

# **Universidad Nacional de Ingeniería**

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



## **“Una Aplicación al Desarrollo de la Micro Empresa del Sector Plástico Reforzado”**

T E S I S

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Daniel Osorio Maldonado**

LIMA — PERU

1994

## SUMARIO

Este diagnóstico está dedicado a todas aquellas personas que de alguna manera o forma están sumidas en la fabricación de productos con fibra de vidrio y que tienen que ver con productos elaborados con resina de poliéster sin utilizar el refuerzo de la fibra de vidrio.

Para desarrollar ésta actividad no es requisito haber seguido cursos de alta capacitación técnica o haber seguido estudios superiores, por cuanto el aprendizaje se realiza únicamente mediante la observación de otra persona que ya conoce la técnica y observar las medidas de precaución que deba tenerse para no sufrir ningún accidente.

Es en ese sentido que el presente trabajo trata, en lo posible suplir al instructor técnico, mediante el presente diagnóstico, ya que se hace difícil por no decir imposible tener acceso a un tratado sobre PEFV y productos que sólo utilizan la resina de Poliéster.

Debemos remarcar que dada la facilidad de aprendizaje de ésta actividad, existen muchos productos que son fabricados por personas inescrupulosas que utilizando materia prima de dudosa calidad, hacen que exista un cierto rechazo por parte del consumidor para aceptar estos productos,

creando de esa manera desconfianza en cuanto a la calidad del producto elaborado. De ahí la importancia de proveerse de buena calidad de materia prima y demostrar que lo que estamos fabricando va a cumplir la función por la que fue fabricado, de todo esto se desprende que debemos poner todo el esmero posible para obtener un buen producto de buena calidad y que pueda competir en el mercado .

Muchas veces se va sacrificar un margen de utilidad pero ello quedará compensado si los productos elaborados son aceptados en el mercado y por consiguiente tendremos una mayor demanda. En lo posible se recomienda especializarse a una determinada línea de productos, en la cual nos identificamos plenamente. En éste diagnóstico se hace incapié en los posibles errores que se cometen al fabricar productos en PRFV, ya que se puede considerar como normal el que tengamos algún producto fallado cuando recién empezamos a fabricarlos. Estos errores se pueden corregir siguiendo los pasos ya mencionados en éste trabajo.

Aparte de los errores y sus posibles soluciones existe un punto muy importante como es el tratamiento de posibles accidentes durante el manipulo de la materia prima, como también el aspecto técnico para el embazado de éstos, ahora bien todos estos aspectos están tratados de manera clara en este trabajo.

La experiencia que resultará es muy valiosa ya que de ella resultarán algunas variables que nos ayudarán ha encontrar una mejor combinación para un determinado producto. Ya que como se sabe ésta actividad no tiene limite en cuanto a su creatividad e imaginación de producción.

# INDICE

## I. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

- 1.1. Introducción
- 1.2. Bases y Premisas
- 1.3. Definición de la Situación Problema

## II. MERCADOTECNIA

- 2.1. Definición del Producto
  - 2.1.1. Productos con refuerzo de la Fibra de Vidrio.
  - 2.1.2. Productos sin refuerzo de la Fibra de Vidrio
  - 2.1.3. Masillas Plásticas
- 2.2. Mercados de Consumo
  - 2.2.1. Mercado Metropolitano
  - 2.2.2. Mercado Provincial

## III. TECNOLOGIA

- 3.1. Definición del Proceso
  - 3.1.1. Elementos Químicos que intervienen en el Proceso
    - 3.1.1.1. Fibra de Vidrio
    - 3.1.1.2. Resina Poliester
    - 3.1.1.3. Solvente Monoestireno
    - 3.1.1.4. Naftenato de Cobalto
    - 3.1.1.5. Peróxido de Mek
    - 3.1.1.6. Aerosil
    - 3.1.1.7. Desmoldante

- 3.1.1.8. Cargas
- 3.1.1.9. Pigmentos
- 3.1.1.10 Acetona
- 3.2. Sistema para la Elaboración del Producto
  - 3.2.1. Modelos y Moldes
  - 3.2.2. Gel Coat
  - 3.2.3. Agentes Desmoldantes y de Cierre
  - 3.2.4. Moldeo con Pistola
  - 3.2.5. Curado Asistido Por Calor
  - 3.2.6. Desmoldeo
  - 3.2.7. Recortado y Acabado
  - 3.2.8. Agentes de Limpieza
  - 3.2.9. Preparación del modelo
  - 3.2.10 Fabricación de la Matriz
  - 3.2.11 Fabricación del producto
- 3.3. Proceso de Conformado a Mano con Molde Abierto
- 3.4. Proceso de Conformado a Mano con Molde cerrado
- 3.5. Proceso de Conformado a Mano con Doble Molde o Contraplacado
- 3.6. Fabricación de Productos sin el Refuerzo de la Fibra de Vidrio
  - 3.6.1. Productos con resina de Poliester
  - 3.6.2. Fabricación de Botones por Vaciado
  - 3.6.3. Vaciados y Encapsulados
  - 3.6.4. Fabricación del Mármol Sintético
    - 3.6.4.1. Ventajas del Mármol Sintético sobre el Mármol Natural
    - 3.6.4.2. Proceso de Aplicación
  - 3.6.5. Concreto Polimérico o Policoncreto
  - 3.6.6. Fabricación de Compuestos Abrasivos
  - 3.6.7. Elaboración de Masillas Plásticas

#### **IV. EL PLASTICO REFORZADO COMO MATERIAL ESTRUCTURADO**

- 4.1. Características Generales
- 4.2. Rigidez
- 4.3. Construcción Sandwich
- 4.4. Selección del Refuerzo
- 4.5. Construcción Compuesta

- 4.6. Sugerencias Sobre Diseño
- 4.7. Costos
- 4.8. Comportamiento

V. CONTROL DE CALIDAD (DEFECTOS O FALIAS EN LA ELABORACION DE LOS PLASTICOS REFORZADOS Y POSIBLE SOLUCIONES).

- 5.1. Fallas corrientes
  - 5.1.1. Arrugamiento
  - 5.1.2. Picadura
  - 5.1.3. Mala Adherencia de la Resina del Gel Coat
  - 5.1.4. Manchas
  - 5.1.5. Estría
  - 5.1.6. Afloramiento de las Fibras
  - 5.1.7. Ojos de Pez
  - 5.1.8. Vejigas
  - 5.1.9. Cuarteado
  - 5.1.10 Agrietamiento en forma de Estrella
  - 5.1.11 Porciones Internas Secas
  - 5.1.12 Mala Impregnación
  - 5.1.13 Lixiviación
  - 5.1.14 Amarilleo
- 5.2. Reparaciones. Inspección. Ensayo. y Control de variable.
  - 5.2.1. Reparaciones
  - 5.2.2. Inspección
  - 5.2.3. Ensayo.
    - 5.2.3.1. Relación Resina/vidrio.
  - 5.2.4. Control de Variables

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE SEGURIDAD PARA UN MEJOR MANIPULEO EN LA ELABORACION DE LOS PRODUCTOS EN PRFV.

- 6.1. Peligros Potenciales
  - 6.1.1. Toxicidad
    - 6.1.1.1. Por inhalación
    - 6.1.1.2. Contacto con la Piel
    - 6.1.1.3. Por ingestión
    - 6.1.1.4. Contacto con los ojos

- 6.1.2. Fuego y Explosión
  - 6.1.2.1. Polimerización
  - 6.1.2.2. Electricidad estática
  - 6.1.2.3. Límites de explosividad
  - 6.1.2.4. Peligros con catalizadores y aceleradores
- 6.2. Precauciones Generales Recomendadas
  - 6.2.1. Consideraciones sobre la salud
  - 6.2.2. Resinas en solución
  - 6.2.3. Aceleradores
- 6.3. Medidas de emergencia
  - 6.3.1. Fuegos pequeños
  - 6.3.2. Grandes incendios
  - 6.3.3. Derramamientos
- 6.4. Precauciones recomendadas para el manejo, almacenamiento y uso de la resina en general
  - 6.4.1. Temperatura y estabilidad
  - 6.4.2. Ventilación y extracción
  - 6.4.3. Iluminación
  - 6.4.4. Mezclado
  - 6.4.5. Corte y Pulimento
  - 6.4.6. Recipientes parcialmente llenos
- 6.5. Primeros Auxilios
  - 6.5.1. Inhalación de Vapores Nocivos
  - 6.5.2. Ingestión
  - 6.5.3. Contacto con la piel
  - 6.5.4. Salpicadura a los ojos
- 6.6. Seguridad para Peróxidos orgánicos usados en el curado (aplicación con las resinas)
  - 6.6.1. Peligros Potenciales
    - 6.6.1.1. Fuego y Explosión
    - 6.6.1.2. Reactividad
    - 6.6.1.3. Derrames
- 6.7. Primeros Auxilio
  - 6.7.1. Ingestión
  - 6.7.2. Inhalación
  - 6.7.3. Salpicaduras a la Piel
  - 6.7.4. Salpicaduras a los ojos

6.7.5. Fuego

6.7.6. Derrame

## **VII. EVALUACION ECONOMICA**

7.1. Determinación del Costo del Producto

7.1.1. Determinación del costo de la Matriz y del Producto con refuerzo de la Fibra de Vidrio

7.1.2. Determinación del Costo del Producto Elaborado sin el refuerzo de la Fibra de Vidrio

7.2. Inversión:

a) Fija

b) Capital de Trabajo

## **VIII EVALUACION SOCIAL**

8.1. Aspectos Sociales

8.2. Evolución Hacia la Micro Empresa

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**



# CAPITULO I

## ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

### 1.1. INTRODUCCION

Una de las alternativas de desarrollo a nivel Micro-Empresa son los productos o artículos elaborados en Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio.

Somos conscientes que el país está atravesando por momentos difíciles, que existe una gran masa de mano de obra desocupadas, y que existe la alternativa del autoempleo, es decir, crear Empresa y ser uno mismo el que lleve adelante la fuerza laboral que mejor se acomode a nuestra formación, es en ese sentido que la formación y desarrollo de la Micro-Empresa y mucho mejor si se trata del tipo Familiar, hará que el desocupado pueda laborar y obtener así un Estimulo Económico

Los Plásticos Reforzados con Fibra de Vidrio que en adelante lo sintetizaremos como "PRFV", por su facilidad en el aprendizaje Teórico-práctico, han hecho de esta actividad una de las alternativas para la puesta en marcha y posterior desarrollo de esta fuerza laboral.

Los productos en PRFV, sin importar su uso, su destino final o incluso su metodología de fabricación, son productos que conjugan las ventajas de los plásticos que de ellos heredan, como son facilidad de trabajo, poco peso, gran resistencia, flexibilidad, etc. combinandolo convenientemente con las fibras de vidrio darán como resultado un producto de óptimas cualidades físicas, químicas y mecánicas, muy superiores a sus antecesores originales.

Para el desarrollo de esta actividad a nivel Micro Empresa no es necesario el uso de equipos sofisticados, ya que en su mayoría, la elaboración es el conformado a mano y a presión, de allí su importancia en su elección, tampoco es necesario estar sujetos a restricciones de energía, tan común en estos tiempos.

Lo pueden desarrollar personas sin distinción de edad ni condición, como también para aquellas con ciertas limitaciones físicas.

Se puede afirmar aun que los materiales, cualesquiera que sean, adquieren relevancia a través de la variedad y volumen de sus aplicaciones que serán tanto mayores cuanto mas amplio y mas adecuado a las necesidades practicas resulte el aspecto de sus propiedades principales, incluyendo por supuesto el factor económico.

En la actualidad no existe un Material tal que pueda competir con los PRFV, esto en cuanto a la diversidad y amplitud de sus aplicaciones, extendidas a casi la totalidad de la actividad creadora humana, en otras palabras son una suerte de aplicación universal. Por otro lado dada la

universalidad de aplicación de los PRFV, no es posible llegar a un patrón rígido que nos de unas especificaciones particulares a cada una de los productos, ya que estos varían de acuerdo al diseño del producto, su uso final, su variación en cuanto a composición de resina, cargas, aceleradores, etc.

## 1.2. BASES Y PREMISAS

Nuestra Base se sustenta en lo fácil y sencillo con que se pueden elaborar los mas diversos artículos en PRFV. Básicamente estos artículos en PRFV consisten en una adecuada combinación de:

- i) Un sistema con la resina poliéster y otros elementos tales como monómeros, cobalto, pigmentos, cargas, y como elemento endurecedor el catalizador, que juntos los podemos denominar SISTEMA RESINOSO.
- ii) El refuerzo fibroso es la fibra de vidrio, que viene a ser la fibra de vidrio cualquiera sea su constitución física o presentación comercial y que una vez elegida dicha presentación y la manera en que será conformada, determinará su resistencia como también su condición mecánica.

Existen tres razones principales que hacen del PRFV, un producto versátil con excelentes características que lo hacen aceptables:

- a) Las resinas que para éste caso son las termoendurentes: resinas poliésteres, las epoxídicas, etc., son

presentados en forma líquida lo cual permite impregnar perfectamente bien la fibra de vidrio, por cuanto con ayuda de presión o sin ella endurecen, siendo ésta razón por lo que son fáciles de conformar.

b) El vidrio textil es uno de los materiales más fuertes que se conocen y por su naturaleza no está sujeto prácticamente a ninguna clase de alteraciones con el correr del tiempo.

c) Los productos o artículos elaborados y terminados poseen óptimas propiedades físicas, mecánicas y eléctricas, muy buena resistencia tanto para el medio ambiente externo o a la intemperie como también resistencia química, posee además la propiedad de no estar sujetos a corrosiones electrolíticas, como tampoco a degradarse y como consecuencia tienen un lento envejecimiento; en cuanto al costo si lo comparamos con otras fibras, se apreciará que es moderado siendo por lo tanto económicamente ventajoso. Ver Tablas I II

**TABLA I**

**PROPIEDADES COMPARATIVAS DE ALGUNAS FIBRAS**

	RESISTENCIA A LA TRACCION	ALARGAMIENTO A LA ROTURA %	MODULO YUONG Kg/mm <sup>2</sup>
RAYON	25 A 40	10 A 20	1000 A 2000
SEDA NATURAL	30 A 60	20 A 25	350 A 1300
ALGO DON	30 A 70	3 A 7	600 A 1100
SISAL	52 A 65	2 A 2.50	-----
POLIAMIDAS (NYLON)	60 A 90	20 A 30	500
VIDRIO "E"			
HILOS SIMPLES	140 / 200	2 / 3	7000 / 8000
FILAMENTOS UNITARIOS	250 / 350	3 / 4	7000 / 8000

**TABLA II**

**PROPIEDADES COMPARATIVAS DE ALGUNOS MATERIALES**

MATERIAL	PESO ESPECIFICO	RESISTENCIA TRACCION kg/mm <sup>2</sup>	MODULO DE YOUNG Kg/mm <sup>2</sup>	RESISTENCIA ESPECIFICA (1)
MADERA (Nogal Americano)	0.8	14	1.600	17.5
ALUMINIO	2.8	40	7.000	14.3
ACERO	7.9	70	20.000	8.8
FRV (tejido vidrio-poliéster relación 45'55)	1.6	35	2.000	21.9

<sup>1</sup> LA RESISTENCIA ESPECIFICA ES LA RELACION RESISTENCIA/DENSIDAD DEL MATERIAL, OSEA LA RESISTENCIA REFERIDA A LA UNIDAD DE PESO.

II FIBRA DE VIDRIO

Rigurosamente hablando dentro de una estructura general y común en todos los productos elaborados bajo esta modalidad, se afirma, que existe una enorme diversificación de los PRFV con características físicas (dureza, flexibilidad, resistencia, etc) que difieren en muchos casos uno del otro, como ocurre con la familia de los metales, tal es así que dependiendo al uso destinado y a sus propiedades finales determinan las distintas maneras en que se combinan los compuestos Resina-Fibra de vidrio.

### 1.3. DEFINICION DE LA SITUACION PROBLEMA

Es de todos conocido el masivo desempleo y la falta de oportunidad que existe para acceder a un puesto de trabajo por otro lado es tema que se aprecia en la práctica: pero también vemos cómo surgen en forma eficaz la creación de las Micro-Empresas, es decir forjadoras del autoempleo, es en ése sentido que una de las fuerzas laborales que se pueden desarrollar a la luz de la experiencia vivida son los productos o artículos elaborados en PRFV.

En el desarrollo de las Micro-Empresas hemos apreciado que las del tipo Familiar se están desarrollando en forma acelerada y esto debido a ciertos incentivos creados tanto en el aspecto legal como tributario que hacen que éstas Empresas familiares, que antes se desarrollaban en el ámbito informal pasen a la situación formal, con todas las ventajas, seguridad y confianza que reúne la empresa constituida formalmente.

Otras de las razones para que las pequeñas o micro-empresas estén en el marco legal, es el acceso al crédito financiero ya que muchas veces el capital que se aporta para su constitución (posteriormente puesta en operación) resulta insuficiente, se verifica cuando se capta y se trata el mercado, donde se requerirá una mayor diversificación de productos.

Como podemos apreciar existe la alternativa del auto-empleo, una de estas maneras de ingresar a la actividad productiva variada y diversificada, que van desde las labores netamente manuales (tipo artesanal) a los elaborados con determinada maquinaria (tipo tecnológico), siempre y cuando se respeten las limitaciones que tiene la Micro Empresa en cuanto al personal y tratamiento de capital de trabajo.

## **CAPITULO II**

### **MERCADOTECNIA**

#### **2.1. DEFINICION DEL PRODUCTO**

Antes de entrar a definir lo que son los PRFV es necesario hacer ciertas precisiones:

En primer lugar la denominación Plástico está referido a un producto de origen orgánico y de alto peso molecular, que son sólidos en su estado definitivo, pero que en alguna etapa del proceso de fabricación son suficientemente fluidos para moldarlos por calor y presión. Básicamente los plásticos están constituidos por una resina básica, que es la verdadera sustancia plástica, a ésta sustancia básica se añaden una serie de compuestos químicos que denominaremos aditivos que modifican o refuerzan las propiedades de la resina. Ahora bien, el nombre de resina estaba reservado a ciertas sustancias naturales especialmente de origen vegetal y que debían tener una apariencia vítrea, duras, mas o menos pegajosas con el avance de la tecnología y el hecho de poder sintetizar ciertos productos, éstos tomaron el nombre de resina, por cuanto en



cierto estado intermedio entre cristalino y amorfo tenían éste cierta semejanza con las resina naturales de allí que optaron la denominación de resina sintética. luego con el correr del tiempo se le ha ido conociendo hoy en día simplemente como resina.

Estas resinas se pueden dividir desde un punto de vista práctico en dos grandes grupos claramente definidos:

#### **A) RESINAS TERMOPLASTICAS**

Se presentan en estado sólido, generalmente en forma de polvos, gránulos o perdigones. Se ablandan o funden con el calor pudiendo en consecuencia moldearse bajo presión y conservar así su nueva forma al enfriarse

#### **B) RESINAS TERMOENDURENTES O TERMOESTABLES**

Contrario a Las termoplásticas se presentan habitualmente en forma de líquidos mas o menos viscosos y para endurecer o polimerizar se hace necesario de un agente iniciador o catalizador, siendo ésta reacción irreversible.

De éstos dos grupos de resinas, para la elaboración de los PRFV, son usados en su mayoría las resinas termoendurentes. Pero estudios recientes están demostrando que las resinas termoplásticas que en principio estaban excluidas están siendo tomados en cuenta, ya que en las combinaciones resina-vidrio todavía no está dicha la última palabra.

En segundo lugar el vidrio, que es el refuerzo usado para la elaboración de los PRFV, tal como lo conocemos es decir en láminas, en ventanales, en envases, en bazares o cristalería, no posee ninguna característica mecánica extraordinaria, toda vez si su extremada fragilidad que es tal vez su rasgo más característico, aparte de su transparencia y dureza; pero éstas propiedades cambian considerablemente cuando son estirados en forma de hilos y más aún cuando el diámetro disminuye considerablemente hasta un rango aproximado de mas o menos cinco micras ( $5\mu$ ), podemos decir que el vidrio antes rígido se vuelve flexible y su resistencia, muy escasa inicialmente, aumenta con rapidez hasta sobrepasar a todas las demás fibras conocidas, siendo de ésta forma como es utilizado en material de refuerzo.

Técnicamente el vidrio, aparte de ser una sustancia dura, frágil y transparente, puede definirse como un producto inorgánico de fusión, enfriado al estado sólido si presentar cristalización; y desde un punto de vista físico, como un líquido sub-enfriado, ya que presenta la característica estructura amorfa de los líquidos.

Dicho de otra manera, su total ausencia de cristalización, ha sido considerado como "sólido fluido" de viscosidad extremada a la temperatura ambiente y tener propiedades de los fluidos aunque tengan el aspecto y otras propiedades de los sólidos.

Esta hipótesis está apoyada por el hecho de no existen un límite definido entre el estado sólido y el estado líquido en los vidrios, es decir una temperatura o punto

crítico en que empiecen a formarse porciones sólidas al enfriarse desde el estado líquido, o porciones fundidas al calentarse desde el estado sólido, sin que la totalidad de la masa, a medida que sube la temperatura, aumenta su fluidez progresivamente, hasta que se convierte toda la masa en un verdadero líquido

De todo lo dicho anteriormente podemos afirmar entonces que los productos o artículos elaborados en PRFV son elaborados partiendo de la resina Termoendurente o Autoendurente y que para nuestro uso general utilizaremos las del tipo Poliéster que por razones de orden Técnico-Comerciales son las más usadas corrientemente y como refuerzo la Fibra de Vidrio.

Estos productos tienen como principales características las siguientes:

#### **I) CARACTERISTICAS MECANICAS EXCEPCIONALES**

Fácil y ampliamente adaptables a la necesidades, debido a que se puede orientar el refuerzo según la dirección mecánica solicitada. Las cualidades mecánicas de una estructura cualquiera de Plástico reforzado son debidas esencialmente a las fibras de vidrio y a su disposición. Esto se pone en evidencia cuando se utiliza un Mat caracterizado por su resistencia multidireccional o sea uniforme en todas las direcciones del plano en que se hallan dispuestas las fibras, y un roving con resistencia netamente unidireccional; como también con respecto a las esteras y a los diferentes tejidos dotados de resistencia variable en las distintas direcciones: Siempre es posible,

mediante la eventual superposición o acoplamiento de 2 o más capas de refuerzo, distribuir y orientar debidamente la resistencia de los laminados en n todo de acuerdo a las necesidades presentes en cada caso.

