peróxido de Laurilo



## SELECCION DEL METODO POR UTILIZAR. ( 2 )

Existen diversos métodos para la fabricación de artículos elaborados a partir de resina poliéster reforzada con fibra de vidrio.

Es importante tomar en consideración las ventajas y desventajas, que ofrezcan cada uno de ellos.

El volumen de producción, dimensiones de las piezas por fabricar, la disponibilidad de equipo, espacio y el capital con que se cuente, son factores importantes por considerar en la determinación del método o técnica por usar.

En el caso que nos ocupa, hemos hecho uso, del método de fabricación manual, por moldeo a temperatura ambiente, utilizando moldes prefabricados de plástico reforzado.

Posteriormente se seleccionan adecuada--

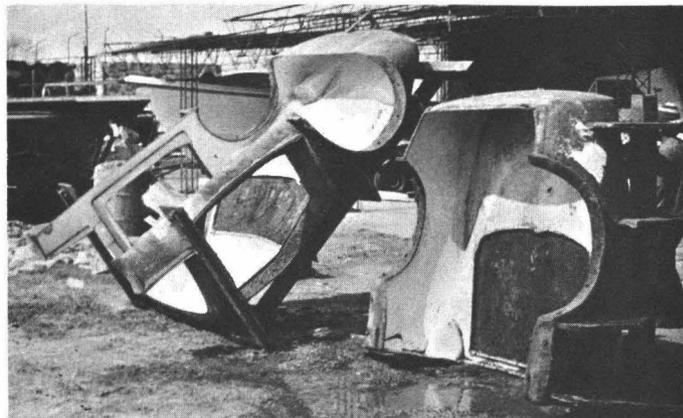
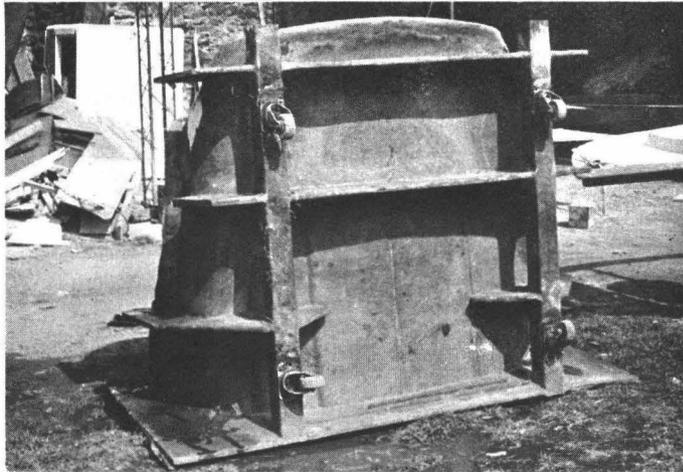
mente las materias primas por utilizar:

Tipo de resina poliéster, sistema de catalización, material de refuerzo, cargas, etc.; y su determinación, será en base a las propiedades específicas necesarias en la elaboración de cada una de -- las partes por moldear.

#### **FABRICACION DE MOLDES.**

Se hace una selección adecuada de materiales para la prefabricación de moldes.

En este anteproyecto se utilizó, yeso reforzado con tela de gallinero, para la manufactura de un molde diseñado a partir de planos y especificaciones requeridos, representando una carrocería para automóvil, en una escala de 1:1. A partir de éste, se obtuvieron dos moldes principales, fabricados de resina poliéster con fibra de vidrio y reforzados en su parte exterior, por medio de una estructura tubular, evitando su deformación y en consecuencia la e-



*laboración tarde o temprano de partes asimétricas.*

*Posteriormente, se fabricó de la misma -  
manera, una serie moldes secundarios, para completar  
la estructuración externa e interna, necesarios en -  
la formación de la unidad.*

**TECNICA PARA EL MOLDEADO O PICADO MANUAL A TEMPERATU  
RA AMBIENTE. ( 2 )**

*La superficie de cada uno de los moldes  
por emplear, es tratada con una película separadora,  
hecha a base de alcohol polivinílico y que actúa co-  
mo agente desmoldante. Sobre de éste, se aplica por  
aspersión una capa de resina poliéster debidamente -  
preparada, llamada superficie de acabado.*

