

**"PLASTICOS PARA DISEÑADORES
Y
MOLDES PARA BAJA PRODUCCION"**

Tesis que para obtener el grado de:

"MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL"

PRESENTA:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Carlos Fortino Baez García

Posgrado en Diseño Industrial
Facultad de Arquitectura
División de Estudios de Posgrado
U. N. A. M. 1992
C. O. N. A. C. Y. T.



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 está 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.

CONTENIDO:

INTRODUCCION	Introduccion 15
--------------------	-----------------

I) PRIMERA PARTE :ENTORNO TECNOLOGICO-INDUSTRIALCAPITULO I-A = TECNOLOGIA, Y SOCIEDAD INDUSTRIAL

I-A.1.- Sobre tecnologia y dependencia	021
I-A.2.- Breve panorama historico industrial	024
I-A.3.- Notas sobre sociedad industrial y consumo	026
I-A.4.- Acerca de la industria nacional	031

CAPITULO I-B = DISEÑO E INDUSTRIA NACIONAL

I-B.1.- El diseñador y su participación en la industria nacional	037
I-B.2.- Sobre el proceso de diseño	040

II) SEGUNDA PARTE :ENTORNO A LOS MOLDES PARA BAJA PRODUCCIONCAPITULO II-A = BREVE ANALISIS DE LOS ANTECEDENTES A LA ACTUALIDAD

II-A.1: Breve panorama sobre la historia de los moldes	051
II-A.2: Definición y Clasificación de "Los Moldes"	056

CAPITULO II-B = DESARROLLO Y FABRICACION DE MODELOS Y MOLDES PARA BAJA PRODUCCION

II-B.1: El modelo	061
II-B.2: Consideraciones preliminares para la fabricación de modelos y moldes	062
II-B.3: Reglas generales para el diseño de modelos y moldes	063
II-B.3.1: Excedentes de contracción	063
II-B.3.2: Angulos de salida	063
II-B.3.3: Otras consideraciones	064
II-B.4: Proceso general para el desarrollo y conformación de modelos	065
II-B.4.1 Desbastado y conformación	065
II-B.4.2: Detallado y terminación	066
II-B.4.2.1: Lijado	068
II-B.4.2.2: Resanadores y selladores	069
II-B.4.2.3: Acabados superficiales	070
II-4.2.3.1: Aplicaciones de los acabados	072
II-B.4.2.4: Pulido	073
II-B.4.2.5: Enserado del modelo	074
II-B.5: Desmoldantes	075
II-B.5.1: Alcohol de polivinilo	075
II-B.5.2: Ceras	075
II-B.5.3: A base de silicón	076
II-B.5.4: Solución de jabón	077
II-B.5.5: Películas prerabricadas	078
II-B.5.6: Estearina	078