## II) RESISTENCIA ESPECIFICA SUPERIOR

A la de casi todos los metales y demás materiales de construcción. Las combinaciones de los tipos de fibra y su orientación del refuerzo según la dirección en la que se exige mayor esfuerzo, permiten alcanzar relaciones, Resistencia/Peso bastante más favorables que las correspondientes al hierro, al aluminio y a muchos otros metales y aleaciones especiales, con la posibilidad de reemplazar al acero común en muchas aplicaciones especiales, con gran ganancia en peso de 30, del 50, y a veces de hasta 80%

Dentro de los límites de resistencia al choque y rotura, los plásticos reforzados se comportan como materiales perfectamente elásticos, sin presentar ningún tipo de deformación permanente. Las fibras de vidrio tienen un bajo coeficiente de dilatación térmica, no se inchan ni se contraen por variaciones de humedad y son suficientemente fuertes para resistir los esfuerzos de dilatación y contracción de las resinas; éstas propiedades son transferidas por las fibras a los plástico reforzados que resultan así dotados de una muy alta estabilidad dimensional, con todas las ventajas que se derivan.

### III) GRANDES POSIBILIDADES DE DISEÑO Y FORMACION

Que permiten lograr fácilmente cualquier forma por complejas que sean. se pueden obtener normalmente productos de grandes dimensiones, bajo la forma de una estructura única y continua.

### IV) MUY ELEVADA RESISTENCIA QUIMICA Y A LA INTEMPERIE

También inatacable por los mohos y microorganismos; fisiológicamente inertes (que carecen de actividad y no reaccionan químicamente); están exentos de fenómenos de oxidación y de cualquier tipo de oxidación y ofrecen normalmente muy buena resistencia contra el ataque de una extensa gama de agentes químicos, de acuerdo con la clase de resina empleada.

Por su resistencia a la intemperie éstos productos son usados en la ecología y en la Ingeniería de corrosión para tratamiento de afluentes, conducción de agua, tanques cañerías y almacenamiento de las mismas; el alto índice de refracción de las fibras de vidrio, permite lograr laminados traslúcidos o casi totalmente transparentes, dejando pasar casi el 85% de luz incidente.

Los plásticos reforzados admiten cualquier tipo de pintura o esmalte corriente, pudiendo pintarse o barnizarse como cualquier otro material. Ofrecen también la ventaja de poder colorearse de una manera permanente por medio de la incorporación de color a la resina misma.

## V) EXCELENTES PROPIEDADES ELECTRICAS

Como la resistencia que ofrecen al paso de la corriente eléctrica por más pequeño que sea su espesor, así como su rechazo a la absorción de agua hacen de la fibra de vidrio, un material ideal para aplicarla a las industrias electrónicas y electromecánicas.

## VI) ALTA CONSERVACION Y MUY LENTO ENVEJECIMIENTO.

Por su naturaleza y propiedades, los plásticos reforzados, en general, presentan una excepcional resistencia a todas las causas externas de envejecimiento por más rigurosas que sean, soportando sin alteraciones de ninguna clase sucesivas e importantes variaciones de temperatura y humedad y la influencia directa de los mas diversos agentes de degradación.

### 2.1.1. PRODUCTOS CON REFUERZO DE LA FIBRA DE VIDRIO

Son los productos propiamente dicho de los elaborados en plástico reforzado con fibra de vidrio, es decir un sistema resinoso y el refuerzo que viene ha ser la fibra de vidrio.

### 2.1.2. PRODUCTOS SIN EL REFUERZO DE LA FIBRA DEL VIDRIO.

Son los elaborados únicamente bajo el sistema Resinoso y sin la intervención de la fibra de Vidrio. Un sistema Resinoso básicamente está conformado por: la Resina Poliester, pigmento, monómero, cobalto, el aspecto que presenta éste producto es más bien FLUIDO lo que le permite una fácil manipulación, agregarle algún aditamento con la

finalidad de darle alguna característica en su presentación. Este Sistema tiene múltiples aplicaciones que van desde la simple aplicación sobre superficies, fabricación de ciertos productos, con características propias como son en la fabricación de botones para camisas, como recubrimiento superficial para muebles de madera y artículos murales, por último para la fabricación de Masillas Plásticas, moldes o matrices pequeños; que en la mayoría de los casos éstos productos son usados como moldes para trabajos en arcilla, cerámica, repostería, como también en artículos de fantasía, pequeñas decoraciones etc.

### **2.1.3. MASILLAS PLASTICAS**

Bajo ésta denominación están los productos elaborados, también, sin la intervención de la Fibra de Vidrio, diferenciándose del anterior producto en su aspecto físico ya que éste producto es más bien pastoso, debido a que en su SISTEMA RESINOSO interviene en mayor proporción las cargas. Son utilizados en carrocería, en reparaciones de moldes y ciertos productos elaborados en PRFV.

## **2.2. MERCADO DE CONSUMO**

En la actualidad existe un mercado consumidor tan amplio y diverso que no se hubiera visto en décadas pasadas, esto debido a que los productos realizados con o sin el refuerzo de la fibra de vidrio están siendo aplicados en muchos usos, en los cuales tradicionalmente estaban reservados a ciertos materiales tales como el Plástico, ar-

ticulos fabricados en arcilla o yeso que sirven de adorno, Acero, metales en general, madera y porque no el cemento, que va desde el uso como mortero, al uso como material de unión en tuberías de concreto, al reemplazo cada vez mayor en los cuales el cemento era insustituible.

Otras de las razones es su bajo costo en la fabricación, como también la facilidad de su elaboración. En cuanto al acabado, estos productos tienen la particularidad de tener un buen acabado y en la mayor parte ya no es necesario aplicarle un proceso adicional para darle la estética necesaria. Aunque a los productos en PRFV, se les puede aplicar cualquier otro proceso adicional para de esa manera mejorar su presentación.

En ésta parte del mercado de consumo es necesario precisar que, La demanda del servicio esta plenamente garantizada debido a la gran diversidad de articulos que se fabrican en PRFV, no es posible especificar qué artículo o articulos se pueden elaborar ya que es tan diversificada la cantidad de artículos que se pueden fabricar, que podemos afirmar que existe un buen mercado de aceptación, lo que sí podemos es mostrar algunos productos, que por su sencillez y facilidad lo pueden realizar con poco esfuerzo de cuerdo a nuestro sistema de trabajo.

La oferta de los productos elaborados está dada en función de la calidad conque son elaborados. El empresario deberá tener especial cuidado al elaborar sus productos ya que es la calidad quien en última instancia determinará la aceptación del producto.



Como estos productos son elaborados por un número cada vez mayor de Mico Empresas, es menester entonces elaborar, con la mayor calidad posible, y si fuera necesario, para poder competir con el mercado exterior, se hace imprescindible de proveerse de la materia Prima de buena Calidad.

De los principales productos que se pueden elaborar tenemos

- CASCOS:

Cascos para Mineros.

Cascos para Motociclistas.

Cascos para Jokey.

Cascos para Ciclistas, etc.

- LAVATORIOS:

Lavatorios para cocina.

Lavatorios para baño.

- SILLAS:

Banquitos.

Sillas de Descanso.

Asientos para Microbus, etc.

- MASCARILLAS PARA AUTOS.

- MASCARA PARA CAMIONES, TOLVAS PARA CAMIONETA.

- MALETAS.

- CALAMINAS.

- TABLAS HAWAIANAS.

- TANQUES:

Tanques para agua.

Tanques para Acidos.

Tanques para álcalis.

- CAJAS:

Para diversos usos.

- RECUBRIMIENTOS.

- PIEZAS DECORATIVAS.

- ANTENAS PARABOLICAS, ETC.

Estos productos tienen una demanda que es insatisfecha.

### 2.2.1. MERCADO METROPOLITANO

Los productos elaborados con resina o fibra de vidrio pueden elaborarse durante todo el año, pero también existen mayor demanda en determinada temporada. Por ejemplo, en los meses de verano mayor demanda los artículos para competición acuática, mientras que en la estación de Invierno pueden tener una mayor demanda los artículos para motociclistas, por citar un ejemplo, como son los tapabarros o los cascos de protección.

Es notable apreciar que existen establecimientos que se dedican únicamente al expendio de estos productos, pero también otros centros que con la finalidad de atraer al cliente, y por la diversa variedad de estos productos hacen que estos centros sea variado en sus productos. Estamos entonces frente a un producto que no necesariamente es mostrado y ofertado en lugares para uso específico sino también en centros en los cuales se puedan apreciar estos artículos. Incluso el mercado informal, tiene un público bastante numeroso como también exigente, pudiéndose afirmar que estos productos cualquiera sea su uso final, tendrá un mercado que podrá satisfacer sus exigencias.

### 2.2.2. MERCADO PROVINCIAL

El Mercado Provincial, es un mercado que aún depende de los productores que se hallan en la Capital, esto debido a la facilidad y costo para proveerse de la materia Prima.

Otras de las razones es la demanda; se debe entender que la demanda en ciertos lugares no amerita la fabricación e implantación de una de estas empresas y mucho más ventajoso resulta llevarlo de la Capital.

Pero últimamente estamos viendo que existen regiones que están compitiendo con el Mercado Capitalino tal es el caso de la región Arequipa o la región del Norte, que son las regiones más representativas.

Los productos fabricados en La Capital de la República tienen la ventaja de tener un buen control de Calidad, ya que por la diversidad de Empresas que se dedican a esta actividad hacen que compitan entre ellas en cuanto al precio y calidad. Esto se debe a una mejor calidad de la materia prima, como también al personal calificado.

## **CAPITULO III**

### **TECNOLOGIA**

#### **3.1. DEFINICION DEL PROCESO**

El proceso de fabricación se ha denominado formación a mano y por contacto en forma directa entre el operario y el producto a elaborar.

Es el único método de producción que aprovecha plenamente las dos características más importantes de la resina de poliéster, es decir, el hecho de que la resina fragua sin calor y sin presión.

##### **3.1.1. ELEMENTOS QUIMICOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO**

###### **3.1.1.1. Fibra de Vidrio**

La fibra de vidrio es un producto que es el resultado del estirado en hilos del vidrio.

La manera o forma en que son estirados se basan en varios procedimientos, pero básicamente el principio sobre el cual se basan es siempre el mismo, o sea el estiramiento a muy alta temperatura por tracción

mecánica o por la acción de fluidos en movimiento. Ahora bien, análogamente a otras clases de fibras, el vidrio textil se presenta de dos maneras distintas: bajo la forma de un hilado formado por filamentos elementales continuos de constitución similar a la del rayón de celulosa o como un hilado formado por hebras discontinuas.

En cuanto se refiere al diámetro de los filamentos primarios se puede decir que éstos varían desde las  $5\mu$  (5 micras) a  $10\mu$  (10 micras); una micra = 0.001 mm y comparando con otras fibras las podemos apreciar en la tabla III.

A manera de ilustración podemos decir que con sólo 1Kg de fibras de vidrio de  $5\mu$  sería posible cubrir una extensión de casi 20,000 Km.

Se ha demostrado que en la fabricación de éstos filamentos deben hacerse al rededor de 5-9 y  $13\mu$ , ya que poseen las mejores condiciones técnicas y económicas requeridas por los usuarios de los PRFV. A su vez éstos filamentos se pueden reunir en grupos de 50 a 400 o más durante su formación, obteniéndose de ésta manera distintos hilados básicos que luego mediante sucesivas operaciones de doblado y retorcido, análogas alas comunes de las HILANDERÍAS dan lugar a una amplia gama de hilados comerciales, destinados al refuerzo de materiales plásticos, al aislamiento eléctrico y a otros usos industriales.

Es sabido que el grosor de un producto textil cualquiera se expresa por medio de una relación de dos de

sus características: masa y longitud. Si la relación es del tipo longitud /masa, el cociente se denomina número de hilado. Si es del tipo masa/longitud, el cociente se denomina título. El título es pues una unidad directa, mientras que el número es una unidad indirecta.

Al igual que las demás fibras textiles, también los hilados de vidrio se clasifican de éste modo dándose la preferencia en la actualidad al sistema TEX, que representa el peso en gramos de 1000 metros.

**TABLA III**

**DIAMETRO DE DISTINTAS CLASES DE FIBRAS**

FIBRAS	Ø EN MICRAS
VIDRIO TEXTIL	05
HILO QUE TEJE LA ARANA	07 A 11
BABA QUE SEGREGA GUSANO DE SEDA	15 A 20
HEBRA DE RAYON	20 A 50
CABELLO HUMANO	50 A 70

Las formas comerciales más comunes de fibra de vidrio las tenemos de la siguiente forma:

**MAT.** (fieltro) son fibras cortadas casi siempre a lo largo de 50mm aproximadamente dispuestas en forma multidireccional, se caracterizan por el grado de solubilidad del ligante en las resinas de impregnación, especialmente poliéster: este tipo de hebra se

usa mucho en el método de formación a mano por contacto, comercialmente son conocidos como MAT 150 - 300 - 450 - 600 - 700, etc., dependiendo de la cantidad en peso en fibra por metro cuadrado ( $m^2$ ), es decir 150 gm/ $m^2$ , 300 gm/ $m^2$ , etc.

**ROVING.-** (mecha continua). El roving se obtiene de la unión en paralelo, sin torsión de una cantidad determinada de hilos o cabos básicos de fibra de vidrio.

**TEJIDOS ROVING.-** Se le llama también esteras roving, son tejidos realizados con mechas roving y vienen en distintos tipos y grosor. Por la forma de éste tejido, éste tipo de fibra es mucho más resistente que el tipo mat.

### **3.1.1.2. Resina De Poliester**

Son la más usadas por razones de orden técnico - comerciales, estas resinas forman la base misma de toda la industria de los PRFV.

Esencialmente, las resinas poliésteres se definen como unos compuestos orgánicos no saturados, que encierran varios grupos de ésteres y que pueden polimerizar o copolimerizar con otros monómeros no saturados, originándose una estructura tridimensional con ligaduras transversales y por lo tanto termoendurentes, de resistencia mecánica muy elevada.

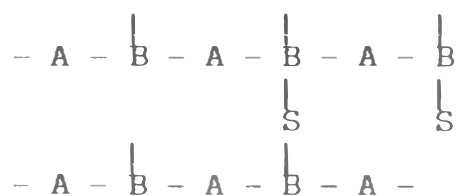
Esto quiere decir que son resinas que pueden endurecerse pasando del estado líquido al sólido cuando se las somete a las debida condiciones. Se distinguen, pues, de los poliésteres saturados como el TERYLENE,

que no pueden endurecerse de éste forma. No obstante, es corriente referirse a las resinas de poliéster no saturadas como resinas de poliester, o simplemente poliésteres. Cuando la resina de poliester es diluida en el estireno para los trabajos en PRFV, lo que sucede es que, el estireno va ha desempeñar la función vital de permitir a la resina endurecerse del estado líquido al sólido, por reticulación de las cadenas moleculares del poliester, sin generación de subproductos. Pueden moldearse, pues, sin el uso de presión, podemos decir entonces que son resinas para moldeo por contacto o baja presión.

Las cadenas moleculares del poliéster pueden representarse como sigue:



Mediante la adición del estireno -S, y en presencia de un catalizador y agente acelerador, el estireno entrelaza las cadenas del polimero formando una red tridimensional muy compleja, como la siguiente:





La resina de poliéster se dice entonces que ha fraguado o polimerizado, es decir se ha endurecido convirtiéndose entonces en una materia sólida resistente a los ATAQUES QUIMICOS y generalmente dura. Se trata de una reacción química irreversible.

**PROPIEDADES TÍPICAS DE LA RESINA DE POLIESTER  
VACIADA SIN CARGA**

PESO ESPECIFICO	1.28
DUREZA, ROKWELL ESCALA M	110
DUREZA BARCOL (GYZJ934-1)	50
RESISTENCIA A LA TRACCION	55 MN/m <sup>2</sup>
RESISTENCIA A LA COMPRESION	140 MN/m <sup>2</sup>
RESISTENCIA AL IMPACTO, IZOD	2 MJ/m <sup>2</sup>
MODULO DE YOUNG	3.5 GN/m <sup>2</sup>
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	
CALOR ESPECIFICO	2.3 KJ/Kg/°C
CONDUCTIVIDAD TERMICA	0.2 W/m°C
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL	100x10 <sup>-6</sup> /°C
ABSORCION DE AGUA, 24 h a 20°C	0.15 %
CONSTANTE DIELECTRICA A 50 Hz	3.7
CONSTANTE DIELECTRICA a 5 MHz	3.2
FACTOR DE POTENCIA a 50 Hz	0.008
FACTOR DE POTENCIA a 5 MHz	0.019
TENSION DE PERFORACION, PROBETA DE 0.2 mm	22kv/mm
RESISTIVIDAD VOLUMETRICA	1 Tm
COEFICIENTE DE FRICCION ESTATICA	0.27

MN/m<sup>2</sup>~145Psi

**COMPARACION DE LAS PROPIEDADES DE LA RESINA DE POLIESTER  
COLADA SIN REFUERZO Y LA FIBRA DE VIDRIO**

ESPECIFICACION	UNID.	POLIESTER	FIBRA DE VIDRIO
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	1.2	2.56
Resistencia a la tracción	MN/m <sup>2</sup>	64	3500
Módulo de elasticidad	GN/m <sup>2</sup>	3.4	69
Coef. de dilatación Térmica	10 <sup>-6</sup>	100	5
Alargamiento a la Rotura	%	2.4	3

#### 3.1.1.3. Solvente monoestireno

Este agente permite variar la viscosidad de la mezcla para adaptarla mejor a las necesidades de impregnación y a las condiciones de formación. Su adición permite en cierta medida bajar el costo de la resina.

#### 3.1.1.4. Naftenato de cobalto

Se denomina también acelerador o promotor, es una sustancia o agente que activa y acelera una reacción en particular, la que conduce al endurecimiento de los materiales plásticos termoestables, en este caso los fabricados en resina poliester, tiene una coloración azul violeta.

#### 3.1.1.5. Peróxido de MEK

Se le conoce también como catalizador, inicia y sostiene la reacción que conduce al proceso de endurecimiento (polimerización) de la resina de poliester, es un líquido cristalino como el agua.

### **3.1.1.6. Aerosil**

Este elemento se agrega al plástico para lograr un determinado efecto tixotrópico, consiguiéndose con éste efecto que la capa de plástico aplicada en superficies verticales o muy inclinada no se deslice, quedando firme hasta su gelación, es decir presentará una consistencia gelatinosa y pegajosa al tacto.

Es un elemento que no produce efectos secundarios es decir es inerte en cuanto algún subproducto pudiera producirse durante el acabado del producto, éste elemento tiene la apariencia de pelucitas siendo por lo tanto fácilmente esparcirse en el ambiente, generalmente tiene una coloración blanquecina; la cantidad a usarse depende del área del producto, no existe una regla rígida en este aspecto, por lo general queda al criterio del fabricante.

### **3.1.1.7. Desmoldante**

Conocida también como agente de despegue o separado se aplica en la superficie de los moldes o matrices para facilitar la separación entre el molde y el artículo fabricado una vez terminado el fraguado.

Su uso se hace necesario por cuanto la mayor parte de las resinas que se utilizan en la fabricación de los plásticos reforzados con fibra de vidrio, poseen un alto poder adhesivo y tienden por lo tanto a quedarse unidos a la superficie al cual entra en contacto dificultando el despegue.

El desmoldante más apropiado es el alcohol de polivinilo, también se usa la cera para corregir fallas cometidas con el alcohol y para facilitar la desunión entre el molde y la pieza fabricada.

### 3.1.1.8. Cargas

Son materiales inertes generalmente pulverizantes que pueden añadirse a la resina, para abaratarlo o modificar algunas de sus propiedades.

Las cargas son agregadas a la resina poliéster para:

- a) Reducir costo de Fabricación.
- b) Comunicar al Producto determinadas cualidades Físicas mecánicas.

Entre las principales cargas tenemos:

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| - Carbonato de Calcio | - Sílice     |
| - Talco               | - Caolín     |
| - Cuarzo              | - Tiza, etc. |

Existen ciertas ventajas aparte del costo que son:

- Aumento de la resistencia de compresión del módulo de elasticidad.
- Mayor resistencia y menos peligro de grietas.
- Mejor aspecto y terminación en el producto.
- Disminución de la contracción.

No existe normas establecidas en la proporción que se aplican las cargas en la resina, pudiendo variar la proporción desde un 10% a un 100% más en peso.

### **3.1.1.9. Pigmentos.**

También se le conoce con el nombre de colorantes vienen en diferentes calidades variando el % que se usa, tampoco existe una norma rigida que diga la cantidad exacta a usarse, lo que se busca es que la coloración tenga un tono uniforme, conviene buscar un estándar y tener un determinado volumen de la resina pintada para evitar cambiar de tonalidades.

### **3.1.1.10. Acetona o thinner**

Muy usado en la industria del plástico reforzado, como disolvente de las herramientas usadas y en mantenimiento de estos.

## **3.2. SISTEMA PARA LA ELABORACION DEL PRODUCTO**

### **DEFINICION DEL PROCESO**

El proceso de fabricación se ha denominado formación a mano y por contacto en forma directa entre el operario y el producto a elaborar.

Es el único método de producción que aprovecha plenamente las dos características más importantes de la resina de poliéster, es decir, el hecho de que la resina fragua sin calor y sin presión.

Seguidamente veremos como prepararemos nuestros modelos, moldes o matrices, las pautas que deben tenerse en cuenta antes de empezar a fabricar los productos, durante su fabricación, producto terminado y finalmente la fabricación de nuestra Matriz y el producto.

### 3.2.1. MODELOS Y MOLDES

Para el moldeo por contacto sólo se hace necesario de un molde, que puede ser un molde macho o hembra, dependiendo de cual de las caras del objeto moldeado ha de quedar lisa, mientras que la terminación de la otra dependerá de la habilidad del operador, pero resultará siempre un poco rústica, por otro lado se debe buscar que eventualmente pueda ser descompuesta en dos partes para facilitar la extracción de la pieza.

Los moldes se hacen generalmente de resina de poliester reforzada con fibra de vidrio. Un molde de éste tipo resulta fuerte, resiliente y ligero de peso. Un buen molde en PRFV puede producir centenares de objetos con el mínimo de mantenimiento.

El molde puede reforzarse donde sea necesario, y se monta fácilmente sobre un bastidor ligero, y de madera o metálico. Una vez que se ha preparado un modelo adecuado, pueden hacerse moldes de plástico reforzado fácilmente y rápidamente.

Los moldes de plástico reforzado se hacen sobre modelos empleando el mismo proceso de formación a mano y por contacto: los modelos pueden hacerse de madera o metal, o con yeso sobre un armazón de madera. Tienen que tener un terminado perfecto lo más pulido y liso posible, teniendo en cuenta que ésta será reproducida fielmente en todos sus detalles por el plástico reforzado y, por lo tanto, cualquier defecto o imperfección aparecerá inevitablemente en las piezas fabricadas, lo que no siempre será fácil o factible corregir en una etapa posterior; el yeso u otros

materiales porosos deben tratarse adecuadamente con soluciones tapaporos de goma laca o acetato de celulosa antes de encerarlos y pulirlos.

La Capa de moldeo o Piel de Moldeo debe ser de unos 0.5 - 0.8 mm de espesor. Este espesor es más grueso que el que se recomienda para un objeto moldeado, pero el espesor adicional permite compensar todo trabajo de pulido que pudiera ser necesario durante la vida del molde.

Los Moldes pequeños normalmente deben tener aproximadamente doble espesor que el objeto que se vaya a moldear en ellos.