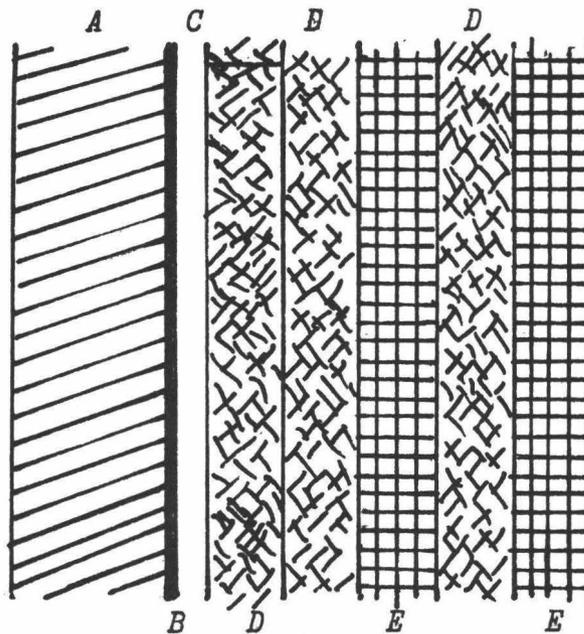
*Es importante, la apropiada determina---  
ción en cuanto a espesor y composición en la superfi  
cie de acabado, procurando dar un espesor uniforme a  
todo lo largo de la superficie por moldear, evitando  
así fallas.*

*Un espesor exagerado en la superficie de acabado, provocará la formación de grietas; por otro lado, nos dificultará la evaporación de solventes -- que pudieran haber sido utilizados en el ajuste de viscosidad en nuestra mezcla, dando como resultado la formación de poros.*

*Si el espesor es insuficiente, provocará un afloramiento del refuerzo fibra de vidrio, además de no proteger a nuestro producto debidamente, al estar expuesto a condiciones de intemperismo.*

*Sobre la superficie de acabado, una vez que ésta ha curado, se procede a la colocación por picado manual de colchoneta humedecida con resina poliéster debidamente acelerada y catalizada, alternando con capas de petatillo como refuerzo secundario, hasta lograr el espesor requerido. Se extrae el aire ocluído en la resina y material de refuerzo, por medio de la presión manual uniformemente ejercida, haciendo uso de rodillos especiales; además de facili-*

**CORTE TRANSVERSAL DE UN MOLDE CON UN LAMINADO DE  
POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO. ( 8 )**



A - MOLDE

B - PELICULA SEPARADORA ( desmoldante )

C - SUPERFICIE DE ACABADO

D - COLCHONETA

E - PETATILLO

tar la adhesión entre las diferentes capas.

Es aconsejable, cuando se trata de grandes piezas, que el picado y rolado se efectúe por -- secciones nó mayores de un metro cuadrado.

Frecuentemente las medidas comerciales - de colchoneta y petatillo, nó bastan para cubrir el molde en su totalidad, por lo que es necesario, ---- unir secciones de fibra de vidrio. El procedimiento consiste en traslapar el refuerzo; siendo necesario que la resina empleada para impregnar estas seccio-- nes, contenga una menor cantidad de acelerador y ca- talizador, a fin de evitar problemas originados por contracciones de material.

Se entiende que se ha hecho uso del método de picado a mano, simultáneamente en varios mol-- des. Y según el tamaño de cada uno de éstos, variará el tiempo de curado, es decir, el tiempo total en -- que se lleve a cabo la reacción de copolimerización,

con una transformación del 100 %.

Alcanzado este punto, individualmente -- por cada una de las partes moldeadas, se librarán de sus respectivos moldes, para finalmente unir las entre ellas, formando la unidad, es decir, una carrocería para automóvil de resina poliéster reforzada con fibra de vidrio; que por último será sometida a una revisión minuciosa, con el fin de corregir cualquier falla posible en la superficie de acabado.

**ESPEJOR LAMINADOS RESINA POLIESTER-FIBRA DE VIDRIO.**

Colchoneta 2 oz/pie <sup>2</sup> C. de F.V. ( 2 oz.)		Petatillo 24 oz/pie <sup>2</sup> P. de F.V. ( 24 oz.)	
Núm. de capas	espesor in.	Núm. de capas	espesor in.
1	.058	1	.036
2	.116	2	.071
3	.175	3	.109
4	.237	4	.147
5	.299	5	.185
6	.361	6	.223
7	.423	7	.262
8	.485	8	.300
9	.546	9	.338
10	.609	10	.376
11	.671	11	.414
12	.733	12	.452
13	.795	13	.490
14	.857	14	.528
15	.919	15	.566

No.	C. Material a Fibra de p Vidrio a s	% F. de V.	Resistencia lb/in <sup>2</sup> x 1000		Módulo Elast. lb/in <sup>6</sup> x 10 <sup>6</sup>	Impacto lb-ft/in
			Tensión	Flexión		
1	C. de F.V. (2 oz)	28.4	10.5	18.5	0.89	8.2
2	C. de F.V. (2 oz)	28.2	14.0	23.4	0.92	9.0
2	C. de F.V. (1.5 ) oz	32.0	13.8	22.1	1.10	9.8
3	C. de F.V. (2 oz)	32.0	13.2	18.7	0.92	12.0
2	P. de F.V. (24oz)	52.7	38.9	44.9	1.85	36.3
4	C. y P. F.V. (Alt.) (1.5 y 24) oz	53.2	29.0	45.9	2.20	45.8

*NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE RESINAS POLIESTER.*

*Los catalizadores de Peróxido se convierten en peligrosos materiales, si no son manejados y almacenados debidamente. Son fuertes agentes oxidantes, que bajo ciertas condiciones se descomponen violentamente.*

*Los aceleradores son usados con Peróxidos en la copolimerización de las resinas poliéster. El acelerador nunca debe ser mezclado directamente con el catalizador, puesto que ocasionaría una reacción violenta, provocando una explosión o incendio. Cualquiera de los componentes en el sistema Aceleración - Catalización habrá de mezclarse en la resina antes de la aplicación del segundo.*

*Es recomendable trabajar las resinas poliéster en lugares bien ventilados, ya que la toxicidad provocada por el monómero de estireno, es considerable de acuerdo a su concentración, causando irritación en los pulmones y afectando el Sist. Nervioso Central.*

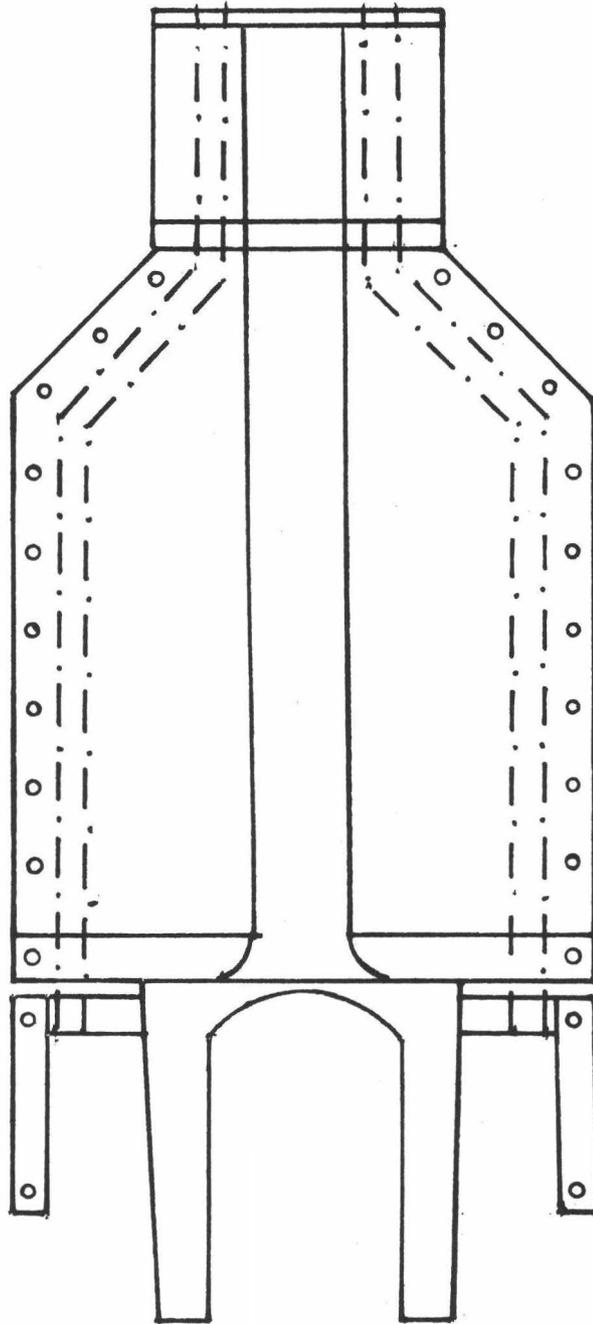
## ENSAMBLE DEL AUTOMOVIL. ( 11 )

La carrocería fue diseñada, sujetándose a las dimensiones del chasis de un automóvil comúnmente usado; facilitando el ensamble de una con otro sin necesidad de desmontar el motor.

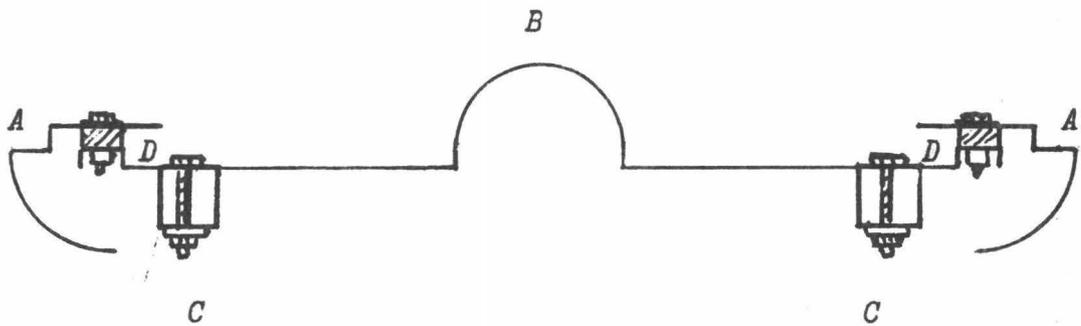
Previamente, ha sido necesario llevar a cabo, un ajuste en las barras de torsión (suspensión trasera) para compensar la estabilidad del vehículo una vez en movimiento, en función del poco peso de la carrocería de poliéster.