II-B.5.7: Manteca	076
II-B.6: Entorno a la madera	079
II-B.6.1: Introducción	079
II-B.6.2: Maderas duras	079
II-B.6.3: Maderas blandas	079
II-B.6.4: Descripción de algunas maderas	079
II-B.7: Modelos y moldes en yeso	082
II-B.7.1: El trabajo con yeso	082
II-B.7.2: Etapas de plastificación del yeso	083
II-B.7.3: Secado	084
II-B.7.4: Proceso para la elaboración del modelo en yeso	085
II-B.7.4.1: Conformación	085
II-B.7.4.2: Lijado	086
II-B.7.4.3: Aplicación del sellador	086
II-B.7.4.4: Pulido y encerado	086
II-B.7.4.5: Desmoldante	086
II-B.7.5: Fabricación de moldes sencillos en yeso	087
Molde sencillo tipo negativo	088
Molde compuesto	090
II-B.8: Modelos en cera	093
II-B.8.1: Proceso	093
II-B.9: Modelos en resinas epoxicas	096
II-B.9.1: Plastilinas epoxicas	096
II-B.9.2: Modelos en resina epoxica líquida	098
II-B.10: Modelos en resinas poliéster	102
II-B.10.1: Resinas poliéster de uso general	103
II-B.10.1.1: Conformación mediante modelado manual	104
II-B.10.1.2: Modelado por vaciado o colado	105
II-B.10.2: Modelos en pastas preparadas	106
II-B.11: Modelos en resinas de poliuretano	107
II-B.11.1: Materiales y procedimientos	107
II-B.12: Moldes en resinas epoxicas	110
II-B.12.1: Material	111
II-B.12.2: Problemas de almacenamiento	111
II-B.12.3: Molde sencillo para la reproducción de una pieza sólida	112
II-B.12.4: Molde de dos piezas en resina epoxica para reproducir un modelo sólido	116
II-B.12.5: Molde tipo "hembra-macho" para reproducir piezas huecas	121
II-B.12.6: Molde para la "inyección de termoplásticos"	127
II-B.12.6.1: Sistema de llenado	129
II-B.12.6.2: Ventilación de las cavidades del molde	130
II-B.12.6.3: Control de temperatura del molde (temperizado)	130
II-B.12.6.4: Sistema de desmoldo de piezas obtenidas	131
II-B.13: Moldes en resinas poliéster	138
II-B.14: Moldes "Flexibles" en resinas de poliuretano	142
II-B.15: Moldes "Flexibles" en resinas de silicón	146
II-B.16: Moldes combinados (rígidos/flexibles)	150
II-B.16.1: Molde de silicón reforzado con (Poliéster/fibra de vidrio)	150
II-B.16.2: Molde flexible (silicón) tipo bloque con refuerzo	152
II-B.16.3: Molde flexible de poliuretano reforzado con resina epóxica (tipo Bloque)	153

III) TERCERA PARTE :ENTORNO A LOS MATERIALES PLASTICOSCAPITULO III-A = ¿QUE? Y ¿COMO? SON LOS PLASTICOS

III-A.1: Introducción al conocimiento de los plasticos	161
III-A.2: Los polimeros o macromoléculas	163
III-A.3: Mecanismos de polimerización	165
III-A.3.1: Polimerización por adición	165
III-A.3.2: Polimerización por condensación	166
III-A.4: Procesos de polimerización	167
III-A.4.1: Directa o en masa	167
III-A.4.2: En solución	167
III-A.4.3: En suspensión	168
III-A.4.4: En emulsión	168
III-A.4.5: Gaseosa	168
III-A.4.6: Acerca de los reactores de polimerización	169

CAPITULO III-B = LOS ADITIVOS EN LOS MATERIALES PLASTICOS

III-B.1: Aditivos	173
III-B.2: Cargas	173
III-B.2.1: Cargas inorgánicas o minerales	173
III-B.2.2: Cargas orgánicas	176
III-B.3: Modificadores de impacto	176
III-B.4: Modificadores de flujo	176
III-B.5: Estabilizadores	176
III-B.5.1: Antioxidantes	176
III-B.5.2: Al calor	177
III-B.5.3: De radiación ultravioleta	177
III-B.6: Lubricantes	177
III-B.6.1: Internos	177
III-B.6.2: Externos	177
III-B.7: Ayudas de proceso	177
III-B.7.1: Agentes desmoldantes	177
III-B.7.2: Emulsificantes	177
III-B.7.3: Agentes deslizantes	178
III-B.7.4: Agentes antiadherentes	178
III-B.7.5: Agentes antiestáticos	178
III-B.7.5.1: Agentes antiestáticos externos	178
III-B.7.5.2: Agentes antiestáticos internos	178
III-B.7.6: Agentes de acoplamiento o acopladores	178
III-B.8: Retardantes a la flama	178
III-B.9: Plastificantes	179
III-B.9.1: Internos	179
III-B.9.2: Externos	179
III-B.10: Agentes preservativos	179
III-B.11: Supresores de humo	179
III-B.12: Agentes antiespumantes	179
III-B.13: Agentes Clareantes	179
III-B.14: Agentes espumantes	179
III-B.15: Colorantes	179

CAPÍTULO III-C = CLASIFICACIÓN Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

