

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

PROYECTO PARA LA INSTALACION DE LABORATORIO TECNOLÓGICO Y TALLER DE ENSEÑANZA PARA LA TRANSFORMACION DE MATERIALES PLASTICOS EN LA FACULTAD DE QUIMICA.

94

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO QUIMICO**  
**P R E S E N T A N**

**E. ALFREDO ESQUIVEL CHAPINAL**  
**JORGE CASTILLA SOSA**

**MEXICO, D. F.**

**1974**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

CLAS. Tesis  
ADQ. 1974  
FECHA 11-6-64  
PROC. \_\_\_\_\_



QUÍMICA

PRESIDENTE PROF. JULIO TERAN ZAVALAETA  
VOCAL " : ANTONIO REYES CHUMACERO  
SECRETARIO " : FERNANDO ITURBE HERMANN  
1er. SUPLENTE " : GUILLERMO ALCAYDE LACORTE  
2o. SUPLENTE " : MARGARITA GONZALEZ TERAN

Sitio donde se desarrolló el tema : FACULTAD DE QUIMICA

Nombre completo y firma del sustentante :

JORGE CASTILLA SOSA

  
E. ALFREDO BSQUIVEL CHAPINAL

Nombre completo y firma del asesor del tema:

  
Prof. JULIO TERAN ZAVALAETA

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A NUESTROS AMIGOS

A NUESTROS MAESTROS

PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UN TALLER PARA -  
LA ENSEÑANZA TECNOLOGICA DEL MOLDEO DE MATERIALES  
PLASTICOS EN LA FACULTAD DE QUIMICA

## I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION.	
<u>CAPITULO</u> I.- Descripción de materiales moldeables.	1
<u>CAPITULO</u> II.- Métodos de moldeo.	18
<u>CAPITULO</u> III.- Métodos de prueba.	55
<u>CAPITULO</u> IV.- Selección y cotización de maquinaria y equipo.	89
<u>CAPITULO</u> V.- Evaluación global: Equipo, instalación, distribución de áreas, personal, materia prima.	99
<u>CAPITULO</u> VI.- Conclusiones.	106
<u>CAPITULO</u> VII.- Apéndice.	109
<u>CAPITULO</u> VIII.- Bibliografía.	142

## INTRODUCCION

Se tomó la decisión de elaborar esta tesis, considerando que en la facultad de química la enseñanza de los plásticos en el aspecto práctico no capacita al estudiante en el conocimiento y manejo técnico de las principales máquinas de moldeo usadas en la industria de los plásticos. Por otra parte la creación de este laboratorio y taller, brindaría la oportunidad a la facultad de dar servicio de investigación y solución de problemas técnicos, análisis de materia prima (resina, plastificantes, estabilizadores, cargas etc. ) así como de producto terminado a la industria de los plásticos, transformándose en el arbitro de las compañías de:

a).- Procesamiento de polímero (resina)

b).- Procesamiento de materias primas (estabilizadores, plastificantes, pigmentos etc.); que al mezclarse darán origen a una formulación específica, conocida como plástico; la cual se suministra en forma de peles o lentes.

c).- Moldeo de plástico, dando origen a múltiples y variados artículos para el hogar e industria en general.

En base a lo anterior las compañías contarían con un laboratorio de control de calidad, investigación y desarrollo totalmente equipado a un costo mínimo, ya que los costos por concepto de personal, equipo, reactivos etc. se reparten según el servicio requerido por compañía. Por otra parte con los fondos proporcionados por las compañías; se daría un

gran impulso a la investigación de polímeros en nuestro país.

En el primer capítulo se hace una breve descripción de lo que significa un plástico, un polímero o resina, su clasificación, composición y características físicas y químicas, conocimiento fundamental para poder hablar de métodos de moldeo.

En el segundo capítulo se describen en forma general los principales métodos de moldeo.

En el tercer capítulo se analiza el significado de los métodos de prueba ASTM, los cuales son fundamentales en el control de calidad; para saber las propiedades mecánicas y otras propiedades físicas de los materiales plásticos y así poderlos moldear sin dificultad.

El cuarto capítulo presenta el costo del equipo probable a utilizarse en el taller y laboratorio respectivamente.

En el quinto capítulo nos referimos a la evaluación global, considerando los costos aproximados de: equipo, instalación, distribución de áreas, personal y materia prima.

En los capítulos sexto y séptimo presentamos conclusiones y bibliografía del presente estudio.

## CAPITULO I

Los plásticos son materias primas naturales o sintéticas que contienen como ingrediente esencial cadenas de moléculas parecidas de alto peso molecular llamados polímeros, que son obtenidos a partir de formas químicas simples llamados monómeros; por reacciones de condensación y polimerización.

El término plástico comprende un grupo de materias más amplio que el que abarca el término "resina". Cuando la resina propiamente dicha puede recibir la forma de un artículo terminado sin necesidad de emplear un plastificante, como el poliestireno, los términos resina y plástico son intercambiables, por regla general se utilizan el calor y la presión combinados para moldear plásticos, aunque a ciertos plásticos se les puede dar forma sólo con calor o sólo con presión, o por vaciado.

Hay cerca de 40 familias básicas de plásticos, cada uno diferente de otro por sus propiedades físicas y químicas respectivamente. Por ejemplo un plástico puede ser blando (espuma de poliuretano) ó duro (melamina), claro (acrílico), o opaco (fenólicos), resistente al calor (silicones) o suavizado con agua caliente (polietileno); más claro que el agua (polipropileno) o más pesado que el acero (epoxi relleno con carga metálica).

Dentro de cada grupo de familia existen diferencias por cambio en el peso molecular y la geometría de la cadena de un polímero, obteniéndose diferentes propiedades al adicionar cargas o rellenos, plastifican -

tes, estabilizadores, pigmentos y otros productos químicos.

#### CLASIFICACION.-

Todos los materiales plásticos se dividen en dos clases, termoplásticos y termofijos, de acuerdo al comportamiento que siguen al ser sometidos a repetidos calentamientos y enfriamientos. Se distinguen los termoplásticos de los termofijos, en que los primeros son permanentemente reblandecibles; tienen un comportamiento semejante a la cera esto es: que - alternativamente se funden o se reblandecen por el calor y se endurecen - cuando se enfrían y los segundos fraguan con el calor y son permanentemente infusibles, en los productos moldeados. Los termoplásticos se componen de moléculas lineales, los átomos están unidos en estructuras largas como cadenas sin enlaces transversales o con escaso número de ellos. Las moléculas de este tipo suelen hincharse o disolverse en algunos disolventes orgánicos.

Entre los termoplásticos más comunes tenemos:

Acetato de celulosa, acetato-butirato de celulosa, etil-celulosa, vinilos, acrílicos, poliestireno, copolímeros de estireno, nylon, poliestireno y fluorocarbonos.

Los plásticos termoestables pueden representarse como moléculas inicialmente lineales, conectadas en red con medias ligaduras transversales durante el proceso de curación; ocurriendo una reacción química, quedando en esta forma las moléculas incapacitadas para reaccionar, por lo

tanto quedan inactivas o estables, formando cadenas lineales muy rígidas las cuales no pueden fluir.

Algunos termofijos típicos son resinas fenólicas, ureas y melaminas formaldehído, resinas epoxi y resinas de silicones.

#### COMPOSICION.-

Los plásticos se usan a veces sin la adición de plastificantes o de rellenos para el moldeo de artículos comerciales.

Los "plastificantes" ya sean líquidos o sólidos, por lo general compuestos químicos o resinas que poseen tensión de vapor muy baja se añaden a la resina para: 1) mejorar la capacidad de moldeo, 2) aumentar la plasticidad y la flexibilidad, 3) aumentar la resistencia a la humedad, a los compuestos químicos, a los agentes atmosféricos y otras condiciones. La elección del plastificante apropiado para un plástico y una aplicación particular es de importancia primordial.

Los rellenos se usan para dar al producto plástico las propiedades mecánicas y eléctricas deseadas, para mejorar, la estabilidad interna y para aumentar la resistencia en diversos usos.

Los colorantes y pigmentos se añaden para obtener colores deseados. Los pigmentos pueden ser también materiales de relleno.

Los estabilizadores se agregan para aumentar la resistencia a alguna fuerza o agente degradante exterior, como el calor y la luz ultra-

violeta, por ejemplo el dilaurato de dibutil estaño inhibe la descomposición del plástico de PVC durante el calentamiento.

Los lubricantes de moldes, por lo general jabones metálicos insolubles, como el estearato de calcio, se añaden para facilitar la operación de sacar la pieza de la matriz después que se ha moldeado.

#### DESCRIPCION DE MATERIALES MOLDEABLES

##### 1.- TERMOPLASTICOS

##### ACRILONITRILLO-BUTADIENO-ESTIRENO.-

Muy duro, tiene combinaciones no usuales de alta rigidez y resistencia al impacto; es el más fácil de todos los termoplásticos para galvanizar; aceptan rápidamente decoración y pintura; excelentes propiedades de estampado después del tratamiento por temperatura; buena resistencia química; muy baja absorción de humedad; buena estabilidad dimensional y alta resistencia a la abrasión; la formulación puede variarse para obtener diferentes combinaciones de flexión, resistencia al calor y dureza.

##### ACETAL.-

Plástico usado en industria con muy alta resistencia a la tensión; rígido; excepcional estabilidad dimensional; alta resistencia química; alta resistencia a la abrasión, baja absorción de humedad; excelente resistencia a las cargas; alta resistencia a la fatiga por vibración, insoluble a temperatura ambiente en cualquier solvente, baja tendencia al

agrietamiento; quema sin dejar huellas de hollín; especialmente usado por su bajo coeficiente de fricción y superior retención de propiedades físicas bajo inmersión en agua caliente. Existen dos tipos: homopolímeros que tienen alta resistencia y copolímeros que son fáciles de procesar.

#### ACRILICOS.-

Altamente usado por su gran claridad óptica y colores brillantes transparentes; el mejor de todos los plásticos transparentes en resistencia al medio ambiente; excelente resistencia eléctrica; tiene una superficie dura y brillante; excelente resistencia química. Los tres tipos básicos obtenidos son hojas fundidas (usadas para ventanas y anuncios externos), polvos de moldeo (usados para lentes y vidrio de reloj) y polvos de moldeo de alto impacto (menos transparentes pero con mayor resistencia a los golpes).

#### CELULOSICAS.-

Es de las resinas más fuertes entre todos los plásticos.

Existen 5 familias básicas: nitratos, acetatos, propionatos, butiratos y etil celulosa.

El nitrato de celulosa es el más resistente de todos pero es altamente inflamable y explosivo, difícil de procesar excepto por moldeo de calentamiento de hojas; el acetato de celulosa es más fácil de procesar, no explosivo, tiene colores brillantes transparentes, pobre resistencia a -

los solventes. Propionato y butirato de celulosa tiene mejor resistencia química, mejor resistencia al tiempo. Etil celulosa tiene alta resistencia a los golpes hasta  $-40^{\circ}\text{F}$ , pero tiene poca resistencia al medio ambiente.

#### PLASTICOS DERIVADOS DEL FLUOR.-

Existen 4 tipos: TFE, CTFE, FEP y  $\text{PVF}_2$ .

TFE tiene muy alta resistencia química y alta resistencia a la temperatura ( superior a  $550^{\circ}\text{F}$ ), no inflamable, tiene el más bajo coeficiente de fricción de todos los plásticos tiene muy alta estabilidad dimensional y cero absorción de humedad, pero es muy difícil de procesar. CTFE tiene más o menos las mismas propiedades que el TFE pero es más fácil de procesar. FEP es muy fácil de procesar y tiene muchas de las propiedades del TFE, pero es el más caro de los plásticos del fluor.  $\text{PVF}_2$  es el que tiene más facilidad de todos los plásticos para ser moldeado por inyección o extrusión, pero su resistencia al calor es solo hasta  $300^{\circ}\text{F}$ , si embargo tiene alta resistencia a la tensión y muy bajo factor de flujo en frío.

#### METIL-PENTENOS.-

Tienen excelente transparencia, corto tiempo de resistencia a la temperatura a  $430^{\circ}\text{F}$ , son los plásticos que tienen la menor densidad (0.083), buena resistencia química, baja absorción de humedad, muy buena resistencia eléctrica a altas temperaturas, punto de fundición a  $464^{\circ}\text{F}$ , el más fácil de procesar de los plásticos resistentes a la temperatura,

pero con pobre resistencia al medio ambiente.

#### NYLON (POLIAMIDAS)

Tiene alta resistencia mecánica, resistencia al uso y muy bajo coeficiente de fricción, auto-extinguible, excelente resistencia química, alta resistencia eléctrica, pobre estabilidad dimensional real. Los 5 tipos más comunes de nylon son: Nylon 6, 6/6, 6/10, 11 y 12, cada uno tiene diferentes grados de dureza, resistencia y absorción de humedad.

#### FENOXIDOS.-

Excelente resistencia química excepto para solventes orgánicos; resistentes, duros y dúctiles, muestran muy baja contracción durante el moldeo, tienen baja permeabilidad a los gases y bajo coeficiente de expansión térmica.

#### POLIALOMEROS.-

Similares a polietileno y polipropileno pero con mayor resistencia a la abrasión, mayores condiciones de procesado y mayor resistencia; excelentes propiedades de estampado y más alta dureza y resistencia al impacto que polietileno y polipropileno; baja densidad y corto ciclo de moldeo.

#### POLICARBONATOS.-

Tienen alta resistencia, son rígidos y transparentes, excelente estabilidad dimensional al medio ambiente, auto-extinguibles, fisiológicamente inerte, excelente resistencia química, excelente resistencia al impacto y es tan dúctil que se rinde antes de romperse bajo altos impactos.

#### **POLIETILENO.-**

Excelente combinación de buena resistencia física y eléctrica, buena resistencia mecánica, bajo peso, fácil de procesar, bajo costo, fácil de sellar por calentamiento con resistencia a temperatura de 180°F, buena flexibilidad y resistencia química; tiene poca resistencia a la ruptura y es difícil de manejar para obtener tolerancias en el moldeo. Los 3 tipos básicos son: polietileno de baja, media y alta densidad. Las propiedades de dureza y resistencia químicas se incrementan al incrementarse la densidad.

#### **POLIAMIDAS.-**

Mantienen su resistencia al calor a 500°F continuamente y arriba de 900°F por periodos cortos, tienen muy bajo coeficiente de expansión, resistencia al medio ambiente, alta resistencia al impacto, excelente resistencia al uso, altas resistencias eléctrica y física y difícil de procesar.

#### **POLIPROPILENO.-**

Excelente resistencia al esfuerzo o flexión, muy baja gravedad específica, flota en el agua, excelente resistencia al impacto, muy duro, resistente al rayado, buena resistencia química y al calor arriba de 240 F, puede ser galvanizado, forma películas y fibras de resistencia superior, altas -- cualidades ópticas, resistencia a las grasas, buenas propiedades de resistencia a la humedad.

#### POLIESTIRENO.-

Cómo característica general tiene un fuerte sonido metálico cuando es golpeado y es muy rígido, muestra baja absorción de humedad, bajo factor de contracción al moldearse, siendo fácil de procesar; alta claridad óptica pero pobre estabilidad al medio ambiente; si se usa para decoración de superficies es atacado por muchos solventes. Existen diferentes modificaciones de poliestireno; agregando butadieno para mayor resistencia al impacto, -- agregando copolímeros de butadieno -estireno para hacer plásticos semejantes al hule o agregando agentes de soplado para hacer figuras espumadas.

#### POLISULFONAS.-

Este tipo de termoplásticos muestra buena transparencia, alta resistencia mecánica, alta resistencia al calor y superior resistencia eléctrica a altas temperaturas; resistencia poco usual a ácidos minerales y alcalis, -- puede ser galvanizado.

## CLORURO DE POLIVINILO (PVC)

Existen 2 tipos básicos: rígido y flexible.

El PVC rígido es duro, resistente y difícil de procesar pero tiene excelente estabilidad al medio ambiente, superiores propiedades eléctricas, excelente resistencia a la humedad y a agentes químicos, autoextinguible.

El PVC flexible contiene cantidades significativas de plastificante para dar mayor flexibilidad y facilidad de procesado pero tiene baja resistencia mecánica, baja resistencia a la temperatura y pobres propiedades al medio ambiente.

Muchos copolímeros de PVC pueden obtenerse para aplicaciones especiales. El PVC puede también ser espumado, para capas de revestimiento o puede utilizarse con un solvente como agente rocíador (spray).

## 2.- TERMOFIJOS

### RESINAS ALQUIDICAS.-

Tienen excelente estabilidad dimensional, resistencia al arco y alta resistencia al calor; puede ser curado sin crear subproductos volátiles; es más fácil de moldear que la mayoría de los termofijos por sus muy rápidos ciclos de moldeo; sus superficies son duras y resistentes.

Diferentes fibras reforzantes se agregan a la resina obteniendo

se una gran variedad de diferentes compuestos los cuales tienen diferentes combinaciones de propiedades.

#### RESINAS DE UREA Y MELAMINA.-

Son duras, rígidas, resistentes a la abrasión y tienen excelente estabilidad dimensional bajo carga.

Ambos tipos tienen buena resistencia a los solventes y a la ruptura y son auto-extinguibles.

Las resinas de urea son más fáciles de moldear y tienen menor costo. Las resinas de melamina tienen mayor dureza de superficie y mayor resistencia a la temperatura.

Ambos tienen buenas propiedades eléctricas y agregando fibras reforzantes se obtienen productos más económicos con mayor estabilidad dimensional y más resistencia mecánica.

#### FTALATO DE DIALILO (DAP)

Tiene la mejor estabilidad dimensional de todos los plásticos, superiores propiedades eléctricas, excelente resistencia química y a la temperatura, su superficie es dura, resistente y presenta muy baja absorción de humedad; fácil de procesar a bajas presiones sin formación de subproductos volátiles; presenta baja contracción después del moldeo.

#### RESINAS EPOXI.-

Sobresalientes resistencia física y eléctrica y excelentes cualidades de adhesión. Sufre baja contracción durante el moldeo y tiene una gran estabilidad dimensional bajo una gran variedad de ambientes diversos; las resinas epoxi son normalmente líquidas sin necesidad de solventes y diluyentes y algunas formulaciones pueden ser curadas sin calor o presión. Se pueden obtener diferentes tipos usando varias resinas, agentes de curado y modificadores.

#### RESINAS FENOLICAS.-

Son compuestos con bajo costo de moldeo, con una excelente combinación de alta resistencia física, alta resistencia a la temperatura, buena estabilidad dimensional y buenas propiedades eléctricas. Produce subproductos volátiles durante el moldeo y sus colores están limitados a tonos de negro o café. Vidrio, aserrín, asbestos, minerales son usados como agentes para incrementar la dureza, estabilidad y economía de las resinas fenólicas.

#### POLIESTER.-

Es un clase de plástico que tiene 2 variedades:

a).- Tipo no Saturado: Son poliesteres moldeados y fundidos.

b).- Tipo Saturado: Son poliesteres en película y fibras.

Sin embargo cada uno de estos tipos tienen diferentes subtipos

con propiedades esencialmente diferentes.

Generalmente las partes de poliéster moldeado tienen excelente resistencia a alta temperatura y alta resistencia química, alta resistencia eléctrica y superficie dura y brillante. Son usados con fibra de vidrio y otros materiales reforzantes para obtener altas resistencias físicas y pueden moldearse a bajo costo sin adición de temperatura y presión.

#### POLIURETANOS.-

Este tipo de plásticos pueden obtenerse como termofijos o termoplástico.

El tipo de uretanos termoplásticos se usa para películas duras y partes resistentes al uso.

El tipo de uretanos termofijos son fundidos y pueden ser rígidos o flexibles dependiendo de la formulación.

Ambos tienen alta resistencia a la abrasión y dureza y excelente resistencia al impacto, buenas propiedades eléctricas y excelente resistencia química. Los termofijos forman excelentes espumas que varían -- desde rígidas hasta altamente flexibles.

#### SILICONES.-

Son químicamente inertes y por lo tanto tienen excelente retención de propiedades de  $-100$  a  $500^{\circ}\text{F}$ . Su superficie tiene excelentes pro-

propiedades de no adhesión y pueden curarse sin presión y calor.

Sus compuestos de moldeo pueden ser rígidos o flexibles dependiendo del tipo de silicón y pueden reforzarse con varios agentes y fibras para obtener una resistencia extra.

Los fluidos de silicones son usados para fabricar agentes desmoldantes, agentes anti-espumantes y para capas repelentes al agua.

En resumen podemos observar que algunas de las diferencias entre plásticos que podrían ser consideradas para definir sus necesidades son: grado de dureza o flexibilidad, rango de temperatura aplicable, resistencia a la tensión, flexión e impacto, resistencia eléctrica, retención de calor bajo el medio ambiente, resistencia química y a la humedad o altas temperaturas, permeabilidad de gases, resistencia al tiempo y a la luz solar, resistencia al uso y a la abrasión, olor y sabor producción requerida, cantidad, velocidad, maquinaria, limitaciones reales de diseño respecto a materiales, métodos y evaluación económica y finalmente costo de materiales.