Los moldes grandes pueden reforzarse poniendo costillas en el lado reverso. Los moldes pueden montarse sobre un armazón para que queden horizontales sobre el suelo, o pueden montarse en alguna estructura giratoria o articulada. Los elementos para las costillas de refuerzo pueden ser macizos, de madera o de metal; pueden ser huecos, hechos de metal en forma abierta por extrusión, o de tubos de plásticos, o pueden ser de plástico alveolar o cuerda de papel. Cualquiera que sea el material que se use, basta que sirva como elemento formador para un recubrimiento de plástico reforzado.

Se da a estos elementos la forma que conviene a los contornos del molde, se colocan en posición y se cubren con dos o tres capas de refuerzo de fibra de vidrio impregnado con resina de poliéster.

Antes de formar las costillas en el molde hay que tener cuidado de que el propio laminado esté suficientemente endurecido y que sea de espesor adecuado, pues de lo

contrario la contracción de la resina alrededor de las costillas puede dar lugar a que se deforme el laminado y quede una impresión en la superficie del molde.

### 3.2.2. GEL COAT

La Calidad y durabilidad del artículo moldeado de plástico reforzado depende principalmente del buen acabado y presentación de la superficie expuesta. Conviene entonces adoptar todas las precauciones posibles para impedir que las fibras lleguen muy cerca de esta superficie, donde pueden ser susceptibles de ser atacadas por la humedad. Se consigue esto formando una zona rica en resina en la superficie de trabajo del laminado, que es lo que llama "gel coat". Se debe tener en cuenta que en muchos aspectos la gel coat es la parte más vulnerable, de allí el especial cuidado en la formulación y aplicación de ésta capa.

La importancia de una buena mezcla no puede exagerarse jamás, sobre todo cuando se emplea carga y pigmento. La mezcla inadecuada da lugar a que se formen pequeños puntos de materia extraña o estrias, que pueden menoscabar el aspecto estético del artículo moldeado y pueden perjudicar sus propiedades físicas.

La gel coat puede aplicarse con brocha, rodillo de pintar, o por aspersión (pulverizador). Cuando se emplea éste último método, debe utilizarse para ésta capa, una resina especialmente formulada y provista de acelerador y catalizador. Es muy importante tener cierta experiencia al usar este último método por cuanto el tiempo para aplicación es el peor enemigo para un principiante.



El espesor debe regularse con exactitud alrededor de 0.30 - 0.45 mm excepto en la preparación de moldes y aplicaciones de productos sumergidos permanentemente en agua.

Como guía aproximada, es posible determinar un rango de 300 - 400 g/m<sup>2</sup> de mezcla de gel coat que proporcionará el espesor requerido.

Si la gel coat es demasiada delgada puede no curar del todo y entonces se verá a través del laminado de base el dibujo que forman las fibras.

Si es demasiado grueso, puede agrietarse o cuartearse y resultará más sensible al impacto, sobre todo por el lado reverso del laminado.

Una gel coat de espesor irregular curará a distintas velocidades por toda la superficie. Esto da lugar a que se produzcan tensiones internas en la resina, que puedan dar lugar a que se produzcan tensiones internas en la resina, que puedan dar lugar a que se cuartee y en el caso de las superficies pigmentadas, a que presenten un aspecto desigual.

Sobre una superficie vertical, una resina de poliester normal escurre hasta el punto más bajo del molde. Para conseguir un recubrimiento uniforme es necesario emplear un aditivo tixotrópico. En los moldes profundos pueden acumularse vapores del estireno evaporado, inhibiendo el curado de la gel coat. Deben proveerse los medios para la extracción de estos vapores, con el fin de garantizar que la gelación de esta capa de superficie sea uniforme.

### 3.2.3. AGENTES DESMOLDANTES Y DE CIERRE

Una de las características de las resinas que se utilizan en los plásticos reforzados son las que poseen propiedades adhesivas y cohesivas, tal es así que para contrarrestarla es evidente que deba utilizarse un método que evite a que el producto moldeado quede unido en forma permanente al molde sobre el que ha sido fabricado. Para conseguir la separación se utilizan los agentes de desmoldeo; un agente de desmoldeo es un material o una sustancia que crea un ángulo de contacto elevado con la superficie cuando se aplica a un substrato, con lo que evita el mojado del substrato por cualquier material que se aplique sobre él.

Existen para ello el alcohol polivinilo y las ceras carnaubas o siliconas que son conocidos como agentes desmoldantes externos; en el moldeo por contacto a mano, la mayor parte de los agentes de desmoldeo se aplican directamente al molde.

Existe un grupo de agentes de desmoldeo interno, que se adicionan a la resina y son expulsados durante el curado facilitando la separación, siendo el más común el estearato de zinc.

### 3.2.4. MOLDEO CON PISTOLA

Para este sistema se hace necesario tener desde un equipo elemental consistente en una compresora y una pistola que será utilizada para impregnar la superficie a moldearse con una o más películas ricas en gel coat adicionada además con el catalizador, los trozos de fibra de

vidrio serán superpuestos de acuerdo al método que se usa comúnmente para la fabricación de los productos.

Se aconseja utilizar éste sistema cuando se tiene cierta experiencia en el laminado, por cuanto una demora por encima de lo normado puede ocasionar el deterioro de la pistola y su posterior obstrucción; se evita esto controlando el tiempo establecido para el esparcido de la resina, limpiando el equipo con thinner, inmediatamente apenas sienta que no esparce la resina.

En realidad existen en el mercado varios sistemas que utilizan el sistema del moldeo con pistola, y se puede afirmar que la función es la misma, es decir trozar la mecha de fibra de vidrio en trozos, añadir la resina y el catalizador en la pistola, y proyectar sobre el molde una mezcla de vidrio en forma de hebras trozadas y resina mezclada con catalizador. Los dos tipos principales de aparatos son el sistema con dos recipientes y el sistema de inyección de catalizador. En el primero se emplea una pistola con dos boquillas, y para impedir la gelación en la pistola se divide la resina en dos partes, una de las cuales se cataliza y la otra se provee de acelerador. Las dos partes de resina se alimentan generalmente a la pistola desde recipientes a presión, aunque pueden hacerse pasar directamente desde el bidón de resina por medio de bombas hidráulicas. Los dos chorros de resina proyectados por la pistola convergen cerca de la superficie del molde simultáneamente con un chorro de fibra de vidrio, lanzado por un aparato trozador de mechas.

En el otro sistema se dosifica exactamente el catalizador liquido en la resina ya provista de acelerador, al pasar por una pistola de una sola boquilla, y se mezclan o bien fuera mediante una tobera especialmente proyectadas.

Un trozador de fibra entrega el refuerzo a la superficie del molde igual que en el sistema anteriormente citado. Algunos tipos de aparatos proyectores se usan para proyectar resina sola, bien para impregnar fibra de vidrio o para rociar resina para la gel coat.

Aunque mucho del trabajo manual del moldeo a mano se elimina empleando el moldeo con pistola, aún así es necesario trabajar la fibra y la resina con brochas y rodillos no sólo para consolidar la mezcla depositada de fibra de vidrio y resina, sino también para asegurar que se mezclen adecuadamente las porciones de resina provistas separadamente de acelerador y catalizador.

Se requiere considerable habilidad para regular el espesor del laminado cuando se emplea un aparato para depositar por proyección fibra de vidrio y resina, así como para mantener constante la relación entre fibra y resina.

La pérdida de estireno por evaporación durante la fase de rociado, se reduce lanzando la resina en forma de salpicaduras, es decir, depositandose la resina en forma de gotitas. La aplicación de la gel coat puede ejecutarse o bien por el sistema de inyección de catalizador o empleando el sistema de un sólo recipiente. Este último se emplea normalmente para pequeñas series que requieren frecuentes cambios de color.

El moldeo por pistola reduce los gastos de mano de obra, y cuando el volumen de producción es lo bastante grande para que los aparatos estén constantemente en uso, las técnicas de moldeo con pistola o por proyección están plenamente justificadas. No resuelven todos los problemas inherentes al moldeo por contacto con aplicación de las capas a mano. No obstante, el moldeo con pistola está ya muy generalizado por todo el mundo, y en una persona o personal experto la mayoría de los aparatos de los tipos de aparatos para esta clase de moldeo aumentarán significativamente la productividad en comparación con la aplicación con Brocha.

### 3.2.5. CURADO ASISTIDO POR CALOR

El término curado se refiere cuando el producto ya ha endurecido, es decir una vez que el producto ha fraguado con el tiempo que dura el endurecimiento.

El curado en frío puede acelerarse mediante la aplicación de calor moderado al objeto que se está moldeando.- La temperatura debe aumentarse poco a poco para evitar la evaporación del estireno o la formación de vejigas. Para la gel coat debe aumentarse la temperatura hasta 30°C 35°C, medida en el molde.

Una vez que esta capa ha fraguado, puede ser necesario dejar que se enfríe el molde antes de seguir adelante. \*

Cuando la resina de laminación y el refuerzo de fibra de vidrio se ha colocado y laminado con brocha o con rodillo, puede hacerse subir otra vez la temperatura pero sin que exceda de 35°C antes de la gelaficación. Después de

que haya fraguado la resina puede aumentarse la temperatura poco a poco hasta alrededor de 60°C y mantenerse así alrededor de una hora. Se debe tener la precaución de sacar el objeto del molde cuando el conjunto ha enfriado.

### 3.2.6. DESMOLDEO

A no ser que el objeto moldeado sea de una forma compleja, el desprendimiento del molde será sencillo con tal que se haya aplicado correctamente el agente de desmoldeo. El borde del laminado es separado con cuidado del molde, luego dando un tirón se desprende fácilmente.

Tratándose de forma difíciles, se usa el aire comprimido o cuñas de madera blandas entre el molde y el objeto moldeado que ayuda a desprenderlos.

Los puntos para la aplicación del aire comprimido también pueden incorporarse durante la construcción del molde. En el caso de los moldes de espesor mediano, a menudo se ayuda al desprendimiento dando unos cuantos golpes al exterior del molde con un martillo tipo goma.

### 3.2.7. RECORTADO Y ACABADO

Esta parte de la elaboración, se ahorra mucho tiempo si el laminado puede recortarse mientras la resina está aún "verde". Puede hacerse esto empleando una cuchilla afilada sostenida perpendicularmente al laminado, o también con tijeras. Debe ejercerse gran cuidado de no mover ni deformar el objeto moldeado al hacer esto. El borde del molde puede emplearse a menudo como patrón para efectuar ese fin, o incorporarle una platina metálica.

El plástico reforzado cuando está completamente curado no es un material fácil de recortar o trabajar a máquina, pues embota rápidamente la mayoría de los útiles de acero corrientes, siempre que sea posible se recomienda emplear discos abrasivos o muelas para cortar el plástico. Para todas las demás operaciones de mecanizado deben usarse útiles de acero con pastillas de carburo.

Es esencial que la resina haya curado del todo antes de emprender alguna operación de acabado. Incluso cuando se forma una gel coat pigmentada y no hace falta pintar luego, es preciso desalojar por completo el agente de desmoldeo lavándolo bien. El objeto moldeado puede pulirse con cualquiera de los compuestos normales.

La mayoría de los sistemas de pintura pueden usarse en los laminados de plástico reforzado, para acabados al esmalte el objeto moldeado debe someterse a un postcurado de alrededor de unos 80°C antes de aplicar la pintura: en general las pinturas de secado al aire pueden aplicarse sin postcurado. La mayoría de las pinturas con base de celulosa sirven también, pero con esta clase de pinturas de particular importancia el cerciorarse de que la resina ha curado del todo, para impedir que los disolventes ataquen cualquier parte de la resina que no haya curado.

### **3.2.8. AGENTES DE LIMPIEZA**

La limpieza es importante, tanto desde el punto de vista de la salud del operario como para impedir la contaminación de la resina y del refuerzo. Es necesario prestar especial atención al manipular catalizadores constituidos

por peróxido, que pueden inflamarse espontáneamente al contacto con papel, algodón u otros tejidos de celulosa. El material de desecho contaminado debe desalojarse y destruirse en seguida. Sobre las precauciones y cuidados que deben tenerse se detallan en un capítulo aparte.

Se aconseja hacer los trabajos de mezclas de resinas exclusivamente en una sección especial del taller, preferiblemente a cargo de una persona responsable. Es preciso también disponer de balanzas exactas y un mezclador mecánico, que deben conservarse lo más limpios posibles. Todas estas operaciones de medida y mezcla se limitarán a ésa sección. En cuanto a las herramientas y equipos que son usados constantemente es conveniente limpiarse adecuadamente con disolvente adecuado, habiendo desarrollado los puntos previos y las condiciones que deben tener para una buena labor, se deben preparar los moldes y si fuera necesario, de acuerdo a las dimensiones y forma: pueden montarse sobre marcos, caballetes, armazones o estructuras corredizas, giratorias basculantes etc., con la finalidad de presentarlos siempre en la posición más cómoda para el operador; se procede a la aplicación del agente separador (ceras, alcohol de polivinilo) en una capa delgada y lo más uniforme posible, sin grumos o discontinuidades de ningún tipo que podrían echar a perder el molde mismo, para ello, debemos estar seguros que el desmoldante utilizado está completamente seco, acto seguido aplicamos una capa rica en resina que la hemos denominado sistema resinoso y que al momento de trabajar se le denomina como GEL COAT el siguiente paso en el proceso de moldeo por



contacto es el de colocar las capas de refuerzo de fibra de vidrio con la resina poliéster. Esta operación puede comenzar cuando la gel coat haya endurecido lo suficiente para resistir el ataque del disolvente de la resina de laminación. El modo más sencillo de comprobarlo es tocando levemente con un dedo limpio el reverso de la gel coat. Si se nota algo pegajosa, pero el dedo despega perfectamente limpio, entonces la gel coat se halla precisamente en el momento oportuno para la laminación.

Laminación es el término que se usa cuando procedemos a colocar la fibra de vidrio humedecida con resina y le aplicamos una presión con una brocha lo más perpendicular posible. se deberá notar que al momento de presionar la fibra con resina ésta comienza a subir por entre la fibra entretrejida con bastante facilidad, disolviendo de esa manera el aglutinante que mantiene unidas a las fibras

Durante el laminado se puede apreciar que el mat de fibra de vidrio, constituido por hebras troceadas (cortadas) es el refuerzo más corrientemente usado para el molde por contacto, aunque también pueden usarse mechas entretrejidas de fibra. Este MAT está unido por un aglutinante, y que al momento de trabajar con la resina pierde identidad y se convierte en una distribución aleatoria de fibras que se amoldan fácilmente a los contornos del molde. A no será absolutamente necesario no debe aplicarse más resina encima de la capa de fibra de vidrio hasta que se hayan impregnado del todo, pues el acerlo puede dar lugar a que queden atrapadas burbujas de aire inmediatamente detrás de la gel coat.

Es importante asegurarse de que la primera capa de fibra de vidrio sea impregnada muy bien, pues todo el aire que queda cerca de la gel coat puede ocasionar la formación de "VEJIGAS" si se expone el laminado al calor durante su vida útil. Se continúan poniendo capas de resina y fibra de vidrio hasta obtenerse el espesor requerido. Cada etapa tiene que trabajarse hasta que se haya impregnado por completo. Cuando se precise un laminado grueso no deben aplicarse más de cuatro capas de resina y fibra sin dejar que la resina alcance un estado de gelación. Esto tiene por finalidad evitar una acumulación exotérmica que puede dar lugar a que se produzcan grietas en la superficie de la gel coat, a que se desprenda el objeto moldeado o se de color la resina pigmentada. Por otra parte, es igualmente importante evitar prolongadas demoras entre capas, a no ser que se utilice una resina que tarda mucho en curar. Cuando se necesite de un acabado liso por el reverso del artículo moldeado, puede usarse como la capa final del refuerzo un tejido de fibra de vidrio que sea adecuado. Se consigue así un acabado que no es tan basto como el de las hebras troceadas (cortadas) y puede resultar estético después de pintarlo.

Después de que la resina se ha gelificado se conserva en un estado gomoso blando durante un periodo limitado. En esas condiciones puede recortarse rápidamente el laminado a las dimensiones del molde y pueden incorporarse en el molde para ese fin bordes adecuados que faciliten el recorte. Generalmente sólo se dispone de aproximadamente de unos 20 minutos para esta operación.

Los laminados pueden reforzarse laminando costillas de refuerzo en el reverso. El principio es igual que el que se ha explicado para la construcción de los moldes. El momento en que hay que poner las costillas de refuerzo en su sitio viene determinado por la forma del objeto, su espesor y el uso a que estará destinado. Como guía general lo mejor es colocar las costillas inmediatamente antes de poner la última capa de fibra de vidrio. Los elementos formadores de las costillas deben recubrirse con una tira de mat de fibra de vidrio e impregnarse bien con la resina de la aminación. La capa final de fibra puede ponerse entonces por encima de toda la superficie del objeto moldeado para obtener una superficie de aspecto uniforme.

A veces es necesario emplear insertos metálicos, sobre todo cuando el objeto que se trata de moldear tiene que fijarse a alguna otra cosa, como bisagras y soportes. Estos elementos pueden ponerse en posición durante la operación de laminación. Si un elemento inserto en el plástico va a estar sometido a una fuerte carga, el espesor del objeto moldeado debe tener sección cónica en el sentido de alejamiento del inserto, para que se reparta la carga. El inserto debe estar lo más cerca del medio del laminado que sea posible.

El área de contacto entre el inserto y el laminado debe ser lo más grande que sea posible y de forma aproximadamente rectangular. También es útil poner áspera la superficie con chorro de arena. Si hay que taladrar varios agujeros pequeños en el inserto, se mejorará aún más la adherencia y se obtendrá una unión verdaderamente fuerte

si se enrosca por los agujeros mechas de fibra de vidrio.- De esta forma se preserva en todo el laminado el inserto algo de continuidad del laminado.

A no ser que el objeto moldeado sea de una forma compleja, el desprendimiento del molde será sencillo con tal que se haya aplicado correctamente el agente de desmoldeo. El borde del laminado debe separarse con cuidado del modelo y luego dando tirones en sentido contrario al modelo y al molde se desprenderá fácilmente. Se inspeccionará el molde y de ser necesario deberá hacerse las correcciones necesarias, evitando en lo posible porosidades, burbujas, etc., que podrían influenciar en el buen acabado del molde.

**EFFECTO DEL CONTENIDO DE FIBRA DE VIDRIO  
EN LAS PROPIEDADES DE LOS LAMINADOS  
MOLDEADOS POR CONTACTO  
(VALORES TIPICOS)**

Relación resina: Vidrio por peso:	2:1	2 1/2 :1	3:1
Contenido de Vidrio, % peso:	33	29	25
Peso específico g/cm <sup>3</sup>	1.5	1.45	1.4
Resistencia a la tracción MN/m <sup>2</sup>	120	100	70
Resistencia a la Flexión MN/m <sup>2</sup>	210	175	140
Modulo de Flexión GN/m <sup>2</sup>	8	6	5
Absorción de agua, 24h%	0.16	0.14	0.12

**AGENTES DE CIERRE PARA MOLDES DE YESO MADERA Y  
OTROS MATERIALES POROSOS**

Derivados de estireno solubles en agua	Ceras
Otros Materiales Plásticos	Yesos Duros
Barnices y lacas	Resinas de Urea
Acido esteárico	Resinas de Furano
Siliconas	Acetato de celulosa

## AGENTES DE DESMOLDEO

PRODUCTOS QUE FORMAN PELICULAS	PELICULAS EN LAMINAS	AGENTES LUBRICANTES	TIPOS PERMANENTES
Acetato de celulosa (15% en Mec).	Polietileno	Recubrimientos de Teflón (dispersión en agua o disolvente).	Inserciones moldeada para sepación.
Alcohol Polivinílico 15% en agua alcohol).	Policloruro de vinilo.	Aceite de Petróleo.	Adiciones de Yeso.
Policloruro de Vinilo.	Acetato de celulosa.	Aceite de Pe- tróleo.	Silicona o Teflón
(Agar-Agar).		Lecitina.	Aplicados en caliente
Alginato Amónico. Caseína.	Tricetato de Celulosa	Ceras.	Polvo de Bentonita
Carboximetilcelulosa.	Mylar.	Fosfatos.	Polvo de Mica.
Metilcelulosa.	Celofán.	Manteca. Arcilla de Modelado.	Grafito.

### 3.2.9. PREPARACION DEL MODELO

Para la preparación del modelo se deben tener en consideración lo siguiente:

El modelo a reproducir no debe contener ningún desperfecto, y si lo hubiere se debe corregir para que ese defecto no se reproduzca en el molde o matriz.

Se debe tener presente que cualquier desperfecto que tuviera el modelo ésta será reproducido fielmente en todos sus detalles por el plástico reforzado y, por lo tanto, cualquier defecto o imperfección aparecerá en los artículos o piezas a fabricar, lo que no siempre será fácil o factible corregir después.

Si el modelo tuviera porosidades que pudieran ser reproducidas en el molde éstas deberán suprimirse, tratando en lo posible que la superficie quede lo mas pulido y liso posible; si por el contrario ciertas porosidades son características que se deban resaltar en el copiado, se deben tener bastante cuidado al momento de aplicar el desmoldante.

Una vez preparado el modelo, se procede a encerarlo en de manera uniforme, por lo menos unas cinco capas de cera, sacandole brillo por cada capa de cera.

Estando encerado el modelo se procede a la aplicación del desmoldante que se hará en forma uniforme, tratando de no regresar al lugar que ya ha sido aplicado el desmoldante, se debe trabajar en forma rápida y segura, poniendo bastante atención en la aplicación, por cuanto una demora en su aplicación, puede producir cierto defecto en el molde y por consiguiente en el producto.

### 3.2.10. FABRICACION DE LA MATRIZ

Estando el modelo preparado, es decir, encerado y con desmoldante se procede a la fabricación del molde o matriz. (Ver diagrama de flujo del Proceso de Fabricación de la Matriz en el ANEXO)

- a) Habiendo aplicado la capa de desmoldante se debe tener cuidado que no quede  $\text{mm}^2$  del líquido ni exceso de éste, entonces se debe esperar unos cinco minutos para que ésta capa seque; si quisiera acelerar el secado se recomienda echar aire con un ventilador o un secador de cabello.
- b) Estando el modelo protegido con las 5 capas de cera y el desmoldante procedemos a aplicar una capa de aproximadamente 1 mm. a 2 mm. de espesor del sistema resinoso o GEL-COAT que llamaremos formulación I.

Observación.- Esta formulación puede permanecer durante dos meses aproximadamente en estado líquido y sólo antes de aplicar ésta mezcla a la superficie del artículo a reproducir se le agrega el 1% de catalizador para que pase a estado sólido.

Cuando se agrega el catalizador ésta debe removerse bien en el momento de trabajar.

- c) Se debe tener en cuenta que la " formulación I" endurece en aproximadamente 8 minutos, en consecuencia tenemos que separar la mezcla necesaria de la vasija donde se preparó la formula a otra vasija más pequeña y aumentar el 1% de catalizador, revolver 45 segundos con la brocha y luego pintar el modelo y terminar antes de los cinco minutos.