III-C.1: Clasificación de los plásticos	183
III-C.1.1: Termoplásticos	184
III-C.1.2: Termofijos	185
III-C.1.3: Elastómeros o Hules	186
III-C.2: Ensayos de los materiales plásticos	187
III-C.2.1: Peso específico y densidad	187
III-C.2.2: Índice de refracción	187
III-C.2.3: Resistencia dieléctrica	187
III-C.2.4: Resistencia a la tensión o resistencia a la tensión o tracción	188
III-C.2.5: Resistencia a la compresión	188
III-C.2.6: Resistencia al impacto, choque, golpe o resiliencia	188
III-C.2.7: Dureza	188
III-C.2.8: Resistencia al agua o absorción de agua	188
III-C.2.9: Resistencia Química	188
III-C.2.10: Resistencia a la flexión o resistencia al doblado	188
III-C.2.11: Resistencia a la rotura (transversal)	188
III-C.2.12: Resistencia a la luz	188
III-C.2.13: Resistencia a la corrosión	189
III-C.2.14: Resistencia a la abrasión	189
III-C.2.15: Módulo de elasticidad	189
III-C.2.16: Resistencia al calor	188
III-C.2.17: Elongación	189
III-C.2.18: Conductividad térmica o calorífica	189
III-C.2.19: Calor específico	189
III-C.2.20: Temperatura de autoignición	189
III-C.2.21: Contracción en moldes	189
III-C.2.22: Plastodeformación	189
III-C.2.23: Coeficiente de expansión térmica	189

CAPÍTULO III-D = DESCRIPCIÓN Y PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS

	TERMOPLÁSTICOS:	
III-D.1: Poliacetales		195
III-D.2: Acrílicos		196
III-D.3: Celulósicos		197
III-D.3.1: Acetato de celulosa		197
III-D.3.2: Aceto-butirato de celulosa		198
III-D.3.3: Aceto propionato de celulosa		199
III-D.3.4: Etil celulosa		200
III-D.4: Polifluorocarbonos		201
III-D.4.1: Politetrafluoretileno PTFE		201
III-D.4.2: Polietileno-propileno fluorado PFEP		202
III-D.4.3: Politrifluoroetileno PCTFE		202
III-D.4.4: Polidifluoroetileno PCFE		203
III-D.4.5: Fluoruro de polivinilideno		203
III-D.5: Poliamidas "Nylon"		204
III-D.5.1: Poliamida 6/6		205
III-D.5.2: Poliamida 6 o Nylon 6		206
III-D.5.3: Poliamida 6/10		206
III-D.6: Policarbonato		207
III-D.7: Policloroéteres		208
III-D.8: Poliimidas		209
III-D.9: Poliolefinas		210

III-D.9.1: Polietileno PE	210
III-D.9.2: Polipropileno PP	211
III-D.10: Polioxido de fenileno	213
III-D.11: Poliestirenos	214
III-D.11.1: Poliestireno cristal	215
III-D.11.2: "PS" para propósito general o de uso común	215
III-D.11.3: Poliestireno resistente al calor	216
III-D.11.4: Poliestireno alto impacto	216
III-D.11.5: Copolímero butadieno estireno (resina "K")	216
III-D.11.6: SAN copolímero (Acrilonitrilo, estireno)	217
III-D.11.7: ABS terpolímero (Acrilonitrilo butadieno estireno)	218
III-D.12: Vinílicos	219
III-D.12.1: Acetato de polivinilo PVAC	219
III-D.12.2: PVC Policloruro de vinilo	220
III-D.12.3: PVDC Policloruro de vinilideno	221
III-D.13: Poliéster termoplástico	222
III-D.13.1: Polibutílenotereftalato PBT	222
III-D.13.2: Polietilentereftalato PET	223

TERMOPLÁSTICOS:

III-D.14: Poliéster termofijo	227
III-D.15: Poliuretanos	228
III-D.15.1: Poliuretanos espumados	228
III-D.15.1.1: Espumas flexibles de poliuretano	229
III-D.15.1.2: Espumas semirígidas de poliuretano	229
III-D.15.1.3: Espumas de poliuretano flexibles de piel integral	230
III-D.15.1.4: Espumas rígidas de poliuretano	230
III-D.15.1.5: Durómetros de poliuretano	230
III-D.15.1.6: Espumas elastoméricas	230
III-D.15.2: Poliuretanos no espumados	231
III-D.15.2.1: Elastómeros de poliuretano	231
III-D.15.3: Poliuretanos termoplásticos	231
III-D.15.4: Recubrimientos de poliuretano	231
III-D.16: Fenólicos	232
III-D.17: Epóxicos	233
III-D.18: Aminoplastos	234
III-D.18.1: Resinas de urea	234
III-D.18.2: Resinas de melamina	235
III-D.19: Siliconas	236

ELASTÓMEROS:

III-D.20: Elastómeros	239
(Breve descripción de los 24 principales elastómeros)	239

CAPITULO III-E: PROCESOS DE TRANSFORMACION DE LOS PLÁSTICOS:

III-E.1: Procesos de transformación de los plásticos:	247
---	-----

APENDICE:

TABLAS: "El sistema internacional de unidades en la industria de los plásticos"	251
GLOSARIO	255
BIBLIOGRAFIA:	261

INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN:

Actualmente México se encuentra frente a nuevos e interesantes retos en cuanto a política tecnológico-económica se refiere. Estos son ocasionados en su mayor parte por la apertura comercial de nuestros mercados al ámbito internacional; el fenómeno está provocando que se introduzca una amplia y variada gama de productos que participan en competencia directa con los producidos dentro del país, basta con caminar por las calles centricas de alguna de nuestras grandes ciudades, de cualquier estado de la república y se observará el mismo fenómeno: "las tiendas se encuentran invadidas por productos importados"; otro fenómeno observado es que muchos antiguos productores se han vuelto comerciantes vendedores, sobre todo de artículos que se conocen vulgarmente con el nombre de "FATUCA".

Esta situación ha obligado a los empresarios mexicanos a volverse más competitivos (ya que de lo contrario definitivamente tendrán que resignarse a "cerrar", este nuevo reto que experimentamos nos impulsa a mejorar en todos los ámbitos productivos desde la concepción de nuestros productos, pasando por los procesos de manufactura adecuados hasta un mejor y riguroso control de calidad.

Sin duda alguna las empresas que más resienten este tipo de fenómeno son la pequeña y mediana industria y, es precisamente aquí donde se puede generar «desarrollo tecnológico propio» de acuerdo a las necesidades de cada empresa ya que, la esperanza de generar tecnología no se encuentra en los grandes monopolios capitalistas, o en las grandes industrias donde la mayor parte de la tecnología utilizada es adquirida de los grandes países tecnológicamente más avanzados.

Lo que suele llamarse "gran industria", generalmente adquiere paquetes tecnológicos con un nivel más avanzado y complejo, pero que desde un punto de vista más objetivo, bien podría hacerse una crítica constructiva al decirse que adquieren «un caballito de Troya», esto significa que compran su propia dependencia del extranjero, ya que muchos de estos paquetes requieren del consumo de partes, componentes o incluso materia prima específica, que muchas veces solo puede adquirirse en el lugar de origen.

Es importante aclarar que no se trata de recanzar o cerrar la puerta a los grandes avances tecnológicos, sino de tomar solo aquellos que pudieran permitir un desarrollo tecnológico nacional que, nos estimule a generar nuestras propias alternativas tecnológicas de acuerdo a las condiciones propias de nuestra región.

Por estas y otras tantas razones el presente trabajo está dirigido a apoyar principalmente, a aquella área productiva de la mediana y pequeña industria en lo que se refiere a los procesos de manufactura; intentando con ello aportar nuestro granito de arena en el "¡que! y ¡como! hacer", al que se enfrentan estas industrias diariamente.

Se ha reconocido por algunos autores e investigadores relacionados con los procesos de manufactura y en la misma industria donde diariamente se enfrentan a la tarea de hacer productos, que para que estos tengan éxito en el mercado se necesitan equilibrar básicamente:

- 1.- Concepción y diseño funcional
- 2.- Materia prima adecuada.
- 3.- Proceso de manufactura adecuado

Estos tres puntos, que no pueden estar separados en el proceso, incluyen la mayoría de los factores que influyen de una u otra manera, en el éxito de todos los productos industriales.