El diseñador debe determinar sus requerimientos en todas las áreas anteriores y asignar una importancia relativa a cada una de ellas con el objeto de seleccionar el plástico que reúna todas las propiedades

esenciales con el mayor número de propiedades deseables para obtener finalmente el más bajo costo unitario en el producto.

## CAPITULO II

### METODOS DE MOLDEO

#### 1.- MOLDEO POR COMPRESION.-

El moldeo por compresión es el arte de producir un artículo de forma definida con un material moldeable, cargando el material dentro de un molde abierto calentado, la formación se hace cerrando el molde bajo presión y manteniendo la presión así como el calentamiento con el fin de tener una mezcla homogénea y forzar a la masa a adquirir la forma del molde. El moldeo bajo presión es acompañado para termoplásticos por enfriamiento y para materiales termofijos por calentamiento continuo hasta que el endurecimiento ha sido efectuado por cambio químico o curado. El mantenimiento de presión sobre el material durante el moldeo, previene el desarrollo, de porosidad por cualquier gas desarrollado por la reacción.

Los materiales plásticos más usados en este proceso son:

a).- Termofijos: Resinas fenólicas, fenol-formaldehído, urea-formaldehído, melamina-formaldehído, resinas epoxi y resinas de silicón con fibra de vidrio.

b).- Termoplásticos: Acetato de celulosa, acetato butirato de celulosa, acrílicos, vinilos, poliestireno, estireno, nylon, polietileno y fluorocarbonos.

### Moldeo por Compresión Alta:

Todos los termofijos pueden moldearse bajo presión y calor, para obtener formas sencillas y de regular tamaño. Se requieren presiones de alrededor de  $8000 \text{ kg/cm}^2$  y temperaturas que fluctúan entre los  $100$  y  $200^\circ\text{C}$  por lo que las máquinas de compresión resultan costosas debido al alto precio de las prensas hidráulicas necesarias para llevar a cabo el proceso.

Los moldes de las prensas hidráulicas deben ser de acero inoxidable al alto temple, para resistir los esfuerzos a que se someten.

La técnica consiste en colocar una cantidad preparada de polvo, dentro de un molde caliente, a continuación se baja el contramolde de la prensa hidráulica distribuyéndose la mixtura en todo el espacio libre que queda entre el molde y el contramolde. Bajo el efecto de la presión de miles de  $\text{kg/cm}^2$ , se aplican temperaturas de mucho más de  $100^\circ\text{C}$  durante un tiempo que se denomina tiempo de curado, de fraguado o de endurecimiento, cuya duración varía para cada formulación y oscila entre 5-15 minutos.

El polvo se funde con el calor, fluye por todas las partes del molde, después de lo cual ocurre una reacción química interna en las cadenas de las moléculas del polímero endureciendo el plástico en un estado final irreversible, a continuación se abre el molde retirando el contramolde de la plancha superior y se extrae la pieza mediante unos espárragos expulsores y se enfría con chorros de aire.

### Moldeo a Baja Presión:

En este método se emplean cientos de lb/in<sup>2</sup> en el mejor de los casos de decenas de psi, lo cual constituye una gran ventaja sobre las técnicas de compresión alta, pues elimina en gran parte el alto costo de las prensas hidráulicas, así también disminuye el precio elevado de las matrices de acero al alto temple de los moldes, debido a que se emplean presiones que son la décima parte aproximadamente de las que se emplean en compresión alta. Lo anterior es el resultado del descubrimiento de soluciones potencialmente termofijas, las cuales endurecen en un tiempo mínimo de fraguado. Con estas soluciones se puede impregnar tela, papel, lona y colocarlos sobre un molde y al bajar el contramolde ejerce una presión de aproximadamente 200 psi, aplicando calor (150°C), en 5 minutos en durece el producto y puede extraerse el molde.

La más novedosa aplicación del moldeo a baja presión es la técnica de la "funda de hule" en la cual se emplean presiones de cuando mucho decenas de psi y temperaturas de alrededor de 120°C. Consiste en lami nar papel, tela o lona impregnados de una solución potencialmente termofija, colocando dentro de un molde barato de madera o cemento el material laminante hasta llenar el molde, a continuación se introduce dicho molde en una funda de neopreno, se extrae el aire y se cierra herméticamente y el conjunto de molde lleno dentro de la funda a la cual se hace el vacío, se introducen en una autoclave, en la cual se aplican presiones de alrede dor de 50 psi con vapor sobrecalentado en unos 10 a 15 minutos a unas temperaturas de 150°C endurece el producto, pudiéndose extraer del autoclave y de la funda.

Esta técnica ha permitido un abaratamiento de las piezas muy --

grandes además de hacer posible su producción; pueden moldearse cascos de lanchas, yates, cabinas y fuselajes de aeroplanos, carrocerías automotrices, etc.

#### Ventajas y Limitaciones:

Los polvos entran directamente al molde, por lo tanto no se pueden elaborar piezas pequeñas y complicadas, debido a que en el momento de estar cerrado el molde y el contramolde al aplicar calor hay tendencia de las primeras porciones de la masa que se funde a fluir por gravedad a los sitios más estrechos del molde produciéndose contracciones en esos lugares al enfriarse el artículo, lo cual dificulta extraer la pieza endurecida, rompiéndose los espárragos expulsores muchas veces junto con la pieza y arrancándose las inserciones de vidrio o metal adheridos al plástico.

#### Maquinaria y Equipo:

La característica fundamental de los moldes para compresión es que deben ser de acero al alto grado para ser duros y pulidos, existen 3 tipos principales:

a).- Moldes manuales: Es el que se remueve manualmente de la prensa, el artículo moldeado se separa y el molde se ensambla otra vez para el siguiente ciclo de moldeo. Se usan a nivel experimental o en producciones pequeñas que tienen pocas cavidades.

b).- Moldes semi-automáticos: Están firmemente unidos o solda-

dos a los platinos de las partes superior e inferior de la prensa. Al --  
operar la prensa abre y cierra el molde, una vez terminado el moldeo, fun  
ciona un mecanismo eyector que quita la pieza moldeada.

c).- Moldes Automáticos: Son de diseño especial adaptados a --  
prensas completamente automáticas. El ciclo completo de operación incluye  
la carga y descarga del molde. Se emplea para termofijos y materiales con  
bajo factor de impacto; no se usa para materiales resistentes al impacto  
o para hacer piezas moldeadas con partes metálicas.

Existen prensas para moldes manuales a nivel de laboratorio has  
ta equipo para producción con capacidad de 15-100 toneladas. Las planchas  
de calentamiento están sostenidas directamente en lo alto y fondo de las  
platinas de la prensa. El molde es colocado entre estas platinas para la  
transferencia de calor y presión durante la operación de moldeo.

Existen prensas para moldes semi-automáticos entre 15-4000 to  
neladas. Estas prensas tienen en las platinas superior e inferior un enre  
jado eléctrico para el calentamiento, por consiguiente el molde es retira  
do rápidamente. Además la prensa está provista de un eyector para remover  
los artículos moldeados.

#### Sistema Hidráulico:

Consta de una prensa y una bomba que suministra el volumen nece  
sario de agua para la presión requerida.

Además tiene un acumulador que mantiene una reserva suficiente para alimentar el pistón hacia la cámara de presión para evitar fluctuaciones de presión.

#### Calentamiento y Enfriamiento de los Moldes:

El molde manual es calentado y enfriado al ponerse en contacto con el centro de las platinas montadas en la prensa.

Para calentar moldes automáticos y semi-automáticos se pasa vapor a través de secciones acanaladas en el molde o por calentadores eléctricos instalados en las platinas; se pueden calentar también con aceite o agua.

Para enfriar termoplásticos o termofijos durante la operación de moldeado se hace pasar agua helada a través de los canales del molde.

#### Compresor de Aire:

Es necesario el aire comprimido para eliminar los fragmentos de material que hubiesen quedado en el molde después de retirar la pieza moldeada, como ayuda para sacar la pieza y como equipo auxiliar de operación. La presión de aire fluctúa entre 90-125 psi.

#### Prensa de Preformado:

Se usa para preparar cargas del material de moldeado con el fin -

de ahorrar tiempo en la operación de carga.

Pre calentador:

El equipo de pre calentamiento consiste en resistencias eléctricas, lámpara de infrarrojo y unidades de alta frecuencia.

## 2.- MOLDEO POR PRESION MECANICA.-

Es una variante del moldeo por vacio; la misma lámina reblandecida del material termoplástico se fija firmemente a un marco metálico; - puede haber una fuente de radiación infrarroja sobre la lámina para conservar la reblandecida y un pistón ascendente reversible lleva en la cúspide la forma que se quiere dar al producto terminado. Se retira la fuente infrarroja y se enfría el objeto con chorros de aire o a temperatura ambiente, se recorta de los bordes la parte sobrante y se desprende del molde que lleva el émbolo.

## 3.- MOLDEO POR CALANDREADO.-

Los gránulos de material termoplástico se trituran entre dos rodillos diferenciales, que giran en sentido contrario y que interiormente están sobrecalentados con vapor, la formulación de los gránulos que forma la mezcla contiene lubricante, lo cual permite la formación de películas concéntricas en cada rodillo. Cuando se alcanza un espesor de aproximadamente 10-20, mm. alrededor de los rodillos, se corta transversalmente la película de cada uno de ellos y mediante una serie de rodillos, también -

sobrecalentados con vapor, se va reduciendo de espesor hasta lograr el -- grueso que se desea.

Con esta técnica se puede recubrir papel, tela, lona o cartón - si abajo de los rodillos diferenciales se hace pasar el material laminado entre las paredes de cada uno de los rodillos diferenciales.

#### 4.- MOLDEO POR EXTRUSION.-

El moldeo por extrusión es un proceso para hacer longitudes in- determinadas de termoplásticos con área seccional constante, como por - - ejemplo varillas de diferente diámetro, tubos de distinto espesor y de di- ferente diámetro, láminas de distinto espesor, fibras textiles, etc.

Este proceso tiene un gran parecido a una máquina de hacer chu- rros, pues se obtienen cintas, tubos, varillas, etc. con diferente espe- sor y forma según sea el diseño de los labios de salida de los moldes.

Para obtener dichas formas, los polvos pasan de la tolva a un - cilindro caliente por medio de resistencias incandescentes o por medio de ondas eléctricas de alta frecuencia y en cuyo interior está un tornillo - sinfin (gusano) que por rotación va haciendo avanzar la pasta, la cual se va haciendo semifluida a medida que se acerca a la boquilla exterior del extrusor, al llegar a la boquilla está suficientemente fluida para salir tomando la forma que tienen los labios del dado.

De esta manera, si el dado es circular, salen varillas; si son

concéntricas salen tubos; si son ranuras salen láminas, hojas y películas; y finalmente si la salida es una regadera salen fibras textiles.

El producto al salir es transportado por una banda sinfn hacia la cámara de enfriamiento y endurecimiento, lo cual se realiza por medio de chorros de agua o aire frío; después se corta según el tamaño que se necesite. La velocidad de producción es del orden de 100 pies/min. lo que permite producciones masivas en serie.

El proceso requiere una perfecta sincronización entre el tiempo de alimentación, el número de revoluciones del gusano y la velocidad de la banda sinfn que lleva el producto, lo cual requiere tomar en consideración las siguientes variables prácticas de operación:

- a).- Temperatura en el momento de entrega en la tolva.
- b).- Contenido de humedad.
- c).- Tamaño de grano.
- d).- Tipo de material plástico.
- e).- Tipo de plastificante.
- f).- Longitud de la cámara.
- g).- Velocidad del tornillo sinfn
- h).- Temperatura en toda la cámara de caldeo.

#### Materiales Usados:

Se pueden emplear polvos normales para el moldeo por extrusión pero el tamaño de grano es corrientemente mayor que cuando se especifica

para el moldeo. Para usos especiales y para recubrimiento de alambres se emplean con frecuencia materiales plastificados.

El moldeo por extrusión se inició con los acetatos de celulosa, pero se pueden usar casi todos los materiales termoplásticos por ejemplo: acetato de celulosa, acetato butirato de celulosa, etilcelulosa, cloruro de vinilo, copolímeros de acetato y cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, copolímero del acetato de vinilo, metacrilato de metilo, polietileno, etc.

Varios de estos materiales requieren un equipo de moldeo por extrusión especial para obtener los mejores resultados en las operaciones.

#### Equipo:

El equipo consta esencialmente de tolva, dosificador de polvos, dado, cilindro calefactor, banda transportadora, cámara de enfriamiento. Además puede constar de equipo opcional para el acabado del producto moldeado.

#### Extrusión con Revestimiento:

Es una modificación especial del proceso básico de extrusión -- donde un sustrato de papel, tela o plástico es laminado con una película de plástico desde un extrusor. La película que sale del extrusor es unida inmediatamente al sustrato por medio de unos rodillos de presión.

### Extrusión de Película Soplada:

Es también una modificación del moldeo por extrusión y se utiliza para hacer películas plásticas (0.001 a 0.01 pulgadas).

Se utiliza para este método cierre a presión, el cual se aplica cuando el plástico está siendo extruido.

### 5.- MOLDEO POR INYECCION.-

Este método se utiliza principalmente para termoplásticos de formas pequeñas y complejas. Es el mejor por su alta velocidad de producción y bajo costo. En este proceso las cantidades medidas de polvo o pellets son alimentadas por la tolva a una cámara cilíndrica calentada por medio de resistencias incandescentes o por medio de ondas eléctricas de alta frecuencia, con el objeto de que la mezcla de granulos termoplásticos junto con los otros ingredientes de la formulación se conviertan en una masa semifluida la cual es presionada por medio de un émbolo hasta un orificio venturi, con el objeto de convertir en energía cinética de alto desplazamiento la elevada presión que comunica el pistón a la pasta semifluida para que llegue a muy altas velocidades a distribuirse en el espacio libre entre molde y contramolde, ambos ya calientes.

Una vez que el molde se ha llenado, se enfría la pasta para endurecerla, refrigerando las paredes del molde y contramolde con corrientes de agua para después extraer la pieza.

Existen maquinarias más modernas que constan de un tornillo sin fin que regula el paso del polvo de moldeo al interior de la cámara de calentamiento. La velocidad de paso está sincronizada con el movimiento de un émbolo (movido por procedimiento mecánico ó hidráulico) en el extremo de la cámara de calentamiento. Cuando el émbolo avanza en su carrera, empuja el polvo de moldeo plastificado por el calor y lo introduce en el molde. Un extendedor colocado en la cámara, hace uniforme el paso impidiendo así el atrapamiento parcial del plástico.

La mitad del molde es fija y la otra mitad es móvil hasta ocupar su posición a lo largo de un plano horizontal. Las dos secciones se mantienen firmemente cerradas por presión y se sueltan cuando el enfriamiento de la forma moldeada ha llegado a una fase suficiente para su endurecimiento. Entonces, se realiza la expulsión por medio de barras y pasadores.

Máquinas de gran capacidad se construyen sin recurrir a dimensiones enormes mediante la incorporación de unidades pre-plastificantes, que no solo aumentan la capacidad de operación sino que también reducen la alteración del color y la degradación del material trabajando a temperaturas más bajas. Todas estas máquinas son completas en lo que respecta a las unidades de calentamiento automático, semi-automático o manual. El calentamiento se realiza directamente por medio de calentamiento eléctrico, indirectamente con petróleo que es calentado eléctricamente o utilizando el cuerpo principal del cilindro calefactor como núcleo de una bobina de inducción.

Todos los termoplásticos pueden moldearse por inyección y algunos termofijos pueden inyectarse con modificaciones en el equipo.

Se fabrica una gran variedad de artículos entre los cuales podemos mencionar: cajas, estuches, perillas, engranes, hojas de ventilador copas, vasos, tinas, cubetas, etc.

#### Ventajas:

La producción rápida de piezas de material termoplástico es una ventaja del moldeo por inyección. En el moldeo por compresión el molde se calienta con el material dentro de él y se cierra cuando dicho material se ha hecho suficientemente plástico para poder fluir y después se enfría con rapidez. Como es evidente resulta necesario calentar y enfriar una determinada masa de metal al mismo tiempo que el material plástico. En el procedimiento del moldeo por inyección, no es necesario enfriar y calentar el molde alternativamente; el material plástico caliente se inyecta en el molde el cual se mantiene a temperatura constante y se enfría por circulación de agua.

Los moldes de inyección son menores, se manejan con facilidad, reduciéndose el tiempo de endurecimiento y por lo tanto el espacio de almacenamiento es mínimo.

Los artículos difíciles tales como tubos de pequeño diámetro y paredes delgadas, de gran longitud, se pueden hacer satisfactoriamente -- por inyección.

El material desechado de la inyección si se conserva limpio se puede granular y verter nuevamente en la tolva, lo cual proporciona un -- cien por ciento de utilidad del material termoplástico empleado.

Se pueden obtener efectos de color jaspeado característicos, en la inyección, mezclando granos de color simple, de distintos matices y -- grados de fluidez.

#### Máquinas para el Moldeo por Inyección:

Hay varias marcas y tamaños de máquinas para el moldeo por inyección, que se adaptan al tipo de materiales termoplásticos. Todas funcionan automáticamente o de un modo semi-automático. La máquina de inyección consiste esencialmente en una tolva, un cilindro de inyección y un molde.

Existen dos controles: uno para mover el émbolo en el cilindro de inyección, y un segundo control para abrir y cerrar el molde.

La expulsión se hace automáticamente. El sistema de enfriamiento se efectúa con circulación cerrada o abierta. El cilindro se calienta corrientemente con una serie de bobinas eléctricas reguladas termostáticamente, o con la circulación de aceite caliente o de otro líquido transportador térmico.

En el moldeo por inyección es de primordial importancia la temperatura de la mezcla o formulación, lo cual nos permitirá obtener un ar-

tfculo bien acabado. Las temperaturas varian con el espesor de la sección y el tamaño del molde. Las temperaturas adecuadas para cada trabajo o -- formulación se determinan rapidamente por tanteos.

La carbonización se debe las más de las veces a una temperatura excesiva en el cilindro de inyección, o a estar expuesto el material a la acción del calor requerido para la inyección durante un tiempo demasiado prolongado.

Para el moldeo por inyección el polvo se usa a menudo, en forma de grano de un tamaño de partículas de 8 mm, 5mm y a veces 3mm.

#### 6.- MOLDEO POR TRANSFERENCIA.-

El moldeo por transferencia es una técnica creada para los compuestos termoestables por inyección en estado plástico dentro de un molde caliente para lo cual se hace uso de una cámara de calentamiento previo - donde el material alcanza la plasticidad necesaria para hacerse fluir has ta el molde caliente, despues de lo cual una reacción química interna -- ocurre en las cadenas tridimensionales de las moléculas del plástico, endureciendolo en un estado final irreversible. La parte termofija curada - es removida del molde, mientras se suspende el calentamiento y se aplica enfriamiento por la parte exterior del molde.

La técnica consiste en colocar el polvo de moldeo a la temperatura ambiente, o previamente calentando en una cámara o cilindro calefactor y se lleva al estado plástico por la acción del calor y la presión. -

El calentamiento generalmente es rápido, debido a lo sencillo de la superficie del émbolo y cámara de transferencia en comparación con las que se hallan normalmente en el moldeo por compresión. Cuando el compuesto de moldeo ha alcanzado la plasticidad apropiada, el émbolo le obliga a entrar uniformemente en el molde hasta llenarlo por completo manteniendo la presión hasta terminar el curado o maduración.

El equipo consta de una cámara de calentamiento previo, una prensa de compresión corriente y el molde cerrado. O sea se diferencia del molde por compresión en que tiene sistema de calentamiento previo o bien un sistema de resistencias eléctricas y más modernamente con ondas de alta frecuencia que al ser interferidas por la mezcla de polvos, éstos actúan como una resistencia lograndose un sobrecalentamiento más uniforme y casi inmediato.

La operación se cumplirá por el hecho de que las resinas termoesestables permanecen plásticas poco tiempo a temperaturas elevadas, en virtud de la aceleración térmica de las reacciones químicas que convierten las resinas en masas duras e infusibles. Esto exige la limitación minuciosa del calor plastificante máximo a solo la cantidad aproximada del compuesto de moldeo necesario para cada descarga dentro del molde. En la práctica significa cargar la cantidad adecuada de material para cada ciclo. El moldeo de transferencia difiere en el de inyección en que el molde se mantiene constantemente caliente para completar la transformación de la resina al estado curado.

El moldeo por transferencia es especialmente útil porque se evi

ta la erosión de las matrices, la ruptura de pequeños pasadores y el desplazamiento y deterioro de las inserciones, tan comunes en el moldeo por compresión. Pueden usarse inserciones frágiles como piezas de vidrio y metálicas delgadas. El compuesto de moldeo del tipo de alta resistencia al impacto, con su relleno fibroso grueso, puede ser moldeado con muy poca rebaba y en secciones mucho más delgadas que en el moldeo por compresión. Además, el calentamiento previo electrónico con resistencias y ondas de alta frecuencia acelera el ciclo de curado, simplificando la incorporación de inserciones.

Como la cavidad del molde esta cerrada en el momento en que entra el material reblandeciendo, es evidente que el producto terminado mejorará en exactitud dimensional y tendrá resistencia mecánica y cualidades uniformes en toda su estructura, además, la rebaba queda eliminada por entero, con el consiguiente menor costo de acabado.