En seguida escurra el exceso de la formulacion I de la brocha con un papel y sumérjala en una vasija con THINER o ACETONA, remuevalo adentro: ésto para impedir que la mezcla se solidifique en la brocha.

### FORMULACION I

RESINA DE COBALTO .....	60% en Peso
MONOESTIRENO .....	40% en Peso
COBALTO .....	2% en Peso
COLORANTE.....	de acuerdo al volumen
AEROSIL .....	100% en volumen
CATALIZADOR .....	1% en Peso (1)

Por otra parte en las superficies horizontales y verticales la capa de la formulación I no se va a deslizar ya que está lo suficientemente espesa como para no caerse y lo suficientemente fluida como para suavizar el acabado y no reflejar la huella de las hebras de la brocha.

También podemos observar que ésta capa tiene un color bastante uniforme por cuanto no se ve veteada. por lo tanto se va ha apreciar un acabado perfecto.

Una vez aplicado la FORMULACION I en la superficie del modelo esperar a que seque ésta capa. 10 a 17 minutos para aplicar la FORMULACION II.

---

<sup>1</sup> SOLO EN EL MOMENTO DE TRABAJAR

**FORMULACION II**  
**(RESINA PRE-ACELERADA)**

RESINA POLIESTER GENERICA.....	100%
SOLVENTE MONOESTIRENO.....	10 - 15%
COBALTO.....	2%
CATALIZADOR.....	2% (1)

- d) Una vez que esté seca la formulacion I aplicamos la formulacion II, pero antes de iniciar con el trabajo se recomienda frotarse las manos con CERA ya que de esa manera nos protegemos. En ésta situación estamos preparados para aplicar la formulacion II y también la fibra de vidrio, que previamente ha sido recortados en pedazos para su mejor aplicación
- e) Separe la formulación II a otro recipiente más pequeño, agregue el 1% de catalizador y con una brocha revuelva bien.
- f) Con mucho cuidado empiece a pintar la superficie del modelo, de inmediato coloque pedazos de fibra
- g) Con cierta presión de brocha a 90 grados con respecto a la posición de la superficie del producto, moje la fibra con la formula II, elimine las burbujas de aire, presionando varias veces sin mucha fuerza.
- h) Forre con una capa de fibra todo el modelo, cuando esté bien impregnado con el líquido y no tenga burbu-

---

1 SOLDO EN EL MOMENTO DE TRABAJAR

jas de aire empieza a poner la segunda capa de fibra de vidrio y así sucesivamente.

- i) Se debe trabajar rápido cuidando que no se endurezca la mezcla antes de terminar el trabajo.
- j) Una vez que se haya terminado de laminar se debe esperar a que empiece a endurecer la fibra, seguidamente preparar una chaveta o cuchillo muy fino, tipo navaja.
- k) Transcurridos aproximadamente entre 20 a 25 minutos se puede apreciar que la fibra presenta cierta dureza se debe inspeccionar bien si efectivamente tiene cierta robustez como para ser cortada sus bordes sin perder su forma. si es así se cortará rozando y presionando hacia el modelo para evitar que la fibra se despegue de la formulación I (gel-coat).
- l) Una vez cortados los bordes, dejar que la pieza seque durante 20 minutos ( en calor sea más rápido).Después se lijan los bordes.

## **DESPRENDIMIENTO**

Para desprender la pieza o artículo fabricado del producto original hay que flexionar ambos productos y jalar el modelo hacia un lado y la matriz hacia el otro lado. Si se resiste y no quiere desprenderse, introduzca trozos de plástico flexible entre su trabajo y el modelo.

La resistencia al desprendimiento es normal ya que las formulaciones usadas tienden a contraerse. luego a apretarse. Es común encontrar fallas cuando fabricamos los artículos en PRFV, ya sean burbujas, grietas u otros tipos de fallas, entonces es necesario corregirlos por medio de

una masilla, cuando el defecto así lo amerita, para esto debemos tener una tercera fórmula, que la llamaremos formulación III.

### FORMULACION III

#### RESINA PRE-ACELERADA

RESINA POLIESTER GENERICA .....	58%
SOLVENTE MONOESTIRENO .....	42%
COBALTO .....	2%
CARGAS (TISA Y /O TALCO) .....	10 a 100%
NN-DIMETIL ANILINA .....	0.2 a 0.4% (1)
CATALIZADOR .....	2 (2)

#### 3.2.11. FABRICACION DEL PRODUCTO

Para la fabricación de un producto se hace imprescindible que la MATRIZ o MOLDE sea lo más perfecta posible, sin porosidades, rugosidades, ni otro tipo de falla que pudiera ser reproducido en el producto a elaborar.

- Limpiar bien la superficie de la matriz.
- Aplique unas cinco capas de cera con su respectivo brillo por cada capa.
- Aplique una capa perfecta de desmoldante.
- Prepare la formulacion I y aplique una capa de 1 a 2 mm. de espesor a la matriz.

<sup>1</sup> El NN- DIMETIL ANILINA Es un producto que reacciona rápidamente con desprendimiento de calor se aconseja usa lo sólo cuando se tiene cierta experiencia en el laminado.

<sup>2</sup> AL MOMENTO DE TRABAJAR

- e) Prepare la formulacion II y corte los trozos de fibra de acuerdo al tipo de trabajo a realizar.
- f) Una vez que esté completamente seca la formulacion I empiece a aplicar la formulación II con la fibra de vidrio ya preparada, es decir ya cortada.
- g) Cuando esta capa esté endurecida (aproximadamente unos 15 a 20 minutos después), se procede a cortar con una chaveta o cuchillo muy fino los bordes o rebabas de la fibra de vidrio.
- h) En ésta parte, se debe inspeccionar el molde con el producto verificando que esté completamente seco; sólo así, en estado se procederá a lijar los bordes con una lija de dureza media, de lo contrario se esperará a que esté completamente seco.
- i) Una vez lijado se procede a despegar el producto que se ha fabricado

### **OBSERVACION**

El proceso para fabricar un producto es parecido al proceso de fabricación de la MATRIZ o MOLDE, sólo varia en algunos puntos como:

El colorante que se usa para fabricar el producto debe ser fino para que el color sea perfecto.

El gel coat (formulacion I) es especial para moldes o matrices.

Se debe usar muy poco plástico y más fibra de vidrio para que el producto sea más resistente, el costo baje y no sea tan pesado.

La matriz debe ser más resistente que el producto.

### 3.3. PROCESO DE CONFORMADO A MANO CON MOLDE ABIERTO

Este proceso se caracteriza porque sólo una de las caras del molde, la parte visible del producto, está perfectamente acabada; en consecuencia es ésta cara la que será tratada con el gel-coat o formulación I, para posteriormente pasar a la formulación II ; en cambio la otra parte de la cara del producto presentará un acabado rústico y el desprendimiento del molde con producto se realizará en un sólo proceso simple y sencillo ya sea jalando el producto para un lado y el molde para otro lado o teniendo sujetado el molde y el producto se jalará en dirección opuesta.

Ejemplo de éste proceso lo vemos en los Cascos para: jokeys, ciclistas, motociclistas de los llamados normales. También lo vemos en los lavatorios para: cocinas, lavaderos, tanques para almacenar líquidos, etc. Por citar alguna aplicación más representativa: es la línea automotriz, porque es la que más se adecua, por lo general no requiere de mucha tecnología especial; cuando se trata de reparaciones con fibra de vidrio, se hacen copias del original con suma facilidad ya que el molde lo facilita.

### 3.4. PROCESO DE CONFORMADO A MANO CON MOLDE CERRADO

A veces es necesario producir objetos de gran profundidad o contra sólidos, lo que puede dar lugar a que sea difícil o hasta imposible sacar el objeto de un molde hecho de una pieza. Es esencial entonces emplear un molde partido

Este proceso se caracteriza porque la matriz o molde está conformado por lo general de más de un elemento, es decir que para su fabricación éstos elementos son unidos o sujetados por determinadas herramientas o elementos de sujeción .

La construcción de bridas en moldes partidos es una de las tantas formas de sujetar un molde, también se usan prensas en forma de "C", que son accionadas manualmente. Para fabricar estas bridas, conviene usar mechas continuas como refuerzo en los rincones agudos donde hay zonas de resina sin reforzar que están particularmente expuesta a dañarse accidentalmente.

Es conveniente recordar que en los lugares que se van a utilizar, llámense prensas o cualquier otro elemento de sujeción estos deben estar protegidos, para evitar el desgaste prematuro por el uso continuo de éstas herramientas

Los elementos que conforman el molde y las prensas deben ser fácilmente desarmables ya que una vez que el producto ha sido elaborado, bajo esta modalidad no pueden ser extraídos directamente del molde, de allí la importancia de utilizar éste sistema y que por el diseño del producto requiere de una matriz o molde cerrado. Otras de las razones para usar un molde partido es por la facilidad de extraer el producto sin mucho esfuerzo traduciéndose esto en un ahorro de tiempo.

Los artículos o productos elaborados bajo este sistema siguen los mismos pasos que se han detallado para la fabricación de un producto.

En cuanto a las particiones éstas se deben fabricar con sumo cuidado del modelo y posteriormente particionar el molde, la técnica a utilizar es simple y dependerá del ingenio y práctica del fabricante, en lo posible deberá existir sólo una pequeña línea de unión, que con un tratamiento minucioso del producto ya elaborado no debe quedar rasgos que puedan disminuir su presentación y estética.

Ejemplo de éste proceso, lo tenemos en innumerables aplicaciones que sólo lo puede decidir el fabricante, teniendo en cuenta de darle al producto un buen acabado.

Estos dos procesos descritos para la fabricación de productos en PRFV tienen la particularidad de presentar sólo una de las caras completamente liso, pintado y acabado, cara que está en contacto directo con el molde o matriz, mientras que la otra cara presentará un acabado rústico, como ya se explicó anteriormente.

Las razones por las cuales sólo una de las caras está completamente acabado, se debe a varios factores, siendo uno de ellos el factor COSTO, ya que si se fabrica el producto con ambas caras bien acabadas se requerirá de un molde adicional, y por supuesto una mayor cantidad de materia prima, lo que se traduce en un costo adicional.

Otro factor es el PESO, ya que ambas caras están terminadas, el peso del producto se incrementa, y dependiendo del uso final, si su utilización no tendrá consecuencia por el incremento de peso, entonces la utilización se vería justificada.

Como podemos apreciar no existe una regla rígida para adecuarse a terminado estilo en cuanto al acabado.



### 3.5. PROCESO DE CONFORMADO A MANO CON DOBLE MOLDE O CONTRAPLACADO

Este proceso se diferencia de los dos anteriormente descritos por el hecho de presentar el producto o artículo, ambas caras completamente lisa y acabada, llamemosle a éstas caras anterior y posterior.

Para este proceso debemos tener un molde para cada cara es decir un molde para la anterior y otro molde para la posterior.

En términos generales lo que se hace es preparar una de las caras con el GET COAT y la fibra de vidrio, mientras que la otra cara sólo contendrá el GET COAT, para posteriormente unirlos y sujetarlos por medio de cierta herramientas o sujetadores.

El proceso es como sigue:

1. Las 2 caras del molde se les debe preparar siguiendo los pasos escritos para la fabricación del producto.
2. Una de las caras del molde se impregnará del GEL COAT y la fibra de vidrio, mientras que la otra cara sólo se le impregnará del GET COAT
3. Simultáneamente ambas caras serán unidas una con otra antes que empiece a fraguar, instante que se debe trabajar en un tiempo rápido establecido para el fraguado que oscila entre los 15 a 20 minutos; éstas serán sujetadas mediante bridas o unidas fuertemente por medio de prensas manuales, se debe notar que entre los bordes de ambos moldes se debe deslizar el GEL COAT sobrante, para garantizar que no existirá fallas y ningún vacío entre los 2 moldes.

4. Pasado un tiempo prudencial de aproximadamente 20 minutos y apreciando un fraguado duro procedamos a cortar con una navaja bien afilada, los bordes y rebabas del conjunto.
5. Después de cortar las rebabas y haber transcurrido aproximadamente otros 20 minutos, procedemos a lijar ambos bordes con lija, teniendo cuidado de no lijar más de lo necesario y no malograr así los moldes.
6. Después de lijado los bordes procedemos a desnudar previamente en el paso anterior han sido retirados los sujetadores o prensas del conjunto, en el desnudado es conveniente darle unos cuantos golpes con una herramienta especial para este tipo de trabajo, también es posible ayudarse con pequeñas cuñas que ayudarán al desprendimiento, se entiende que estas cuñas deben ser de un material tal que no ralle el molde ni el producto. Ejemplo de ellos tenemos en una serie de productos en los cuales el acabado final en ambas caras contribuirá a una mejor estética y que pueda contrarrestar en un caso el costo adicional por su mejor presentación, y en otro caso, por la ventaja que pueda representar dicho acabado si no existiera otra alternativa.

Un ejemplo específico lo apreciamos en ciertas asientos para ómnibus o microbuses: el asiento para microbús se puede fabricar con el espaldar completamente liso y pintado, es decir la parte en el cual el pasajero deberá sentarse, en cambio la contracara es mas bien rústica, en este caso solo se usa un molde abierto y el costo estará

en función de un solo molde, en cambio si, el asiento tuviera las 2 caras completamente terminadas el costo estará en función de los 2 moldes abiertos utilizados.

Como se puede apreciar no existe límite en cuanto al acabado del producto; habrán productos que se acomoden a determinado grupo económico y será la demanda quien en ultima instancia permitirá a cual de ellos acogerse.

### 3.6. FABRICACION DE PRODUCTOS SIN EL REFUERZO DE LA FIBRA DE VIDRIO

Bajo esta denominación están los productos que son elaborados usando el *Sistema Resinoso*, GEL COAT .determinadas cargas, pigmentos, y sin la intervención de la fibra de vidrio, existen productos desde la utilización únicamente de la resina.

#### 3.6.1. PRODUCTOS CON RESINA DE POLIESTER

En los productos plásticos con resina de poliester existe una aplicación muy común y dada su importancia se le ha considerado dentro de los productos elaborados, nos estamos refiriendo al uso de la resina de poliester para recubrimiento de determinadas superficies, con dicho tratamiento lo que se logra es un acabado estético bastante aceptable.

Una de estas aplicaciones está en el recubrimiento de la madera, que son usadas en la fabricación de muebles, cajas de aparatos de equipos de sonidos,y televisión y en otras aplicaciones similares. La resina que se va ha

utilizar en estas aplicaciones esta comprendido dentro de lo que conocemos como sistema resinoso, es decir contenido la resina de poliéster con o sin monómero, el cobalto, pigmento determina la carga si fuera necesaria y el catalizador, como ya se sabe sirve para fraguar al sistema.

La manera como se trabaja es la siguiente:

1. La superficie a trabajar debe estar lo mas limpia posible, si fuera necesario una ligera lijada servirá para que la capa de imprimación pueda adherirse sin el temor a desprenderse o descascarse.
2. Se prepara el sistema resinoso con los elementos ya mencionados, si se desea un acabado muy decorativo se puede hacer uso de una serie de elementos y compuestos tales como: La escarcha, purpurina, o algún elemento esparcidor que se pueda agregar al Sistema que le pueda dar una característica propia del producto, existen pigmentos que dándoles un efecto especial en cuanto a su aplicación dan como resultado un acabado fino y presentable
3. Para su aplicación se puede hacer uso de un pulverizador que por lo general lo conforman una pistola, para este caso, y una pequeña compresora que no supere los 30 lb/pulg<sup>2</sup>.
4. Se separa una proporción del sistema a esparcir con el catalizador, para luego proceder a la aplicación.
5. Debemos tener en cuenta el tiempo y la cantidad que se debe trabajar, para no correr riesgos y la formulación se frague y como consecuencia pueda obstruir

la herramienta; se debe trabajar rápido, con bastante atención, tratando que su aplicación sea lo más uniforme posible.

6. Después de concluido el trabajo se deberá proceder a limpiar con THINER todo el equipo usado, para luego volver a usarlo.
7. Una vez concluido el trabajo se deja que endurezca la superficie por lo general esta comprendido entre 20-25 minutos.
8. Se procede luego a lijar con una lija de pequeña dureza por lo general, la lija es de 400 a más, posteriormente se le aplicará una capa de pulidor, hasta que quede brillante.

### **3.6.2. FABRICACION DE BOTONES POR VACIADO**

Se entiende por vaciado al hecho de usar resina y catalizador para fuego, usarlo al momento de trabajar.

Para este tipo de fabricación es típico la fabricación de botones ya que prácticamente todos los botones para camisa y blusas de tamaño grande, se hacen de resina poliéster; no hay ninguna otra materia plástica que pueda usarse económicamente para hacer botones y que pueda soportar el lavado y planchado repetidos.

Para la fabricación de este artículo se han desarrollado varias técnicas de cual se adecua al productor. Estos técnicas difieren solo un poco en cuestiones de detalle.

La resina se pigmenta empleando el método que mejor se acomode de tal manera que se puede asegurar la debida

orientación del pigmento. Se producen por colada laminas, entre dos cristales o , más corrientemente, en un tambor de colada centrifugada especialmente proyectado. Los botones se TROQUELAN en éstas láminas, teniendo cuidado que esta operación se realiza instantes antes de haberse endurecido del todo, en muy raras ocasiones se realiza el troquelado ya endurecidas; posteriormente se pulen a máquina.

Otro método que se emplea en la fabricación de botones lisos, como los que se usan en las prendas de vestir es como sigue: La resina es vaciado en tubos de poliuretano en forma de material en barra: los botones se cortan de éste material en barra (de espesor requerido) para posteriormente pulir a máquina las superficies cortadas.

Es usual el empleo de dos o más resinas pigmentadas de distintos colores en la fabricación del material en barra, para producir un efecto de concha, como se podrá apreciar el hecho de utilizar una variedad de resinas pigmentadas abren un campo en la imaginación del productor para la elaboración y no solo de botones sino también de otros artículos pequeños de fantasía.

Generalmente se hacen mediante vaciado en moldes, los botones grandes decorativos, artículos decorativos de fantasía, artículos para uso femeninos como ganchos, prendedores, etc.

Esta técnica es tal vez la que, por su sencillez, sea usado en forma artesanal por muchos productores. El método es simple, ya que por lo general se requiere de un molde, de la resina pigmentada, con determinada carga según sea el caso, y el catalizador.

En la mayoría de los casos se ha de requerir del uso de molde contraplacado, pero a diferencia de los producidos con fibra de vidrio, en este caso es necesario vaciar la resina dentro de los moldes y que éstos estén fuertemente sujetos sin ningún tipo de filtrado de luz, para que la resina no se deslice.

En repostería son usados como moldes para la decoración. Estos moldes son fabricados en su integridad de resina, ya que pueden soportar altas temperaturas que oscilan entre 150 C a 300 C.

### 3.6.3. VACIADOS Y ENCAPSULADOS

Otro de los productos que se elaboran sin la intervención del refuerzo del vidrio son los productos encapsulados. Con el gel-coat se puede usar para OCLUIR especímenes botánicos y zoológicos. Pueden vaciarse sin dificultad bloques de la transparencia del cristal, que a menudo sirven para preservar rasgos especiales del espécimen que no podrían conservarse en otra forma.

Aprovechando las excelentes propiedades que tienen las resinas de poliéster de ser dieléctricas y el hecho que pueden CURARSE en frío (fragua) ha inducido a su uso generalizado para encubrir o encapsular componentes electrónicos. Estas aplicaciones van desde el encapsulado de condensadores sueltos hasta la ejecución de circuitos miniaturizadas completos.

Conviene tener presente que las resinas de poliéster tienen un encogimiento volumétrico de 0 hasta 8% durante la fase del curado o fraguado.

#### **3.6.4. FABRICACION DEL MARMOL SINTETICO**

Este es otro de los productos que puede fabricarse sin la ayuda del refuerzo, pero es necesario tener en cuenta que existe en el mercado un tipo determinado de resina para determinado trabajo especializado, que para nuestro caso se pide la orientación del fabricante o distribuidor autorizado.

El mármol sintético es considerado como un producto artificial que reemplaza al mármol natural en aplicaciones sanitarias y decorativas. Su costo por unidad es mucho más bajo que el natural y cuenta con el ingenio del productor ya que puede fabricarse con diseños, formas y tamaños ilimitados.

##### **3.6.4.1. Ventajas del mármol sintético sobre el mármol natural**

Resistencia al impacto 2.5 veces mayor.

Resistencia carga estática 3 veces mayor.

Mejor retención del brillo.

Resistencia mayor a los químicos domésticos (cítricos, vinagre, salsas, etc.)

Resistencia a la abrasión 2 veces mayor.

##### **3.6.4.2. Proceso de aplicación**

Se prepara el molde tal como se hace cuando se trabajan comúnmente para la elaboración de un producto con refuerzo de la fibra de vidrio.



Aplicar sobre el molde una película de gel-coat sin pigmentar de aproximadamente 0.4 a 0.6 mm de espesor.

Preparan dos mezclas consistentes en:

1. Resina de poliéster, más carbonato de Ca, más pigmento (o color base), más acelerador. Esta mezcla utilizada debe tener baja ecotermia (90-°C) y ser algo flexible y resistente
2. Resina de poliéster, más carbonato de Ca, más pigmento (color de las vetas) más acelerador. Solo se emplea entre el 5% y 10% en peso del pigmento con base en el empleado en la primera mezcla.

Agregar catalizador a las mezclas en forma individual, se homogenizan las pastas y se vierte el color de contraste en el recipiente que tiene el color base. Luego se mezclan estas partes por poco tiempo y a baja velocidad y luego se vacía la mezcla en el molde, colocando éste en un vibrador o semejando este proceso en forma manual, la idea es de ayudar a extraer el aire que pudiera estar atrapado.

Para artículos con entradas o salidas para tuberías, es aconsejable colocar en el molde y antes de hacer el vaciado colocar anillos o secciones de hule de silicona, elastómeros de uretano, o tubería de PVC, a fin de lograr un acabado integral de estas partes.

Remover el vaciado del molde cuidando de no dañarlo. El material sobrante puede removerse con la mano o medios mecánicos para producir un buen acabado.

Resumiendo se puede decir que el proceso es relativamente simple, la resina utilizada para éste fin se le carga con un relleno, se le agrega un catalizador para endurecer el material y la pasta producida es aplicada en el molde. Cuando el vaciado endurece, es removido del molde y queda listo para su instalación.

La industria del mármol sintético depende de la habilidad de humectar grandes cantidades de relleno o cargar con una resina líquida, para evitar que no hayan porosidades y se presente aire atrapado en el vaciado.

Para homogenizar la resina y el relleno deben usarse mezcladores de bajo esfuerzo cortante.

Si se utiliza rellenos de diferente tamaño o partícula es conveniente agregar los más finos primero a la resina, así estos se humectarán mejor y luego se agrega el catalizador, por último se agregan los gruesos. El proceso completo debe requerir 20 minutos como mínimo y luego se debe permitir que el aire atrapado salga antes de vaciar. En un sistema de un solo relleno debe seguirse el procedimiento básico.