Es necesario aclarar, que nó se cuenta con un chasis propiamente dicho, ya que la plancha de acero, ha sido fabricada originalmente para ir sujeta a una carrocería de metal, no actuando directamente como soporte de peso, es decir, la carrocería apoyada en cuatro puntos principales de la suspensión delantera y trasera, levanta en forma vertical, sujetando la plancha metálica, constituyendo una uni

*REFUERZOS ESTRUCTURALES EN EL CHASIS.*



SECCION TRANSVERSAL DEL ENSAMBLE  
CHASIS - CARROCERIA DE POLIESTER.



A - CARROCERIA DE POLIESTER

B - CHASIS

C - REFUERZOS ESTRUCTURALES

D - SISTEMA DE SELLADO ( hule - neopreno )

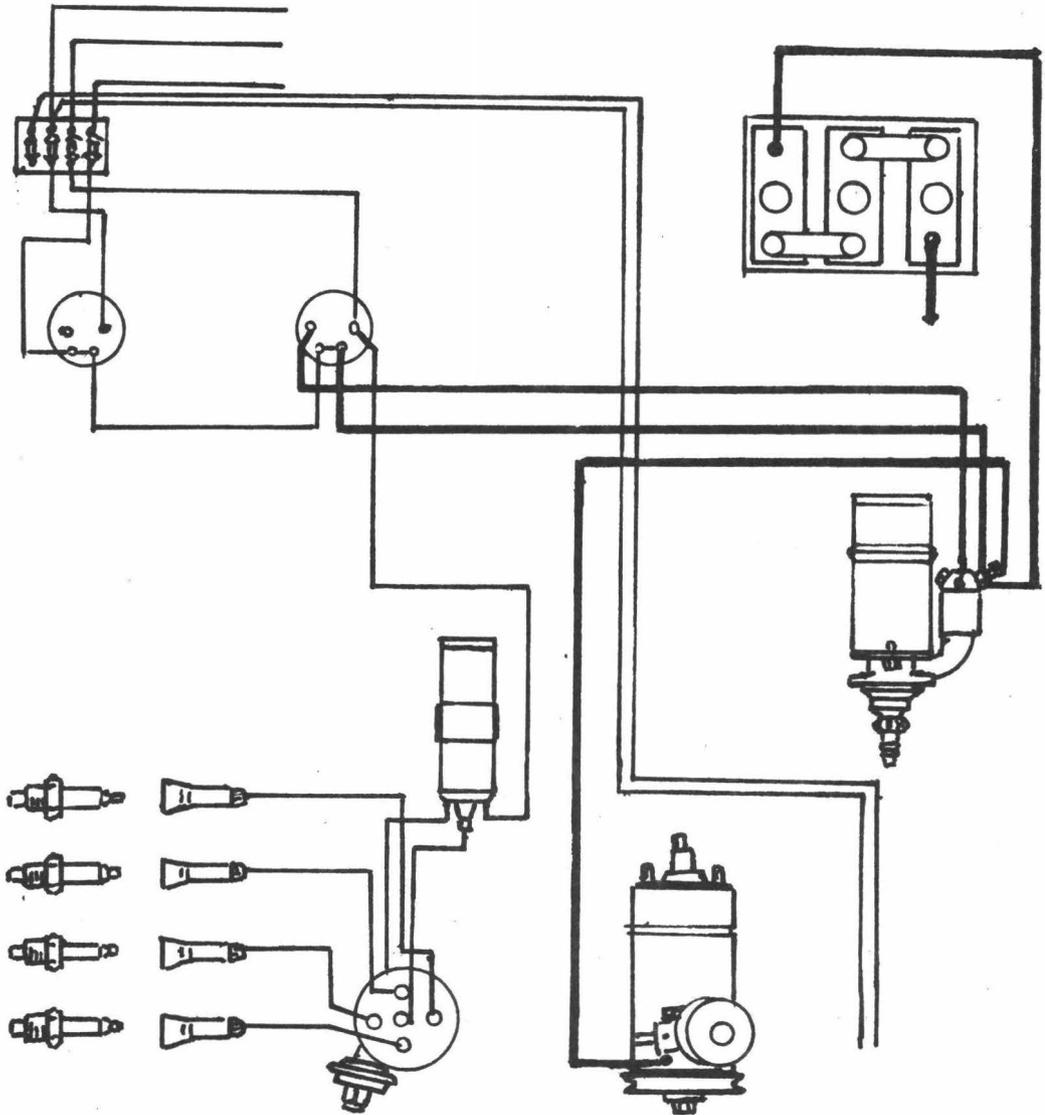
dad sólida, capaz de soportar peso en su interior.