Las ventajas del moldeo por transferencia se pueden resumir en las siguientes: calidad mejorada, posibilidad de moldear formas complicadas, que no se pueden obtener con cualquier otro método de los conocidos, exactitud en la colocación de inserciones, facilidad de moldeo de compuestos con carga, reducción de ciclos de moldeo, costos bajos en el acabado porque elimina la necesidad de pulimento, evitándose el peligro de dejar al descubierto la carga que se encuentra debajo de la capa de resina pura del artículo moldeado, eliminando o reduciendo el deshecho de piezas moldeadas.

#### 7.- LAMINACION TERCIADA O REFORZADA.-

Es uno de los métodos mas antiguos, lo usaron los egipcios impregnando la madera con brea, betún, copal y goma laca, de tal manera que al colocar lámina sobre lámina no coincidieran las fibras de la madera, sino que se formara un triangulo entre las fibras cada tres láminas con el objeto de que al endurecer el material (al aplicarle presión) quedaran adheridas las placas con el fin de compensar los esfuerzos de flexión. El conjunto obtenido es mucho más resistente.

En la actualidad no se hace esto con resinas termoplásticas sino con termofijas lo cual aumenta la dureza, la resistencia a la penetración; entre los productos obtenidos por este método tenemos; formaica, mica, carta y masonite, los cuales presentan una gran resistencia al rayado, al ataque de sustancias químicas, quemaduras, etc.

Por estas razones se emplean para fabricación de mesas para laboratorio, cantinas, restaurantes, etc.

En la actualidad no solo se impregna madera sino papel, tela, lona, bagazo de caña en soluciones de resinas potencialmente termofijas; las láminas quedan adheridas con presión y calor, una vez fraguado el conjunto se trabaja como cualquier material clásico.

Su importancia radica en que alcanzan resistencias a la tensión superiores a los 80000 psi cuando se usa madera; esta propiedad desciende en el siguiente orden: cartón, lona, tela, papel y bagazo de caña.

Se emplean como materia prima: plásticos líquidos (epoxi o po -

liester) o soluciones de plásticos sólidos (fenólicos o de urea y melamina) son impregnantes para adherir el material reforzado, despues de lo -- cual el exceso de plástico se remueve y las hojas impregnadas se colocan entre las planchas calientes de una prensa. Se cierran las placas y se -- conjugan presión y calor para fraguar el material terminando el laminado.

Paneles, láminas, tablas y paredes se hacen de resinas fenólicas y papel, pero melamina, epoxi y urea se usan tambien en muchas aplicaciones especiales.

#### 8.- MOLDEO POR VACIADO.-

En el vaciado no se aplica presión, puede utilizarse para termoplásticos y termofijos; los compuestos formadores de resina se vierten -- dentro de un molde abierto y se curan. Con los materiales termofijos, esto puede hacerse con calor o con un catalizador. Con los materiales termoplásticos se realiza a menudo enfriando solamente los moldes; no estan sometidos a desgaste producido por temperatura o presiones elevadas y por -- consiguiente pueden hacerse de materiales relativamente baratos; no se necesita maquinaria complicada.

Con este método se puede incluir especímenes, minerales, botánicos, zoológicos, artículos de diversa indole y hasta órganos humanos -- completos dentro de material transparente de vidrios orgánicos tales como poliestireno, polivinilos y metacrilatos, sirviendo como piezas decorativas o para museos.

El proceso consiste en disolver a reflujo gránulos termoplásticos de polímero en monómero líquido desprovisto de catalizador inhibiente (eliminado por destilado del monómero o por tratamiento con sosa cáustica) obteniéndose una solución altamente viscosa del polímero termoplástico en su monómero líquido, se añade el catalizador polimerizante (peróxidos orgánicos o azocatalizadores) dentro del molde mientras está todavía caliente y se inyecta aire a presión para forzar al plástico a adaptarse a las paredes que se enfrían por circulación de agua.

#### Vaciados de Lodos:

Este método sirve para formar artículos huecos y flexibles, partiendo de una dispersación viscosa de un material plástico. Se vacía el líquido en el molde, se escurre el líquido dejando una capa relativamente delgada adherida a la pared y se endurece esta capa de plástico calentando el molde o secando el material con aire.

Este procedimiento es especialmente adaptable a la producción de piezas moldeadas parecidas al caucho partiendo de plastisoles de vinilo por la facilidad con que puede variarse su viscosidad para adaptarse a las necesidades de la pieza que se quiere producir, por la rápida conversión del plastisol en plástico sólido por fusión a temperaturas elevadas.

#### 9.- MOLDEO POR VACIO.-

Consiste en reblandecer mediante el calor una lámina de espesor variable de cualquier termoplástico y fijarla fuertemente en un marco

metálico sobre la parte superior de una cámara, haciendolo descender hasta que adquiera la profundidad deseada. El método se adapta especialmente al moldeo de planchas calientes de material plástico en las cuales la ausencia de rallados, suciedad incrustada, ondas, defectos superficiales y una transparencia perfecta sean esenciales.

El equipo consiste en un recipiente suficientemente reforzado para resistir el vacío moderado a un anillo de cierre situado en la parte superior. Corrientemente se instala una mirilla de observación, la forma del recipiente determina el contorno del artículo moldeado.

Mediante ductos capilares se hace el vacío dentro del molde y la presión atmosférica hace que la lámina reblandecida tome por completo la forma interior del molde. Al retirarse la fuente de luz inflaroja se enfría con corriente de aire y la lámina endurecida queda con la forma interior del molde.

Con el vacío el material plástico deforma más que cuando esta simplemente aplicado sobre el molde. La supresión del vacío permite que el material plástico blando se oprima firme y exactamente contra la superficie del molde, con tal de que este no contenga curvas inversas, esquinas en ángulo o dibujos complicados.

Estas características se han de evitar en la forma macho; esta forma se proyecta de modo que proporcione una holgura adecuada para la separación después de permitir la contracción del material plástico empleado.

Al moldear con auxilio de vacfo y también al soplar con presión es necesario tener en cuenta el adelgazamiento del material al estirarlo. Al estirar hacia abajo con forma semi-esférica, la parte más profunda del material estirado tendrá aproximadamente un espesor que será una tercera parte del espesor del material original. En un estirado vertical, el adelgazamiento es menor, debido al efecto de la gravedad. A mayor calentamiento del material es mayor el adelgazamiento y viceversa. La disminución del espesor se evita con la preparación de una preforma, lo cual no es económico.

#### 10.- MOLDEO POR CALENTAMIENTO ELECTRONICO.-

La característica de este método, es que el calentamiento del material se hace por alta frecuencia, llegando a adquirir este método una gran importancia industrial. Con este método se vence uno de los obstáculos más serios de la tecnología de los materiales plásticos a saber: la distribución uniforme del calor por todo el material, el cual es un mal conductor del calor.

En esencia el moldeo electrónico implica el calentamiento uniforme de toda la masa, hasta alcanzar la temperatura correcta de moldeo en un campo electromagnético de alta frecuencia; después se transfiere la preforma caliente y blanda a una matriz calentada sin que pierda la plasticidad; finalmente, se moldea el material plástico en la forma acostumbrada.

Ventajas:

- a).- Tiempo breve de maduración
- b).- Maduración uniforme de las piezas de secciones rectas.
- c).- Presiones de moldeo más reducidas.
- d).- Mayor duración del molde.
- e).- Piezas moldeadas mas fuertes.
- f).- Rebabas delgadas en las líneas de separación de las mita  
des del molde.
- g).- Posibilidad de moldear compuestos más económicos y duros
- h).- Posibilidad de moldear piezas más complicadas.

#### BENEFICIOS GLOBALES.-

- a).- Mayor producción por molde
- b).- Costo reducido del molde
- c).- Entrega mas rápida del molde
- d).- Menos trabajo de acabado
- e).- Mejor calidad del producto final

#### 11.- MOLDEO POR ESPUMADO.-

En este método se utilizan espumas flexibles por su bajo peso y buena elasticidad. Las espumas rígidas se utilizan por su muy alta relación resistencia-peso. Todos los tipos de espuma cuestan menos por -- unidad de volumen que las formas sólidas de los plásticos de los cuales son producidas.

Existe una gran variedad de procesos y materiales para hacer

espumas, y ambos, termoplásticos y termofijos son espumados bajo condiciones apropiadas.

Una espuma termoplástica se hace normalmente por mezcla de un agente químico de soplado con las peletas o polvos, tales que, cuando se calientan, se produce un gas el cual se expande dentro de la mezcla y produce la estructura de espuma. Un enfriamiento rápido solidifica el plástico en su forma expandida.

Tanto las espumas flexibles como las rígidas pueden hacerse partiendo de termoplásticos dependiendo del plástico usado, grado de expansión y espesor de la capa externa.

La mayoría de los termoplásticos pueden ser espumados pero los más utilizados son: polietileno, poliestireno y PVC. Ejemplos de espumas termoplásticas son: Chaquetas de vinilo, aislantes, empaques y absorbedores de impacto.

Una espuma termofija se hace con una mezcla de un polímero potencialmente termofijo con un agente de soplado y después se vierte la mezcla en un molde. El molde se calienta hasta que el agente de soplado desprende un gas que se expande en la mezcla líquida. Al mismo tiempo el calor inicia una reacción química entre las moléculas del polímero con lo que solidifica el termofijo. Por medio de ajuste entre el espumado y la reacción de solidificación las espumas plásticas pueden obtenerse en cualquier densidad.

Las espumas termofijas mas usuales son: fenólicas, poliuretano, epoxis y silicones.

## 12.- MOLDEO POR SOPLADO.-

El soplado con presión es la forma mas antigua de soplado usado en la industria de los materiales plásticos, habiendose aplicado durante muchos años a la fabricación de juguetes de nitrocelulosa.

Para moldear se colocan dos planchas de nitrocelulosa entre las mitades de un molde partido, con un tubo fino de aire pasado entre las mismas. Las mitades del molde se presionaban fuertemente y al calentarlas, se soplaba aire o vapor entre las planchas. La presión del fluido situado entre las planchas reblandecidas las separaba, aplicando las sobre las dos mitades del molde. La presión ejercida en los bordes de las mitades del molde alrededor de la cavidad, unida a la acción del calor, obligaba a las planchas a adelgazarse y a unirse soldandose alrededor del borde de la cavidad. El molde se enfriaba lo suficiente, manteniendo la presión para permitir el endurecimiento del material plástico. Al sacar los artículos del molde se le separaban las rebabas. El procedimiento es relativamente largo y no es muy adecuado para la producción moderna.

En la actualidad se ha desechado el tubo de aire entre las dos placas de plástico, por un tubo de plástico el cual sale de un extrusor para ser capturado entre las dos partes de un molde que tiene la forma que se desea dar al material con paredes relativamente delgadas, los --

moldes cierran el fondo del tubo, se sopla aire caliente el cual expande el material suavizado y lo hace que se pegue a las paredes; se enfría y solidifica el producto y se abre automáticamente el molde, la parte es eyectada y se repite el ciclo. El plástico mas usado para soplado es el polietileno, pero se está incrementando el uso de polipropileno, poliestireno y PVC.

Otra técnica es el soplado de película que consiste en extruir un tubo interior sale una corriente de aire caliente para mantener reblandecida la película, cuyos extremos se van enrollando en la parte superior entre dos rodillos que giran en sentido contrario y están calentados en su interior con agua tibia o con vapor residual para que vaya saliendo la película del espesor deseado según sea la distancia de separación entre los rodillos.

### 13.- MOLDEO POR FUNDICION.-

Este metodo se utiliza para producir objetos de gran dureza y brillo superficial con apariencia de joyas, utilizando unicamente la acción del calor y sin emplear presión. Se pueden obtener todos los colores desde opacos, transúcidos y transparentes y según el caso se utilizan pigmentos minerales para opacos y colorantes para transparentes.

El proceso consiste en vaciar la resina fundida potencialmente termofija, en moldes de plomo calentados entre 80 y 100°C, los que se colocan sobre una banda sinfin que los lleva hasta el interior del horno de cocción, en donde se mantiene la temperatura inicial durante

4, 8 o 12 días hasta obtener un fraguado correcto.

Al llegar el cuarto día están duros pero opacos, a los ocho días los que tienen colorantes orgánicos están translucidos y a los doce días son transparentes con un color idéntico.

Se sacan los moldes del horno y una vez fríos, la piedra dura se contrae y se extrae, quedando lista para trabajarse como cualquier material, puede taladrarse, troquelarse, tornearse, etc. según se desee.

No obstante su apariencia, el producto tiene gran resistencia a la tensión; para este tipo de productos se usan comúnmente resinas fenólicas.

#### 14.- MOLDEO POR CONTACTO CATALITICO.-

Este método no requiere de calor y presión, únicamente se necesita impregnar con la solución catalizada, papel, telo o lona y laminarlos dentro de un molde.

Se llena el espacio entre molde y contramolde, se cierra el conjunto y a la temperatura ambiente se inicia el proceso catalítico de repolimerizaciones sucesivas, efectuándose una restructuración de los polímeros intermedios, para que el producto endurezca y en unos 30 minutos quede termofijado.

Los laminados que llevan fibras de vidrio pueden resistir a la tensión entre 700,000 y 800,000 psi.

#### 15.- Moldeo en camas de expansión.-

En un método para moldear productos ligeros de espuma de poliestireno, los cuales tienen una relación de resistencia al peso -- son excelentes aislantes térmicos, con buenas cualidades de absorción al impacto.

Pequeñas cama de poliestireno conteniendo bajas cantidades de agente de soplado se calientan lentamente con vapor dentro de un recipiente.

El poliestireno suavizado por el calor y bajo la acción del agente de soplado sufre una expansión. Tan pronto como se expande la cama, llega a un cierto tamaño dependiendo de la densidad requerida del producto final; se enfría rápidamente, con lo cual solidifica el poliestireno en su mayor tamaño de espumación.

La cama expandida es secada y después transferida a un molde de aluminio y hasta que el molde está completamente lleno se cierra y se inyecta vapor al molde para obtener el producto final.

#### 16.- Metalizado de plásticos.

Muchas aplicaciones de los plásticos exigen el recubrimiento metálico de los mismos, con lo cual se obtienen en cierto grado las propiedades conjuntas del metal y del plástico. Se han divulgado una gran variedad de métodos para recubrir los plásticos con metales.- La mayor parte no han resultado económicos, por lo tanto su aplicación se limita a piezas de diseño y aplicación especial.

Podemos reducir a los dos métodos de metalizado: Los que no utilizan la galvanotecnia y los que la emplean. Entre los primeros se incluyen los que utilizan el metal pulverizado, los de recubrimiento al vacío y los de reducción química para producir una película metálica. En-

los métodos electrolíticos, primero se hace conductora la superficie del plástico.

#### 17.-Pulverización Metálica:

El metal en forma de alambre o de polvo alimenta un soplete especial que lo lanza sobre la superficie que se ha de recubrir. Produce una capa frágil con una superficie granular y en consecuencia, tiene aplicación limitada. La pulverización de metal encuentra su mejor aplicación cuando las capas son de un espesor relativamente grande; permite fresarlas a dimensiones convenientes o al acabado superficial requerido.

#### 18.- Recubrimiento metálico al vacío.

Existen dos métodos: evaporación del metal y salpicamiento por el cátodo. Son relativamente caros y se emplean solo en ocasiones especiales, como para la reproducción exacta de equipo especial para sonido, óptica, partes automotrices, etc. Ambos métodos exigen el empleo de cámaras de vacío que contienen el plástico y donde se lleva a cabo la operación.

En la evaporación del metal, este se calienta originalmente, ocasionando el desprendimiento de átomos de metal, que se condensan sobre el plástico y sobre todas las otras superficies frías de la cámara. Se requiere un vacío de 0,001 mm de mercurio o todavía mayor.

En el salpicamiento por el cátodo, el plástico se coloca sobre o cerca de la superficie del metal, la cual sirve de ánodo, y el metal que se ha de depositar de cátodo. Bajo la influencia de una elevada tensión 10,000 voltios ó más, los átomos de metal en forma de iones se desprenden del cátodo y se depositan sobre el plástico. Se requiere que la superficie este perfectamente desengrasada para que el metal quede firmemente adherido al plástico.

El metalizado por depósito de soluciones que contienen metales en forma iónica se produce en la superficie bien desengrasada verdaderos espejos de plata, cobre, níquel, oro, etc. El desengrase del plástico se puede hacer con solventes orgánicos que no lo atanuen o con soluciones de detergentes poderosos; una vez limpia y seca la superficie se introduce en el baño de la solución metalizante que va a producir el espejo sobre la superficie del polímero. Por electrodeposición: Se agrega polvo de cobre impalpable a la mezcla cuya formulación se va a darle forma, con el objeto de que el artículo moldeado sea conductor de la corriente cuando se coloque como cátodo en la tina que contiene la solución para depositar el metal en forma de película sobre la superficie del plástico. En lugar de agregar polvo de cobre, se puede depositar un espejo de cobre previamente en el plástico moldeado final. Una vez que el artículo moldeado se ha hecho conductor, actúa como cátodo en la electrodeposición, depositándose en la superficie Ni, Cu, o Au. En cualquiera de los tipos de metalizado se requiere necesariamente al terminar el proceso, someter a pulido las superficies recubiertas obtenidas, con cepillos giratorios para darle brillo y acabado final.

Preparación de los plásticos para ser metálicos:

Es fundamental un análisis de la superficie del plástico que se va a metalizar. Si la superficie del plástico es porosa, es necesario rellenar los poros, para obtener resultados satisfactorios. Este relleno puede realizarse mediante la aplicación de impregnates o de revestimiento. Los plásticos no porosos requieren también una preparación especial, que depende del espesor del metal que se quiere obtener y del servicio a que debe destinarse el artículo determinado.

El método más común de mejorar la adherencia consiste en despolir la superficie. Para este objeto se emplean métodos mecánicos o químicos puesto que usualmente se desea una superficie pulida en el metal, la corrosión debe ser mínima para tener una adherencia adecuada.

Ventajas del recubrimiento metálico.

a).- Conductividad Eléctrica: Los metales como conductores y los plásticos como aislantes representan los principales usos en ingeniería eléctrica. Los plásticos metalizados se utilizan en aplicaciones en que son necesarias formas intrincadas de conductor y aislador o en que se requieren capas delgadas de metal. Como ejemplo tenemos conmutadores especiales, contactos para conductores eléctricos, botones de encendido, etc.

Reflexión de la Luz: Se pueden hacer espejos cuyo peso es inferior al que tienen cuando están hechos únicamente de metal.

Peso: Los plásticos se prefieren por su ligereza.

Resistencia al calor y la humedad: Los plásticos tienen poca resistencia al calor; el revestimiento metálico ayuda a disipar el calor, aumenta la estabilidad dimensional de las piezas plásticas sometidas a cambios de temperatura por debajo de la temperatura de distorsión; la absorción de agua por el plástico disminuye al ser metalizado.

Resistencias: Los plásticos no se metalizan para aumentar su resistencia, no obstante el revestimiento metálico aumenta siempre la resistencia a la tracción, al impacto y a la flexión.

Resistencia a la corrosión: Bajo el agua de mar y en otras condiciones corrosivas, los metales depositados por electrólisis empiezan a corroer se en el metal básico. La resistencia a la corrosión de los metales depositados sobre plásticos es superior a las de los mismos metales depositados sobre una base metálica a causa de la eliminación de los potenciales electrofíticos entre la chapa de metal y la base; puesto que la base plástica es inerte, no existe el puente electroquímico.

Efectos decorativos y de coloración: El plástico metalizado combina el color y la belleza del plástico con el brillo del metal logrando así efectos decorativos acrecentados.

Costo: Intervienen tantos factores en el costo de un artículo que es difícil precisar si resulta más económico un material totalmente metálico que un material plástico con recubrimiento metálico.

Escencialmente se consideran más que el costo, otros factores como - -  
son:

- a).- Obtener un tamaño pequeño en el producto.
- b).- Alto grado de acabado.
- c).- Obtención de formas intrincadas.
- d).- Todas las propiedades generales enumeradas anteriormente para el plástico metalizado.

#### Descripción de moldes.-

Los fabricantes de moldes tienen la opción de construir--  
los usando como base los standar o bien maqunarlos.

Con el crecimiento continuo en el costo de la mano de - -  
obra la tendencia ha sido preferir el uso de moldes standar. Así el di-  
señador tiene en sus manos la posibilidad de hacer más de 10,000 combi-  
naciones con los moldes básicos.

Se agrega a estos la economía realizada, porque el diseña  
dor no necesita maquinaria de alto costo para manufacturar sus pro-  
pios moldes base; esto puede verse porque todos los moldes construí--  
dos hasta hoy contienen al menos algunas medidas y caracterfsticas es--  
tandar.

#### MOLDES DE INYECCION.-

La parte de los compuestos moldeados están hechos por inmersión; además este proceso ha sido el área principal de estandarización, sin embargo también se pueden obtener ensambles de moldes base para el uso en moldeo por compresión y transferencia. El moldeo por soplado, - moldeo rotacional y termoformado son considerados como especialidades y aún no han sido sujetos a estandarización en una escala significativa.