Los rellenos más utilizados son el carbonato de ca, y el mármol granulado los cuales formulados con resina de poliéster producen una perspectiva densa y de profundidad al producto final contribuyendo un poco a la resistencia, al impacto, pero es la resina la que le dá la rigidez y la resistencia al impacto al mármol sintético.

### 3.6.5. CONCRETO POLIMÉRICO O POLICONCRETO

Los morteros de resinas sintéticas son combinaciones de resinas reactivas, tales como las resinas de poliéster insaturado, diferentes agentes de reacción y posiblemente diluyentes reactivos que curan a temperatura ambiente con agregados secos, tales como grava, arena, cuarzo en polvo o triturado, mármol en polvo y en algunos casos pigmentos estables a la luz.

En muchas ocasiones los concretos los morteros de poliéster ofrecen ventajas técnicas y económicas sobre los concretos normales, si se aprovechan las cualidades del policoncreto, tales como facilidad de aplicación, rápido fraguado, rápido curado, resistencia a productos químicos buena resistencia mecánica, etc.

En la elaboración los concretos poliméricos son instalados y vibrados en forma similar al concreto convencional; para limpiar el equipo se necesita el uso de solventes ya citados anteriormente.

El sistema promotor catalizador es el más adecuado para concreto de poliéster, con tiempo de curado variables entre pocos minutos y varias horas. El concreto polimérico alcanza un 95% de polimerización a las 24 horas, siendo apto para caminar sobre él pocas horas después del fraguado, a la semana alcanza el 99% de su polimerización. El sistema de curado más utilizado es el cobalto-mek peróxido.

Es importante tener presente que para este tipo de trabajo se aconseja pedir la opinión del fabricante o distribuidor.

### 3.6.6. FABRICACION DE COMPUESTO ABRASIVO UTILIZACION DE LA RESINA EN EL USO DE COMPUESTOS ABRASIVOS.

Las resinas de poliéster pueden usarse como medios portadores para diversos grados de polvos abrasivos, como por ejemplo, cuarzo y carborundo. Los abrasivos se incorporan al Gel-Coat, que se moldea entonces por vaciado en las formas adecuadas siendo la más conveniente la forma cónica. los conos se utilizan para desbarbar las piezas coladas de metal blando en la industria de automóviles, etc.

### 3.6.7. MASILLAS PLASTICAS

Bajo esta denominación son definidos los productos que son fabricados tomando en cuenta la formulacion III, ya vista anteriormente; como se podrá apreciar la carga tiene un porcentaje en peso de 100% a más. existen variedades de masillas plásticas que difieren un poco en la formulación, pero que en terminas finales cumplen la misma función.

En la actualidad están empleándose crecientemente en la reparación de carrocerías de automóviles, así como para reparar piezas de plástico reforzado y otras donde se necesita una rápida complementación.

El sistema de fabricación de una masilla simple se basa en la formulación III, es decir, se debe tener :el Gel-Coat pre-acelerada, la carga que puede ser titanio, talco o tiza, etc y el catalizador que será usado sólo al momento de trabajar.

Se debe tener en cuenta que el aspecto que presenta la masilla plástica es pastosa, en consecuencia cuando se afirma que la carga que se aplicará al Gel-Coat pre-acele- rada podría ser del 100% a más en peso respecto a la resi- na, no se exagera, ya que es ésta particularidad la que le dará al compuesto, el aspecto pastoso característico que como tal es usado: se puede almacenar esta pasta en envases cerrados.

Al momento de trabajar, se deberá separar una parte para luego proceder a agregarle el catalizador, ésta se mezclará hasta obtener una masa uniforme, y podrá usarse en el acto, dependiendo del uso que se le dará, debe espe- rarse a que frague para posteriormente proceder a lijar y darle el acabado final.

La cantidad mínima de catalizador varía de acuerdo a la experiencia del operador, por lo general varía entre el 1% y 1.5% por peso del compuesto, en el momento de traba- jar; una vez lijado y pulido lo más perfecto posible ya es posible aplicarle pintura por cualquier método usado nor- malmente.

## CAPITULO IV

### EL PLASTICO REFORZADO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Creemos que un trabajo a nivel Pequeña Empresa o Micro Empresa no podría faltar éste interesante Capítulo que hace de la Fibra de vidrio una alternativa más en el reemplazo de ciertos materiales Tradicionales. Es así como los plásticos reforzados con fibra de vidrio sólo pueden usarse con máxima ventaja si el fabricante proyecta sus productos procurando amoldarse a las necesidades del material. Para poder hacerlo, el proyectista tiene que tener en cuenta las propiedades mecánicas del laminado y los métodos de fabricación que se piensen usar.

La mayor ventaja que ofrecen los plásticos reforzados sobre los materiales corrientes estriba en la posibilidad de proyectar y construir grandes estructuras concebidas en conjunto y no como un ensamble de elementos que sea preciso unirla mecánicamente.

Es posible, por ejemplo proyectar y moldear el casco de una lancha con los depósitos de combustible formando parte integral del casco, o un cuarto de baño completo con

lavabos y bañera moldeados todos ellos en una estructura de una sola pieza. Mediante el uso de formas geométricas pueden hacerse estructuras extraordinariamente fuertes, exactamente igual que la cera de abejas forma una estructura rígida cuando está compuesta en forma de panal. Es posible, pues, hacer estructuras tridimensionales livianas que tengan rigidez y resistencia. Este tipo de diseño tiene un futuro prometedor para la construcción de edificios y puentes de modo particular las estructuras grandes en las que el espesor del revestimiento resulta adecuado para una buena resistencia a la penetración.

Otra ventaja de los plásticos reforzados es la posibilidad de variar el espesor del material en sitios localizados y aumentar las características de resistencia en cualquier punto y en cualquier dirección simplemente mediante el uso juicioso del refuerzo de fibra de vidrio. "Cada problema de diseño tiene que enfocarse sin pensar que el plástico reforzado no es más que un sustituto de los materiales estructurales tradicionales.

#### **4.1. CARACTERISTICAS GENERALES.**

Antes de tratar sobre el uso de los plásticos reforzados como material de ingeniería es útil comparar las propiedades básicas de la resina de poliéster insatura con la fibra de vidrio (tipo "E"), que es mostrada en el capítulo de la Tecnología. La gran influencia que tiene la proporción resina/vidrio en las propiedades mecánicas del plástico reforzado.

**PROPIEDADES MECANICAS DE LOS LAMINADOS DE PLASTICO  
REFORZADO EN COMPARACION CON OTROS MATERIALES  
ESTRUCTURALES**

	PESO ESPECI- FICO	RESIST. A LA TRACCION MN/m <sup>2</sup>	MODULO DE ELAS- TICI. GN/m <sup>2</sup>	RESIST.A LA COMPRESION MN/m <sup>2</sup>	RESIST. AL CHO- QUE KJ/m <sup>2</sup>	RESIST. ESPE- CIFI. MN/m <sup>2</sup>	MODULO ESPE- CIFI. GN/m <sup>2</sup>
Plást. reforzado, distribución alea- toria de las fi- bras	1.4	100	7	150	75	70	5
Plásticos, refor- zado, distribución bidireccional.	2.0	800	30	350	250	400	15
Aluminio dulce	7.8	400	200	250	50	50	26
Aleaciones ligeras.	2.8	450	70	80	25	160	25



**COMPARACION DE ESPESORES, PESOS Y PRECIOS  
DEL MATERIAL PARA OBTENER  
IGUALES PROPIEDADES DE RESISTENCIA**

	COSTO		IGUAL RESISTENCIA A LA TRACCION			IGUAL RIGIDEZ A LA TRACCION			IGUAL RIGIDEZ A LA FLEXION		
	Por volumen unitario	Por peso unitario	Espesor	Peso	Costo	Espes.	Peso	Costo	Espes.	Peso	Costo
ACEFO Dulce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aluminio	2	6	1.8	0.6	4	3	1.1	6	1.5	0.5	3
Acero Inoxidable	15	14	1	1	14	1.1	1.1	14	1.1	1.1	14
Plástico reforzado, distribución aleatoria	1	5	2.4	0.5	2.5	25	5	25	3	0.6	3
Plástico reforzado, distribución unidireccional	1.4	6	0.3	0.1	0.6	6.8	1.5	9	1.9	0.5	3

El cuadro muestra la influencia del contenido de vidrio en las propiedades mecánicas y en la absorción de agua de un volumen laminado hecho con manta de fibra de vidrio moldeado por contacto, a razón de tres porcentajes típicos de contenido de fibra.

Las propiedades del plástico reforzado en comparación con las de los metales que a veces sustituye se han indicado anteriormente. Tanto el acero como las aleaciones ligeras se han seleccionado para la comparación porque se emplean extensamente en la construcción de cascos de embarcaciones, en la fabricación de cabinas de camión, carrocerías de autobuses y turismos, y en el transporte ferroviario. Se ha incluido el acero inoxidable en el cuadro anterior, ya que se usa a menudo para la fabricación de depósitos y tuberías de los que se emplean en las instalaciones químicas. En todas estas aplicaciones está muy generalizado el uso de plástico reforzado.

Conviene tener presente que las dos diferencias principales entre el plástico reforzado y el metal estriban en el módulo y la densidad. La falta de rigidez es la característica más distintiva de plástico reforzado desde el punto de vista de la proyección técnica, y se trata más a fondo más adelante en este capítulo.

Otra importante diferencia es la mala ductilidad del plástico reforzado cuando se le compara con los metales. El alargamiento en la rotura generalmente está comprendido entre 1 y 2% en comparación con alrededor de 40% para el acero.

Por otra parte, la deformación del plástico reforzado es casi elástica hasta el punto de falla mientras que el límite elástico del acero es de alrededor del 0.2%. Las propiedades típicas de resistencia a la fatiga del plástico reforzado. Se comparan favorablemente con las de muchos metales. No obstante, hay necesidad de aplicar un factor de seguridad, en el diseño, de alrededor de 6, dependiendo de la aplicación.

Cuando el plástico reforzado se halla sometido a una carga continua susceptible de sufrir un considerable estiramiento en frío. El plástico reforzado ofrece buenas características del aislamiento eléctrico y térmico. Por otra parte, el coeficiente de dilatación térmica del plástico reforzado y del acero, por ejemplo son del mismo orden.

Por este motivo los depósitos metálicos pueden revestirse sin dificultad con plástico reforzado a los ataques químicos y a la intemperie superior a la mayoría de los metales, sobre todo en condiciones de poca acidez.

#### 4.2. RIGIDEZ:

La relación resistencia a la tracción/peso del plástico reforzado es elevada, pero la rigidez es baja. Es más importante, por tanto, proyectar los objetos con vistas a obtener rigidez adicional más bien atendiendo a una elevada resistencia a la tracción. Hay diversos modos de hacer esto, el más sencillo de los cuales es aumentar el espesor de la pieza moldeada.

El módulo de un laminado normal de manta de fibra de vidrio es de alrededor de  $7 \text{ GN/m}^2$ , pero el módulo del acero dulce es de unos  $200 \text{ GN/m}^2$ , puesto que la rigidez de una sección transversal rectangular aumenta con el cubo del espesor, se deduce que el espesor del laminado de fibra de vidrio necesita aumentarse en un factor de (raíz cubica de 30). Así pues aumenta de espesor el laminado poco más de tres veces, tendrá la misma rigidez que el acero dulce. Pero esto resultaría costoso, y el peso adicional, aunque todavía menor que el del acero, podría anular una de las principales razones de haber elegido el plástico reforzado en primer lugar.

En la práctica, la rigidez de los objetos moldeados de plástico reforzado aumenta empleando uno o más de los métodos siguientes:

- a) Variación localizada del espesor. Aumentando progresivamente el espesor en zona localizada hacia el borde, o formando una pestaña o brida a lo largo del borde de un panel se aumenta enormemente su rigidez.
- b) Introducción de curvatura compuesta en el diseño u ondulaciones localizada en paneles bastante planos. Este es el mejor método. Las ondulaciones no necesitan ser inestéticas; pueden introducirse formando parte de la estilización general del objeto moldeado. Esta práctica es corriente, desde luego, en la estampación de piezas de metal por razones similares.
- c) Laminación de costillas formando parte integral del laminado por el reverso del mismo. Este método se describirá ampliamente en el método "Construcción S-

ANDWICH", que a menudo se emplean en la construcción de cascos para embarcaciones grandes.

#### d) Construcción "SANDWICH"

El método c) descrito, se puede ampliar aun mediante la construcción con placas plegadas, cuando la geometría general de la estructura proporciona la rigidez necesaria. Este método de lograr la rigidez es importantísimo para hacer estructuras grandes.

Mediante diseños apropiados con un sistema de placas plegadas pueden hacerse estructuras rígidas partiendo de láminas delgadísimas. El único problema es que la resistencia a la perforación puede ser insuficiente, a no ser que se aumente el espesor por encima del requerido para obtener la rigidez, al aumentar el tamaño general tiene que aumentarse necesariamente el espesor de las láminas. De este modo se mejora la resistencia a la penetración y la atracción general de este tipo de diseño sólo resulta verdaderamente favorable para estructuras grandes.

### 4.3. CONSTRUCCION DE SANDWICH

Puesto que la rigidez es función del espesor, es posible ligar dos capas exteriores delgadas de laminado de fibra de vidrio a un núcleo de baja densidad, formando de ese modo un sandwich o emparedado de bajo peso, de considerable rigidez: el núcleo de baja densidad puede ser madera de balsa, espuma plástica, una estructura alveolar hecha de papel, fibra de vidrio o metal. Es imprescindible

que las dos delgadas capas exteriores se peguen firmemente al material que constituye el núcleo, y que éste no sea atacado por la resina que se aplique sobre él.

Como algunas espumas plásticas, como la de poliestireno expandido, son atacadas para el estireno de la resina de poliéster, es necesario sellar la superficie de la espuma antes de aplicar la resina y el esfuerzo de fibra de vidrio y se recomienda para este fin una emulsión de acetato de polivinilo que tenga un contenido de sólidos bastante elevados o un recubrimiento con base epoxídica.

La colocación de una sola capa de tela de fibra de vidrio flojamente tejida o un tejido de percal, sirve de ayuda en la formación de una eficaz película de cierre a la vez facilitando la adherencia. Las espumas que solo son atacadas ligeramente por el estireno pueden obturarse con una mezcla de resinas de poliéster de frague rápido, que sea preferiblemente tixotrópica, de modo que la resina no sea absorbida por la espuma.

A continuación se facilita una orientación de los plásticos expandidos que se usan como materiales para el núcleo:

El PVC expandido existe en varios grados.

La espuma de PVC no plastificada no resulta atacada y no precisa ningún tratamiento especial.

Los grados plastificados son atacados después de contacto prolongado con la resina de poliéster y tienen que sellarse.

Si la espuma tiene una piel superficial, puede rasparse ésta para mejorar la adherencia.

El Poliestireno, expandido es fuertemente atacado y

es necesario sellarlo.

**La Espuma Fenólica.** generalmente presenta una estructura de células interconectadas. No es atacada por el estireno, pero debe sellarse con una mezcla de resina **tixotrópica** para impedir que la resina de la laminación penetre en la espuma.

**El Caucho Microcelular.** tiene que sellarse con una solución especial tapaporos o de goma, laca (shellac).

**La Espuma de Poliuretano.** Puede usarse en forma de planchas o bloques premoldeados y puede formarse la espuma de este material in situ. No se necesita emplear solución tapaporos, la piel superficial debe rasparse para ponerla áspera.

Se recomienda los adhesivos de base epoxídica para pegar las planchas o bloques a los laminados premoldeados.

La producción de la espuma in situ no requiere ningún tratamiento especial de la superficie.

En una construcción "sandwich", las capas exteriores del plástico reforzado resisten los esfuerzos de flexión y las deflexiones, y el núcleo resiste los esfuerzos cortantes y deflexiones, soporta las cargas de aplastamiento localizadas e impide al abollamiento de las capas exteriores de plástico reforzado cuando están sometidas a compresión. El siguiente cuadro ilustra la rigidez relativa de los laminados "SANDWICH" cuando son solicitados por esfuerzos de flexión. Se consigue aproximadamente el mismo

grado de rigidez empleando un forro único de plástico reforzado de 25 mm de espesor, que una construcción "SANDWICH" de 44 mm de espesor empleando capas de plástico reforzado de 1.5 mm y una construcción "SANDWICH" de 32 de espesor hecha con capas exteriores de plástico reforzado de 3mm.



PROPIEDADES DE RESISTENCIA  
DE LOS LAMINADOS FABRICADOS  
CON MANTA DE FIBRA DE VIDRIO TROCEADA  
Y NECHAS DE FIBRA ENTRETEJIDAS

REFUERZO	ESPESOR mm	CONTENIDO VIDRIO % PESO	RESISTENCIA A LA TRACCION MN/m <sup>2</sup>	MODULO DE ELASTICIDAD GN/m <sup>2</sup>	RESISTENCIA MN/m <sup>2</sup>	MODULO EN FLEXION GN/m <sup>2</sup>
Mat Mat	2.2	30	100	6	150	6
WR WR	2.0	45	250	15	250	12
WR Mat WR	3.0	42	190	10	250	7
Mat WR Mat	3.0	35	140	8	175	7
WR Mat WR	5.6	45	220	10	190	11

Mantas de Hebras troceadas: 450g/m<sup>2</sup>

Tela tejida: 850g/m<sup>2</sup>

Mat = Manta de hebras troceadas

WR = Mechass Entretejidas

#### 4.4. SELECCION DEL ESFUERZO

Existen muchos tipos de refuerzo de fibra de vidrio, cada uno de los cuales ostenta sus propiedades particulares. Los Rovings, o mechas continuas, son la forma mas barata en que puede obtenerse la fibra de vidrio en forma de filamento continuo y se emplean en el modeo y en el bobinado de filamentos. La fibra en forma de manta de hebras troceadas es el material de refuerzo mas comúnmente usado para el moldeo a mano por contacto, pero aunque mas caros, también pueden usarse tejidos dos solos o en combinación con manta de fibra de vidrio troceadas, y por este motivo no se usan frecuentemente solos.

Las mechas entretrejidas proporcionan una resistencia a la tracción bastante más elevada que la manta de fibra de vidrio, pero la resistencia a la comprensión puede ser menor. Si se usa una combinación de mechas entretrejidas y manta, debe disponerse el refuerzo de modo que el laminado tenga una construcción equilibrada, para evitar que se alabee.

A primera vista podria pensarse que el laminado indicado en el cuadro anterior, consistente en dos capas de mechas entretrejidas, es el mejor en vista de su resistencia ala tracción y módulo elevados. Pero como el contenido de resina sólo es 55%, su resistencia a la intemperie y la resistencia general a los ataques quimicos es peor comparación con los otros laminados, lo cual puede disuadir de usar este tipo de construcción en la fabricación, por ejemplo, de un casco de embarcación. Se construyen muchos excelentes objetos, entre ellos algunos grandes casos de

barcos, empleando sólo manta de fibra de vidrio y resina: por eso, si se está en duda se recomienda usar sólo manta de fibra de vidrio.

La manta de fibra de amianto puede usarse como refuerzo en combinación con la fibra de vidrio para aumentar la rigidez de un laminado estructural macizo. La manta de amianto se emplea normalmente como el material del núcleo. También puede usarse yute y cabuya para aplicaciones en las que se desee tener un núcleo de menos densidad.

#### 4.5. CONSTRUCCION COMPUESTA

La resina de Poliéster plenamente curada tiene buena resistencia química, sobre todo frente a condiciones ácidas, sin embargo, existen varias de esas materias plásticas que se comportan más satisfactoriamente en condiciones alcalinas o son más resistentes a otros productos corrosivos. Algunos de estos plásticos pueden usarse para obtener una construcción de resinas compuestas en la que la resistencia mecánica corre a cargo del laminado de plástico reforzado y la resistencia a los agentes químicos corre a cargo de la otra resina o el otro plástico. Las resinas epoxidicas, furánicas, el PVC y otros termoplásticos pueden emplearse todos ellos para superficies de trabajos de laminados de plástico reforzado. En el caso del PVC corrientemente no se necesita un molde, puesto que se da al PVC la forma requerida de antemano. El reverso se raspa entonces mecánicamente y/o se somete a tratamiento químico para proveer una ligazón eficaz para la resina de poliés-

ter reforzado con fibra de vidrio que se aplica encima. Los depósitos y tubos para la industria química se hacen frecuentemente de esta forma. Un ejemplo importante de la construcción compuesta es el bobinado de filamentos o la envoltura de tubos de PVC con mechas de fibra de vidrio y resina.

#### 4.6. SUGERENCIAS SOBRE DISEÑO:

Conviene evitar las esquinas o rincones agudos y redondeces de menos de 6mm. de radio, para impedir que se produzca una mala distribución de las fibra, así como la inclusión de burbujas de aire.

En muchas aplicaciones es necesario transmitir cargas entre el objeto de plástico reforzado e insertos metálicos. Puede conseguirse esto eficazmente siempre que en el diseño de la junta se tenga en cuenta suficiente margen para compensar los muy distintos valores de deformación de los dos materiales cuando están sometidas a cargas similares. El ancho de una pieza inserta en el plástico naturalmente es más importante que la profundidad hasta la cual penetre en el laminado.

Cuando más ancho es el inserto, menor es la sollicitación en el punto de transmisión. Si se aumenta el espesor del laminado donde el material se acerca al inserto metálico y donde lo rodea, es posible absorber el esfuerzo en el material plástico hasta que la sollicitación resulta igual en ambos materiales, permitiendo así que la transmisión de la carga tenga lugar sobre un área bastante gran-

de. Idóneamente, la base del elemento metálico inserto debe ser por lo menos cuatro veces más ancha que la longitud del inserto.

La transmisión de cargas se logra de la mejor forma mediante la adherencia, más bien que mediante entrelazamiento mecánico. Sin embargo tratándose de cargas pequeñas pueden adoptarse métodos mecánicos. Antes de incorporar una pieza metálica en un objeto que se está laminando es preciso desengrasarla, limpiarla mecánicamente y darle cierta aspereza mediante chorro de arena o granallado. Se aumenta así significativamente el área de unión. Por otra parte también puede hacerse un taladro en la pieza para proveer en ella un agarre eficaz.

Si hay que fijar una pieza metálica en un laminado de plástico reforzado que esté plenamente curado se recomienda el uso de un adhesivo epóxico. Esto puede combinarse con la fijación mecánica, como empleando pernos o remaches, siempre que los agujeros no tengan que taladrarse demasiado cerca del borde del laminado. Además conviene utilizar grandes arandelas o placas para que se reparta la carga sobre una superficie más grande.

Pueden pegarse eficazmente piezas moldeadas de plástico reforzado empleando adhesivos, métodos mecánicos, o una combinación de ambos. El factor determinante en el diseño de las juntas ha de ser siempre que las zonas de unión sean lo más grandes que sea posible pueden emplearse empalmes corrientes a tope o escarpados, pero tienen que reforzarse laminando después capas de refuerzo y resina por ambos lados por encima de la junta. Generalmente es

preferible hacer juntas solapadas. Cualquiera que sea el método que se elija, las zonas en cuestión tienen que ponerse lo bastante ásperas previamente para que pueda estar expuesta algo de la fibra de vidrio, con lo cual se asegura una mejor trabazón.