El diseño industrial, una carrera hasta hace pocos años desconocida incluso por los mismos industriales y, que en los últimos años ha pasado a formar parte importante de la pequeña y mediana empresa productora de bienes materiales, como herramienta e instrumento para la industrialización y como arma eficaz para volver competitivos nuestros productos en el mercado; se encuentra íntimamente relacionado con los tres puntos mencionados antes, sin embargo su campo de acción propio se encuentra dentro de «la concepción y diseño de objetos», contribuyendo a mejorar la calidad de los productos, ampliar la diversificación, variedad y surtido de ellos, haciéndolos más funcionales e incluso sirviendo como potencial para la exportación (véase p. 5).

Ahora bien, durante el proceso de diseño de un producto éste, debe cumplir con una lista muy grande de requerimientos y ser sometido a una serie de pruebas que, irán introduciendo algunas modificaciones o detalles antes de ser sometido a la producción industrial.

Dentro del proceso de diseño existe una etapa en la que una vez detallado el producto, se debe construir un primer prototipo que será sometido a una serie de pruebas donde, se realizan algunas modificaciones o últimos detalles antes de la fabricación en serie; también es común que se tenga que desarrollar una «producción limitada, de prueba o piloto» que generalmente es una serie reducida de productos que serán sometidos a algún

«mercado de prueba» asimismo puede ser también que existan productos de producción limitada, para los que se hace necesaria la fabricación de moldes especiales.

A estas partes del proceso de diseño se dirige la presente investigación, tratando de recabar la información necesaria para auxiliar al grupo interdisciplinar de técnicos, en cuanto a la elaboración de moldes para esas concurridas ocasiones, en las que se pretende una producción de limitadas dimensiones.

Debido a que, hablar de la pequeña y mediana industria en términos generales es tan ambiguo y, precisamente como éstas se encuentran establecidas con una infraestructura tal que les limita el giro o tipo de productos que realizan, podríamos especificar y cerrar más los parámetros en los que se pretende que la investigación tenga aplicación inmediata, así:

México tiene la fortuna de ser uno de los países productores de petróleo a nivel mundial, sin embargo es necesario aclarar que durante muchos años incluso por tradición heredada, a partir de la conquista de nuestro territorio en el siglo XVI, nuestro país fue exportador de materia prima a los países colonizadores; en la actualidad gran parte de lo que México exporta es como materia prima, para luego importar productos muchas veces manufacturados con nuestras mismas materias exportadas; tal parece que la historia se repite, sin embargo hoy en día tenemos la oportunidad de actuar bajo cierta "libertad limitada" (menos limitada que la que experimentaron nuestros antepasados) para poder desarrollar tecnología que pueda convertirnos de: "países exportadores de materias primas a países exportadores de productos manufacturados" que puedan entrar en competencia en el mercado mundial.

Tal es el caso de los materiales plásticos, los cuales en su gran mayoría son producidos utilizando como materia prima el petróleo (abundante en nuestro país). Es por estas razones que quiero cerrar mis parámetros hacia la industria transformadora de materiales plásticos.

Es natural que al hablar de moldes para transformar una materia prima, se tenga que referirse a esa materia para conocer sus propiedades y características, ya que de esto depende el diseño del molde, llegando así a la utilización de los moldes como: "herramientas que se utilizan en el proceso de dar forma a las materias primas que conforman los productos", que utiliza el hombre para satisfacer sus necesidades y realizar las diversas actividades de una manera más eficiente y más suave.