En general un molde base estandar de inyección consiste de -- una media parte estacionaria o superior y un inyector o parte movable inferior.

La media parte superior está hecha de dos placas que contienen entre ellas la cavidad que tiene la forma del producto final que desea obtenerse; también contiene un anillo para permitir el cierre hermético de las dos placas y un espárrago que tiene un orificio a través del cual entra el material plástico al molde bajo aplicaciones de presión y temperatura. El anillo y el espárrago son suministrados en una gran variedad de tipos y tamaños aplicables a diferentes prensas. Esta parte superior contiene además los alfileres o tornillos conductores que sirven para alinear ambas mitades del molde cuando está cerrado.

El inyector o mitad inferior del ensamble del molde se compone de la cavidad baja de la placa, un soporte de la placa que sostiene la

cavidad baja de la placa y un alojamiento del inyector montado entre la cavidad inferior y los soportes de placa.

La cavidad inferior de la placa lleva bujes endurecidos que reciben los alfileres conductores cuando el molde es cerrado. El alojamiento del inyector contiene el canal inferior de la cavidad e incorpora la placa del eyector y el retén de la placa del eyector. Entre estas placas están colocados los alfileres eyectores que proyectan la parte moldeada. Los alfileres de retorno y espárragos arrancadores, partes estándar del molde base están también colocados entre estas dos placas; como su nombre lo indica tanto la función de estos espárragos y alfileres es retornar la placa eyectora y el molde cerrado y jalar o romper el espárrago al abrirse en molde. El espárrago arrancador está colocado usualmente en el centro de la mitad interior del molde y los alfileres de retorno están localizados cerca de las esquinas de la placa eyectora para permitir toda el área que sea posible durante el acoplamiento de cavidades y alfileres eyectores.

Las placas eyectoras pueden obtenerse en diferentes longitudes para acomodar modelos de varias prensas.

#### MOLDES DE COMPRESION Y TRANSFERENCIA.-

El ensamble de un molde base estándar para moldeo por compresión incluye una placa superior y una placa inferior cuya cavidad tiene la forma del producto deseado. Ambas capas constan de soportes y arma són. Las placas eyectoras son instaladas en ambas mitades del molde --

para permitir la eyección en ambos lados.

En ocasiones es posible, conciertos ajustes menores adaptar un molde base de inyección para usarlo como molde de moldeo por transferencia. Un buje endurecido, del tamaño apropiado, es sustitufdo por el buje del espárrago. También se agrega una placa endurecida junto con -- una columna-soporte de regular diámetro localizada en el centro de la - placa. Con estos cambios se obtiene el ensamble completo del molde base para transferencia.

#### APLICACIONES ESPECIFICAS.-

Muchas nuevas máquinas de moldeo por inyección han sido introducidas al mercado y requieren moldes de diseños especiales. Los moldes base estandar pueden ahora obtenerse por medio de estas nuevas prensas. Cada molde base contiene, en parte todas las caracterfsticas especiales requeridas por cada prensa, dando una gran versatilidad.

Este concepto de versatilidad ha sido dado a conocer como una placa adaptadora o sistema de molde base universal. Este sistema consiste de dos placas diseñadas especialmente, las cuales son fijadas de la parte posterior de las platinas a las platinas de un grupo seleccionado de varias formas y tamaños de prensas. El montaje de estas placas adaptadoras es especialmente diseñado y estandarizado como moldes base universales. El fijamiento se hace por medio de tornillos y la colocación de otro nuevo molde toma unicamente de 5-10 minutos.

Para los requerimientos de moldeo en la actualidad el rango - de moldes base estandar no necesita tamaños mayores de 23 3/4 por 35 -- 1/2 pulgadas. Sin embargo en los últimos años el incremento del uso de los plásticos en áreas tales como automotriz, muebles, equipo deportivo y equipo marftimo esta haciendo que el uso de moldes mayores tenga que someterse a la estandarización.

## CAPITULO III

### METODOS DE PRUEBA EFECTUADOS EN PLASTICOS

Estas pruebas pueden medir una sola propiedad o varias al mismo tiempo. En cada caso la prueba es revisada para ser tan exacta como sea posible.

Las pruebas ASTM dan un conocimiento preciso acerca de las propiedades de los plásticos. Todas estas pruebas se hacen para evitar fallas posteriores en el material cuando el producto es utilizado en el mercado o en la industria.

El espécimen de análisis, se acondiciona previamente antes de efectuar cualquier prueba con el fin de que los resultados no se vean afectados por variaciones en la temperatura y humedad del aire.

#### PRUEBAS MECANICAS.-

##### 1.- Propiedades de Tensión:

Los resultados de estas pruebas nos dicen que tan resistente es un material a la tensión, flexión, impacto, dureza, resistencia a el corte, y deformación bajo carga. Con este conocimiento se sabe si la pieza o el artículo moldeado trabajará satisfactoriamente al ser usado; y si no que modificaciones al diseño debo hacer para aumentar sus propiedades mecánicas.

Las propiedades de tensión son el índice más importante de la resistencia de un material. La fuerza necesaria para estirar la muestra se determina junto con la fuerza pre-ruptura.

**Espécimen:** El espécimen puede ser moldeado por inyección o maquinado de placas moldeadas por compresión; las condiciones son: 1/8" espesor, el tamaño puede variar, la forma es una tira.

**Procedimiento:** Ambos extremos del espécimen se fijan firmemente entre las tenazas de una máquina de prueba Instron. Las tenazas pueden separarse a velocidades de 0.2, 0.5, 2 y 20 pulg/min tirando de la muestra desde ambos extremos. El esfuerzo se grafica automáticamente contra la elongación.

El módulo de elasticidad es la relación de esfuerzo a estiramiento abajo del límite proporcional del material. Es el dato de tensión más usado. El área total bajo una curva esfuerzo-deformación es un índice de resistencia total o tenacidad. Un material de muy alta resistencia a la tensión y pequeña elongación puede ser quebradizo.

## 2.- Propiedades de Flexión:

Al someterse a flexión una viga está sujeta tanto a los esfuerzos de tensión como de compresión; entonces los termoplásticos no se quiebran en esta prueba hasta después de ser grandemente flexionados y como consecuencia el esfuerzo a la tensión no puede ser calculado.

Especimen: Unidades usuales son  $1/8 \times 1/2 \times 5''$  y son hojas o placas con espesor de  $1/16''$ ; el largo y ancho dependen del espesor de la placa. El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen es colocado en dos soportes especiales a  $4''$ . Una carga es aplicada en el centro de la placa a una velocidad específica y al presentarse la falla en el material se obtiene la resistencia a la flexión en psi. Para materiales que no se quiebran la propiedad de flexión se da en esfuerzo a la flexión a 5% de deformación.

### 3.- Rigidez en la Flexión:

Esta prueba no distingue entre los elementos plástico y elástico, por lo que no puede calcularse y módulo real de elasticidad. Se calcula un valor aparente y se llama rigidez en flexión que es una medida de la rigidez relativa de varios plásticos que puede utilizarse en la selección de materiales combinandola junto con otra propiedad pertinente.

Especimen: El espécimen tiene un área rectangular pero las dimensiones pueden variar con el tipo de material. El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen se coloca dentro de l aparato y se le somete normalmente a una carga de 1%. La escala de deflexión se coloca en 0. Se arranca el motor y la carga se va incrementando para irse graficando a intervalos, figuras de deflexión contra carga; de esta figura -

se calcula la rigidez en la flexión psi.

#### 4.- Impacto Izod.

La prueba de impacto izod indica la energía requerida para hacer un corte en un espécimen bajo condiciones estandar, se calcula como pie/lb-pulg de corte y usualmente se calcula sobre las bases de un espécimen de 1 pulgada, aunque el espécimen usado puede ser mas delgado - en la dirección lateral.

Especcimen: Se usan especimenes de  $1/8 \times 1/2 \times 2''$ ; especimenes de otros espesores pueden usarse (arriba de  $1/2''$ ) pero  $1/8''$  para materiales de moldeo porque es representativo del espesor medio de sus partes. Se hace un corte sobre la cara angosta del espécimen. El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: La muestra se coloca en la base de un máquina de prueba (péndulo) simulando una viga voladiza con la cara cortada colocada en dirección al impacto. El péndulo se pone en movimiento y la fuerza consumada en romper la muestra se calcula por el peso que el péndulo alcanza en su siguiente trayectoria.

El valor Izod se usa comparando varios tipos o grados de un plástico. Comparando un plástico con otro el impacto Izod no puede tomarse como un indicador de resistencia total al impacto. Algunos materiales son sensitivos al corte y absorben grandes concentraciones de esfuerzo de la operación de corte.

### 5.- Impacto a la Tensión:

Esta prueba es comparativamente nueva siendo adoptada por - - ASTM en 1961 y existen pocos datos en la industria para asegurar su uti lidad. Sin embargo, posibles ventajas sobre la prueba Izod son: el factor de sensibilidad de corte se elimina y la energía no es usada en mover hacia un lado la porción rota del espécimen.

Especimen: Se usan pequeñas "barras estandar de tensión" de 2 1/2" de longitud. El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen se monta entre una cabeza de un péndulo y una abrazadera sobre el péndulo de un probador de impactos. Se suelta el péndulo y se balancea pasando por un punto fijo hasta pararse en la abrazadera. La cabeza del péndulo continúa hacia adelante llevando la porción delantera del espécimen roto. La pérdida de energía de impacto a la tensión se registra señalándose si la causa de falla fue por ruptura o ductilidad.

### 6.- Dureza Rockwell.

La dureza Rockwell puede diferenciar diferentes grados de dureza para diferentes tipos de un clásico dado. Pero entonces la recuperación de elasticidad es implicada como dureza; esto no es válido para comparar durezas de varias clases de plástico sobre las bases de esta prueba. La dureza Rockwell no es un índice de la resistencia de abra --

sión, por ejemplo el poliestireno tiene altos valores de dureza Rock - well pero pobre resistencia al rayado.

Especimen: Hojas o placas de menos de  $1/4''$  de espesor, este espesor puede reducirse o aumentarse si es necesario.

Procedimiento: Una bola de acero debajo de una carga se aplica a la superficie del espécimen. Esto asegura un buen impacto. El manómetro se ajusta a 0 y se aplica una carga mayor durante 15 segundos la carga menor. Después de 15 segundos se nota una penetración en el espécimen. Los tamaños de bolas y las cargas usadas pueden variar; los valores obtenidos con un grupo no pueden relacionarse con valores de otro grupo.

#### 7.- Propiedades de compresión de plásticos rígidos.

La resistencia a la compresión de los plásticos tiene un valor limitado, entonces los productos (excepto espumas) raramente fallan por compresión unicamente, al realizar esta prueba. Sin embargo las gráficas de resistencia a la compresión pueden ser útiles en las especificaciones para distinguir entre diferentes grados de compresión de un material.

Especimen: Prismas de  $1/2 \times 1/2 \times 1''$  o cilindros de  $1/2''$  de diámetro por  $1''$ . El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen se monta en una herramienta de compresión -

entre las dos cabezas (una fija y una móvil) y aplicando una carga a -- una velocidad constante. Un indicador registra la carga aplicada. La resistencia a la compresión de un material se calcula como la psi requerida para romper el espécimen o deformarlo a un porcentaje dado de su altura. Ello puede expresarse como psi a la ruptura o como un porcentaje de grado de deformación.

#### 8.- Resistencia al corte.

La resistencia al corte es particularmente importante en productos como películas y hojas donde una falla de este tipo puede ocurrir con frecuencia.

Especcimen: Hojas o discos de 0.005 a 0.500 pulgadas de espesor. El es - pccimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen se monta entre una placa y un punzón y este es empujado hacia abajo a una velocidad de 0.05 pulg/min hasta que la - porsión en movimiento de la muestra llega hasta la porsión estacionaria. La resistencia al corte se calcula como la Fuerza/Área de corte.

#### 9.- Deformación bajo carga.

Esta prueba sobre plásticos rígidos indica su capacidad para resistir una compresión continua sin sufrir deformación permanente. -- También indica la rigidez del material a ciertas condiciones de tempe-ratura.

Espécimen: Cubos de 1/2" sólidos o compuestos. El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen se coloca entre los yunques de una máquina de prueba y se carga a 1000psi (pueden especificarse otras cargas). Se lee el manómetro 10 seg. después de colocada la carga y 24 horas más tarde. La deflexión se registra en 1000". La altura original se calcula después de que el espécimen es removido de la máquina de prueba sumando el cambio en altura entre la altura original y multiplicando por 110 se calcula el porcentaje de deformación. Esta prueba puede hacerse a 73.4, 122 o 158°F.

#### PRUEBAS TERMICAS.-

Los resultados de estas pruebas nos dicen hasta que punto un material puede ser calentado o que temperatura de reblandecimiento tiene, que propiedades se afectan, su velocidad de flujo, etc.

##### 1.- Punto de reblandecimiento vicat:

Esta prueba es un buen modo de comparar las características de reblandecimientos de polietilenos. También puede usarse con otros termoplásticos.

Espécimen: Hojas de 3/4" de ancho y 1/8" de espesor; estos especímenes pueden provenir de moldeo por extrusión o inyección.

Procedimiento: El aparato para determinar el punto de reblandecimiento consiste de un baño de aceite de temperatura regulada con una aguja plana montada para registrar el grado de penetración sobre un manómetro. Un espécimen se coloca con la aguja descansando sobre él. La temperatura del baño de aumenta a la velocidad de 50°C/hora y 120°C/hora. La temperatura a la cual la aguja penetra 1 mm es el punto de reblandecimiento vital.

## 2.- Temperatura de deflexión.-

Esta prueba muestra la temperatura a la cual una cantidad arbitraria de flexión ocurre bajo una carga establecida. Puede ser útil para comparar el comportamiento de varios materiales en estas condiciones de prueba.

Espección: Especímenes de 5 x 1/2" y espesores de 1/8"-1/2". El espécimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: El espécimen es colocado entre dos soportes apartados y se coloca una carga de 66 o 264 psi en el centro. La temperatura en la cama se incrementa a una velocidad de 2-0.2°C/ min. La temperatura a la cual la barra se flexiona 0.01 pulg. es llamada temperatura de deflexión a 66 o 264 psi de esfuerzo.

## 3.- Velocidad de flujo (Índice de fundición) por extrusión en plastómetro.

La prueba de Índice de fundición es útil para los productores como un método para controlar la uniformidad del material. Mientras que los datos de esta prueba no son aplicables directamente a las características del proceso, el valor del Índice de fundición es un dato altamente indicativo del grado de fluidez del material. La propiedad medida por esta prueba es básicamente viscosidad o velocidad de deslizamiento. En general los más resistentes materiales al flujo son aquellos cuyo peso molecular es alto.

**Especimen:** Se puede introducir cualquier forma en el cilindro, polvo, granulo, película, etc. y las condiciones varían según las especificaciones del materia.

**Procedimiento:** El aparato se precalienta a 190°C para polietileno. El material se coloca dentro del cilindro y el pistón cargado (aproximadamente 43.25 psi) y puesto en su lugar. Después de 5 minutos el producto extruido se corta y se repite el corte un minuto más tarde. Estos cortes son descartados. Los cortes para la prueba se toman a 1, 2, 3 o 6 min. dependiendo del material o su velocidad de flujo. El Índice de fundición se calcula y se da en gr./10 min.

La velocidad de flujo obtenida con el Plastómetro de Extrusión no es una propiedad fundamental del polímero, es un parámetro empírico influenciado por las propiedades físicas, estructura molecular y las condiciones de medición. Las características reológicas del polímero fundido dependen de un gran número de variables, por lo que los valores obtenidos en esta prueba varían en cada una y la prueba resultante

no puede correlacionarse directamente con el comportamiento general del polímero.

#### 4.- Flamabilidad.-

Si el espécimen no se incendia es clasificado como "no quemable por esta prueba". Si el espécimen continúa quemando se toma el tiempo hasta que para de quemarse o hasta que se alcanza la marca de 4". Un espécimen que quema hasta la marca de 4" es clasificado como "quemable por esta prueba" y la velocidad es igual a  $(180/\text{tiempo})$  pulgadas/minuto. Si el espécimen no continúa quemándose hasta llegar a la marca 4" se clasifica como "auto-extinguible por esta prueba" y la longitud de la porción quemada se reporta como "grado de quemadura".

Especimen: Muestras de 1/2 por 5" y espesor normal (para termoplásticos este espesor es del orden de 0.05 a 0.25").

Procedimiento: El espécimen es sujetado a un anillo cuyo eje longitudinal es horizontal y el eje transversal está inclinado 45°. Una tela de alambre de 20 mallas de un mechero Bunsen se coloca horizontalmente 3/8" abajo del espécimen. La llama del mechero se pone en contacto con la parte final del espécimen durante 30 seg. El grado de quemadura se mide a lo largo del borde inferior del espécimen.

#### 5.- Propiedades de Flujo.-

La prueba se usa para determinar la "temperatura de flujo" de

una fibra celulósica y no corresponde con las temperaturas usadas en --  
molde y extrusión comercial, la prueba sirve como un control y prueba --  
de identificación y se usa para comparar diferentes grados o formula --  
ciones de un termoplástico.

Especimen: Peletas cilíndricas premoldeadas de 3/8 de diámetro por 3/8"  
de altura. Condicionadas a la temperatura ambiente en un desecador con  
CaCl<sub>2</sub> anhidro durante 72 horas.

Procedimiento: Las peletas se colocan sobre la cabeza del ariete el --  
cual se pone dentro de una cámara en la cual se aplican calor y presión  
y el material flurá por un tubo de 1/8" de diámetro que está dentro del  
cono calentado. Se aplica una presión constante de 1500 psi. la temperau  
tura de flujo es la temperatura necesaria para que el material fluya --  
una distancia de 1" en el tubo en dos minutos.

#### 6.- Temperatura de Fragilidad.-

Esta es una de las más usadas para juzgar los méritos relati-  
vos de varios materiales para medir su resistencia a flexión o impacto  
a bajas temperaturas. Sin embargo solo especifica para las condiciones  
especiales de la prueba y los valores no pueden aplicarse para otras --  
condiciones, la temperatura de fragilidad no pone un límite sobre la --  
temperatura de servicio para productos finales.

Especimen: Piezas de 1/4" de ancho, 0.075" espesor y 1 1/4" de longitud  
El especimen debe someterse al procedimiento A de acondicionamiento.

Procedimiento: Los especímenes son soportados por una pinza en el aparato de prueba el cual ha sido llevado a bajas temperaturas (temperaturas a las que se piensa habría falla en el material). Cuando el espécimen -- ha estado en el aparato por 3 min. se da un impacto y las muestras se -- examinan para ver el resultado. Las fallas son ruptura total, ruptura -- parcial o cualquier ruptura visible. la prueba se hace a diferentes temperaturas produciendo diferentes porcentajes de ruptura. De estos datos, la temperatura a la cual ocurrió el 50% de falla se calcula o grafica y se reporta como la "temperatura de fragilidad" del material de acuerdo a esta prueba.

#### PRUEBAS OPTICAS.-

Son importantes en plásticos que sustituyen a el vidrio en la fabricación de artículos y piezas transparentes. Las propiedades que se analizan son: opacidad, reflexión luminosa, transmisión y color.

##### 1.- Opacidad y transmisión de luminosidad de Plásticos Transparentes:

En esta prueba de opacidad de un espécimen se define como el porcentaje de luz transmitida el cual al pasar a través del espécimen ha desviado mas de  $2.5^\circ$  del rayo incidente por dispersión hacia adelante.

La transmisión luminosa se define como la relación de luz -- transmitida a luz incidente.

Especimen: Películas transparentes y hojas o formas moldeadas con super-

ficies planas y paralelas. Se recomienda un disco de 2" de diámetro.

Procedimiento: Se sigue el procedimiento A cuando se usa un Medidor de Opacidad en las determinaciones. Se sigue el procedimiento B se usa un Espectrofotometro.

Estas modalidades se consideran en muchas aplicaciones para plásticos transparentes y son una base para comparar directamente las transparencias de varios grados y tipos de plásticos.

Desde el punto de vista de la nueva manufactura de materiales, estas pruebas son importantes durante el control de las diferentes etapas de producción.

## 2.- Reflexión Luminosa, Transmisión y Color:

Esta prueba es el método primero para obtener datos colorimétricos; las propiedades determinadas incluyen lo siguiente:

- a).- Reflexión total luminosa o la reflexión luminosa direccional.
- b).- Transmisión luminosa.
- c).- Las coordenadas cromáticas X y Y (color).

Especimen: Muestras opacas con al menos una superficie plana; muestras translúcidas y transparentes deben de tener 2 superficies planas y paralelas, la pieza tendrá al menos dos pulgadas de diámetro.

Procedimiento: La muestra se monta en el instrumento al lado de una superficie de comparación (gis blanco). Estas muestras se colocan en el instrumento y luz de diferentes longitudes de onda se emiten contra la superficie; la luz reflejada o transmitida es medida para obtener valores de las propiedades enunciadas más adelante.

#### PRUEBAS DE PERMANENCIA.-

Estas pruebas nos dicen como será afectado el plástico al ser expuesto al medio ambiente temporal o permanente, ya que la mayoría de los plásticos están expuestos a la intemperie. Deducimos en que forma son afectadas sus propiedades y que debemos hacer para que el plástico no se afecte o sea afectado en una forma mínima.