Es más corriente emplear adhesivos epoxidicos que poliésteres para la ligazón de laminados ya curados; cuando se emplea resina de poliéster, la película de resina debe ser lo bastante gruesa para evitar que cure insuficientemente. la colocación de una sola capa de tela o manta de fibra de vidrio de textura abierta en la junta ayuda a superar este problema.

Cuando es necesaria la sujeción mecánica a menudo pueden emplearse con éxito tuercas y pernos, remaches y tornillos autorroscantes. La carga debe repartirse y es imprescindible emplear elementos de fijación de cabeza grande o arandelas grandes. A menudo son útiles los elementos espaciadores tratándose de conexiones hechas por pernos. para impedir que se quiebre por aplastamiento el laminado. Pueden incorporarse placas metálicas taladradas y roscadas o piezas especiales roscadas en el objeto que se está laminando, o bien por el lado reverso, siempre que se tengan en cuenta las consideraciones referentes al tamaño de la zona de unión y se limpien y raspen bien las partes interesadas.

Finalmente, y lo que es más importante de todo, hay que proyectar específicamente para el plástico reforzado. Mediante el diseño cabal debe tratarse de integrar las diversas piezas si es posible en un objeto moldeado en una

sola pieza. No sólo se eliminan así las áreas de concentración de esfuerzos, sino que se reduce considerablemente el costo final del componente.

#### 4.7. COSTO

El costo de un laminado terminado depende no sólo del costo de los materiales, sino también del método de fabricación. La velocidad de producción, la inversión en maquinaria, la cantidad de desperdicios, y los importes de la mano de obra todos ellos son factores que deben tenerse en cuenta y que serán distintos para cada técnica de fabricación.

#### 4.8. COMPORTAMIENTO

Una de las consideraciones de diseño más importantes es la del comportamiento previsible del plástico reforzado en el ambiente en el cual tenga que prestar servicio en la práctica. ¿Qué tal soportará el plástico reforzado los procesos normales de la exposición a la intemperie? ¿Qué influencia tienen los diversos agentes químicos y a distintas temperaturas? ¿Cuál es la pérdida probable de resistencia después de la inmersión constante en agua?

El Comportamiento del plástico reforzado depende tanto de la composición real del laminado, del tipo de resina de poliéster empleada del acabado de la superficie y, sobre todo del grado de curado, que es imposible dar información detallada que abarque todas y cada variable.

Hay varios ensayos que ayudan al fabricante o proyectista a predecir el comportamiento probable del plástico reforzado en la mayoría de las aplicaciones. En la norma británica BS 3532, 1962 se especifican las necesidades mínimas de resistencia que han de satisfacer todas las resinas aprobadas.

La resistencia de los laminados de plástico reforzado a la intemperie, al agua y a los ataques químicos, es mayormente función de la calidad del gel coat, puesto que en muchas aplicaciones es la superficie de esta última la que está expuesta al ataque. La resistencia a la lixiviación en el gel coat es, pues, más importante a menudo que la retención de una elevada resistencia en el laminado.

El Cuadro siguiente será útil para constatar la resistencia a la intemperie del plástico reforzado. La influencia de los materiales por la adición de carga conviene mantener siempre al mínimo, y cuando se use agente tixotrópico, debe usarse sólo la cantidad suficiente para contener un severo drenaje. El mismo Cuadro muestra la pérdida de resistencia a la flexión de un laminado hecho con RESINA DE POLIESTER y una manta de fibra de vidrio, después de su inmersión en agua destilada a 20°C.



## RETENCION DE RESISTENCIA DEL LAMINADO

HECHO CON RESINA DE POLIESTER Y NANTA DE FIBRA  
DESPUES DE LA INMERSION EN AGUA DESTILADA A 20°C

DIAS DE INMERSION	BORDES SIN SELLAR		BORDES SELLADOS	
	RESISTENCIA FLEXION NM/m2	RETENCION %	RESISTENCIA FLEXION NM/m2	RETENCION
0	204	--	204	--
7	192	94	199	99
28	186	91	193	95
63	182	89	190	93
112	181	89	190	93
300	181	89	190	93

El laminado se hizo entre dos hojas de celofán, así que tenía dos superficies lisas pero ninguna piel de moldeo. Se postcuró durante 30 horas a 80°C se llevaron a cabo pruebas de resistencia a intervalos regulares en laminados con los bordes sellados, y también sin sellar. Este ensayo es severo, porque en la práctica un laminado es probable que sólo tenga que estar expuesto al agua por una cara, y ésta normalmente está protegida por el GET COAT. Además, el agua destilada es más perjudicial al plástico reforzado que el agua de mar o agua dulce.

Las cifras correspondientes a la retención del módulo de flexión (rigidez) con bordes sin sellar y sellados, al cabo de 300 días de inmersión, son 89% respectivamente.

## **CAPITULO V**

### **CONTROL DE CALIDAD**

El control de calidad está referido a las principales fallas en la elaboración de los plásticos reforzado con fibra de vidrio y las posibles soluciones que pudieran darse gracias al aspecto práctico realizado en la fabricación de dichos productos.

#### **5.1. FALLAS CORRIENTES**

Es común encontrar muchas quejas relacionadas con el aspecto y el comportamiento de los objetos moldeados de plásticos reforzado y éstos emanan de la causa básica de que la resina no está bien curada. Pero de vez en cuando surgen varios problemas que se manifiestan en forma de imperfecciones visibles u otros de efectos y que merecen un examen minucioso.

El remedio, en cada caso, resultará aparente al analizar las causas.

### **5.1.1. ARRUGAMIENTO**

Este defecto es causado por el ataque del disolvente sobre la piel de moldeo por el monómero de la resina de la laminación, debido a que el Gel-Coat no está curvado. Puede evitarse el arrugamiento asegurándose de que la formulación de la resina sea la correcta, que la piel de moldeo no sea demasiado delgada y regulando la temperatura y la humedad manteniendo el trabajo alejado de sitios donde haya aire en movimiento, especialmente aire caliente. Si el taller está equipado de sopladores de aire caliente, deben dirigirse estos en sentido de alejamiento de los moldes.

### **5.1.2. PICADURA**

La formación de pequeñas cavidades en la superficie es ocasionada por pequeñas burbujas de aire que son atrapadas en la piel de molde antes de la gelificación. Ocurre esto cuando la resina es demasiado viscosa, o tiene un gran contenido de carga, o cuando la resina del Gel-Coat moja imperfectamente el agente de desmoldeo, o cuando la línea de aire comprimido arrastra agua a la aplicación.

### **5.1.3. MALA ADHERENCIA DE LA RESINA DEL GEL-COAT**

A no ser que la adherencia del Gel-Coat al laminado de base sea muy mala este defecto solo se observará cuando no está manipulando la estructura y se dependen trozos del Gel-Coat. A veces pueden detectarse zonas de mala adherencia por la presencia de una vejiga, o por haber ondulaciones localizadas en la superficie cuando se la mira obli-

cuamente la mala adherencia del gel-coat puede ser ocasionado por la consolidación inadecuada del laminado, la contaminación del gel-coat antes de colocar encima las fibras de vidrio o más generalmente, por dejarse curar demasiado tiempo el gel-coat.

#### **5.1.4. MANCHAS**

Este defecto se manifiesta en forma de pequeñas manchas por toda la superficie del Gel-Coat del laminado. Generalmente se debe a que uno de los ingredientes de la resina no está debidamente disperso.

#### **5.1.5. ESTRIAS**

Este defecto se debe a la flotación del pigmento y es muy probable que se produzca cuando el color empleado es una mezcla de mas de un pigmento. El remedio consiste en mezclar bien la pasta de los pigmento o usar una pasta distinta.

#### **5.1.6. AFLORAMIENTO DE LAS FIBRAS**

A veces queda visible el dibujo formado por el refuerzo de las fibras de vidrio a través del gel-coat o aparecen prominentemente en la superficie. Generalmente ocurre esto cuando el gel-coat es demasiado delgado o cuando el refuerzo se ha depositado y se ha pasado la brocha o un rodillo de esos que sirven para presionar la fibra contra el gel-coat, antes de que el gel-coat se haya endurecido suficientemente o cuando se saca el objeto del molde demasiado pronto.

### 5.1.7. OJOS DE PEZ

En un molde extremadamente pulido y en particular cuando se emplean ceras modificadas con siliconas, a veces el gel-coat se corre de ciertas zonas, dejando puntos en los que éste es así inexistente. Este defecto se manifiesta en forma de lunares o manchas de color pálido, generalmente de hasta 6 mm de diámetro.

También puede ocurrir en líneas rectas largas después de haber pasado el pincel durante la aplicación. Este defecto raramente se experimenta cuando no se aplica correctamente una película de alcohol de polivinilo, o cera con carnauba.

### 5.1.8. VEJIGAS

La presencia de vejigas indica que existe expoliación dentro del objeto moldeado y que ha quedado atrapado aire o disolvente. Las vejigas que se extienden sobre una superficie considerable también pueden ser indicios de que la resina está insuficientemente curada, y este tipo de vejiga puede que no se forme hasta algunos meses después del moldeo.

También pueden producirse vejigas si el objeto se somete a una cantidad excesiva de calor radiante durante el curado; una posible causa de éste defecto es el uso de un grado inadecuado de catalizador constituido por peróxido de metiletilcetona.

Si por otra parte la vejiga aparece por debajo de la superficie, es probable que se deba al haberse mojado imperfectamente la fibra de vidrio por la resina durante

la impregnación. La causa de ello estribará seguramente en que se ha dejado transcurrir tiempo insuficiente para que la fibra de vidrio absorba la resina antes de empezar a pasar el rodillo. Las vejigas de esta clase generalmente pueden detectarse al hacer la inspección en cuanto se saca el objeto del molde.

#### 5.1.9. CUARTEADO

La superficie puede cuartearse inmediatamente después de la fabricación o puede tardar algunos meses en producirse este defecto. Aparece en forma de grietas finas en la superficie de la resina. Frecuentemente la única evidencia inicial de este defecto es que la resina pierde su brillantez superficial.

El defecto de cuarteado generalmente está relacionado con las zonas ricas en resina y la causa de ello es el uso de una resina o formulación de resina inadecuadas en el gel coat. La aplicación adicional de estireno a la resina del gel coat es una causa corriente del defecto. También es posible que la resina de la piel de moldeo está demasiado dura con relación a su espesor. En otras palabras, cuanto más gruesa sea la piel de moldeo más resiliente necesita ser la resina.

El efecto cuarteado que aparece al cabo de algunos meses de exposición a la intemperie o al ataque químico tiene su origen en haberse curado insuficientemente la resina, al uso de demasiada caraga, o al uso de una resina que se ha vuelto demasiado flexible.

#### 5.1.10. AGRIETAMIENTO EN FORMA DE ESTRELLA

Esto es el resultado de producir un gel coat demasiado grueso, y sucede al recibir el laminado un impacto por el reverso. El gel coat no debe hacerse jamás con un espesor mayor de 0.45 mm.

#### 5.1.11. PORCIONES INTERNAS SECAS

Pueden ser causadas por haber intentado impregnar más de una capa de fibra de vidrio al mismo tiempo. La presencia de porciones interiores secas puede confirmarse fácilmente dando unos golpecitos sobre la superficie con un moneda.

#### 5.1.12. MALA IMPREGNACION DE LA FIBRA

La causa de que se moje mal la fibra se debe o bien al uso de insuficiente resina durante la laminación o a una consolidación inadecuada del laminado. Este defecto normalmente aparece en el reverso del laminado únicamente, es decir, el lado que no tiene gel coat. Cuando se humedece la fibra correctamente, el reverso mostrará un aspecto glaseado debido a que las fibras están recubiertas de resina.

#### 5.1.13. LIXIVIACION

Este es un defecto serio. Ocurre después de haberse tenido expuesto el laminado a la intemperie, y se caracteriza por la pérdida de resina del laminado, que deja expuestas las fibras al ataque por la humedad.

Este defecto indica que o bien la resina empleada no ha sido curado adecuadamente, o bien es una resina insatisfactoria para la aplicación particular.

#### 5.1.14. AMARILLEO

Los laminados de plástico reforzado amarillean después de haber estado algún tiempo expuestos a la luz del sol. Generalmente sólo se trata de un leve amarilleo, pero puede ser considerable en el caso de las placas translúcidas para techos y en los laminados con pigmento blanco. Es un fenómeno superficial que se debe a la absorción de radiación ultravioleta. Por este motivo la mayoría de las resinas destinadas a usarse en la producción de esta clase de placas contienen estabilizadores UV que reducen considerablemente el amarilleo. Este fenómeno no afecta alas propiedades mecánicas del laminado. Los laminados que tienen un alto contenido de resina se descoloran menos rápidamente que los que tienen un alto contenido de vidrio. Si un laminado en forma de plancha se ha curado plenamente, tiene un contenido de resina de por lo menos 75% y se ha despojado del celofán antes de exponerlo al calor o al luz solar fuerte, el grado de amarilleo será despreciable incluso después de prolongados periodos de estar expuesto al aire.



## 5.2. REPARACIONES, INSPECCION, ENSAYO Y CONTROL DE VARIABLE

### 5.2.1. REPARACIONES

Algunos defectos de moldeo pueden corregirse rápidamente durante la fase de recortado y acabado antes de aplicar la pintura. No presentarán ninguna dificultad, puesto que se dispondrá de todos los materiales y equipos. Toda la resina y refuerzo que estén sueltos deben desalojarse y la zona afectada debe limpiarse y secarse. A veces será necesario hacer áspera la parte circundante, para conseguir mejor adherencia. Tratándose de daños superficiales, es decir, daños ocasionados sólo al gel-coat debe aplicarse resina activada a la parte dañada, dejándola fraguar. Una película de celofán ayuda a menudo a mantener la resina en posición, además de dar a la superficie un acabado liso. Es aconsejable siempre aplicar una película lo más gruesa de lo necesario, para compensar el encogimiento. Cuando se haya endurecido la parte reparada, puede lijarse la resina para darle el contorno correcto del objeto moldeado.

Cuando el daño no está limitado a la superficie, debe ponerse la resina y el refuerzo de modo que se superpongan los bordes para asegurar una buena adherencia sobre una zona amplia. Cuando el laminado se ha fracturado, la totalidad de la zona dañada debe cortarse y el borde interior del agujero debe biselarse de tal modo que el agujero sea más grande por el lado del gel coat que por el reverso. La zona circundante debe rasparse para aquel se obtenga buen adherencia. Cuando la zona de la superficie sea grande, es

conveniente formar un molde provisional sobre la superficie exterior. Se aplica a este molde el agente de desmoldeo y se deja secar. Tratándose de agujeros pequeños puede ponerse un trozo de celofán por encima del agujero, fijándolo con cinta adhesiva; esto tiene el efecto de obrar como molde y facilitar el despegue. Cuando el daño es demasiado extenso, lo mejor es reparar el objeto volviendo a ponerlo en su molde primitivo.

Tratándose de laminados en los que puede añadirse una costilla de refuerzo puede emplearse un método de reparación algo distinto. El agujero se bisela de modo que quede más grande por el lado de adentro que por el exterior. La reparación propiamente dicha se efectúa como ya se ha explicado antes, excepto que no necesita ser de más espesor que el propio laminado. Se laminan entonces una o más costillas de refuerzo por encima de la zona reparada recubriéndola lo más posible.

### **5.2.2. INSPECCION**

El éxito o fracaso en la producción de un objeto moldeado de plástico reforzado de alta calidad depende en gran parte del conocimiento que tenga el fabricante de la naturaleza de las estructuras de los plásticos reforzados y de la importancia de las diversas fases durante la fabricación.

La diferencia esencial entre los plásticos reforzados y casi todos los demás materiales estructurales estriba en que, mientras que la composición química y las propiedades de los demás materiales, como el acero o el aluminio, son

determinadas principalmente por el fabricante de estos materiales, en el caso del plástico reforzado el propio moldeador es el que determina por si mismo estas propiedades. En otras palabras, él mismo hace su propio material.

La inspección abarca, pues, un campo mucho más amplio que lo corriente y tiene que ser considerado en cada etapa de la fabricación. Es preciso adoptar salvaguardias adecuadas para eliminar tantas variables como sea posible y para asegurar la consistencia, tanto en materiales como en procesos de fabricación.

Al inspeccionar visualmente los objetos moldeados es preciso escrutar especialmente los siguientes puntos:

- a) Imperfecciones de la superficie y aspecto general.
- b) Carencia de burbujas de aire atrapadas en el laminado. El uso de resina sin pigmento hace mucho más fácil la inspección visual.
- c) Dimensiones

El ensayo efectivo de los laminados presente bastante más problemas. Puede dividirse aproximadamente en dos secciones: pruebas mecánicas y pruebas químicas. Las pruebas mecánicas más importantes para los plásticos reforzados son:

- a) Carga de rotura por tracción.
- b) Módulo en flexión
- c) Resistencia al choque

No debe darse demasiada importancia a cifras de resistencia a la tracción elevadas. Con algunos tipos de refuerzo de fibra de vidrio es posible obtener laminados con

elevada relación de vidrio a resina. Aunque tales laminados tienen una elevada resistencia a la tracción, generalmente son demasiado delgados para que sean lo bastante rígidos y, por tanto, son insatisfactorios. El espesor mínimo es, pues, otro factor que hay que considerar. Además un laminado de plástico reforzado que tenga un contenido de resina más bajo ofrecerá menos resistencia a la intemperie a largo plazo.

La mayoría de las pruebas, tanto mecánicas como químicas, son destructivas, es decir, hay que tomar un trozo del laminado para hacer la prueba. Es importante que se corte este trozo de una porción que diste por lo menos 25 mm. del borde del laminado, puesto que las variaciones del contenido de resina tienden a exagerarse particularmente en el borde. También es esencial que todas las pruebas se lleve en a cabo cuando el laminado haya alcanzado la madurez y esté estabilizado. Las probetas pueden postcurarse durante 3 horas a 80 C para que alcancen la estabilidad más rápidamente, pero deben dejarse transcurrir por lo menos 24 horas después de la gelificación antes de postcurarlas.

### **5.2.3. ENSAYO**

#### **5.2.3.1. Relación Resina/Vidrio**

Las propiedades mecánicas y químicas de un laminado plenamente curado resultan afectadas más por la relación resina/vidrio que por cualquier otro factor aislado. Todo taller de producción de plástico refor-

zado debe estar equipado, pues, para poder efectuar esta sencilla prueba como método regular de control de la calidad. Como regla general un contenido alto de vidrio proporciona un laminado de elevada resistencia, mientras que un contenido alto de resina proporciona un laminado con mejor resistencia a los ataques químicos, el agua y a la intemperie.

La relación resina/vidrio se halla pesando un trozo pequeño de laminado - basta generalmente con un trozo de un centímetro cuadrado- en un crisol, incinerándolo sobre un quemador Bunsen y volviendo a pesarlo. Cuando no se pueda cortar un trozo del laminado, puede usarse un cupón hecho al mismo tiempo que se efectúa el moldeo. Desde luego esto no resulta tan satisfactorio, pero puede constatarse generalmente una relación entre los resultados obtenidos con el cupón de prueba y el objeto real moldeado.

#### 5.2.4. CONTROL DE LAS VARIABLES

Los laminados de plástico reforzado no son estructuras homogéneas, y a diferencia de la mayoría de los metales existe un considerable grado de variabilidad en las propiedades físicas de los plásticos reforzados. Puede mantenerse al mínimo si se controlan los siguientes factores:

a) Variación del contenido de resina.

Es esencial trabajar bien el laminado con el rodillo: esta operación deberá consolidar el refuerzo sin perturbar su distribución ni romper las hebras de la

fibra de vidrio hasta convertirlas en filamentos.

b) Corriente de aire.

Causan excesiva pérdida de estireno, lo cual conduce a que el plástico no cure debidamente.

c) Tiempo de gelificación.

Si se prolonga demasiado, la pérdida de estireno por evaporación puede ser excesiva.

d) Temperatura ambiente.

Debe mantenerse constante. Pero si varía, conviene controlar el tiempo de frague ajustando el contenido de acelerador y no el contenido de catalizador.

e) Mezcla adecuada de los agentes de curado.

f) Variedad de la densidad en el catalizador líquido, cuando se usa.

g) Intervalo que transcurre entre la adición del catalizador y la adición de acelerador.

## **CAPITULO VI**

### **MEDIDAS DE PREVENCION Y DE SEGURIDAD PARA UN MEJOR MANIPULEO EN LA ELABORACION DE LOS PRODUCTOS EN PRFV FIBRA DE VIDRIO**

Empezaremos con detallar, en primer lugar lo referente a la fibra de vidrio, posteriormente con las resinas. Como ya se explicó anteriormente, la fibra de vidrio es un conjunto de hilados los cuales a su vez han sido formados definitivamente muy delgados del orden de 5u. la reunión de estos filamentos primarios en números de 50 a más filamentos es lo que se conoce la hebra de vidrio o fibra de vidrio y mediante un aglomeramiento, es lo que conocemos como hilado de fibra de vidrio. En consecuencia para su manipuleo se hace necesario tomar ciertas medidas preventivas que nos ayudarán en nuestro trabajo.

En primer lugar es menester el uso de unas mascarilla que filtre el aire que respiramos y evitar de esta forma que sea absorbido por nuestro organismo por las diminutas fibrillas que respiramos y evitar de esa forma que sea absorbido por las vías respiratorias ya que estas diminutas fibrillas al tenerse que manipular son desprendidas y están flotando en el ambiente pero solo mientras se manipulea la tela de fibra de vidrio.

En segundo lugar se hace necesario una mascarilla para los ojos que como ya se vió al momento de cortar la tela de fibra de vidrio, se desprenden diminutas fibrillas que están flotando en el ambiente y que puede ocasionar molestia a la vista si no se le protege.

En tercer lugar se hace necesario el uso de guantes que impidan que la fibrilla tenga contacto con la piel, ya que por su característica puede fácilmente introducirse en intersticios de los dedos y causar molestias, una forma de evitar también, si no se dispone de guantes es el uso de la cera, de tal manera que los poros de la piel tengan una capa protectora y de esa forma se pueda evitar las molestias de la fibra de vidrio.

## RESINAS DE POLIESTER

Los sistemas de resinas de poliéster no son peligrosos cuando se manipulan correctamente, la forma más común de suministro de la resina poliéster es una solución en un monómetro insaturado, por ejemplo estireno o metil metacrilato. Algunas soluciones pueden suministrarse con algunos de los siguientes productos: acelerador, agente tixotrópico, pigmentos o rellenos. (Estos últimos son inertes y no afectan el peligro potencial de la resina poliéster).

Es ampliamente conocido que no es recomendable suministra la resina catalizada.