Como se mencionó anteriormente, "el hablar de los moldes para transformar materias primas", implica tener que conocerlas, por lo que, damos información para pro-

porcionar datos de materias primas reales y actuales que se encuentren disponibles en el país, la presentación de estas, sus fabricantes y distribuidores, así como sus principales características y parámetros que influyen y determinan su aplicación,

Cabe por último señalar que la información, indicación, o consejo que se expone, en relación con las propiedades, características, aplicaciones, concepción o utilización de los datos técnicos, sustancias y materiales citados, se realiza de buena fe, basados en las especificaciones técnicas que da cada fabricante y la respectiva bibliografía especializada, así como de experiencias recopiladas de varios compañeros y la del autor, los datos presentados pueden considerarse fidedignos y de primera mano, pero no es posible responsabilizarnos por daños o pérdidas de una errónea interpretación de procedimientos o formulaciones, e incluso debido a productos defectuosos.

El aprovechamiento industrial de ideas publicadas en el presente trabajo o derivadas de su contenido deben ser comprobadas por el usuario; cada uno, deberá realizar pruebas, antes de determinar si dicho material es el adecuado para el uso específico al que será destinado.

A lo largo del trabajo se citan marcas y productos, así como fabricantes y distribuidores; estos se mencionan únicamente como referencia definitivamente estos pueden ser sustituidos por otros productos de otros fabricantes similares, que sean destinados para la misma función y cumplan con la calidad de los recomendados.

Si el presente trabajo puede ser de ayuda para solucionar algún problema productivo, me habrá dado por satisfecho.

Gracias.

Atentamente:

Carlos F. Baez García

DISEÑADOR INDUSTRIAL+.

PRIMERA PARTE

ENTORNO TECNOLOGICO INDUSTRIAL

CAPITULO I-A

TECNOLOGIA Y SOCIEDAD INDUSTRIAL

«EL saber va engendrando tecnología y esta --para revertirse a la colectividad-- ha de materializarse en múltiples y distintas cosas, que serán otras tantas alternativas sobre las que podrá operarse esa selección natural que impone el uso.» (Andre Ricard) (Bib.#1)

La tecnología es esa parte del todo socio-cultural que gracias al trabajo hemos desarrollado y que ha venido es fuertemente criticada por los desajustes al medio ambiente (tanto al natural como al artificial), causados por los errores humanos.

A decir verdad, desde un punto de vista estrictamente neutral «En los diez mil años del tiempo histórico, el hombre ha mejorado sensiblemente sus condiciones de vida gracias a los avances tecnológicos.» (Bib.#1 p.93)

La técnica está íntimamente ligada al proceso evolutivo del hombre y lo ha acompañado desde el surgimiento de sus primeros implementos entrando en relación íntima con este por medio del trabajo, así en los tiempos primitivos «(De la observación atenta de una piedra desportillada, cuyo canto vivo solía herirle, el hombre intuyó el filo y desarrolló un modo para reproducir artificialmente este tallado: la técnica estuvo presente en la culminación de la primera herramienta.» (Bib.#1 p.93) ese modo de realizar o alcanzar ese objetivo se considera "técnica".

La relación que establece el hombre con su entorno por medio del trabajo permite estimular, por un efecto retroalimentativo, el desarrollo de su intelecto y de su habilidad manual; así pues, como dice F. Engels «El trabajo...es la condición fundamental de toda la vida humana, a tal grado que hasta cierto punto, podemos decir que el trabajo ha creado al mismo hombre.» (Bib.#1 p.1) La práctica intelectual coordinada con la actividad manual ha favorecido el desarrollo tecnológico.

Podemos entender en la actualidad que técnica es:

"Ese conjunto de procedimientos y recursos de los que se sirve el hombre para hacer la ciencia o el arte", para ayudar a perpetuar su especie. La técnica puede interpretarse como el modo de hacer determinada actividad, la habilidad desarrollada por la práctica



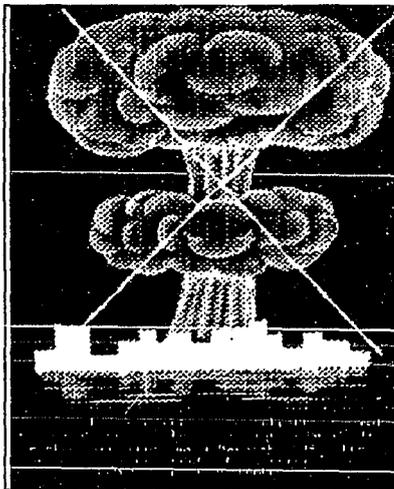
Fig. 1: La técnica ha estado presente desde la culminación de la primera herramienta hasta nuestros días.