#### 1.- Medio Ambiente Externo:

Este método es el más usado para obtener una visión real de la resistencia al medio ambiente. La única desventaja de este método es el tiempo requerido para obtener resultados reales. Un gran número de especímenes se requiere para cambios periódicos y para correr pruebas de laboratorio representativas después de medir las exposiciones.

Especimen: Los tamaños no son especificados, los especímenes para esta prueba consisten en cualquier espécimen moldeado estandar o piezas cortadas de hojas o formas maquinadas.

Procedimiento: Los especímenes se colocan en el exterior sobre bastido -

res inclinados un ángulo de  $45^{\circ}$  y en dirección sur. Se recomienda que la prueba se efectue en varios climas para obtener el mayor número representativo total de datos, las muestras se llevan al interior para control y comparación, los reportes de condiciones de medio ambiente deben describir todos los cambios notados así como el área de exposición de tiempo.

## 2.- Pérdida de Peso por Calentamiento:

Esta prueba para resinas celulósicas indica una estabilidad general con respecto al tiempo, especialmente cuando se indica un servicio a elevadas temperaturas. Esto muestra rápidamente, un cambio de peso, cambio de dimensiones ó ambos apareciendo una formulación particular lo suficientemente estable para una aplicación dada.

Espejimen: Los espejmenes miden  $3 \times 1 \times 1/8''$  y se acondicionan 48 hrs. sobre cloruro de calcio a  $73.4^{\circ}\text{F}$ .

Procedimiento: Los espejmenes acondicionados se pesan y colocan en un horno por 72 hrs. a  $180^{\circ}\text{F}$ . Cuando se sacan del horno se enfrían en un de secador sobre cloruro de calcio anhidro a  $73.4^{\circ}\text{F}$  los espejmenes se pesan después y se calcula el porcentaje de pérdida de peso.

Un plastificante volátil es generalmente la causa de pérdida de peso por calentamiento y esta prueba se usa comunmente para ayudar a seleccionar los plastificantes que dan un balance de propiedades y estabilidad.

### 3.- Prueba de Medio Ambiente Acelerado:

Pueden emplearse 12 tipos de aparatos con 2 diferentes condiciones de exposición.

Una condición emplea luz continua con rocío intermitente de agua y se usa normalmente porque provee una relación de luz humedad que es satisfactoria para simular una exposición natural del medio ambiente.

La otra condición, es 18 hr de luz a 50% de humedad relativa con rocío intermitente de agua seguido por 6 hr de oscuridad a 95% de humedad relativa con agua condensado sobre el espécimen de prueba y se recomienda donde se desea acentuar el efecto de la humedad.

Como el medio ambiente varía día a día, año a año y lugar a lugar no existen correlaciones precisas entre los medios ambientes artificiales de laboratorio y el medio ambiente natural. Sin embargo condiciones estandar de laboratorio producen resultados con aceptable reproducibilidad y los cuales están en general de acuerdo con datos obtenidos por exposición al medio ambiente.

No existe sustituto artificial para predecir precisamente el comportamiento de los materiales ante el medio ambiente externo por lo cual los datos obtenidos en laboratorio han sido archivados.

Espejimen: Cualquier forma en tamaños de 5 x 7 x 2".

Procedimiento: Un medio ambiente artificial se ha definido por la ASTM como la exposición de plásticos a condiciones cíclicas de laboratorio -- involucrando cambios en temperatura, humedad relativa, y energía radiante ultravioleta con ó sin rocío directo de agua, para tratar de producir cambios en el material semejantes a los observados después de una larga exposición continua al medio ambiente.

Existen 3 tipos de luz para crear un medio ambiente artificial. La selección del tipo de luz implica muchas condiciones y circunstancias, tales como que tipo de material está siendo probado, el propósito final del uso, experiencias previas de prueba y el tipo de información deseada.

#### 4.- Pruebas en Tubos:

Especimen: Secciones de tubería de termoplásticos o termofijos reforzados se utilizan en las diferentes pruebas. Las longitudes de las secciones se especifican para cada tipo, grado y dimensión del tubo sujeto a prueba.

##### a).- Presión Sostenida

Instalación de servicio de tubos de plástico pueden dar muchos años de servicio. Esta prueba usando relativamente altas presiones indica el soporte que tendrá la tubería en servicio normal. Esta prueba debe ser continua por un año ó más.

Procedimiento: Los especímenes se llenan con agua y puestos bajo presión y temperatura indicadas para cada tipo de tubo durante al menos 1000 horas.

b).- Incremento de Presión

La mayoría de las tuberías en servicio soportan presiones diferentes aun cuando sufren cambios repentinos de presión. Estos cambios súbitos ejercen sobre la tubería un esfuerzo mayor que los cambios graduales. Las pruebas de incremento de presión muestran la capacidad de la tubería para resistir intempestivos incrementos en presión a niveles superiores a las de servicio normal.

Procedimiento: Los especímenes se llenan con agua y se llevan a un nivel indicado de presión. La presión se eleva por etapas hasta que se obtiene el nivel de presión máximo indicado. No mas que 2 de 6 especímenes pueden fallar.

c).- Esfuerzo a la Ruptura a Medio Ambiente

La susceptibilidad a esta prueba es checada como una medida de control de calidad para asegurar que niveles excesivos de esfuerzo interno en el tubo no contribuirán a producir falla en servicios en que existan contactos con agentes tales como los detergentes.

Procedimiento: Pedazos largos de tubería se colocan bajo presión y cubiertos con una capa de Igepal CO 630. Después de 3 horas 4 de 6 especi-

menes deben resistir la presión totalmente.

d).- Densidad

Muchas propiedades están relacionados con la densidad. La densidad de la resina base en un tubo de plástico determina los requerimientos de clasificación y tamaño de tubo.

Procedimiento: La densidad de la resina base se calcula por la técnica - de gradiente de densidad. Una cantidad de carbón negro se da como porcentaje.

5.- Exposición Acelerada a la Luz Solar usando el decolorímetro Atlas tipo FDA-R.

No existe una prueba estandar ASTM para el uso de este equipo.

El decolorímetro Atlas tipo FDA-R se usa primariamente para verificar y comparar la estabilidad del color. Determinando las estabilidades de varios pigmentos para obtener colores firmes estandar el decolorímetro es útil en estudios preliminares de diferentes estabilizadores, colorantes y pigmentos que componen el plástico para prolongar su resistencia al uso.

El Decolorímetro fué muy usado en la producción de películas - de acetato que absorben los rayos UV en las ventanas de las tiendas para proteger la mercancía de la luz solar.

La exposición en el Decolorímetro no puede ser directamente -- relacionada a la exposición directa a luz solar porque en el medio ambiente se presentan también otros factores externos.

#### 6.- Resistencia a la Ruptura en el Medio Ambiente

La ruptura obtenida en la prueba es índice de lo que se puede esperar de una gran variedad de otros agentes de esfuerzo a la ruptura. La información no puede trasladarse directamente para predecir la resistencia final en el servicio pero sirve para clasificar varios tipos y -- grados de polietileno.

Aunque está restringida a polietileno de baja densidad, esta - prueba puede usarse para polietileno de alta y media densidad y se po - dría considerar la prueba como una modificada.

Especimen: Esta prueba está limitada a polietilenos de baja densidad con especímenes de 1/8 x 1/2 x 1". Los especímenes son templados en agua o vapor a 100°C durante 1 hora y después son puestos a temperatura ambiente por 5 a 24 horas.

Procedimiento: Los especímenes se doblan hasta tomar una U en una cadena de bronce y son insertados dentro de un tubo de prueba el cual se llena con agente de prueba fresco (Igepal). El tubo se tapa con aluminio sujeto con un corcho y se coloca en un baño a temperatura constante 50°C. -- Las muestras se inspeccionan periódicamente y cualquier ruptura visible se considera como falla. La duración de la prueba se reporta como el --

porcentaje de falla.

#### 7.- Efecto Permanente de Calor.-

Esta prueba es de valor particular en conexión con aplicaciones establecidas o potenciales que requieren servicios a elevadas temperaturas. Esto permite la comparación de diferentes plásticos o grados de un plástico tanto en forma de producto moldeado o como producto terminado.

Especimen: Cualquier pieza de plástico o parte moldeada.

Procedimiento: Los especímenes son colocados a una corriente de aire circulante a una temperatura (multiple  $25^{\circ}\text{C}$ ) la cual es cercana al límite de temperatura del material. Si después de 4 horas no se observan cambios la temperatura se aumenta en incrementos de  $25^{\circ}\text{C}$  a intervalos de 4 horas hasta que ocurre un cambio.

El cambio será cualquiera en alguna propiedad de interés especial: mecánica, visual, dimensional, color, etc. La prueba está hecha de manera que muchos efectos del calor pueden estudiarse y los requerimientos de especificación pueden establecerse individualmente según el material que se pruebe.

#### 8.- Absorción de Agua:

Los diferentes plásticos absorben diferentes cantidades de agua y la presencia del agua absorbida puede afectar a los plásti-

cos de diferentes maneras. El cambio de propiedades eléctricas se nota con la absorción de agua es conocido como factor dieléctrico.

Los materiales que absorben relativamente grandes cantidades de agua tienden a cambiar sus dimensiones durante el proceso. Cuando se requiere estabilidad dimensional en los productos hechos de estos materiales se trabajan grados de material con menos tendencia a absorber agua. La velocidad de absorción de agua de los plásticos tipo acetal es baja y tiene efectos despreciables sobre las propiedades del plástico.

Espécimen: Para materiales de moldeo se usan especímenes de 2" de diámetro y 1/8" de espesor. Se usan también hojas de material de 3 x 1" y el espesor que tenga el material.

Los especímenes se secan 24 horas con una corriente de aire a 50°C, enfriados en un desecador y pesados inmediatamente.

Procedimiento: Los datos de absorción de agua pueden obtenerse por inmersión durante 24 horas o más en agua a 73.4°F. Después los especímenes se secan con un paño y se pesan inmediatamente. El incremento en peso se reporta como "porcentaje ganado".

Para materiales que pierden algún material soluble durante la inmersión (tales como resinas celulosicas) la muestra será re-secada, repesada y se reporta como "porcentaje de pérdida de material soluble". El porcentaje de ganancia en peso mas el porcentaje de pérdida de material soluble nos da el porcentaje de absorción de agua.

## PRUEBAS ANALITICAS.-

Nos proporcionan conocimiento sobre: gravedad específica y - - densidad, propiedades eléctricas (importante para plásticos, usados en - el recubrimiento de alambre y fabricación de artículos eléctricos).

## 1.- Densidad por la Técnica del Gradiente de Densidad

Las determinaciones de densidad por este método son muy seguras y rápidas.

Especimen: Cualquier pieza pequeña cuya forma no permita la formación de burbujas de aire, que no contengan huecos y que permita la determinación segura del centro de volumen. El acondicionamiento es requerido solo si los especímenes pueden cambiar en densidad mas que los límites de seguridad permisibles.

Procedimiento: Una columna de gradiente de densidad con líquido denso en el fondo y el gradiente es decrementado la densidad en los niveles superiores. Un grupo de tubos puede contener una variedad de densidades desde la mas baja 0.80 hasta valores altos como 2.89. Se coloca en el interior una serie de flotadores de vidrio de varias densidades conocidas. - Cuando se alcanzan niveles de equilibrio, el gradiente de densidad dentro del tubo queda establecido. Pueden entonces colocarse especímenes -- plásticos dentro de la columna y a un nivel de equilibrio su densidad -- puede ser leida a la altura de la línea central de su volumen. El sistema debe conservarse a una temperatura constante de 73.4°F.



## 2.- Gravedad Especffica y Densidad:

La gravedad especffica es un elemento de peso en el factor precio y esto tiene una gran importancia. Sin embargo, superior a la relación precio/volumen, la gravedad especffica se usa en el control de producción y combinando ambos factores se obtiene mayor producción en moldeo y extrusión. Polietilenos, por ejemplo, pueden tener diferentes grados de densidad dependiendo del grado de empaque durante el moldeo ó dependiendo de la velocidad de extinguimiento durante la extrusión.

Mientras que la gravedad especffica y la densidad pueden intercambiarse frecuentemente, existe una gran diferencia en su significado: - la gravedad especffica es la relación de el peso de un volumen dado de material a 73.4°F, (23°C) relacionado al peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura y es expresada como gravedad especffica 23/23°C. La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 23°C. y se expresa como: " D 23C, g/cm<sup>2</sup>. La discrepancia se debe al hecho de que el agua a 23°C tiene una densidad ligeramente menor que 1. Para convertir gravedad especffica a densidad se puede usar el siguiente factor:  $D_{23C}, g/cm^3 = \text{gravedad especffica}, 23/23^\circ C \times 0.99756$ .

Espécimen: Pueden ser materiales moldeados, hojas, tubos o varillas (método A) o bien en polvos de moldeo, peletas, etc (método B). El acondicionamiento es opcional. Especímenes moldeados o extruidos se prefieren sobre probados como peletas pues estas pueden contener huecos. Los especímenes moldeados no son probados por gravedad especffica hasta después de que el post. moldeado ha sido completado, usualmente 24 horas.

Procedimiento: En el método A una pieza del artículo se atraviesa un fino alambre, se pesa y después se sumerge en agua. Mientras está sumergida en el agua se pesa otra vez. Por la diferencia de peso la densidad puede calcularse rápidamente.

## PRUEBAS ELECTRICAS.-

### 1.- Pruebas para Resistencia Eléctrica:

En materiales usados como para aislar y soportar componentes de un trabajo eléctrico es deseable tener una resistencia al aislamiento tan alta como sea posible.

Especimen: Los especímenes pueden ser cualquier forma práctica tal como - placas, hojas y tubos.

Procedimiento: Estas pruebas conciernen con métodos para determinar las propiedades que se describen posteriormente. Se colocan dos electrodos -- en la superficie del espécimen de prueba. Se calculan las siguientes propiedades.

#### a).- Resistencia de Aislamiento:

Definición.- Relación de voltaje directo aplicado a los electrodos a la corriente total entre ellos; es dependiente del volumen y la resistencia de superficie del espécimen.

#### b).- Resistividad de Volumen:

Definición: Relación del gradiente de potencial paralelo a la corriente - en el material a la densidad de corriente.

Significado: Conociendo la resistividad de volumen y superficie de un material aislante es posible diseñar un aislador para una aplicación específica.

c).- Resistividad de Superficie:

Definición: Relación del gradiente de potencial paralelo a la corriente - a lo largo de su superficie a la corriente por unidad de ancho de superficie.

Significado: Ver significado de b).

d).- Resistencia de Volumen y Resistencia de Superficie:

Definición: Resistencia de volumen es la relación de voltaje directo aplicado a los electrodos a la porción de corriente entre ellos que es distribuida a través del volumen del espécimen.

Resistencia de Superficie es la relación de voltaje directo aplicado a -- los electrodos a la porción de corriente entre ellos que esta en una capa delgada de humedad u otro material semi-conductor que pueda ser depositado en la superficie.

Significado: Altos valores de resistencia de volumen y superficie son de-

seables para limitar la fuga de corriente del conductor que esta siendo -  
aislado.

## 2.- Constante Dieléctrica y Factor de Disipación.-

El factor de disipación es una relación de la potencia real - -  
(potencia en fase) a la potencia reactiva (potencia  $90^\circ$  fuera de fase), -  
se define también como:

Factor de disipación es la relación de conductancia de un capa-  
citor en el cual el material es el dieléctrico para su capacitancia.

Factor de disipación es la relación de la reactancia paralela -  
a la resistencia paralela. Es la tangente del ángulo de disipación y la -  
contangente del ángulo de fase.

El factor de disipación es una medida de la conversión de la  
potencia reactiva a la potencia real, mostrada como cantidad de calor.

La constante dieléctrica es la relación de la capacidad de un -  
condensador hecho con un material dieléctrico particular a la capacidad -  
del mismo condensador usando aire como material dieléctrico.

Para un material usado para soportar y aislar componentes de --  
un trabajo eléctrico neto es deseable generalmente tener un bajo valor de  
constante dieléctrica. Por otro lado, para un material que va a funcionar  
como dieléctrico o capacitor es deseable tener valores altos de constante

dieléctrica.

El factor de disipación es el producto de la constante dieléctrica y el factor de potencia y mide la disipación total del material dieléctrico.

Especimen: El espécimen puede ser una hoja de cualquier tamaño adecuado a la prueba pero con un espesor uniforme.

La prueba puede efectuarse a temperatura ambiente y humedad ambiente o en condiciones especiales que se deseen. En cualquier caso el espécimen puede ser pre-condicionado a las condiciones usadas.

Procedimiento: Los electrodos son aplicados a caras opuestas del espécimen de prueba. La capacitancia y pérdida dieléctrica son entonces medidas por método de comparación o sustitución en un circuito de puente eléctrico.

De estas medidas y las dimensiones del espécimen se obtienen los valores de constante dieléctrica y factor de disipación.

### 3.- Resistencia al Arco.-

El alto voltaje suministrado en la prueba de resistencia al arco sirve para semejar aproximadamente las condiciones de servicio como aquellas existentes en circuitos de corriente alterna operando a alto voltaje pero a corrientes limitadas a unidades y decenas de miliamperes.

Para distinguir más fácilmente los materiales que al ser sometidos a esta prueba tienen baja resistencia al arco, las primeras etapas de la prueba son suaves y las últimas etapas son sucesivamente las más severas. El arco ocurre intermitentemente entre dos electrodos que descansan en la superficie del espécimen. La severidad se incrementa en las primeras etapas decrementando hasta cero (0) el intervalo entre destellos de duración uniforme y en las últimas etapas por incremento de corriente.

La resistencia al arco de un material se describe por este método midiendo el tiempo total transcurrido de operación durante la prueba hasta que ocurre la falla en el material. Se han observado 4 tipos generales de fallas y son:

1°.- Muchos dieléctricos inorgánicos llegan a ser incandescentes y son capaces de conducir la corriente. Sin embargo después de enfriarse retornan a sus condiciones aislantes.

2°.- Algunos compuestos orgánicos estallan dentro de la flama sin formación de sendas visibles de conducción en las sustancias.

3°.- En otros la falla se presenta por formación de sendas o ranuras, esto es, una pequeña línea se forma entre los electrodos.

4°.- Los 4 tipos ocurren por carbonización de la superficie hasta que se presenta suficiente cantidad de carbón para llevar la corriente. Los materiales muchas veces fallan dentro de los primeros segundos después de un cambio en la severidad de la prueba.

#### 4.- Resistencia Dieléctrica.-

Esta prueba es una indicación de la resistencia eléctrica de -- un material como aislador. La resistencia dieléctrica de un material aislante es el gradiente de voltaje al cual la falla eléctrica o agotamiento ocurre como un arco continuo (es la propiedad análoga a la resistencia a la tensión en propiedades mecánicas).

La resistencia dieléctrica de los materiales varía grandemente bajo condiciones severas tales como humedad y geometría y no es posible aplicar directamente los valores estandar de la prueba a los valores.

La resistencia dieléctrica de polietilenos son usualmente alrededor de 500 volt/mil. Estos valores bajan sin burbujas o contaminantes - se encuentran presentes en el espécimen que está probándose. La resistencia dieléctrica varía inversamente con el espesor del espécimen.

Especimen: Los especímenes son hojas delgadas o placas con superficies -- planas paralelas. La resistencia dieléctrica varía con el espesor por lo que pueden soportarse resistencias dieléctricas a diferentes espesores. - Como la temperatura y humedad afectan los resultados es necesaria condicionar cada tipo de material según la especificación de cada material.

La prueba para resistencia dieléctrica debe realizarse en una - cámara de acondicionamiento o poco después de haber sacado el espécimen de la cámara.

Procedimiento: Se coloca el espécimen entre dos electrodos de bronce los cuales llevan corriente eléctrica durante la prueba. Existen dos caminos para realizar la prueba de resistencia dieléctrica:

1.- Prueba de corto tiempo: El voltaje se incrementa desde 0 - hasta el agotamiento a una velocidad uniforme de 0.5-1.0 kilowatt/seg. la velocidad precisa de aumento de voltaje es dada en las especificaciones - del material.

2.- Prueba etapa por etapa: El voltaje inicial aplicado es 50% del voltaje de agotamiento mostrado por la prueba de corto tiempo. El voltaje se incrementa a las velocidades especificadas por cada tipo de material. Se anota el nivel de agotamiento.

El agotamiento para estas pruebas significa el transito de corriente excesiva repentina a través del espécimen y puede ser verificado por instrumentos y averías visibles en el instrumento.

En general es preferible probar un material en el medio dentro del cual será usado, ya sea aire, gas o aceite. En los lugares donde las condiciones de uso no esten bien definidas el material deberá probarse en aire hasta el punto donde el agotamiento sea tan alto que una cantidad - excesiva de material sea requerida para prevenir llamaradas o excesiva -- ignición de la superficie.

Para poder simular los medios que deben emplearse con un material particular, deben tomarse como referencia los métodos ASTM aplica --

bles a cada material.

Los destellos deben ser evitados y los efectos de minimi  
zarse durante las pruebas de corto tiempo.