Considerando la flexibilidad, estructuración y poco peso de la carrocería de poliéster, hubo la necesidad de reforzar estructuralmente la plancha metálica, convirtiéndola en un verdadero chasis y ésto se logró mediante el uso de refuerzos tubulares - cuadrados de acero, sujetos longitudinalmente de la suspensión delantera a la trasera, con el objeto de hacerla soportar peso, sin temor a la deformación de la unidad.

Se sujeta la carrocería sobre del chasis, haciendo uso de soleras y tornillos de acero inoxidable, con una capa intermedia de hule neopreno, que evita el contacto directo entre metal y plástico.

En forma simultánea se colocan diversos accesorios mecánicos y eléctricos (chapas, sistema de iluminación, instrumentos de medición, switches e instalación eléctrica completa).

DIAGRAMA DEL SISTEMA ELECTRICO EN EL AUTOMOVIL.



*Finalmente se tapiza el automóvil en su interior, quedando listo para ser sometido, por último, a la aplicación de un baño completo de pintura - laca automotriz, que además de decorarlo, sirve de protección contra la intemperie.*



*ESTUDIO ECONOMICO. ( 12 )*

*Es importante llevar a cabo, la elaboración de un análisis de mercado, que indique en los diferentes niveles económicos en nuestro país, el posible consumo de la unidad, dentro de la industria automotriz en México.*

*Una vez hecho tal estudio, se llegó a la conclusión, dentro del análisis en el proyecto de fabricación de automóviles con carrocería de fibra de vidrio, a partir de la base de un volumen de producción anual, de doce unidades, para lo cual se estimó una inversión total necesaria de \$ 700,000.00.*

*Nos vemos en la imposibilidad de dirigir el proyecto, abarcando la fabricación de materias primas necesarias, en la elaboración de nuestra carrocería de poliéster, debido al escaso volumen de producción en función de las ventas, aun cuando nos encontráramos respaldados por una amplia disponibilidad de capital.*

**CALCULO DEL COSTO DE PRODUCCION.**

**CONSUMO UNITARIO.**

$\frac{\text{Unidad del Elemento}}{\text{Unidad del Producto}} \dots\dots\dots A$

**COSTO UNITARIO DEL ELEMENTO.**

$\frac{\$}{\text{Unidad del Elemento}} \dots\dots\dots B$

**COSTO UNITARIO DE PRODUCCION.**

$\frac{\$}{\text{Unidad de Producto}} \dots\dots\dots C$

**COSTO ANUAL.**

$\frac{\$}{\text{Año}} \dots\dots\dots D$

Elemento.	A.	B.	C.	D.
M. P. A (Resina Ace. y Cat.)	80	13.75	1,100	-----
M. P. B	40	34.40	1,376	-----

<i>Elemento.</i>	<i>A.</i>	<i>B.</i>	<i>C.</i>	<i>D.</i>
<i>(Fibra de vidrio)</i>				
<i>Kw-Hr.</i>	<i>600</i>	<i>0.25</i>	<i>150</i>	<i>-----</i>
<i>Set de Acc. instr. mec.</i>	<i>1</i>	<i>7,706.00</i>	<i>7,706</i>	<i>-----</i>
<i>Set de Acc. instr. eléc.</i>	<i>1</i>	<i>4,900.00</i>	<i>4,900</i>	<i>-----</i>
<i>Set chasis-motor.</i>	<i>1</i>	<i>15,750.00</i>	<i>15,750</i>	<i>-----</i>
<i>Mano de Obra Productiva.</i>	<i>---</i>	<i>-----</i>	<i>-----</i>	<i>96,000</i>
<i>Prestaciones.</i>	<i>---</i>	<i>-----</i>	<i>-----</i>	<i>12,900</i>
<i>Mantenimien to.</i>	<i>---</i>	<i>-----</i>	<i>-----</i>	<i>15,000</i>