Las soluciones de resina de poliéster pueden transformarse de su estado de suministro a su estado final sólido o curado usando un catalizador, acelerador, calor o radiación ultravioleta. Para prevenir el gelado prematuro



fuera de control, se añaden a la solución pequeñas cantidades (a nivel de partes por millón) de inhibidores.

## 6.1. PELIGROS POTENCIALES

### 6.1.1. TOXICIDAD

#### 6.1.1.1. Por Inhalación

En el uso de resinas de poliéster los efectos tóxicos por inhalación son debidos únicamente al monómero solvente o a los solvente usados para la limpieza de instalaciones y equipos.

El estireno en bajas concentraciones en el aire, tiene un olor agradable que a medida que se aumenta la concentración se vuelve molesto. En niveles de 800 ppm o más se convierte en un irritante inmediato de las membranas mucosas y se hace intolerable.]

El metil metacrilato tiene un olor dulce agradable a bajas concentraciones y se comporta similarmente al estireno. A altas concentraciones es un poco menos nocivo que el estireno.

Los aceleradores se suministran generalmente como soluciones, siendo los solventes monómeros plastificantes o hidrocarburos como varsol o kerosene.

La información anterior se aplica a los disueltos en monómeros ya que los otros solventes poseen una muy baja volatilidad.

Las áreas de almacenamiento y de trabajo especialmente, deben estar muy bien ventiladas para disminuir la concentración de tales vapores particularmente cuando

se usan moldes semicerrados, por ejemplo, en la fabricación de cascos para botes, cabinas, etc.

#### **6.1.1.2. Contacto con la piel**

Casi todos los productos químicos, especialmente los solventes y monómeros producen irritación sobre la piel humana, si la exposición o contacto es prolongada, ocasiona una dermatitis (irritación de piel).

El estireno y el metil metacrilato remueven la grasa natural que protege la superficie de la piel por lo tanto la hacen más débil al ataque bacterial.

La piel deberá protegerse con overoles, cremas, guantes y todo cuanto esté al alcance del producto deberá cubrirse. Los implementos que se usan para cubrirse deberán lavarse completamente antes de su uso.

#### **6.1.1.3. Por Ingestión**

La dosis letal de estireno está en 5 gr/kg de resina y la del metil metacrilato en 9.4 gr/kg de resina: ambos monómeros caen bajo la clasificación de ligera a moderadamente tóxicos. Cualquier efecto causado por la ingestión de aceleradores deberá asociarse más con el solvente que con el propio agente acelerador, ya que estos agentes generalmente caen en la misma clasificación que los monómeros.

#### **6.1.1.4. Contacto con los ojos**

Desde moderados hasta severos efectos pueden ser causados en los ojos, tanto si la resina de poliéster

como el acelerador llegan a salpicar los ojos. En caso de contacto prolongado, puede producirse opacidad de la córnea.

### **6.1.2. FUEGO Y EXPLOSION**

Los peligros de fuego y explosión con la resina poliéster son debidos al contenido del monómero. La mayoría de las resinas poliéster están clasificadas como altamente inflamables.

Los flash point de los dos monómeros más comunes son 31°C para el estireno y 10°C para el metil metacrilato. Las resinas de poliéster que los contengan tendrán el flash point entre 32°C Y 10°C dependiendo de las respectivas cantidades usadas.

Esta información también es aplicable para aquellos aceleradores disueltos en estos monómeros.

#### **6.1.2.1. Polimerización**

Las resinas de poliéster se suministran con inhibidores para prevenir la polimerización prematura.

Estos inhibidores pierden su actividad en largos períodos de almacenamiento y este proceso se acelera con calentamiento. La polimerización siempre va acompañada por la generación de calor, la cual a su vez promueve una mayor polimerización. Mientras esto suceda en pequeñas cantidades o en secciones delgada, no presenta riesgos serios pero en grandes cantidades o secciones muy gruesas, el peligro es seriamente riesgosa.

La polimerización prematura de una gran masa en un envase sellado puede llegar a ser incontrolable y causar explosión. El mismo calor generado por la polimerización sin control puede causar fuego en los vapores altamente inflamables que existan alrededor. Sustancias tales como agentes oxidantes y ácidos fuertes como peróxidos orgánicos e inorgánicos, ácido sulfúrico, pentóxido de fósforo, sales ferrosas y ciertos haluro metálicos, es bien sabido que promueven la polimerización por radicales libres. Deberá tenerse cuidado que dichas sustancias no contaminen las resinas poliéster; contaminantes alcalinos como soda cáustica remueven los inhibidores de la resina incrementando el suceso de una polimerización sin control.

#### **6.1.2.2. Electricidad estática**

Las soluciones de resinas de poliésteres son malas conductoras de la electricidad por lo tanto existe el riesgo de generación de cargas eléctricas estática cuando son transportadas por tubería hacia los envases. Para evitar este fenómeno se tendrá en cuenta la demasiada velocidad en el fluido, además de poner contactos a tierra en la tubería y los envases.

#### **6.1.2.3. Límites de explosividad**

El estireno monómero tiene límites de explosividad de 1.1% a 5.1% por volumen en aire y el metil metacrilato de 2.1% a 12.5% por volumen en aire. Estos valores

se aplican también a los aceleradores disueltos en los monómeros.

#### 6.1.2.4. Peligros con catalizadores y aceleradores

Los catalizadores más comúnmente utilizados son peróxido orgánicas y los aceleradores son compuestos órgano metálicos y aminas. Determinantemente no deberán mezclarse catalizadores y aceleradores, pues podría resaltar una reacción violentamente explosiva.

## 6.2. PRECAUCIONES GENERALES RECOMENDADAS

### 6.2.1. CONSIDERACIONES SOBRE LA SALUD

Sobre los monómeros es muchísima la bibliografía existente, bien documentada y sin maracadas controversias. Mucho menos extensas es la literatura sobre compuestos orga-metálicos, las aminas y algunos de los rellenos, además de tener sobre ellos algunas controversias médicas.

### 6.2.2. RESINAS EN SOLUCION

Efectos de vapor de estireno:

25 ppm	Olor detectable
100 ppm	Minimo limite de irritabilidad
200 400 ppm	Efecto irritante pasajero en ojos y nariz.
400 1000 ppm	Mareos, náuseas y dolor de cabeza.

1000 ppm	Puede provocar pérdidas del conocimiento.
10000 ppm	Puede causar la muerte en menos de 1 hora.
11500 ppm	Mínimo límite de explosividad.

- Efectos del metil metacrilato:

10 ppm	Olor detectable.
100 ppm	Mínimo límite de irritabilidad.
21000 ppm	Mínimo límite de explosividad.

### 6.2.3. ACELERADORES

Aunque se ha dicho que los compuestos de cobalto producen disturbios gástricos, apariencia sugestiva de fibrosis, chequeo anormal de rayos X a los pulmones, no parece ser que la rápida exposición a pequeñas cantidades de estas sustancias durante el manejo y uso de las resinas de poliéster pueda llegar hasta tales consecuencias. Sin embargo, los compuestos de cobalto pueden causar dermatitis alérgica así como también hipersensibilidad de la piel cuando se usa neftenato de cobalto específicamente.

Las aminas en los aceleradores aminicos tienen el mismo efecto fisiológico que la anilina, la cual se absorbe fácilmente a través de la piel produciendo metahemoglobinemia y depresión del sistema nervioso

central.

Existen discrepancias sobre sus propiedades como severo irritante cutáneo.

### **6.3. MEDIDAS DE EMERGENCIA:**

Para toda industria química son de vital importancia los mecanismos en caso de emergencia. Con respecto a las resinas de poliéster no se requiere ni medidas ni equipos especiales adicionales.

#### **6.3.1. FUEGOS PEQUEÑOS**

Para sofocar pequeños fuegos de solución de resina de poliéster o de la resina en sí, deberán utilizarse extinguidores de polvo químico seco o de espuma.

Los extinguidores de químico son los más recomendables para fuegos pequeños de aceleradores y monómeros. Los roceadores de agua y extinguidores de químico seco son los más adecuados para pequeños juegos de catalizadores.

#### **6.3.2. GRANDES INCENDIOS**

En general un fuego catalogado como incendio, deberá ser manejado solamente por bomberos profesionales; si un brote de fuego ya no cae bajo el control del personal local de la empresa, deberán tomarse las medidas tendientes a la evacuación del área y la intervención de los bomberos. Los puntos directivos y del control de la empresa deberán estar localizados en lugares donde sean mínimamente afectados por el calor y los gases.

### 6.3.3. DERRAMAMIENTOS:

Los pequeños derramamientos de resina poliéster deberán limpiarse usando una tela, papel o absorbentes inertes. Posteriormente estos materiales deberán desecharse bien sea bajo incineración controlada o como relleno de un terreno. En caso de derrame de catalizadores ver las instrucciones del punto 6.6.

Cuando se trata de grandes derramamientos de resina de poliéster y de aceleradores, estos deberán ser cubiertos con tierra, diatomáticas o cualquier otro tipo de absorbentes inertes. El material absorbente una vez utilizado deberá recogerse y descartarse apropiadamente ver punto 6.6 para derrames de peróxidos).

## 6.4. PRECAUCIONES RECOMENDADAS PARA EL USO ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE LA RESINA EN GENERAL

### 6.4.1 TEMPERATURA Y ESTABILIDAD

Las resinas de poliéster son sensibles a la temperatura. Cuando se mezclan con aceleradores o con catalizadores y están listas para el uso y son mucho más sensibles y pueden dejarse en tiempos relativamente mucho más cortos y a más bajas temperaturas. Las concentraciones de los catalizadores y los aceleradores afectan la estabilidad de los sistemas de poliéster. Por lo tanto, la temperatura de área de trabajo y almacenamiento como también las concentraciones de catalizadores y aceleradores deberán mantenerse dentro de los rangos recomendados por la fuente de suministro, generalmente estas oscilan entre 15º a 20ºC.



#### **6.4.2. VENTILACION Y EXTRACCION**

Las áreas de trabajo deberán tener una excelente ventilación para remover los vapores y el polvo asociados a la manipulación de resinas y a su proceso de curado.

#### **6.4.3. ILUMINACION**

La luz natural difusa es la preferida para la iluminación de las áreas de trabajo, ya que la luz solar directa sobre un sistema de resina de poliéster puede causar un gelado prematuro. La luz fluorescente o de "Neon" deberá instalarse a cierta distancia de los sistemas de resina debido al efecto de los rayos ultravioletas emitidos por este tipo de iluminación.

#### **6.4.4. MEZCLADO**

Es esencial que la resina, los catalizadores y los aceleradores se mantengan aparte hasta que se requieran para el mezclado. Bajo ninguna circunstancia deberán mezclarse aceleradores y catalizadores directamente, ya que pueden reaccionar de una manera violentamente explosiva.

#### **6.4.5. CORTE Y PULIMIENTO**

Ciertas resinas de poliéster pueden contener aditivos que sean tóxicos por inhalación como dióxido de antimonio el cual puede presentarse en resinas retardantes de fuego. Por lo tanto durante el corte y el pulimiento de piezas terminadas deberá tenerse especial cuidado en evitar la inhalación del polvo producido, bien sea utilizando mascarillas o utilizando un buen sistema de extracción: esto

vale también cuando se trata de cortar la fibra de vidrio, como ya se explicó anteriormente.

#### **6.4.6. RECIPIENTES PARCIALMENTE LLENOS**

Cuando se manipulan recipientes parcialmente llenos deberá buscarse especial cuidado, puesto que los vapores del solvente pueden alcanzar los límites explosivos en el espacio de aire cerrado.

Los Solventes utilizados para la Limpieza pueden ser más peligrosos que los sistemas de resina de poliéster, deberá por lo tanto consultarse con la fuente de suministro antes del uso.

### **6.5. PRIMEROS AUXILIOS**

#### **6.5.1. INHALACION DE VAPORES NOCIVOS**

Remover la persona afecta hacia áreas de aire fresco, mantenerla abrigada y quieta. Llamar al médico. Dar respiración artificial si se hace necesario.

#### **6.5.2. INGESTION**

No inducir al Vómito. Llamar un médico rápidamente.

#### **6.5.3. CONTACTO CON LA PIEL**

Limpiar rápidamente con un pedazo de tela o papel absorbente. Usar una crema limpiadora para remover las trazas de resinas. Cuando se trata de aceleradores u otros casos lavarse la parte afectada con agua y jabón. No debe-

r  utilizarse solventes con respecto a cada tipo de catalizador, consultar con el proveedor.

#### 6.5.4. SALPICADURA A LOS OJOS

Lavar los ojos cuidadosamente con agua limpia por un mínimo de 10 minutos. Acudir al médico inmediatamente.

### 6.6. SEGURIDAD PARA PEROXIDOS ORGANICOS USADOS EN EL CURADO (APLICACION CON LAS RESINAS)

#### 6.6.1 PELIGROS POTENCIALES

##### 6.6.1.1. Fuego y Explosión

Los peróxidos orgánicos son agentes altamente oxidantes, son combustibles y se encienden vigorosamente; grandes cantidades de gas son producidas usando los peróxidos orgánicos; se descomponen si se almacenan, y si se manipulan en recipientes cerrados puede ocurrir una explosión.

##### 6.6.1.2. Reactividad

Siendo Agentes oxidantes, pueden reaccionar violentamente con aceleradores y con sales de metales pesados, agentes reductores, ácidos, bases y materias inflamables. Pueden presentar reacciones de descomposición a cualquier temperatura. Pueden causar autoigni-ción al contacto con materiales orgánicos, bajo condiciones de poca pérdida o disipación de calor. Se

descomponen si se contaminan, los que deben ser refrigerados. Se descomponen a temperatura de ambiente.

#### **6.6.1.3. Derrames**

Algunos peróxidos son sensibles al roce o al impacto, otros peróxidos acuosos llegan a ser similarmente sensibles cuando se secan por calor o por permanecer expuestos al aire.

### **6.7. PRIMEROS AUXILIOS**

#### **6.7.1. INGESTION**

Enjuagar abundantemente la boca con agua fresca pero no tragar. Luego tomar copiosas cantidades de agua. Si se presenta shock consultar inmediatamente al médico.

Si el caso es conocido con demora y si no hay quemaduras de boca y labios, induzca al vómito, entonces proporcione leche de Magnesia o algún producto equivalente.

#### **6.7.2. INHALACION**

Remover el sujeto hacia áreas de aire fresco, mantenerlo abrigado y quieto. Acudir al médico si se presentan síntomas extraños.

#### **6.7.3. SALPICADURAS A LA PIEL**

Remover las ropas contaminadas en caso de que existan. Lavar copiosamente la piel con agua, no usar ni jabón ni solventes.

#### 6.7.4. SALPICADURAS A LOS OJOS

Lavar inmediatamente con abundantes cantidades de agua o solución salina normal (1 lt. de agua y una cucharadita de sal) durante un mínimo de 15 minutos. Acudir inmediatamente al médico. No usar aceites o ungüentos.

#### 6.7.5. FUEGO

Utilizar en estos casos todo el equipo de protección personal que sea necesario, especialmente, mascararas, delantales, guantes y gafas. Si en el fuego se ven envueltas grandes cantidades de peróxidos, el fuego se ataca de la mejor manera, cubriéndolo. Un rociador de agua es lo recomendado en estos casos que, mientras enfria, extingue. Humos tóxicos inflamables pueden producirse de la combustión de peróxidos.

La brigada de bomberos deberá ser informada de la clase, cantidad y concentración del peróxido en cuestión.

#### 6.7.6. DERRAME

Lo mejor es detener el avance al derrame con material absorbente inorgánico, como tierra de diatomáceas, arena seca o tierra.

Los peróxidos sólidos deberán removerse con agua en grandes cantidades pero no desecharse al alcantarillado sino represarla, empacar en bolsas plásticas y trasladarlas en un sitio seguro de desecho, teniendo en cuenta que la solución puede ser inestable. Se recomienda tener a mano varios extinguidores de polvo químico o espuma y por lo menos, un tambor que tenga ya sea tierra, arena o un

material absorbente. Si es posible, una comunicación rápida con el Departamento de Bomberos. Se recomienda que, cuando se esté apagando el incendio, se utilicen máscaras antigases.

## CAPITULO VII

### EVALUACION ECONOMICA

Una evaluación de ésta Actividad a un Nivel Micro Empresa, podemos decir que consiste en un balance de las ventajas y desventajas para asignarle los recursos necesarios para su realización, para ello haremos uso del flujo de caja Financiero con la finalidad de poder utilizar Posteriormente, ciertos Indicadores Económicos como son el V.A.N. y T.I.R.

Estos Indicadores se relacionan con el cálculo de la rentabilidad de ésta Actividad, que viene hacer la relación entre el Ingreso obtenido y el Capital Invertido

El V.A.N. (Valor Actual Neto) es la diferencia positiva o negativa entre los ingresos actualizados y los gastos actualizados, utilizando una tasa que denominaremos el costo de oportunidad del capital, que es la que existe para las operaciones de crédito en el mercado de capitales, es posible hallar este indicador económico.

La T.I.R. (Tasa Interna de Retorno), es aquella que aplicada a la actualización de la Inversión y de los in-

gresos netos, o sea las diferencias entre ingresos y gastos de cada periodo durante el rango proyectado de las ventas, iguala a los valores actualizados.

Estos Indicadores se podrán apreciar en el Flujo de caja Financiero

## 7.1. DETERMINACION DEL COSTO DEL PRODUCTO

En éste punto trataremos sobre la mejor manera de determinar el costo del producto elaborado con fibra de vidrio como también la determinación del costo del producto sin el refuerzo de la fibra

Para ello se debe tener en cuenta que para la determinación del costo del producto es necesario tener el costo de la MATRIZ, luego el costo que representa producir el PRODUCTO en consecuencia el Costo del producto elaborado será:

*"COSTO DE LA MATRIZ + COSTO DEL PRODUCTO ELABORADO"*

El costo de la Matriz: que en algunos casos podría ser asumido por el cliente, siendo en éste caso no tomado en cuenta; pero si por el contrario el costo de la Matriz es asumido por el fabricante éste deberá repartirlo entre el total de los artículos que deberá fabricar, y adicionarlo al costo de fabricación del artículo.

### 7.1.1. DETERMINACION DEL COSTO DE LA MATRIZ Y DEL PRODUCTO CON REFUERZO DE LA FIBRA DE VIDRIO

Para la determinación del costo de la matriz, debe tenerse en cuenta que la matriz debe tener de 02 a 04



veces el peso del artículo a fabricar , el espesor debe determinarse de acuerdo al diseño del Modelo, teniendo en cuenta que en las sucesivas etapas de mantenimiento de la matriz éstas acusan un desgaste que es necesario prevenirlo. También es necesario tener en cuenta que la Matriz debe tener en su configuración mayor cantidad de carga, sin exagerar, con la finalidad de disminuirle su rigidez y hacerla más flexible, para de esa manera poder extraer el producto fácilmente.

Otro elemento que es necesario tomar en cuenta es el Costo que representa el DISEÑO de la Matriz que en éste caso se asume un rango comprendido del 20% al 40% del Costo del Producto elaborado, dependiendo de la complejidad es posible sobrepasar éste rango y en no más del 60%

Resumiendo entonces el costo de la Matriz estará en función directa al costo del Producto elaborado y por añaduría al peso y al costo del Diseño.

#### **7.1.2. DETERMINACION DEL COSTO DEL PRODUCTO ELABORADO CON REFUERZO DE LA FIBRA DE VIDRIO**

En éste punto se hace necesario tomar ciertas precisiones como son:

- a) Se debe tomar como base una relación resina/fibra de vidrio de 70% a 30%
- b) Que los Porcentajes de los otros componentes serán asumidos teniendo como base el Peso de la Resina.
- c) La Resina de Poliester que se tomará como base es la que comúnmente se comercializa para todo uso.

Existe en el Mercado una extensa gama de resinas para un uso determinado en la elaboración de productos. es decir el fabricante debe ser muy específico cuando de adquirir una Resina se trate, ya que es el distribuidor quien mejor lo orientará en la adquisición de la resina.

- d) La Fibra de Vidrio que mejor se adapta es la conocida como MAT-450 en algunos casos se podrá usar la Fibra Roving.
- e) Los precios de los elementos a intervenir se cotizarán en Moneda Norteamericana/Peso del Material.

#### **PORCENTAJES DE COMPONENTES EN PRFV**

RESINA DE POLIESTER	70%
FIBRA DE VIDRIO	30%
SOLVENTE	18%
COLORANTE	12%
COBALTO	2%
M.E.K.	2%

## COSTO DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO

MATERIAL	PESO EN Kg.	COSTO*Kg. \$/kg.	COSTO TOTAL (\$)
RESINA	10	3.00	30.00
FIBRA DE VIDRIO	4.3	5.00	21.5
SOLVENTE	2.57	2.5	6.43
COLORANTE	1.7	8.00	13.6
COBALTO	0.143	12.5	1.78
M.E.K.	0.143	10.00	1.43
TOTAL	18.856	41.0	74.74

Los Porcentajes de los componentes que se dan en la tabla son datos que a la luz de la experiencia han sido recogidos; por otro lado existen productos que para su fabricación es necesario variar estos Porcentajes, pero para un uso Genérico podemos tomarlo como Base y de allí principiar con la elaboración del producto.

Partiremos del supuesto de tener 10Kg. de resina que asumiremos representa el 70%, el 30% será asumido por el peso de la Fibra de vidrio

De la tabla podemos calcular el costo que representa un (01) Kg. del producto elaborado.

$$\begin{array}{r} 18.856 \text{ Kg} \text{ ————— } \$ 74.74 \\ 1 \text{ Kg} \qquad \qquad \qquad X \end{array}$$

$$X = 3.96 \text{ \$/Kg.}$$

#### 7.1.2.1. COSTO DEL PRODUCTO TERMINADO

Para determinar el Costo del producto debemos partir de lo siguiente Tabla

VARIABLES A CONSIDERAR	PORCENTAJE
GASTOS ADMINISTRATIVOS	20 %
COSTO DE LA MANO DE OBRA	20 %
UTILIDAD	35 %
<b>DEPRECIACION DE:</b>	
Herramientas	
Moldes	
Equipos de Trabajo	
Útiles de trabajo	
(Ceras, Thiner, Cargas, Etc.)	15 %
IMPREVISTOS	5 %
DESPERDICIOS	5 %
<b>TOTALES</b>	<b>100 %</b>

Asumiendo que el Costo de 01 Kg. de PRFV = 100 % ,  
 que el Costo del Producto Terminado es también 100 %  
 .Es posible afirmar entonces que producir 01 Kg. del  
 Artículo en Fibra de Vidrio es:

Costo de Producir 1 Kg. de PRFV 100 % + Costo del  
 Producto Terminado 100 %

= 100 % + 100 % = 200 % del Costo de producir 1 Kg.de  
 PRFV.