Para especímenes con altos voltajes de agotamiento, la prueba -  
de resistencia dieléctrica puede hacerse utilizando aceite. Sin embargo -  
debe entenderse que los valores de agotamiento obtenidos con aceite no --  
son comparables con los valores obtenidos en aire.

Cuando la prueba es realizada con aceite se debe tener un baño  
de aceite de tamaño adecuado. El aceite deberá ser de grado de aceite --  
limpio de transformador o un grado similar con una viscosidad no mayor de  
100 segundos Saybolt Universal a 100°F y un voltaje dieléctrico de agota-  
miento no menor de 26 kilowatts de acuerdo al Método D 877 de ASTM, prue-  
ba para Voltaje Dieléctrico de Agotamiento de líquidos aislantes usando -  
Electrodos de Disco.

Procedimiento A de Acondicionamiento:

Procedimiento: El procedimiento A para prueba de acondicionamiento debe -  
efectuarse en atmosfera estandar de laboratorio durante los siguientes pe  
ríodos de tiempo:

Espesor del espécimen (pulgadas)	Tiempo (hora)
0.25 o menor	40
Mayor 0.25	88

Debe suministrarse una circulación adecuada de aire alrededor del espécimen.

La temperatura y contenido de humedad de los plásticos afectan las propiedades físicas y eléctricas. Los resultados de las pruebas deben ser comparables a diferentes tiempos y en distintos laboratorios y estos valores estandar deben ser establecidos.

En adición al procedimiento A descrito arriba existen otras - - condiciones para realizar las pruebas a mayor o menor nivel de temperatura y humedad. Estas condiciones y las relaciones específicas entre ellas se obtienen en el libro 1967 de Standar ASTM, parte 27, pag. 171.

## CAPITULO IV

### SELECCION Y COTIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO

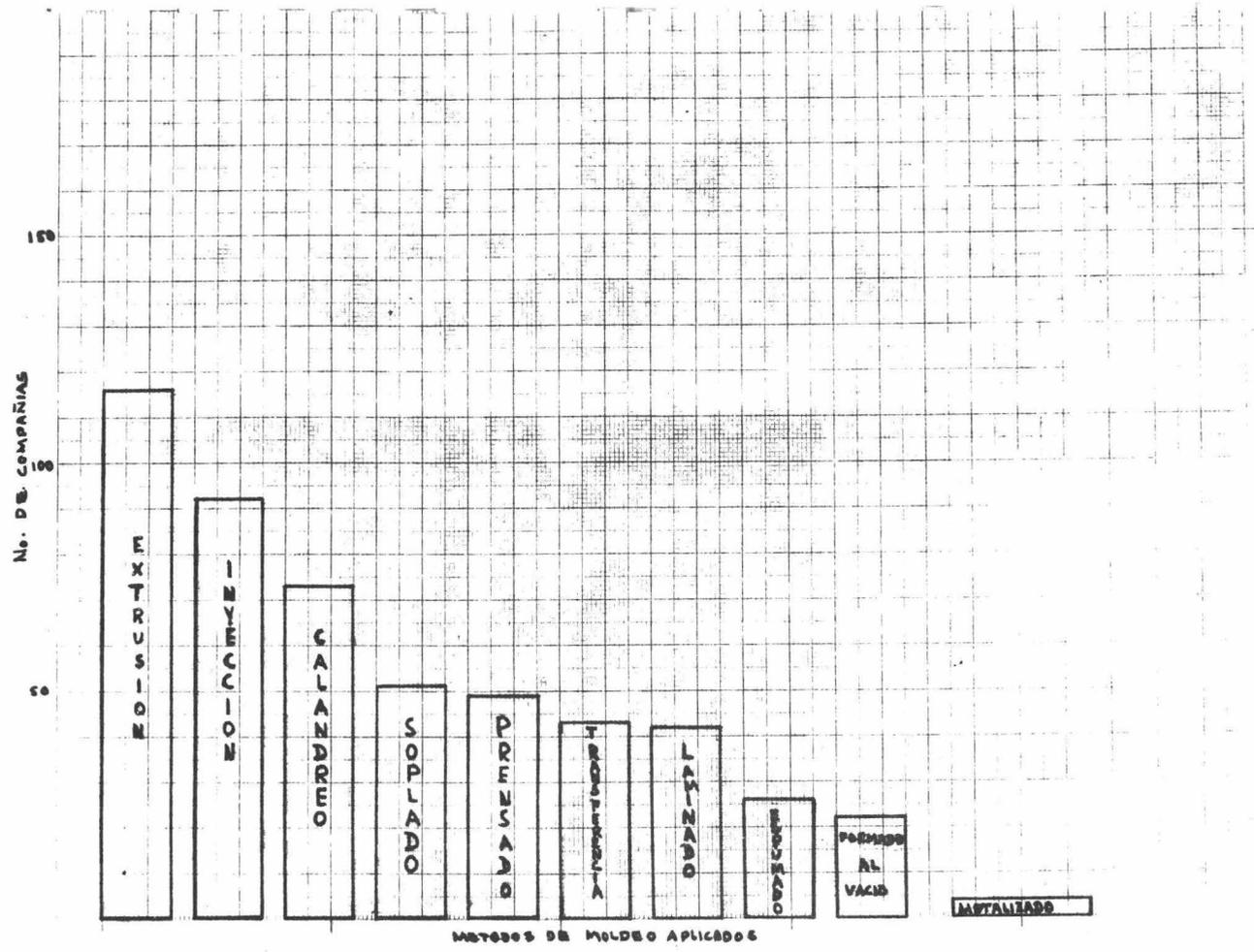
#### CRITERIOS TOMADOS PARA SELECCIONAR EL EQUIPO:

En virtud de que el laboratorio que se proyecta debe satisfacer los objetivos que se señalan en la introducción, la selección de los equipos está basada en las necesidades reales de la industria nacional de los plásticos.

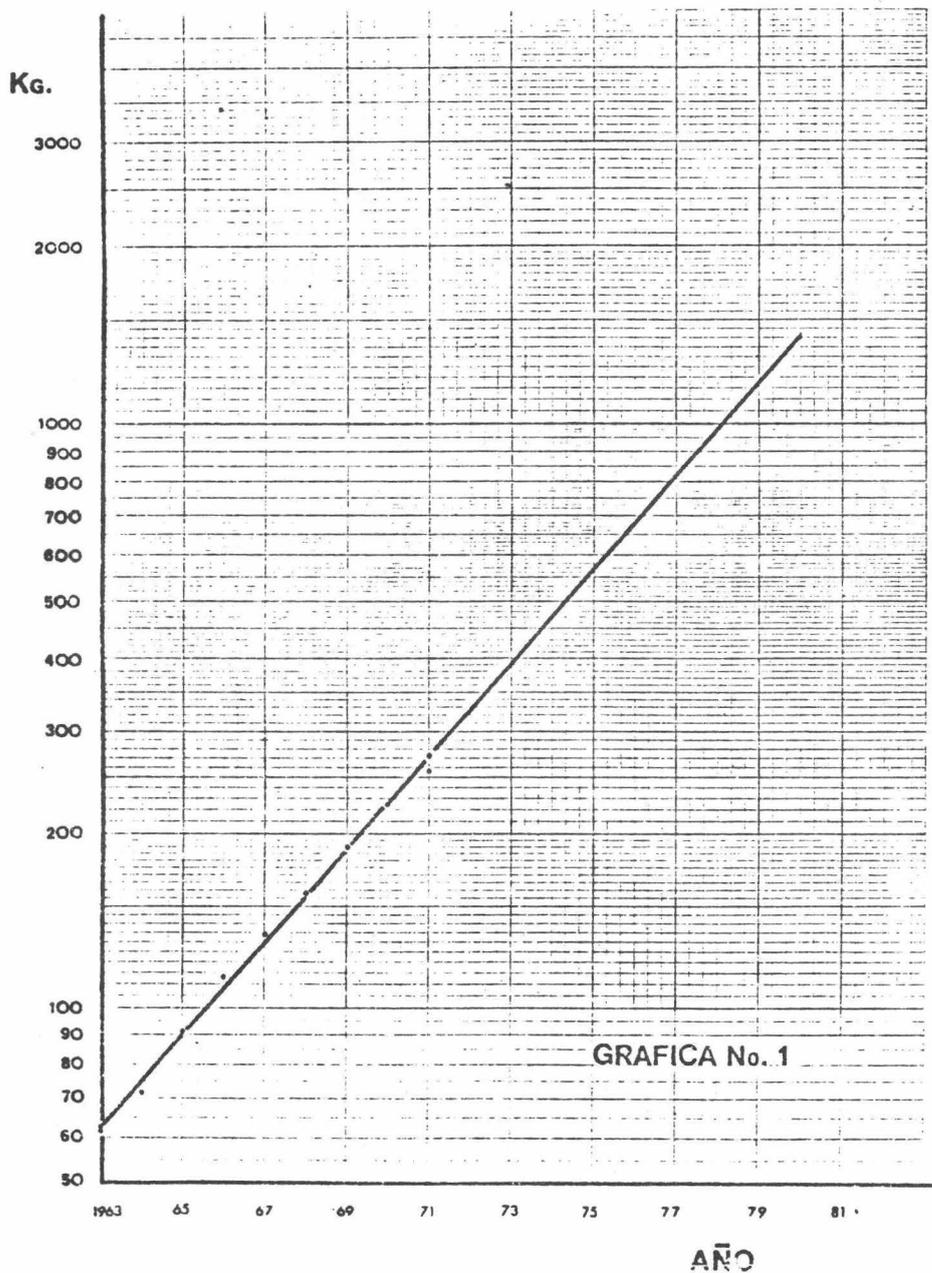
Para conocer dichas necesidades se ha efectuado un estudio estadístico de todas las compañías que procesan los materiales plásticos. El resultado de dicho estudio se muestra en la gráfica y está incluido en la parte final de esta tesis como apéndice.

Con objeto de conocer los tipos de laboratorios similares que se han proyectado en otros países, se solicitó información a una compañía especializada, la cual dió recomendaciones basadas en la experiencia adquirida en talleres de escuelas de capacitación en plásticos, existentes en la República Federal Alemana, escogiéndose así el equipo que más se adapta a nuestras necesidades.

Analizando las gráficas de procesado y consumo de resinas en el país se aprecia la necesidad de contar con personal técnico altamente calificado, y un laboratorio tecnológico que realice trabajos de control de calidad, análisis de materia prima, asesoría técnica y servicio de investigación a la inmensa mayoría de compañías que no cuentan con un laboratorio.



# CONSUMO DE RESINAS SINTETICAS



## COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO NECESARIO

## A.- Máquinas de Proceso:

## 1.- Extrusión.-

1 Extrusora "Leone", tipo A-30, de fabricación nacional, con tablero integral para controlar 5 zonas de calefacción, con husillo de 30 mm de Ø, largo 20 D, para polietileno y otro para PVC - - (cloruro de polivinilo), sin cabezal.	\$ 350,660.00 DM 89,000.00
--	-------------------------------

## Equipo complementario para ésta máquina:

a).- Cabezal recto con dado para barras, - tubos.	\$ 24,034.00 DM 6,100.00
b).- Calibrador al vacío para calibrar tubos	\$ 66,192.00 DM 16,800.00
c).- Tina de enfriamiento, de fabricación nacional.	\$ 10,000.00
d).- Máquina de arrastre para perfiles, barras, etc.	\$ 44,128.00

e).- Equipo de soplado de fabricación nacional, para producir cuerpos huecos (frascos, botellas etc.) así como cabezal especial para este objeto. \$ 36,000.00

f).- Peletizadora, marca "Pagani", de fabricación nacional, para granular así como cabezal especial para este objeto. \$ 32,000.00

## 2.- Inyección.-

1 Máquina inyectora "ANKER", tipo A 4-12, - \$ 86,680.00  
para moldear pzas. de materiales termoplásticos, con - DM 22,000.00  
tornillo sinfin de 20 mm de diámetro, capacidad de inyección hasta 20 cm<sup>3</sup>, presión de cierre 12 tons., con prensa de 4 barras convertible para inyecciones en la línea de separación o en el centro del molde.

1 Molde sencillo para esta máquina de fabricación nacional. \$ 10,000.00

## 3.- Formado al Vacío.-

1 Formadora al vacío PLASTOPLAST, tipo "Dowtherm", 1000, con una área de formado de 960 x 650 mm, \$ 103,540.00  
inc. asistentes superiores, para moldear toda clase de DM 26,270.00  
hojas o películas termoplásticas.

1 Molde para esta máquina	\$ 9,062.00
	DM 2,300.00

## 4.- Compresión.-

1 Prensa de compresión, marca BERGES, tipo PKM 30, con una presión de 30 tns, para moldear piezas de materiales termofijos, como por ejemplo baquelita, urea etc.	\$ 61,070.00
	DM 15,500.00

1 Molde sencillo para esta máquina con calefacción.	\$ 31,520.00
	DM 8,000.00

## B.- Equipo auxiliar para las máquinas de proceso:

## 1.- Mezclado de compuestos de PVC y pigmentado.-

1 Mezcladora, marca PAPANMEIER, tipo TSHK 75, adecuada para unos 25-30 kgs. de material plástico por carga, con accionamiento de velocidad variable.	\$ 92,590.00
	DM 23,500.00

## 2.- Secado de materiales higroscópicos.-

1 Horno secador de charolas, marca CAISA, de fabricación nacional, para deshidratar materiales higroscópicos.	\$ 35,000.00
---	--------------

## 3.- Molienda de piezas defectuosas y sobrantes

1 Molino de cuchillas, marca PAGANI, modelo 1316, con motor de 3 HP de potencia.	\$ 9,000.00
--	-------------

4.- Aire comprimido para el equipo de soplado de envases, para la formadora al vacio, para limpiar el molino etc.-

1 Compresora de aire, de 7 1/2 HP, de 4 cilindros, 2 etapas, con tanque de 300 ltrs. de fabricación nacional, completa.	\$ 20,500.00
---	--------------

## C.- Equipo sencillo adicional:

1.- Sellado de materiales termoplásticos.-

1 Selladora de película de polietileno, de fabricación nacional, con porta-rollos y cortador transversal, para fabricar y cerrar bolsas.	\$ 6,000.00
--	-------------

1 Selladora de alta frecuencia, marca AFISA, de fabricación nacional, con capacidad de 2 KW, para fabricar porta-credenciales, porta-chequeras, carteras, forros de libros etc. de tela vinílica.	\$ 35,000.00
---	--------------

1 Dispositivo para sellado de tope, marca -	\$ 11,820.00
---	--------------

Messer Griesheim, tipo "Miniplast" KRSG, para unir tubos y perfiles de materiales termoplásticos. DM 3,000.00

2 Sopletes de aire caliente para soldar láminas etc. de materiales termoplásticos. \$ 4,000.00  
c/u MNS 2,000.00

2.- Corte de placas de poliestireno expandible.-

1 Cortador eléctrico, marca LENDLE, modelo LES 80, para recortar figuras, letras etc. \$ 1,970.00  
DM 500.00

3.- Impresión sobre objetos de plástico.-

1 Impresora especial "Tampoprint", modelo TH 100, de operación manual, incl. un juego de material auxiliar para el impresor. \$ 27,500.00  
DM 7,000.00

4.- Estampado sobre plásticos.-

1 Estampadora en caliente, modelo RAPID, tipo "A" de operación manual, con avance automático de película de color, Area de estampado: 7a x 120 mm. \$ 5,910.00  
DM 1,500.00

1 Probador manual de dureza, marca WOL- \$ 1,102.00

PERT, modelo "S", para medir la dureza Shore A según DIN 53505, completo con pieza de control y estuche.	DM	300.00
1 Báscula rápida de precisión con capacidad hasta 1000 grs.	\$	4,728.00
	DM	1,200.00
1 Cronómetro hasta 60 minutos, con - segundero.	\$	591.00
	DM	150.00
1 Termómetro de indicación rápida.	\$	2,758.00
	DM	700.00
1 Máquina de ensayo tipo universal.-	\$	118,200.00
Esta máquina está equipada con avance mecánico, campo de medición 2000 kp max., min. 20 kp, con indicador electrónico, provista de cabezales de sujeción para las pruebas de tracción tal como dispositivo y mesa para el ensayo de doblado según las normas existentes.	DM	30,000.00
<b>COSTO TOTAL</b>	\$	<b>1,241,705.80</b>

## CONDICIONES

Precios:

Los precios señalados en Marcos Alemanes (DMO se entienden FOB Hamburgo o Bremen/Alemania, incluyendo empaque marítimo. Los precios en Moneda Nacional (MN\$) LAB México D.F. La mayoría de los valores son aproximados y están sujetos a confirmación.

NOTA:

Para convertir marcos alemanes a pesos mexicanos se utilizó el valor de cambio de 3.94 pesos mexicanos = 1.0 marco alemán.

Embarque:

Dentro de aprox. 4 - 16 semanas, según el tipo de máquina.

Pago:

25% de anticipo junto con el pedido, 75% contra la entrega de los documentos de embarque.

## CAPITULO V

### EVALUACION GLOBAL

En éste capítulo se hace un análisis del equipo instalación, distribución de áreas, personal y materia prima necesarios para el funcionamiento del taller de capacitación.

#### 1.- EQUIPO.

Se ha seleccionado el equipo que es realmente necesario por ser el de mayor aplicación en la industria de los plásticos y por lo tanto cumple la función de proporcionar una capacitación real y efectiva a los futuros técnicos.

##### A.- MAQUINAS DE PROCESO:

#### 1.- Extrusora leone, tipo A-30.

Precio unitario \$ 350,660.00

Equipo complementario para esta máquina:

##### a).- Cabezal recto con dado para barras, tubos y mangueras.

Precio unitario \$ 24,034.00

##### b).- Calibrador al vacío.

Precio unitario \$ 66,192.00

##### c).- Tina de enfriamiento

Precio unitario \$ 10,000.00

##### d).- Máquina de arrastre para perfiles, barras, tubos, manguera etc...

Precio unitario \$ 44,128.00

##### e).- Equipo de soplado para producir cuerpos huecos, así como cabezal especial para este equipo.

Precio unitario \$ 36,000.00

2.- Máquina inyectora, marca ANKER, tipo A-Y12.

Precio unitario \$ 96,680.00.

3.- Formadora al vacío plastiplast tipo Dowtherm 1000.

Precio unitario \$ 112,592.80.

4.- Prensa de compresión, marca Berges, tipo PKM 30.

Precio unitario \$ 92,590.00.

B.- Equipo auxiliar para las máquinas de proceso.

1.- Mexcladora, marca Pепенmeier tipo TSHK-75.

Precio unitario \$ 92,590.00.

2.- Horno secador de charolas marca CAISA.

Precio unitario \$ 35,000.00.

3.- Molino de cuchillas, marca Paganí, modelo 1316.

Precio unitario. \$ 9,000.00

4.- Compresora de aire, de 7.5 HP de potencia.

Precio unitario \$ 20,500.00

Esta máquina suministra el aire comprimido necesario para el equipo de soplado, para la formadora al vacío, para limpiar el molino y en general para eliminar polvo y desechos de todas las máquinas de proceso.

C.- Equipo para acabado de materiales plásticos.

1.- Selladora de película de polietileno.

Precio unitario \$ 6,000.00.

2.- Sellador de tope marca Messer Griesheim tipo Miniplast KRSG.

Precio unitario \$ 5,500.00.

3.- Dos sopletes de aire caliente, que se utilizan para soldar láminas, hojas, tubos etc... de material termoplástico.

Precio unitario \$ 2,000.00.

4.- Estampadora en caliente modelo RAPID tipo A.

Precio unitario \$ 5,910.00

D.- Equipo de laboratorio.

1.- Probador manual de dureza, marca Woipert, modelo S.

Precio unitario \$ 1,182.00.

2.- Báscula rápida de precisión con capacidad hasta de un kg.

Precio unitario \$ 4,728.00

3.- Cronómetro hasta 60 min. con seguridad.

Precio unitario \$ 59.00.

4.- Termómetro de indicación rápida.

Precio unitario \$ 2,758.00.

5.- Eventualmente se recomienda la adquisición de una máquina de ensayo tipo universal, en vista de que con este tipo de máquina se pueden dar a conocer ampliamente las características de proceso de los diferentes materiales plásticos: como rapidez de extrusión, fluidez, rangos de temperatura etc.

Precio unitario \$ 118,200.00

Del costo original se ha descartado el siguiente equipo por considerar que no son de aplicación inmediata, con lo cual el costo de adquisición de -- equipo se reduce a \$ 1,168,805.80.