<i>Elemento.</i>	<i>A.</i>	<i>B.</i>	<i>C.</i>	<i>D.</i>
<i>Suministros.</i>	---	-----	-----	2,250
<i>Costos Indi rectos de - Manufactura.</i>	---	-----	-----	30,000
<i>Depreciación de Maquinaria y Equipo.</i>	---	-----	-----	10,000
			<u>-----</u> \$ 30,982 <u>-----</u>	<u>-----</u> \$ 172,450 <u>-----</u>

$$Y_C = A_C + B_C X$$

$$\text{COSTOS FIJOS} \quad \text{---} \quad A_C = \$ 172,450.00$$

$$\text{COSTOS VAR.} \quad \text{---} \quad B_C = \$ 30,982.00$$

*Ecuación de Costo de Producción.*

$$\underline{Y_C = 172,450 + 30,982 X}$$

**GASTOS ADMINISTRATIVOS Y DE VENTAS.**

	<i>Gastos Variables.</i>	<i>Gastos Fijos.</i>
<i>Artículos de Papelería.</i>	50	-----
<i>Electricidad.</i>	50	-----
<i>Teléfono.</i>	150	-----
<i>Mobiliario y Equipo.</i>	-----	10,000
<i>Depreciación.</i>	-----	1,000
<i>Salarios.</i>	-----	22,550
<i>Prestaciones.</i>	-----	4,510
	<hr/> <b>\$ 250</b> <hr/>	<hr/> <b>\$ 38,060</b> <hr/>

$$Y_G = A_G + B_G X$$

$$\frac{\$}{\text{Año}} = \frac{\$}{\text{Año}} + \frac{\$}{\text{Unidad Vendida}} \times \frac{\text{Unidad Vendida}}{\text{Año}}$$