#### **COSTO DE PRODUCCION**

( \$ )

1) Materia Prima Directa	1500
2) Mano de Obra Directa	200

#### **COSTO PRIMO**

3) Gastos Indirectos de Fabricación	
3.1 Materiales Indirectos	100
3.2 Mano de Obra Indirecta	100
(Diseño,Control de Calidad)	
3.3 Otros Indirectos de Fabrica.	
- Depreciaciones	
- Herramientas	
- Repuestos	
- Gastos de Mantenimiento	
- Agua	
- Energía Eléctrica	

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>	1900
----------------------------	------

<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	200
-------------------------------	-----

#### 7.1.2.2. Determinación del costo del producto elaborado sin el refuerzo de la fibra de vidrio

En éste caso se trata de productos que son fabricados utilizando:

- a) El Sistema del Vaciado, en el cual sistema Resinoso contendrá únicamente Resina, solvente, cobalto, colorante y al momento de trabajar, el M.E.K.
- b) El Sistema conteniendo cargas y otras partículas para un Producto específico, en este caso el costo estará en función del Sistema Resinoso, determinadas cargas, con ciertas características propias para producto, también al momento de trabajar el M.E.K.

Bajo este sistema se hallan los productos conocidos como las Masillas Plásticas, el Mármol Sintético, compuestos abrasivos y todos los productos que de alguna forma utilizan como base el sistema resinoso. En consecuencia el método a utilizar será el mismo que cuando se trata de un producto con refuerzo, pero sin tomar en cuenta el refuerzo de la Fibra de Vidrio.

## 7.2. INVERSION

En éste tema referente a la inversión se hace necesario tener en cuenta que para la promoción y desarrollo de la MICRO-EMPRESA debe existir una inversión que llamaremos: a) Fija. b) Capital de trabajo.

## 7.2.1. INVERSION FIJA

### 7.2.1.1. Equipos:

- Compresora
- Lijadora
- Pistola de inyección

### 7.2.1.2. Alquiler del Local.

## 7.2.2. CAPITAL DE TRABAJO

### 7.2.2.1. Materiales:

- Resina de Poliester
- Fibra de Vidrio
- Monómero
- Cobalto
- Peróxido de M.E.K.

### 7.2.2.2. Cargas:

- Tiza
- Talco
- Titanio
- Pigmentos
- Aerosil

### 7.2.2.3. Otros:

- Ceras (con adición de carnaúba)
- Alcohol de Polivinilo (desmoldante)
- Brochas

- Lijas
- Tijeras (Grandes para cortar la fibra)
- Cuchillas (tipo navaja bien afilada)
- Lijas:
  - Al Agua
  - De Carpintero

En cuanto a la Inversión Fija se tomará en cuenta el alquiler del Local, los equipos ya descritos líneas arriba. El Capital de Trabajo, se considera como la inversión necesaria para la adquirir la materia Prima necesaria para la fabricación de los artículos en PRFV.

Cuando se trata de una Empresa del tipo familiar se puede empezar a producir teniendo como principales herramientas: Un juego de brochas, ceras, pigmentos, y la materia prima que en este caso se puede adquirir con un peso moderado, es decir con una inversión pequeña. la adquisición de éstas elementales herramientas, y siguiendo las pautas ya dictadas para la fabricación y elaboración de los artículos, ya sea con refuerzo de la Fibra o sin ella se puede principiar a elaborar nuestros primeros productos.

Se debe tomar en cuenta que ésta es una forma de trabajar que se le conoce como tipo Artesanal y es donde se va adquiriendo experiencia en la fabricación de éstos artículos. de allí su importancia de éste Diagnóstico en su desarrollo. Posteriormente, se puede ir implementando algunas herramientas y equipos en la medida de dar una mejor presentación cuanto a cantidad y calidad como tam-



bién el tiempo de fabricación ya que con equipamiento se reduce enormemente el tiempo de fabricación.

Es sorprendente ver cómo estas Empresas tipo Artesanal se van creando y formando en pequeños talleres del tipo informal. Se les puede apreciar en mayor número los dedicados a la fabricación de autopartes, también los dedicados a reparaciones de carrocerías y lo concerniente a productos en fibra de vidrio. Esto debido a su fácil aprendizaje y poca inversión.

A continuación se podrá apreciar en las tablas siguientes lo referente a la Inversión en una Micro Empresa que desee formalizarse legalmente , y de cuanto de Capital se requiere para ponerla en marcha. la Experiencia ha demostrado que una Empresa que se dedique a ésta actividad y se dedique a una determinada línea tiene un buen futuro.

## CUADRO DE INVERSIONES

RUBRO	MONTO (\$)	
	PARCIAL	TOTAL
<b>I.- FIJA</b>		
- COMPRESORA	800	
- LIJADORA	350	
- PISTOLA DE INYECCION	95	
- ALQUILER	100	
 <b>II.- CAPITAL DE TRABAJO</b>		
2.1. MATERIALES		
- RESINAS (250Kg.)	750	
- FIBRA DE VIDRIO (100Kg.)	500	
- SOLVENTE (64.28Kg.)	163	
- COBALTO 2% (7.14Kg.)	90	
- M.E.K. 2% (7.14Kg.)	72	
- OTROS	130	1705
2.2. RECURSOS HUMANOS		
- 02 PERSONAS (03 MESES)	600	600
<b>TOTAL INVERSION</b>		<b>3650</b>

## ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO

FUENTE	\$
1. RECURSOS PROPIOS	650.00
2. FINANCIAMIENTO	3.000.00
TOTAL INVERSION	3.650.00

## SERVICIO DE LA DEUDA

PRESTAMO    \$ 3.000.00

INTERES     1.5% mensual al rebatir

- Horizonte del préstamo: 10 meses

- Plazo de Gracia: Ninguno

PERIODO	PRINCIPAL	AMORTIZACION	INTERES	TOTAL
0	---	---	---	---
1	3000.00	300	45.00	345.00
2	2650.00	300	39.83	339.83
3	2315.18	300	34.73	334.74
4	1980.45	300	29.71	329.71
5	1650.74	300	24.76	324.76
6	1325.98	300	19.89	319.89
7	1006.09	300	15.09	315.09
8	691.00	300	10.36	310.36
9	380.63	300	5.71	305.71
10	74.92	300	1.12	301.12

PRESUPUESTO DE VENTA

MRS	PRODUCTOS	P.U (\$)	TOTAL (\$)
01	1700	2.00	3400.00
02	750	5.00	3750.00
03	850	4.00	3400.00
04	1750	2.00	3500.00
05	900	4.00	3600.00
06	925	4.00	3700.00
07	975	4.00	3900.00
08	700	5.00	3500.00
09	925	4.00	3700.00
10	720	5.00	3600.00

FLUJO DE CAJA FINANCIERO

ES	MAY 0	JUN 1	JUL 2	AGO 3	SET 4	OCT 5	NOV 6	DIC 7	ENE 8	FEB 9	MAR 10
JERO											
EGRESOS											
Intereses (\$)											
EGRESOS											
Deposición	3650										
Prima de Obra		200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Materiales		1800.00	1700.00	1500.00	1800.00	1800.00	1900.00	1800.00	1700.00	1700.00	1700.00
Impuestos		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Costos Financieros		345.00	339.83	334.73	329.71	324.76	319.89	315.09	310.36	305.71	301.12
Quilates		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costos Administrativos		250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Saldo del Empresario											
TOTAL EGRESOS		2745.00	2639.83	2434.73	2729.71	2724.76	2819.89	2715.09	2610.36	2605.71	2601.12
INGRESOS											
Saldo	3650	955.00	860.17	765.27	970.29	975.24	980.11	984.91	889.64	894.29	898.88
Saldo											
OK = r		0.20									
TR =		0.2138478									

Del flujo de caja financiero podemos concluir que siendo el VAN positivo y teniendo como resultado 174,3931, para una tasa de costo de oportunidad de capital de 20%.

Lo TR nos devuelve un valor del 2.1% con lo que estamos demostrando que esta actividad es rentable.

## **CAPITULO VIII**

### **EVALUACION SOCIAL**

#### **8.1. DIASNOSTICO**

Este diagnóstico está basado en la importancia que tiene el desarrollo de las Micro Empresas, ya que ésta actividad, una de tantas, dá ocupación no sólo a persona sin limitaciones físicas sino también a aquellas con determinada limitaciones físicas, sin que estén comprometidos, la visión, el olfato o sus manos, por lo demás toda persona podrá elaborar éstos productos, con la debida capacitación, tomando como guía la tecnología expuesta en esta experiencia ya vivida, plasmada en éste interesante título.

Tampoco existe distingos en cuanto a la edad ya que lo pueden desarrollar desde personas jóvenes hasta personas en edad de producir sin importa sexo o condición y por supuesto tomando las medidas y precauciones que se han indicado en capitulos anteriores. Esta actividad la pueden desarrollar los componentes de una familia, pudiéndose comprometer al jefe de familia, tomando las medidas nece-

sarias podrá crear y desarrollar una Micro Empresa del tipo familiar, ya que es una fuerza laboral que está dando buenos resultados.

Es de resaltar la importancia que tiene el desarrollo de la Micro-empresa como fuente de ingreso y brindar un acceso masivo al Empleo, sobre todo a la mano de Obra no calificada, y con un costo por puesto de trabajo significativamente menor que el de otros sectores Productivos.

Es en ese sentido, ya sea la Micro-Empresa o La Pequeña Empresa, ya están constituyendo lo que hoy en día se aprecia como el Sector Dinámico de Inversión, y por ende el crecimiento de la Economía Nacional.

Esta es una de las pocas actividades que se puede empezar a fabricar en forma artesanal, con poca Inversión e ir ofertando estos artículos en los centros de abastos, posteriormente se puede ir adicionando algunas herramientas y equipos con el afán de fabricar artículos en menor tiempo y algo más complejo.

## **8.2. EVOLUCION HACIA LA MICRO EMPRESA**

Para el desarrollo en ésta actividad el Gobierno del Ing. Alberto Fugimori Fugimori decretó lo que se conoce como "LEY DE PROMOCION DE MICRO EMPRESAS Y PEQUEÑAS EMPRESAS", con la finalidad de darle un marco legal, como también prestarles el apoyo necesario para su desarrollo, ha sido necesario dotar a ésta ley de promoción de siete (7) capítulos, con un total de veintiocho (28) arti-

El primer Capitulo se refiere a las características que deben reunir tanto las Micro Empresas con las Pequeñas Empresas

#### **MICRO EMPRESA**

- a) El propietario o propietarios de la Empresa laboran en la misma.
- b) El número total de trabajadores y empleados no debe exceder de diez (10) personas.
- c) El valor anual de las ventas no debe exceder de doce (12) Unidades Impositivas Tributarias.

#### **PEQUEÑA EMPRESA**

- a) El número total de trabajadores y empleados no debe exceder de veinte (20) personas
- b) El valor total anual de las ventas no debe exceder de veinticinco (25) Unidades Impositivas Tributarias.

El Capitulo II se refiere a la Atención y apoyo prioritario a dichas Empresas, que a la letra dice:

#### **Artículo 5º**

El estado, en armonía con la norma establecida en el artículo 135º de la Constitución Política, promueve el desarrollo de las Micro Empresas y Pequeñas Empresas, dentro de un régimen de Economía Social de Mercado, que potencie la libre iniciativa privada y la libertad económica, como ejes fundamentales para lograr el progreso social y el acceso al bien estar de la mayoría de peruanos.



## Artículo 6º

Los Ministros de Industria, Comercio Interior, turismo e Integración y de Trabajo y Promoción Social designaran a un equipo de promotores de Micro Empresas y Pequeñas Empresas, los cuales darán asesoría legal y Empresarial a las empresas que lo soliciten, en forma gratuita.

## Artículo 7º

La Asociación Civil, encargada de las labores de promoción de exportadores, que se cree al amparo del Artículo 7º y a la sexta Disposición Transitoria del Decreto Legislativo 668 de fecha 14 de Setiembre de 1991, dará especial prioridad en sus objetivos y finalidades al Asesoramiento a Micro Empresas y Pequeñas Empresas y desarrollará actividades, a efectos de adaptar su producción a los requerimientos del mercado internacional y apoyar su colocación en el exterior.

El Capitulo III se refiere a las Licencias de Funcionamiento Municipal, Registros u Otros Permisos de Operación para las Micro Empresas y Pequeñas Empresas.

## Artículo 9º

El procedimiento de registro de las Micro Empresas y Pequeñas Empresas es el establecido en el reglamento sobre Unificación y Simplificación de Registros para

acceder a la Empresa Formal, aprobado por D.S. N°118-90-PCM, del 14 de Setiembre de 1990. Para efectos del presente decreto legislativo, se denominará a este procedimiento el Registro Unificado.

#### **Artículo 100**

No será exigibles a las Micro Empresas y pequeñas Empresas que se acojan a lo dispuesto en el presente Decreto Legislativo, por parte de autoridad alguna del Gobierno Central, Instituciones Públicas, Gobiernos Regionales o locales, otras licencias, registros o permisos de operación diferentes al Registro Unificado creado por D.S. N° 118-90-PCM y a la Licencia Municipal de Funcionamiento normada según el presente Decreto Legislativo. El funcionario Público que exija la presentación de otras Licencias, registros, autorizaciones o permisos de operación a Micro Empresas y Pequeñas Empresas incurre en abuso de autoridad.

#### **Artículo 110**

Crease la Solicitud Simplificada de Licencia Municipal de Funcionamiento para Micro Empresas y Pequeñas Empresas, por lo cual podrán optar los personas naturales o jurídicas que cumpliendo las características señaladas para la Micro Empresas y Pequeñas Empresas, se acojan a lo dispuesto en el presente Decreto Legislativo.

La Solicitud Simplificada de Licencia Municipal de Funcionamiento es una Solicitud presentada en papel simple con carácter de Declaración Jurada ante el Municipio Distrital correspondiente a la Jurisdicción de la Empresa y que consigna únicamente los siguientes datos:

- a) Nombre de la Empresa:
- b) Dirección de la Empresa:
- c) Teléfono, Facsimil y/o telex de la Empresa, si los tuviera:
- d) Descripción de la actividad que desarrolla o piensa desarrollar
- e) Número de trabajadores y Empleados.

Como único requisito, se adjunta a esta solicitud una copia simple del Registro Unificado a que se refiere el Artículo 9º del D.L.

Con la sólo presentación de la Solicitud Simplificada de Licencia Municipal de Funcionamiento se considerará como otorgada una Licencia Municipal de Funcionamiento Provisional, con Validez de doce (12) meses a partir de la fecha de presentación de la misma, periodo dentro del cual el Municipio Distrital hará las verificaciones y evaluaciones correspondiente para otorgar o denegar la Licencia Municipal de Funcionamiento con carácter definitivo, una vez vencido dicho plazo.

#### **Artículo 12º**

En el caso de que un Municipio Distrital, una vez vencida la Licencia Provisional otorgada en la forma

que indica el Artículo precedente, considere como no procedente el otorgamiento de la Licencia Municipal definitiva, notificará de su decisión a la Micro Empresa o Pequeña Empresa solicitante, otorgándole simultáneamente un periodo adicional de seis (06) meses durante los cuales podrá seguir funcionando en el mismo local.

#### **Artículo 13º**

Las Micro Empresas o Pequeñas Empresas que se acojan a lo dispuesto en el presente D.L., están facultadas para hacer uso de la Solitud Simplificada de Licencia Municipal de Funcionamiento, no sólo al inicio de sus actividades empresariales, sino también toda vez que decidan cambiar de ubicación, abrir nuevos locales o locales adicionales para su funcionamiento, tanto dentro de una misma jurisdicción distrital como en diversas jurisdicciones distritales.

El Capitulo IV Se refiere de los requisitos de contabilidad y los libros contables de las Micro Empresas y Pequeñas Empresas.

#### **Artículo 15º**

Las Micro Empresas y Pequeñas Empresas que se acojan al presente D.L. están obligadas a llevar únicamente los siguientes libros de contabilidad:

- a) Libro de Registro de Ingreso y Gastos;
- b) Libro de Planilla de Sueldos y Salarios.

Las Micro Empresas y Pequeñas Empresas que así lo deseen podrán optar por llevar los Libros de Contabilidad completos.

#### **Artículo 16º**

Las Micro Empresas y Pequeñas Empresas que se cojan al presente Decreto Legislativo están exceptuadas de cualquier obligación de presentar Balance ante cualquier autoridad del Gobierno Central, Regional o Local, o ante autoridades judiciales.

El Capítulo V Se refiere a las Amnistía Administrativa para Micro Empresas y Pequeñas Empresas.

#### **Artículo 17º**

A partir de la entrada en vigencia del presente Decreto Legislativo, el Estado otorga una Amnistía en favor de la Micro Empresas y Pequeñas Empresas que se acojan al mismo, por cualquier falta administrativa de carácter formal, con el objeto de facilitar la incorporación de éstos a la formalidad.

La Amnistía decretada por el presente Decreto Legislativo abarca a todo el conjunto de infracciones administrativas de carácter formal, ante entidades del Gobierno central, Instituciones Públicas, Gobiernos Regionales o Locales, quedando fuera del ámbito de la misma las infracciones de carácter sustentivo, así como las faltas y delitos tipificados en el Código Penal y sus normas ampliatorias y conexas.

## Artículo 18º

A partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, quedan sin efecto los procedimientos administrativos que se encuentren en curso por infracciones de carácter formal respecto a las Micro Empresas y Pequeñas Empresas que se acojan a las disposiciones del presente D.L.

Los funcionarios competentes, bajo responsabilidad, deberán cortar el procedimiento en curso contra la Micro-Empresa o Pequeña Empresa que acredite haberse acogido al presente Decreto Legislativo.

Los últimos dos Capítulos están referidos a:

- a) Procedimiento para acogerse al presente Decreto Legislativo.
- b) Disposiciones Complementarias.

En cuanto al punto (a) existen ciertas modificaciones

## CONCLUSIONES

- a) Era el deseo de éste Diagnóstico tener una referencia de qué Artículos o Productos tenían una demanda significativa, pero se ha topado con cierta resistencia a ofrecer este tipo de información por parte de Empresas ya constituidas.
- b) Se trató de buscar mayor información en el Ministerio de Industria y Turismo, como también en la Sociedad de Industrias pero no tenían datos que pudieran dar apoyo a éste diagnóstico, a nivel Pequeña Empresa o Micro Empresa.
- c) Dado que existe un gran número de Empresas que se dedican a éste tipo de actividad, una forma de poder ingresar al mercado, es compitiendo con la calidad éste es un factor decisivo en la aceptación de nuestros artículos.
- d) Estamos demostrando mediante éste diagnóstico que ésta es una de las pocas actividades que no requiere de alta tecnificación para desarrollarse, tampoco es necesario de una fuerte inversión.
- e) Es posible empezar a fabricar nuestros productos con un juego de brochas. la materia prima como son: la fibra, la resina, el disolvente, el cobalto, el peró-

xido de mek, algo de carga y como elemento que desunen la cera o el alcohol de polivinilo, y seguir los pasos descritos para la fabricación.

f) También se pretende con éste diagnóstico fomentar la Micro Empresa Familiar, comprometiendo al jefe de familia, y que con pequeño Capital es posible empezar la fabricación de productos.

g) En estos momentos estamos apreciando la gran diversificación de los producidos sin el refuerzo de la fibra de vidrio. Estos productos tienen acogida desde el momento que son fabricados de acuerdo al ingenio del productor.

h) Los productos elaborados en PRFV bien pueden suplir satisfactoriamente a ciertos materiales y sobretodo aquellos que tienen que utilizarse en los balnearios de las playas, por cuanto tiene un lento envejecimiento y no son afectados por la brisa marina ni por la intemperie.



## RECOMENDACIONES

- a) Al iniciar a elaborar este tipo de actividad se recomienda leer detenidamente las medidas de seguridad y las precauciones que se deben tener en cuenta para evitar cualquier accidente.
- b) Si se empieza a fabricar estos productos sin tener alguna experiencia se recomienda fabricar los artículos siguiendo las pautas que se dan en este diagnóstico y tomarlo como base.
- c) Es posible que nuestros primeros productos no satisfagan todas las expectativas requeridas pero es la continuidad la que nos dará la experiencia necesaria.
- d) En lo posible trataremos de obtener la materia prima de buena calidad, desterrando la vieja costumbre de adquirirlos de dudosa procedencia y sin garantía ya que con ello garantizamos la obtención de un buen producto.
- e) Se aconseja para éste tipo de actividad tener un local bastante amplio, con buen techo y buena ventilación. En el supuesto de no contar con una Área de la característica señalada se puede desarrollar en una azotea, siempre y cuando se tomen las medidas de

seguridad para el manipulo de la materia prima ya citadas en éste diagnóstico.

- f) Las Unidades de Fuerza utilizadas en este diagnostico son las que comúnmente son utilizadas en el Sistema I.S.O.. aparte de existir otro sistema de Unidades como es el A.S.A.

La resistencia a la tracción por ejemplo puede expresarse o bien como lbf/pulg<sup>2</sup> (A.S.A.) o Kgf/mm<sup>2</sup> (I.S.O.). En unidades del S.I. ,la fuerza se expresa en Newtons (N).

$$1 \text{ lbf/pulg}^2 \quad 6.89476 \text{ KN/m}^2$$

$$1 \text{ Kgf/mm}^2 \quad 98.0665 \text{ KN/m}^2$$

Para los efectos prácticos se tomará  $1 \text{ lbf/pulg}^2 = 7 \text{ KN/m}^2$  resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión del plástico reforzado se expresa generalmente en MN/m<sup>2</sup> (Mega Newtons por metro cuadrado) y el Módulo en GN/m<sup>2</sup> (Giga Newtons por metro cuadrado).

Merece también recordarse que:

$$1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2.$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ MN/m}^2$$

$$1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 145 \text{ Psi}$$

$$1 \text{ GPa} = 1.000 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ MN} = 1.000 \text{ N}$$

## BIBLIOGRAFIA

BEACH N. E.;

"PLASTIC LAMINATE MATERIALS THEIR PROPERTIES AND USAGE";

Foster publishing Co.: (Long Beach, California 1967)

BJORKSTEN RESEARCH LABORATORIES,

"POLIESTER AND THEIR APLICATIONS";

Reinhol: (Nueva York 1956)

BLICK A. F.;

"PLASTICS: PROYECTS AND PROCEDURES WITH POLYESTER";

Bruce Publishing Co.: (Milwaukee 1964).

DU PLESSIS H.;

"FIBREGLAS BOATS, FITING OUT, MAINTENENCE AND REPAIR";

Adler Coles: (Londres 1964).

DUILIO D'ARSIE;

"LOS PLASTICOS REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO";

Editorial Americalee: (Buenos Aires).

GUIBBS & COX INC.;

"MARINE DESIGN MANUAL FOR FIBREGLASS REINFORCED PLASTICS";

MacGraw Hill: (Nueva York 1960).

HOLISTER G.S. Y THOMAS C.;  
"FIBRE REINFORCED MATERIALS";  
Elsevier: (Amsterdam 1966).

PARKIN B.;  
"GLASS REINFORCED PLASTICS";  
Butterworth (1970).

ROSATO D. V. y GROVE C.S.;  
"FILAMENT WINDING";  
Wiley (Nueva York 1964).

SHIP AND BOAT BUILDERS' NATIONAL FEDERATION.  
"CONSTRUCCION OF SMALL CRAFT";  
Code of Recommended Practices: (Londres 1963).