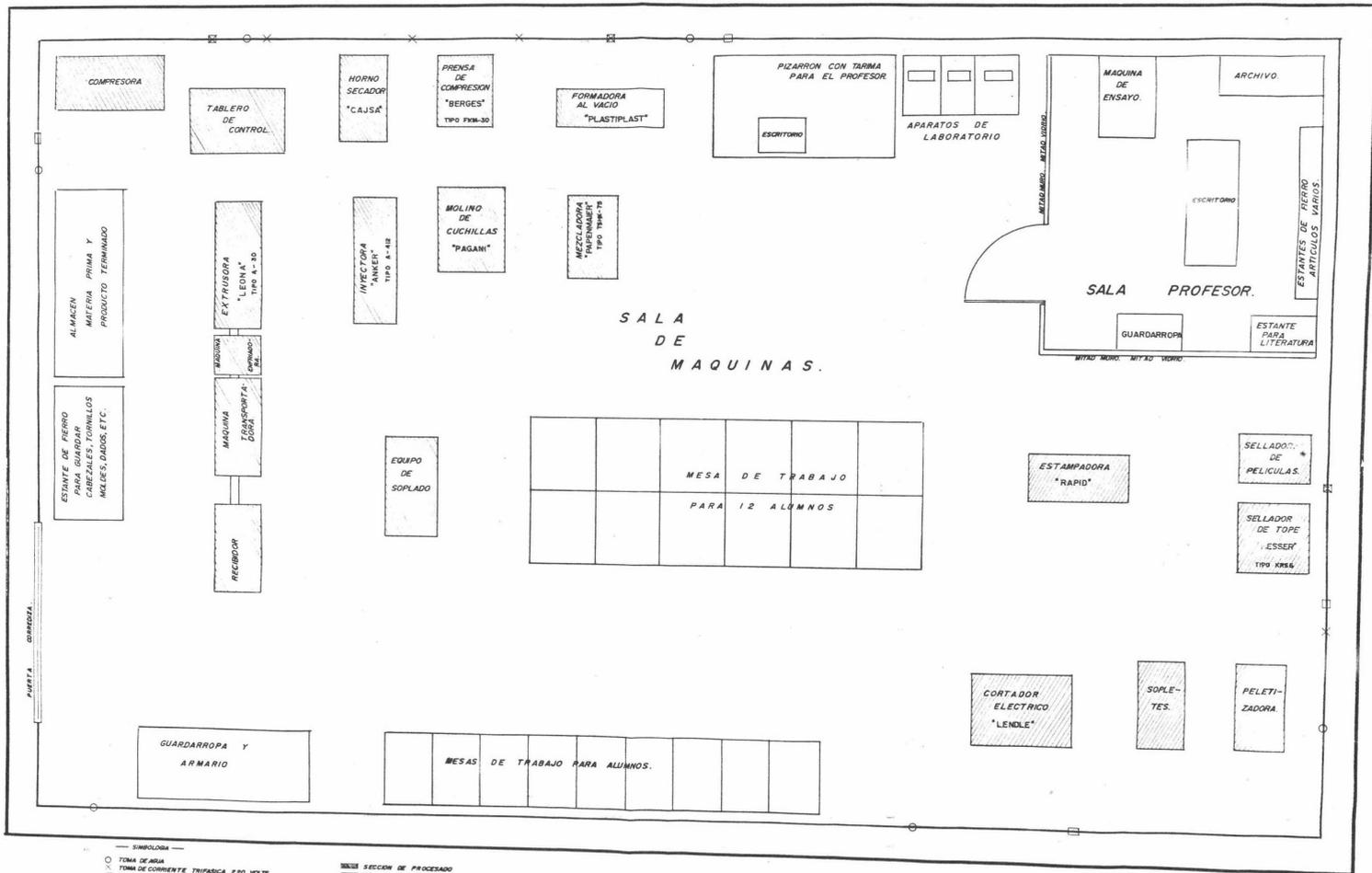
1.- Pelletizadora marca Pagani con cabezal.

Precio unitario \$ 32,000.00.

Esta máquina se utiliza en la industria de los plásticos para granular el material que va a ser procesado, se descarto en la evaluación, considerando que la materia prima será suministrada al taller en forma de peles, granulos o polvos por lo cual no es indispensable su adquisición, a menos que posteriormente se requieren hacer composiciones o mezclas especiales con fines - de investigación.

2.- Selladora marca AFISA \$ 35,000.00

3.- Impresora especial Tampo print modelo YH 100. \$ 5,910.00.



— SIMBOLOGIA —

○ TOMA DE AGUA

□ TOMA DE CORRIENTE TRIFASICA 220 VOLTS.

□ TOMA DE CORRIENTE MONOFASICA 110 VOLTS.

⊗ TOMA DE AIRE COMPRIMIDO

▨ SECCION DE PROCESADO

▩ SECCION DE ACABADO

Estas máquinas se descartaron por considerarse que su uso es -- puramente para fines comerciales y su manejo no es complicado.

## II.- INSTALACION

La instalación para el taller constará de:

1.- Instalación Eléctrica: Se hará en base a la distribución del equipo - de proceso con instalación de 2 tomas, una de C. trifásica 220V y otra de C. monofásica 110V.

2.- Instalación de Equipo: Es recomendable aunque no necesario colocar un malacate sobre rieles para poder remover el equipo fácilmente.

3.- Instalación de Línea de Agua.

4.- Instalación de la Línea de Aire Comprimido.

En la instalación de las líneas de corriente de agua y aire se recomienda colocarlas sobre rieles de anclaje en sentido vertical y horizontal sobre las paredes.

Costo Aproximado      \$      30,000.00

## III.- DISTRIBUCION DE AREAS

La distribución de áreas se muestra en el plano adjunto.

El costo estará determinado por el Ingeniero Civil que lleve a efecto la construcción del taller.

El área aproximada del taller es de  $180 \text{ m}^2$  con una altura mínima de 4 m.

Se deben considerar las siguientes observaciones en la construcción del taller:

a).- Al construir el techado se debe proveer una buena ventilación.

b).- El piso deberá ser resistente al agua y a los aceites por lo que es recomendable recubrirlo de lámina de plástico ó hule aunque es más económico de cemento, cuya superficie sea áspera con el fin de evitar suelo resbaladizo.

Costo Aproximado      \$    100,000.00

#### IV.- PERSONAL

El personal necesario para el funcionamiento y mantenimiento del taller será:

a).- Profesor: Enseñará el manejo y funcionamiento de las máquinas a los futuros técnicos.

Sueldo \$ 10,000.00/mes

b).- Técnico de Mantenimiento: Estará encargado de limpiar, - - arreglar, lubricar, etc. todas las máquinas de proceso.

Sueldo: \$ 3,000.00/mes

c).- Encargado del Laboratorio

Sueldo: \$ 2,000.00/mes

Costo Aproximado \$ 15,000.00 / mes

Las materias primas necesarias para poder realizar los diferentes métodos de moldeo:

a).- Extrusión: Polietileno, PVC, ABS, acrilonitrilo-butadieno-estireno, celulosa, poliestireno.

b).- Inyección:

Todos los termoplásticos ejemplo: Polietileno, ABS, PVC, celulosa, nylon, acrílicos, poliestireno.

c).- Compresión:

Resinas fenólicas son los termofijos mas usados en este proceso, además de las resinas de melamina, urea y epoxi.

d).- Soplado:

Se utilizan PVC, polipropileno, poliestireno, polietileno.

e).- Formado al Vacío:

Cualquier tipo de Termoplásticos.

f).- Estampado:

Se realiza en polietileno, poliestireno, etc.

El costo de la materia prima lo consideramos nulo debido a la posibilidad de que sea suministrada por las principales compañías productoras de resina por tratarse de fines de enseñanza y no lucrativas y que a la postre beneficiarán a las grandes compañías.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

En base al estudio anterior se concluye que es indispensable la construcción del taller de capacitación para técnicos con fundamentos científicos para el manejo y operación de las principales máquinas de moldeo empleadas en la industria de los plásticos.

La construcción del laboratorio y taller de capacitación es necesaria porque en la actualidad no existe en México ninguna institución en la cual se apliquen los conocimientos teóricos, obteniendo como resultado que los egresados de las diferentes instituciones requieran un entrenamiento previo en las compañías en que prestaran sus servicios, lo cual resulta en una pérdida de dinero, tiempo y esfuerzo y avance en la producción y progreso del país.

En base a estos puntos consideramos de fundamental importancia:

- a).- Planificación y construcción del laboratorio y taller.
- b).- Adquisición del equipo.
- c).- Capacitación y entrenamiento del profesor o profesores que impartirá la enseñanza en el taller de capacitación.

## CAPITULO V

### POSIBLES FORMAS DE ENSEÑANZA

Las formas de enseñanza tendrán como finalidad principal conjugar la teoría con la práctica en la rama de polímeros, tratando de que los conocimientos impartidos capaciten en forma real y efectiva al futuro profesional especializado en plásticos.

Los temas o cursos que se impartan son los considerados como fundamentales, de tal forma, que cuando se trabaje en la industria lo que se tenga que aprender sean innovaciones técnicas y no por el contrario como sucede actualmente llegar a aprender y sentirse decepcionado de los conocimientos adquiridos sin la práctica correspondiente.

Son considerados como conocimientos fundamentales los siguientes:

1.- Conocimiento teórico sobre polímeros, haciendo hincapié sobre la polimerización aplicada a la industria, su importancia presente y futura.

2.- Análisis de propiedades químicas y físicas de los polímeros, las cuales determinan el uso o aplicación práctica de dicho polímero.

3.- Prácticas en laboratorio de obtención de polímeros, teniendo como finalidad que el alumno analice y adquiera experiencia sobre el polímero obtenido.

4.- Visitas a industrias polimerizadoras, las cuales hacen que el alumno visualice el equipo de polimerización que se le explicó teóricamente.

5.- Teoría sobre los principales métodos de moldeo de aplicación industrial.

5A.- Práctica de conocimiento y manejo de equipo industrial de moldeo.

6.- Estudio de los compuestos adicionados al polímero con el fin de modificar sus propiedades físicas y químicas, como afectan o que características proporcionan al polímero para ser aplicado industrialmente.

Estabilizadores, plastificantes, cargas etc...

6A.- Práctica sobre la modificación de las propiedades del polímero moldeado

ble al adicionarle estabilizadores, antioxidantes, cargas etc... ésta práctica se hará con el Bravender; dicho aparato nos da información sobre el probable comportamiento del polímero al moldearse.

7.- Control de calidad de plásticos.

7A.- Principales métodos de análisis aplicados en la industria.

Este conocimiento permitirá determinar si el plástico cumple con las especificaciones que se requieren para la obtención de un determinado artículo o pieza de moldeo.

8.- Descripción teórica y práctica del equipo de moldeo. Se impartirán conocimientos sobre montaje, mantenimiento y en general mecánica del equipo de moldeo.

9.- Electricidad y electrónico, se hará hincapie sobre lectura de circuitos y equipo de control automático.

10.- Economía industrial (costos)

11.- Relaciones humanas.

Como especialidad se recomienda "diseño de moldes"

Para obtener el título o diploma se sugiere que el interesado presente un trabajo que permita valorar los conocimientos adquiridos.

APENDICE

ESTUDIO ESTADISTICO DE LOS PRINCIPALES METODOS DE MOLDEO APLICADOS EN LA INDUSTRIA NACIONAL DEL PLASTICO.

Este estudio fué realizado en base a los artículos producidos por cada una de las compañías que integran la industria de los plásticos y los métodos de moldeo, utilizados en dicha producción.

A

1.-ALFA ENVASES S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo y plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Soplado, inyección y moldeo por transferencia.

2.-ALPER DE MEXICO.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado

3.-ALERO S.A. DE C.V.

Especialidad : Moldeador por encargo, película, artículos para el hogar, vinilo y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión, calandreo y soplado.

4.-ARTEFACTOS METALICOS M<sup>C</sup> GREGOR S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Inyección, moldeo por transferencia y formado al vacío.

5.-ARTEFACTOS PLASTICOS S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de Moldeo : Inyección y soplado.

## 6.-ACABADOS NEWARK STAHL S.A. DE C.V.

Especialidad : Película, espuma, vinilo, recubrimiento, plásticos para la industria automotriz y calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección, espumado, extrusión, calandreo, prensado y transferencia.

## 7.-ARTICULOS DE BAKELITA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Transferencia, laminado y prensado.

## 8.-ASBESTOS DE MEXICO S.A.

Especialidad : Perfiles y tubería termoplásticos, plásticos reforzados, plásticos para la construcción y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Extrusión, prensado, espumado, laminado y calandreo.

## 9.-AUTOPLASTICO S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## B

## 1.-BASF MEXICANA S.A.

Especialidad : Espuma, recubrimiento, plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión y espumado.

## 2.-BAYER DE MEXICO S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados, plásticos para la industria automotriz, perfiles y tubos termoplásticos, soplado, espumas uretánicas y recubrimientos.

Métodos de moldeo : Extrusión, soplado, espumado, prensado, lamina-

do y calandreo.

3.-BIERSDOF DE MEXICO S.A.

Especialidad : Película, espuma, plásticos para la construcción, espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Espumado, calandreo y extrusión.

4.-BERTINI S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección.

5.-BOLSIPLASTIC S.A.

Especialidad : Película, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Extrusión y formado al vacío.

6.-BONAPLAST DE MEXICO S.A.

Especialidad : Formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Formado al vacío.

7.-BOTONES EXCLUSIVOS S.A.

Especialidad : Botones.

Métodos de moldeo : Laminado y prensado.

8.-BULLARD MEXICANA S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado y laminado.

## C

1.-CALZADO DURAMIL S.A.

Especialidad : Calzados de plástico

Métodos de moldeo : Inyección.

2.-CALZADO SANDAK S.A.

Especialidad : Calzado de plástico

Métodos de moldeo : Inyección.

3.-CALZADOS PLASTICOS DE MEXICO S.A.

Especialidad : Calzado de plástico.

Métodos de moldeo : Inyección.

4.-CAMPCO DE MEXICO S.A. DE C.V.

Especialidad : Moldeador por encargo, perfiles y tubos termoplásticos, plásticos para la construcción, formador, impresor y maquinadores.

Métodos de moldeo : Calandreo, inyección, moldeo por transferencia extrusión y formado al vacío.

5.-CANAMEX S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo;

6.-CARLOS L. JOU BLANC ZAMORA.

Métodos de Moldeo : Soplado.

7.-CARLOS VAZQUEZ TORRES.

Especialidad : Calzado plástico.

Métodos de moldeo : Inyección.

8.-CARTON Y PAPEL DE MEXICO S.A.

Especialidad : Soplado de vinilo

Métodos de moldeo : Soplado, extrusión y calandreo.

9.-CELANESE MEXICANA S.A.

Especialidad : Película, plásticos para la industria automotriz, plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

10.-CEL O BOL S.A.

Especialidad : Película y vinilo.

Métodos de Moldeo : Extrusión y calandreo.

## 11.-CINTAS PLASTICAS S.A.

Especialidad : Vinilo

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo,

## 12.-CIA. INDUSTRIAL DE NOVEDADES PLASTICAS Y METALICAS S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección, soplado y metalizado.

## 13.-CIA. INDUSTRIAL DE PLASTICOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, artículos para el hogar, soplado, juguetería, botones y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, soplado, laminado, transferencia y calandreo.

## 14.-CIA. INDUSTRIAL DE PLASTICOS Y NOVEDADES S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, plásticos para la construcción y artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, transferencia y calandreo

## 15.-CIA. INDUSTRIAL EL PALMAR S.A.

Especialidad : Espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Espumado

## 16.-CIA. MEXICANA DE SEPARADORES S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, plásticos para la industria automotriz y vinilo.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión y calandreo

## 17.-CIA. GENERAL DE PLASTICOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

## 18.-CONDUMEX S.A.

Especialidad : Recubrimiento, espumas uretánicas y plásticos para

la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión, espumado.

19.-CONEXIONES Y TUBERIAS S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, vinilo y plásticos para la construcción

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

20.-CONVERTIDORA S.A.

Especialidad : Película, formador, impresor y maquilador.

Métodos de Moldeo : Extrusión y formado al vacío.

21.-CONVERTIDORA DE PUEBLA S.A.

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión.

22.-CONVERTIDORA DE GUADALAJARA.

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión.

23.-CONVERMEX.

Especialidad : Espumas y recubrimiento.

Métodos de moldeo : Extrusión y espumado.

24.-CUBETAS DE PLASTICO S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección.

25.-CUBETAS Y BAÑOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo y artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

26.-CUEROS ARTIFICIALES S.A.

Especialidad : Plásticos para la construcción, vinilo, plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

## D

## 1.-DART S.A. ( TUPPERWARE ) .

Especialidad : Artículos para el hogar

Métodos de moldeo : Inyección .

## 2.-DECORPLAST DE MEXICO S.A.

Especialidad : Vinilo, plásticos para la construcción y plásticos para la industria automotriz, calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión y calandreo.

## 3.-DECRO WALL DE MEXICO S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, formador, impresor, maquinador y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Transferencia, formado al vacío, extrusión, calandreo y laminado.

## 4.-DE PLASTICOS Y REFUERZOS .

Especialidad : Plásticos para la construcción, plásticos reforzados y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Prensado, extrusión, calandreo y laminado.

## 5.-DIMAPLASTIC S.A.

Especialidad : Juguetería, moldeador por encargo, artículos para el hogar, película, soplado, vinilo, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, transferencia, formado al vacío, soplado, calandreo y laminado.

## 6.-DONNAY S.A.

Especialidad : Calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección.

## 7.-DOYCA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

8.-DUCTO FLEX S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, plásticos reforzados y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Laminado, inyección, transferencia, prensado, extrusión y calandreo.

9.-DUPONT S.A. DE C.V.

Especialidad : Película, plásticos para la construcción y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, transferencia y calandreo

10.-DUROPLAST S.A. DE C.V.

Especialidad : Plásticos para la industria automotriz y moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, transferencia y calandreo

11.-DYMO DE MEXICO S.A. DE C.V.

Especialidad : Vinilo.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

E

1.-EMPAQUES PLASTICOS INDUSTRIALES.

Especialidad : Empaques y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

2.-ENVASES Y PRODUCTOS PLASTICOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, película y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de Moldeo : Inyección, transferencia, extrusión y calandreo.

## 3.-ENVOLTURAS PLASTICAS S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión

## 4.-ESPECIALIDADES INDUSTRIALES Y QUIMICAS S.A.

Especialidad : Vinilo.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

## 5.-ETERNA, ARTICULOS SELECTOS S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos plásticos

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 6.-EXCLUSIVAS PARBEL S.A.

Especialidad : Juguetería, espumas uretánicas, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Formado al vacío, inyección, soplado y espumado

## 7.-EXIN MEX S.A.

Especialidad : Juguetería

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## 8.-EXTRUPLAST S.A.

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión.

## F

## 1.-FABRICA DE PLASTICOS SIGA S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar y moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y soplado.

## 2.-FABRICACION DE MAQUINAS S.A.

Métodos de moldeo : Soplado.

**3.-FANBAMEX S.A.**

Especialidad : Botones .

Métodos de moldeo : Laminado y compresión.

**4.-FERPA S.A.**

Especialidad : Moldeador por encargo, perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y extrusión.

**5.-FIBRALITA DE MEXICO S.A.**

Especialidad : Plásticos reforzados, laminados decorativos y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo.

**6.-FIBRAS PLASTICAS S.A.**

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

**7.-FIBRASOMNI S.A.**

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

**8.-FIBRE METAL MEXICANA S.A. DE C.V.**

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo.

**9.-FILMS Y EMPAQUES PLASTICOS S.A.**

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión.

**10.-FRANCK CHEMICAL MEXICANA S.A.**

Especialidad : Laminados decorativos y película.

Métodos de moldeo : Extrusión, prensado y calandreo.

**11.-FULTON S.A.**

Especialidad : Formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Formado al vacío

## G

### 1.-GENERAL ELECTRIC S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar

Métodos de moldeo : Inyección.

### 2.-GEON DE MEXICO S.A.

Especialidad : Juguetería, perfiles y tubos plásticos, vinilo, plásticos para la construcción, plásticos para la industria automotriz y calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo y soplado.

### 3.-GERMEX S.A.

Especialidad : Plásticos para la construcción, vinilo y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Extrusión e inyección.

### 4.- GUNSA S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado, calandreo y laminado.

## H

### 1.-HOOKER MEXICANA S.A. DE C.V.

Especialidad : Moldeador por encargo, Plásticos reforzados y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión, prensado, calandreo y laminado.

2.-HULES AMIONE S.A.

Especialidad : Plásticos para la construcción y vinilo.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo y prensado.

3.-HULES Y PLASTICOS DE MONTERREY S.A.

Especialidad : Calzados plásticos, perfiles y tubos termoplásticos

Métodos de moldeo : Inyección y extrusión.

I

1.-IDISA .

Especialidad : Película, vinilo, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo y formado al vacío.

2.-IGARTWA HNOS. S. DE R.L.

Especialidad : Artículos para el hogar y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado

3.-IMPRESORA CELLO MEX S.A.

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión.

4.-IMPRESIONES Y ENVASES DE GUSDALAJARA S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

5.-INDUSTRIA MEXICANA DE PLASTICOS OLIMPIA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, artículos para el hogar, plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión.

6.-INDUSTRIAL CORONA S.A.

Especialidad : Moldeadores por encargo

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

7.-INDUSTRIAL DE ENVASES PLASTICOS.

Métodos de moldeo : Soplado y extrusión.

8.-INDUSTRIAL DE POLIETILENO "KABSA" .

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión.

9.-INDUSTRIAL DE RESINAS S.A.