$$A_G = \$ 38,060.00$$

$$B_G = \$ 250.00$$

*Ecuación de Gastos Administrativos y de Venta.*

$$Y_G = 38,060 + 250 X$$


---

*Costos de Producción mas Gastos Administrativos y de Venta.*

$$Y_C = A_C + B_C X$$

$$Y_G = A_G + B_G X$$

$$Y_C + G = A_C + G + B_C + G X$$

$$Y_C = 172,450 + 3,982 X$$

$$Y_G = 38,060 + 250 X$$

*Ecuación de Costos mas Gastos.*

$$Y_C + G = 210,510 + 31,232 X$$


---

*Ingresos de Ventas Netas.*

$$Y_V = P X$$

*P = Precio Unitario*

*X = Volumen de Ventas*

$$\frac{P_{Neto}}{P_{Bruto}} = 0.95$$

$$P_N = 0.95 \times 58,529.40$$

$$P_N = 55,602.93$$

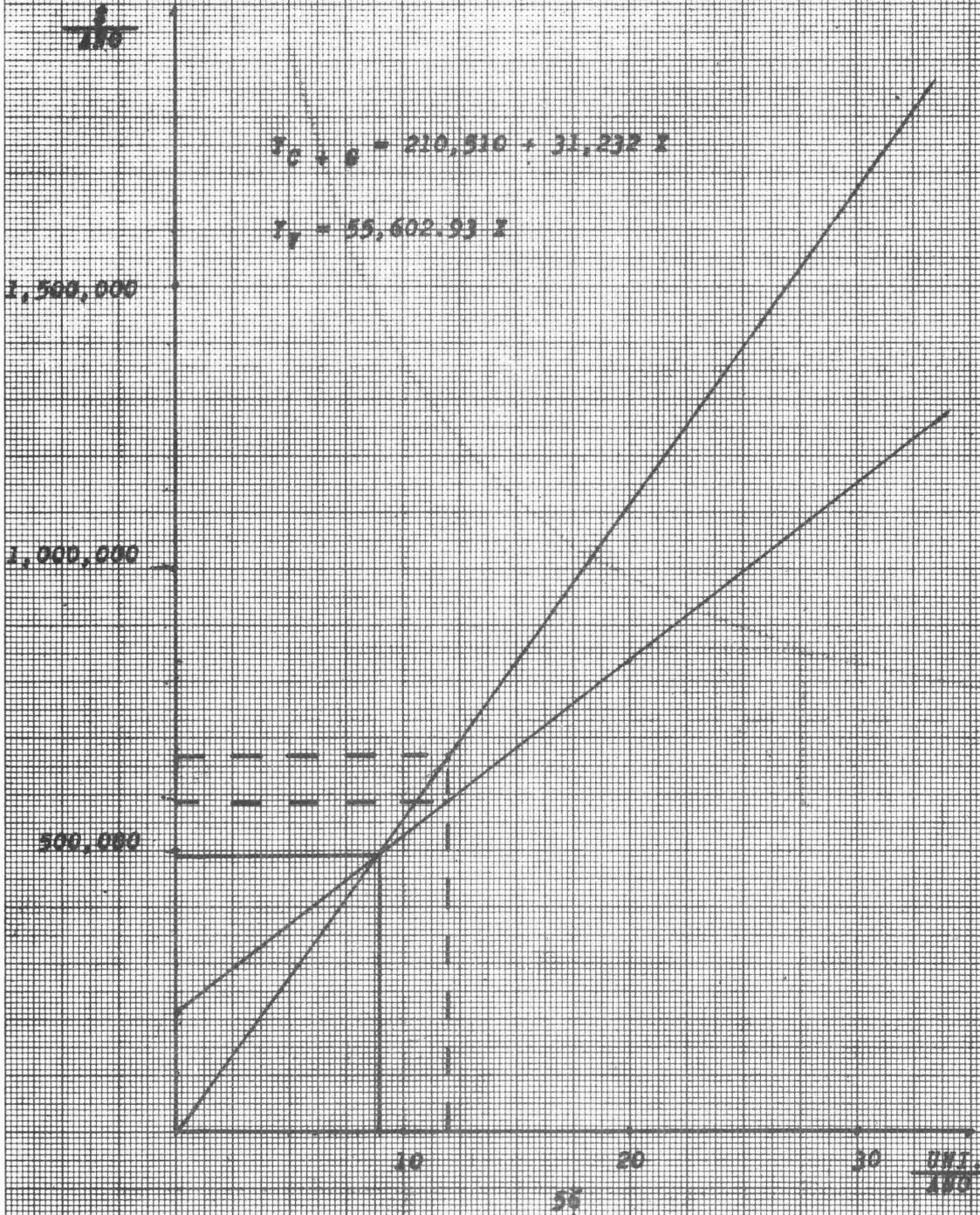
$$X = 12$$

*Ingreso de Ventas Netas Anual.*

$$Y_V = \$ 667,235.16$$

---

UTILIDAD DE OPERACION Y PUNTO DE EQUILIBRIO ( 12 )



Costo Unitario de Producción.

$$Y_{C + G} = A_{C + G} + B_{C + G} X$$

$$\frac{Y_{C + G}}{X} = \frac{A_{C + G}}{X} + B_{C + G}$$

Costo Uni. de Prod.

$$\frac{Y_{C + G}}{X}$$

$$Y_{C + G} = 210,510 + 31,232 X$$

Ecuación Costo Unitario de Producción.

$$\frac{Y_{C + G}}{X} = \frac{210,510}{X} + 31,232$$

$$X = \frac{\text{Unidades}}{\text{Año}}$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{\$}{\text{Unidad}}$$