constante, la sabiduría o conocimientos obtenidos en base a esa experiencia, etc. (Bib.#8)

Es necesario aclarar el papel de la tecnología dentro de nuestro contexto técnico, ya que esta palabra es utilizada comúnmente para designar otras áreas; para los objetivos del presente trabajo entendemos que: «La tecnología solo contempla el mundo de lo material y en consecuencia, lo que ella puede aportar a la cultura será siempre al nivel de la instrumentación práctica» (Bib.#1) p.94)

La tecnología es una fiel compañera del hombre y ha sido sólo éste el que ha hecho mal uso de ella, quien a menudo hace una desatinada aplicación de los beneficios que generan los grandes descubrimientos.

Es común que los beneficios generados por la tecnología en favor del bienestar humano sean manipulados por razones de imperialismo económico, hasta el extremo de pensar sólo en el beneficio de una minoría, incluso sin importar si se rompe el equilibrio con la naturaleza proveedora de los materiales que necesitamos para subsistir, causándole daño aún sabiendo que esto conduce



a la destrucción de la propia especie humana; sin embargo somos nosotros mismos los que aún sabiéndolo permitimos que continúe esta irracional situación.

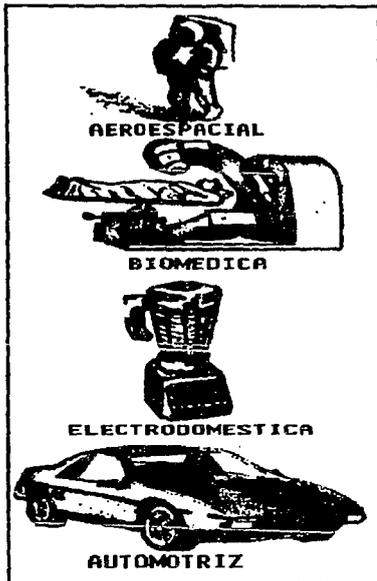
La tecnología no es culpable del mal uso que de ella se hace, ésta a lo largo de la historia ha compartido junto al hombre yerros y aciertos, nos encontramos en un momento clave para reorientar el falso camino que se ha tomado, por lo que es responsabilidad de todo ser humano encauzar la tecnología de una manera inteligente ya que, el progreso no puede detenerse, no puede actuarse en contra de las mismas leyes de la evolución, la misma naturaleza no lo permitiría; sin embargo como ya hemos dicho, se puede dirigir la tecnología para mantener el armonioso equilibrio del medio artificial que el hombre crea, con el medio natural.

En la actualidad observamos que la tecnología ha servido como instrumento o herramienta de dominio para la expansión de mercados; esto puede ser también como consecuencia de la misma revolución industrial y que, a partir de la segunda guerra mundial ha permitido que la invasión militar pase a segundo término, se observa que por razones económicas, ese dominio provoca la destrucción socio-cultural de los países invadidos y lo más grave es que uno de estos es México.

Basta con mirar alrededor o encender la televisión o el radio y nos veremos inundados de publicidad en la que nos señalan qué forma de comportamiento debemos adoptar, qué comer, cómo vestir, qué hacer, qué y cómo hablar, que comprar, etc., estamos bombardeados de una publicidad impuesta por los monopolios comerciales a tal grado que se pueden observar formas de conducta similar en todo el mundo, sin importar las raíces culturales que son destruidas por estas imposiciones socio-culturales ajenas que utilizan la tecnología como herramienta de dominio.