Especialidad : Vinilo, plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

10.-INDUSTRIAL MUÑEQUERA S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

11.-INDUSTRIAS CICA S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

12.-INDUSTRIAS DE POLIETILENO S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

13.-INDUSTRIAS RESISTOL S.A.

Especialidad : Película, plásticos reforzados, formador, laminados decorativos, impresor, plásticos para la construcción y maquinador.

Métodos de moldeo : Extrusión, formado al vacío, prensado, laminado y calandreo.

## 14.-INDUSTRIAS PLASTICAS S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar, juguetería y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión y soplado.

## 15.-INDUSTRIAS PLASTICAS ASOCIADAS S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, vinilo y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección y soplado.

## 16.-INDUSTRIAS PLASTICAS DEL NOROESTE S.A. DE C.V.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 17.-INDUSTRIAS POROFLEX.

Especialidad : Espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Espumado.

## 18.-INDUSTRIAS SALVER S.A.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## 19.-INDUSTRIAS TUCK DE MEXICO S.A.

Especialidad: Película, vinilo, espumas uretánicas, plásticos reforzados y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo, espumado, prensado y laminado.

## 20.-INDUSTRIAS UNIDAS S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, película, espumado recubrimiento, plásticos para la construcción, plásticos reforzados, plásticos para la industria automotriz, calzados plásticos y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo, espumado, so-

plado, prensado y laminado.

21.- INDUSTRIAS UNIDAS MOLIV S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, película, artículos para el hogar, calzados plásticos y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo, prensado, espumado y laminado.

22.-INGENIERIA DE PLASTICOS REFORZADOS.

Métodos de moldeo : Extrusión, prensado, laminado y calandreo.

23.-INVIOPLAST S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados,

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo.

24.-INYECTORA DE PLASTICOS Y METALES .

Especialidad : Moldeador por encargo, artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección y moldeo por transferencia.

J

1.-JUY TECNICA PLASTICA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo y artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

K

1.-KLADT SOBRINO S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y soplado.

## L

## 1.-LAPPE Y CIA. S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

## 2.-LAPSOLITE S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados y plásticos para la construcción

Métodos de moldeo : Prensado, extrusión, calandreo y laminado.

## 3.-LATINOAMERICANA DE CABLES S.A. DE C.V.

Especialidad : Espumas y recubrimiento.

Métodos de moldeo : Espumado y extrusión.

## 4.-LUGATOM S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos plásticos, vinilo y calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección y calandreo.

## M

## 1.-MANUFACTURAS DE PLASTICO S.A.

Especialidad : Botones, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Laminado, compresión y formado al vacío.

## 2.-MANUFACTURAS MODERNAS

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 3.-MANUFACTURAS PLASTICAS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y soplado.

**4.-MANUFACTURA DE HORMAS Y TACONES EL ARBOL S.A.**

Especialidad : Calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección.

**5.-MANUFACTURA TECNICA DE PLASTICOS S.A.**

Especialidad : Vinilo y calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión y calandreo.

**6.-MATERIALES PLASTICOS S.A.**

Especialidad : Laminados decorativos, plásticos para la construcción, plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Extrusión y prensado.

**7.-MC. GREGOR S.A.**

Especialidad : Moldeador por ensargo y jugueteria.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y soplado.

**8.-METALICOS TROPICAL S.A.**

Especialidad : Espuma y recubrimiento.

Métodos de moldeo : Espumado, extrusión y metalizado.

**9.-METALICOS Y PLASTICOS INDUSTRIALES.**

Especialidad : Plásticos reforzados, laminados decorativos y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión, prensado, metalizado, laminado y calandreo.

**10.-MEXALIT DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.**

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

**11.-MEXIPLAST S.A.**

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y soplado.

## 12.-MEXOPORO S.A.

Especialidad : Espuma y recubrimiento.

Métodos de moldeo : Extrusión y espumado.

## 13.-MICROPLAS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

## 14.-MINNESOTA (3M) DE MEXICO S.A. DE C.V.

Especialidad : Película, artículos para el hogar, vinilo, laminados decorativos, espuma y recubrimientos.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo, espumado, prensado y laminado.

## 15.-MODEL DEALER S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## 16.-MOLDES DE ALUMINIO IMPERIAL S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección.

## 17.-MUÑECAS ELIZABETH S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## 18.-MUÑECAS DALILA S.A.

Especialidad : Juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## 19.-MUÑECAS Y JUGUETES ENSUEÑO S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar, vinilo y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, calandreo y soplado.

## N

## 1.-NACIONAL DE ENVASES PLASTICOS S.A.

Especialidad : Película

Métodos de moldeo : Extrusión y soplado.

## 2.-NOVAPLAST S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección.

## O

## 1.-OPLEX S.A.

Especialidad : Película, vinilo, plásticos reforzados, plásticos para la construcción, plásticos para la industria automotriz, espumas uretánicas y recubrimientos.

Métodos de moldeo : Extrusión, calandreo, espumado y prensado.

## P

## 1.-PANAM DE MEXICO S.A.

Especialidad : Calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección.

## 2.-PARTES PARA MOLDES DME S.A.

Especialidad : Espumas uretánicas

Métodos de moldeo : Espumado.

## 3.-PAUL CONRAD.

Especialidad : Calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Espumado.

4.-PELICULAS PLASTICAS TRANSPARENTES.

Especialidad : Película .

Métodos de moldeo : Extrusión.

5.-PERFILES DE PLASTICO FLEXIBLES S.A.

Especialidad : Película, vinilo, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Extrusión, calandreo y formado al vacío.

6.-PERFILES PLASTICOS S.A.

Especialidad : Vinilo, perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

7.-PERFILES TERMOPLASTICOS.

Especialidad : Película, perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

8.-PLASTEX DE MEXICO S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

9.-PLASTIC PRESS S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo.

10.-PLASTICOS BAN S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

11.-PLASTICOS BEKA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, artículos para el hogar, juguetería y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, soplado y extrusión.

## 12.-PLASTICOS DE JALISCO S.A.

Especialidad : Plásticos para la construcción, perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 13.-PLASTICOS DOR S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 14.-PLASTICOS E IMPRESIONES S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 15.-PLASTICOS F Y V S.A.

Especialidad : Moldeadores por encargo, artículos para el hogar, maquinador, formador, impresor, juguetería, perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, formado al vacío, soplado y extrusión.

## 16.-PLASTICOS IGA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, película y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión y soplado.

## 17.-PLASTICOS INDUSTRIALES MEXICANOS.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

## 18.-PLASTICOS INDUSTRIALIZADOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

## 19.-PLASTICOS EDO-MEX S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados, plásticos para la construcción.

perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión, prensado y laminado.

20.-PLASTICOS EXTRUIDOS S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados, formador, impresor, maquinador, perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión, formador al vacío, prensado, laminado.

21.-PLASTICOS INTERNACIONALES S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, perfiles y tubos termoplásticos, artículos para el hogar, formador, impresor, maquinador, laminados decorativos, plásticos para la construcción, plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión, soplado, formado al vacío, prensado, laminado y calandreo.

22.-PLASTICOS LAMINADOS S.A.

Especialidad : Vinilo, plásticos para la construcción, plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

23.- PLASTICOS LODELA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, artículos para el hogar, juguetería y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, soplado y extrusión.

24.-PLASTICOS NACIONALES DE MEXICO S.A.

Especialidad : Formador, impresor, maquinador y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Formado al vacío, extrusión.

## 25.-PLASTICOS MUNDIALES DE MEXICO S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar, vinilo y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección, extrusión y soplado.

## 26.-PLASTICOS OMEGA S.A.

Especialidad: Moldeador por encargo, perfiles y tubos termoplásticos, vinilo, plásticos para la construcción, plásticos para la industria automotriz y calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión, calandreo y soplado.

## 27.-PLASTICOS PANAMERICANOS S.A. DE C.V.

Especialidad : Artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Soplado e inyección.

## 28.-PLASTICOS REX S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 29.-PLASTICOS ROCALA S.A.

Métodos de moldeo : Soplado.

## 30.-PLASTICOS ROMAY S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia y soplado.

## 31.-PLASTIGLAS DE MEXICO S.A.

Especialidad : Laminados decorativos y plásticos decorativos.

Métodos de moldeo : Prensado, calandreo y laminado.

## 32.-PLASTIQUIMICA S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, perfiles y tubos termoplásticos, película, vinilo, recubrimientos, espumas uretánicas, plás-

ticos reforzados, laminados decorativos, plásticos para la construcción y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, soplado, extrusión, calandreo, espumado, prensado y laminado.

33.-PLASTITAP S.A.

Especialidad : Moldeador por encargp.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

34.-PLASTOTECNICA S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, plásticos para la construcción y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Extrusión.

35.-POLIETILENO FLEXIBLE S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

36.-POLIETILENO MEXICANO S.A.

Especialidad : Película.

Métodos de moldeo : Extrusión.

37.-POLIETILENO MONTERREY S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, película, formador, impresor, maquinador, espumas, recubrimiento, laminados decorativos y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión, soplado, formado al vacío, espumado, prensado, laminado y calandreo.

38.-POLIMEROS INDUSTRIALES S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos,

Métodos de moldeo : Extrusión.

39.-POLIPLASTICOS DE MEXICO S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, vinilo, plásticos para la construcción y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Extrusión, calandreo, prensado y laminado.

40.-POLIBER S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados, plásticos para la construcción, recubrimientos y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Calandreo, prensado, extrusión, espumado y laminado.

41.-POLYESTER S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo.

42.-POLYTON S.A.

Especialidad : Botones.

Métodos de moldeo : Laminado, prensado y calandreo.

43.-PROCESOS PLASTICOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, plásticos reforzados y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Inyección, calandreo, extrusión y laminado.

44.-PRODUCTOS DAREX S.A.

Especialidad : Película, vinilo, formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Extrusión, calandreo y formado al vacío.

45.-PRODUCTOS DE ESTIRENO S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, película, artículos para el hogar, formador, impresor, maquinador, juguetería, recubrimiento, plásticos para la construcción, calzados plásticos y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión, soplado,

formado al vacío, espumado, calandreo y laminado.

46.-PRODUCTOS DE PLASTICO LOS REYES S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Extrusión.

47.-PRODUCTOS ELXAC S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo, recubrimiento y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Inyección, transferencia, extrusión y espumado.

48.-PRODUCTOS GLAV S.A. DE C.V.

Especialidad : Calzados plásticos.

Métodos de moldeo : Inyección.

49.-PRODUCTOS PLASTICOS S.A.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

50.-PRODUCTOS PLASTICOS DEL PACIFICO S.A. DE C.V.

Especialidad : Moldeador por encargo.

Métodos de moldeo : Inyección y transferencia.

51.-PRODUCTOS QUIMICOS ALEN S.A.

Métodos de moldeo : Soplado.

52.-PRODUCTOS WINDSOR S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos.

Métodos de moldeo : Soplado.

53.-PYN S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, vinilo, plásticos para la construcción y plásticos para la industria automotriz.

Métodos de moldeo : Extrusión, inyección, calandreo y laminado.

## Q

## 1.-QUIMICA HERCULES S.A. DE C.V.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión.

## 2.-QUIMICA HOESCHT DE MEXICO S.A.

Especialidad : Vinilo

Métodos de moldeo : Extrusión y calandreo.

## R

## 1.-REDES MODERNAS S.A.

Especialidad : Perfiles y tubos termoplásticos, espuma y recubrimiento, plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Extrusión y espumado.

## 2.-ROHM AND HAAS DE MEXICO S.A. DE C.V.

Especialidad : Laminados decorativos y plásticos para la construcción.

Métodos de moldeo : Prensado, calandreo y laminado.

## S

## 1.-STABILIT S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado.

## 2.-STELLA NOVA

Especialidad : Artículos para el hogar.

Métodos de moldeo : Inyección.

## V

## 1.-VALVULAS DE PRECISION S.A.

Especialidad : Formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Formado al vacío.

## 2.-VINILOS ROMAY S.A.

Especialidad : Vinilo y juguetería.

Métodos de moldeo : Extrusión, calandreo, inyección y soplado.

## 3.-VITRO FIBRAS S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados, plásticos para la construcción, plásticos para la industria automotriz y espumas uretánicas.

Métodos de moldeo : Prensado, laminado, espumado y calandreo.

## 4.-VITRO PLASTICOS INDUSTRIALES S.A.

Especialidad : Plásticos reforzados.

Métodos de moldeo : Prensado, laminado y calandreo.

## 5.-VIDRIERA LOS REYES S.A.

Métodos de moldeo : Soplado.

## W

## 1.-WEAREVER DE MEXICO S.A.

Especialidad : Formador, impresor y maquinador.

Métodos de moldeo : Formado al vacío.

Z

1.-ZACANY METALOPLASTICA S.A.

Especialidad : Artículos para el hogar y juguetería.

Métodos de moldeo : Inyección y soplado.

## DATOS ESTADÍSTICOS

EXTRUSION	INYECCION	CALANDREO	SOFLADO	PRENSADO
A - 3	A-1	A - 3	A - 2	A - 1
A - 6	A-2	A - 6	A / 3	A - 3
A - 8	A-3	A - 8	A -5	A - 6
B - 1	A-4	B - 2	A - 9	A - 7
B - 2	A-5	B - 3	B - 2	A - 8
B - 3	A-6	C - 3	C - 6	B - 2
B - 5	A-9	C - 4	C - 8	B - 7
C - 4	B - 4	C - 5	C - 12	B - 8
C - 8	C - 1	C - 8	C - 13	C - 5
C - 9	C - 2	C - 9	D - 5	D - 4
C - 10	C - 3	C - 10	E - 1	D - 8
C - 11	C - 4	C - 11	E - 2	F - 3
C - 13	C - 7	C - 13	E - 6	F - 5
C - 14	C - 12	C - 14	E - 7	F - 8
C - 16	C - 13	C - 16	F - 1	F - 10
C - 19	C - 14	C - 19	F - 2	I - 13
C - 20	C - 16	C - 26	G - 2	I - 20
C - 21	C - 17	D - 2	I - 2	P - 18
C - 22	C - 18	D - 3	I - 7	P - 19
C - 23	C - 24	D - 4	I - 10	P - 20
C - 26	C - 25	D - 5	I - 11	P - 21
D - 2	D - 1	D - 8	I - 14	P - 37
D - 3	D - 2	D - 9	I - 15	G - 4
D - 4	D - 3	D - 10	I - 18	H - 1
D - 5	D - 5	D - 11	I - 20	H - 2
D - 8	D - 6	E - 2	K - 1	I - 19
D - 9	D - 7	E - 4	M - 3	I - 21
D - 10	D - 8	F - 5	M - 7	I - 22
D - 21	D - 10	F - 8	M - 11	I / 23
E - 2	E - 1	F - 10	M - 15	L - 2
E - 3	E - 2	G - 2	M - 18	M - 1
E - 4	E - 6	G - 3	M - 19	M - 6
E - 5	E - 7	G / 4	N - 1	M - 9
E - 8	F - 1	H - 1	P - 11	M - 14
F - 4	F - 4	H - 2	P - 15	O - 1
F - 6	F / 3	I - 1	P - 16	P - 9
F - 7	G - 2	I - 9	P - 21	P - 31
F - 9	G - 3	I - 13	P - 23	P - 32
F - 10	H - 1	I - 19	P - 25	P - 37
G - 2	H - 2	I - 20	P - 26	P - 39
G - 3	H - 3	I - 21	P - 27	I - 40
H - 1	I - 1	I - 22	P - 29	P - 41
H - 2	I - 2	I - 23	P / 30	P - 42
H - 3	I - 5	L - 2	P - 32	R - 2
I - 1	I - 6	L - 4	P - 37	S - 1
I - 2	I - 10	M - 5	P - 45	V - 3
I - 3	I - 11	M - 9	P - 51	V - 4
I - 4	I - 14	M - 14	P - 52	
I - 5	I - 15	M - 19	V - 2	
I - 7	I - 18	O - 1	V - 5	
I - 8	I - 19	P - 5	Z - 1	
I - 9	I - 20	P - 6		
I - 12	I - 21	P - 9		
I - 13	I - 24	P - 22		
I - 14	J - 1	P - 26		

## D A T O S   E S T A D I S T I C O S

EXTRUSION	INYECCION	CALANDREO	FORMADO AL VACIO.
I - 15	K - 1	P - 31	A - 4
I - 16	L - 1	P - 32	B - 5
I - 19	L - 4	P - 37	B - 6
I - 20	M - 3	P - 39	C - 4
I - 21	M - 4	P - 40	CC - 20
I - 22	M - 5	P - 41	D - 3
L - 2	M - 7	P - 42	D - 5
L - 3	M - 11	P - 43	E - 6
L - 4	M - 13	P - 44	F - 11
M - 2	M - 14	P - 45	I - 1
M - 5	M - 15	P - 53	I - 13
M - 6	M - 18	Q - 1	M - 1
M - 8	M - 19	R - 2	P - 5
M - 9	P - 1	V - 2	P - 15
M - 10	P - 3	V - 3	P - 20
M - 12	P - 11	V - 4	P - 21
M - 14	P - 15		P - 24
M - 19	P - 16		P - 37
N - 1	P - 17		P - 44
O - 1	P - 18		P - 45
P - 4	P - 21		V - 1
P - 5	P - 23		W - 1
P - 6	P - 25		
P - 7	P - 26		
P - 8	P - 27		
P - 10	P - 30		
P - 11	P - 32		
P - 12	P - 43		
P - 13	P - 45		
P - 14	P - 47		
P - 15	P - 48		
P - 16	P - 49		
P - 18	P - 50		
P - 19	P - 53		
P - 20	S - 2		
P - 21	V - 2		
P - 22	Z - 1		
P - 23			
P - 24			
P - 25			
P - 26			
P - 28			
P - 30			
P - 32			
P - 33			
P - 34			
P - 35			
P - 36			
P - 37			
P - 38			
P - 39			
P - 40			
P - 43			

## DATOS ESTADÍSTICOS

EXTRUSION	ESPUMADO	TRANSFERENCIA	LAMINADO	METALIZADO
P - 44	A - 6	A - 1	A - 7	A - 4
P - 45	A - 8	A - 3	A - 8	C - 12
P - 46	B - 1	A - 4	B - 2	M - 8
P - 47	B - 2	A - 6	B - 7	M - 9
P - 53	B - 3	A - 7	B - 8	
Q - 1	C - 15	C - 4	C - 5	
R - 1	C - 18	C - 16	C - 13	
V - 2	C - 23	C - 17	D - 3	
	E - 6	C - 25	D - 4	
	I - 17	D - 3	D - 5	
	I - 19	D - 5	D - 8	
	I - 20	D - 7	F - 3	
	I - 21	D - 8	F - 5	
	L - 3	D - 10	F - 8	
	M - 8	E - 2	G - 4	
	M - 12	F - 1	H - 1	
	M - 14	F - 4	I - 13	
	O - 1	H - 1	I - 19	
	P - 2	I - 5	I - 20	
	P - 32	I - 6	I - 21	
	P - 37	I - 24	I - 23	
	P - 40	J - 1	L - 2	
	P - 45	K - 1	M - 1	
	P - 47	L - 1	M - 9	
	R - 1	M - 3	M - 14	
	V - 3	M - 7	P - 9	
		M - 11	P - 19	
		M - 13	P - 20	
		P - 11	P - 21	
		P - 15	P - 31	
		P - 16	P - 32	
		F - 17	P - 37	
		P - 18	P - 39	
		F - 23	P - 40	
		P - 26	P - 41	
		P - 32	P - 42	
		P - 33	P - 43	
		P - 45	P - 45	
		P - 47	P - 53	
		P - 49	R - 2	
		P - 50	V - 3	
			V - 4	

## RESULTADOS

METODO DE MOLDEO	No. DE CIAS QUE LO APLICAN
EXTRUSION	116
INYECCION	92
CALANDREO	73
SOPLADO	51
PRENSADO	49
TRANSFERENCIA	43
LAMINADO	42
ESFUMADO	26
FORMADO AL VACIO	22
METALIZADO	4

## BIBLIOGRAFIA

Plastics Engineering Handbook  
Tite Society of Plastics Industry, Inc.  
Reinhold Publishing Corporation  
New York, 1954

Kirk Othmer, Vol. 8  
Encyclopedia of Chemical Tecnology  
Interscience Publishers, 1965.

Tratado General de Plásticos  
H. R. Simonds, A. J. Weith, M. H. Bigelow  
Editorial Reverte  
Barcelona

Modern Plastics Encyclopedia  
Vol. 48/ No. 10A, 1971-1972.

Guide to Plastics  
Editors of Modern Plastics  
Kneeth W. Doark/Rexall Chemical Co.

Avance Industrial  
Enciclopedia del Plástico  
J. Gordon Cook  
Editorial Hobby

Buenos Aires, 1967

Plásticos: Formulación y Moldeo

H. R. Simonds y J. M. Church

Ed. Continental

México, 1964

Plastic Produc Design

Ronald D. Beck

Van Nostrand Reinhold Company

México, 1970

Ingeniería de Moldes para Plásticos

Enciclopedia de la Industria Química, Tomo V

J. H. Dubois, W. J. Pribble

Ediciones Urmg

España, 1971

Avance Industrial