X	Y/X	X	Y/X
3	101,402.00	18	42,927.00
6	66,317.00	24	40,003.25
12	48,774.50	30	38,249.00

**COSTO UNITARIO DE PRODUCCION (12)**

**dr.**

75,000

50,000

25,000

$$\frac{Y_0 + C}{X} = \frac{210,510}{X} + 31,232$$

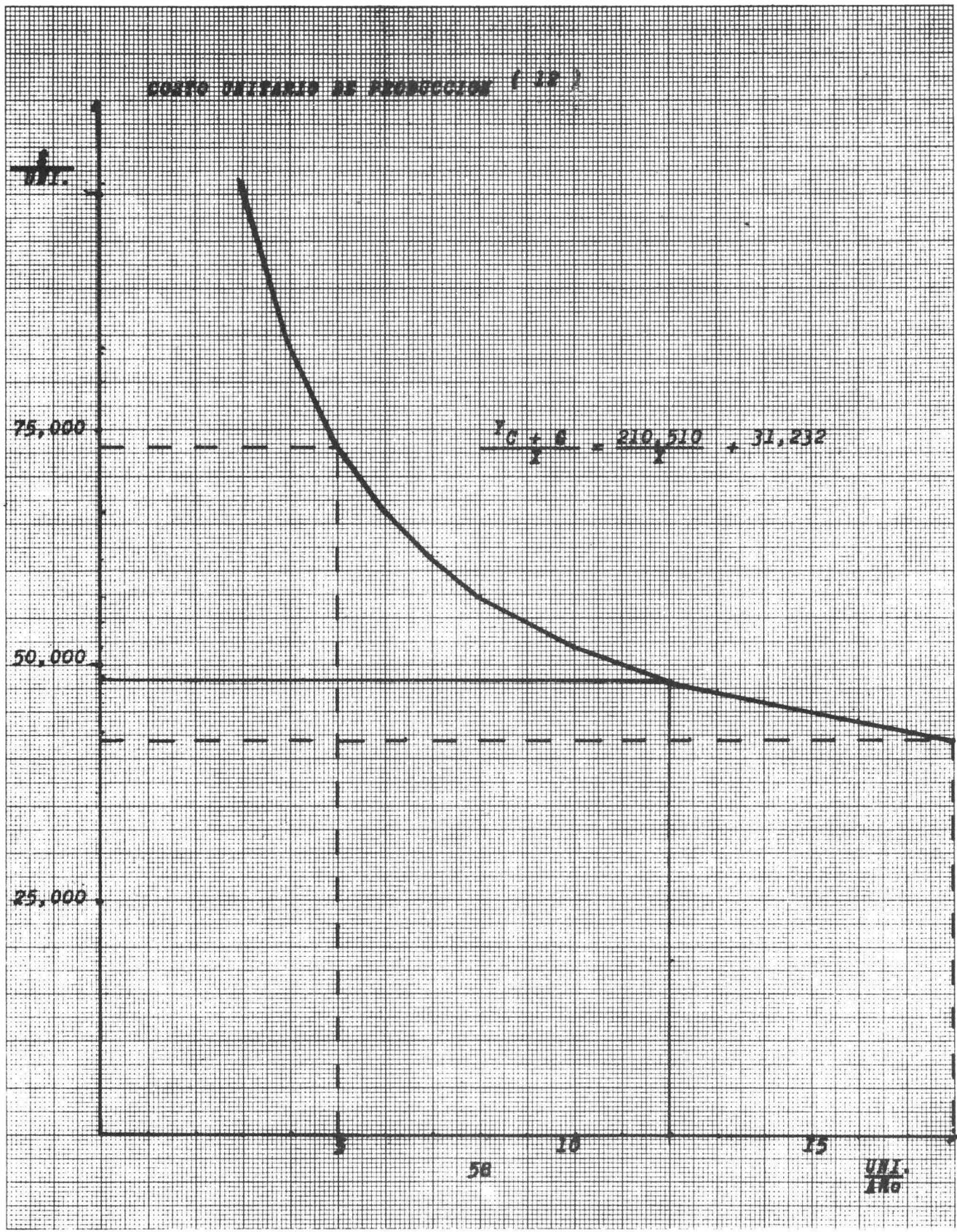
5

50

10

15

UNI.  
170



*Cálculo del Estado de Pérdidas y Ganancias.*

*Ventas Brutas Anuales.*

$$58,529.40 \times 12 = \$ \underline{702,352.80}$$

*Ventas Netas Anuales (V. B. - I. S. I. M.)*

$$55,602.93 \times 12 = \$ \underline{667,235.16}$$

*Costo de lo Vendido.*

$$Y_G = 172,450 + 30,982 X$$

$$X = 12$$

$$Y_G = 544,234$$

*Utilidad Bruta (V. N. - C. de lo V.)*

$$667,235.16 - 544,234 = \$ \underline{123,001.16}$$

*Gastos Administrativos y de Ventas.*

$$Y_G = 38,060 + 250 X$$

$$X = 12$$

$$Y_G = 41,060$$

*Utilidad de Operación. (V. B. - G. A. y V.)*

$$123,001.16 - 41,060 = \$ \underline{81,941.16}$$

*Utilidad Neta. (U. de O. - I. S. R. y R. de U.)*

$$81,941.16 \times 0.50 = \$ \underline{40,970.58}$$

*Rentabilidad contra la Inversión.*

$$\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inversión Total}}$$

$$\frac{40,970.58}{700,000.00} = 0.0585$$

*5.85 % de Rentabilidad.*

*Considerando que la Rentabilidad con un órden menor del 6 %, indica la enorme inversión, comparada con la poca utilidad resultante. De ahí que la solución hacia un aumento considerable en la utilidad, descansaría fundamentalmente en el decremento de los costos variables, en función del volumen de producción.*

**BIBLIOGRAFIA.**

**1) GLASS FIBER REINFORCED PLASTICS.**

*Newnes A. Dani. 1960.*

**2) HANDBOOK OF FIBERGLASS AND ADVANCED PLASTICS COM  
POSITES. Van Nostrand Reinhold Co. G. Lubin 1969.**

**3) POLYESTER RESINS.**

*Reinhold Publishing Co. Lawrence J. R. 1962.*

**4) QUIMICA Y FISICA DE LOS ALTOS POLIMEROS Y MATE--  
RIAS PLASTICAS. Edi. Alhambra. P. Martínez 1972.**

**5) PLASTICOS SU ESTUDIO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO.**

*G. Gili Barcelona. Ronald Fleck 1953.*

**6) QUIMICA ORGANICA.**

*McGraw-Hill Book Co. Cram & Hammond 1963.*

7) *ORGANIC CHEMISTRY.*

*Allyn and Bacon, Inc. Morrison & Boyd. 1966.*

8) *NEW FIBERGLASS REINFORCED PLASTICS AUTOMOTIVE--  
FINISHING TECHNIQUES. Bassler R. B. 1964.*

9) *FISICA GENERAL.*

*Addison Wesley Publ. Co. Sears & Zemansky 1961.*

10) *CHEMICAL SAFETY DATA SHEET ON STYRENE MONOMER.*  
*Manufacturing Chemists Association Inc. 1961.*

11) *CHASSIS OVERHAUL MANUAL.*

*Floyd Clymer Publishing Co. 1971.*

12) *PROCESS ENGINEERING ECONOMICS.*

*McGraw-Hill Book Co. Herbert E. Schweyer 1955.*