André Ricard en su análisis al respecto dice: «Una determinada tecnología, desarrollada por un determinado grupo étnico, por una sociedad de un determinado nivel cultural y psico-sociológico, no puede ser trasplantada, por razones de expansión económica, a otra sociedad, en la que las circunstancias de toda índole y la propia evolución cultural sean distintas ... La invasión tecnológica es sólo una parte de una amplia y brutal invasión que barre con las culturas autóctonas». (Bib.#1 p.98) . Es claro observar que lo más lamentable de aceptar trasplantes tecnológico-culturales es, precisamente la destrucción de nuestra propia cultura, sintiendo necesidades que no han surgido de una forma natural, sino han sido impuestas desde el exterior; esta invasión tecnológica que comienza por introducir necesidades ajenas, mediante bombardeos publicitarios, para consumir productos industriales que han rebasado el consumo regional y que son dirigidos a otros mercados sin realizar un análisis de las necesidades de esos nuevos mercados, imponiéndonos nuevas costumbres que no responden realmente

a las características de la población invadida y que finalmente terminan por contaminar esa región convirtiéndonos --o mejor dicho degradándonos-- en robots (o máquinas de consumo), terminando finalmente por dominarnos en todos los campos de la sociedad.



Así vemos como se ha pasado de una forma de invasión militar a una forma más eficaz "El dominio tecnológico", en la que la mayoría de los invadidos, no opone resistencia; en cuanto a la invasión militar ha pasado a ser una forma más de incrementar las ventas.

Las alternativas a ésta desviación y manipulación tecnológica pueden ser muchas y muy variadas, pero si duda alguna, una de las más convenientes, debido a los grandes beneficios que trae consigo, es "generar nuestra propia tecnología", esto no quiere decir que debemos cerrar los ojos a los grandes avances tecnológicos, ni tampoco encerrarnos en nuestro propio entorno sociocultural, tratando de comenzar a "inventar el hilo negro", comenzando desde "cero", por que, como se ha mencionado, no podemos parar el progreso sin embargo, siguiendo el consejo de André Ricard: «La tecnología es una aliada si, como los fármacos, tenemos la sabiduría de recetarlos sólo

aquella que necesitamos y en la dosis que podremos tolerar sin efectos secundarios». (Bib. #1 p.99)

Esto indica, prepararnos para adquirir y aprovechar la adquisición de tecnologías de vanguardia, para poder comprenderlas, analizarlas y hacer una apropiación tecnológica (válida y recomendada por la ONU), adaptando éstas a las propias necesidades de cada región actualizándonos en los nuevos avances y descubrimientos para así, poder generar la nuestra. Definitivamente, la falsedad de considerar a la tecnología como causante de nuestras desgracias, es una actitud negativa que debemos modificar, ya que en la misma técnica se encuentran las respuesta a todos los problemas que se le acusan, todo depende de que aprendamos a hacer un uso y control adecuado de ella.

Con la reflexión anterior deseo remarcar la importancia de generar nuestra propia tecnología, apegada a las propias necesidades que, mejor que nadie, nosotros mismos conocemos; pero ¿cómo poder comenzar a "aterrizar" estas reflexiones?, observemos esa infraestructura (máquina), adquirida en el extranjero, quitamos el miedo de descifrarlas aprovechando las soluciones tecnológicas a las que se ha llegado, ya que sus componentes y elementos siguen formados por una multitud de soluciones simples, de entendimiento muy accesible, que al actuar coordinadamente hacen aparentar una complejidad, de la cuál sólo su compleja organización puede maravillarnos.

Esta es una de tantas propuestas alternativas que pueden seguir nuestros empresarios y así, realizar un esfuerzo más por desarrollar "modos y formas de hacer las cosas" con nuestros propios recursos y adecuándolos a nuestras propias necesidades productivas lo que redundará en nuestro propio beneficio; debemos orientar nuestra actitud frente a la crisis e intentar «Reeducarnos», ya que actualmente el país dispone de gente muy capaz que necesita cambiar su actitud frente a la crisis; a esta altura es conveniente citar una frase de J. Piaget que menciona al respecto: « Para mí la educación significa formar creadores, aún cuando las creaciones de una persona sean limitadas en comparación con las de otra. Pero hay que hacer inventores, innovadores, no conformistas.». (Bib. # 34).

Las ilustraciones que se muestran, ejemplifican algunas manifestaciones tecnológicas contemporáneas; de entre ellas podemos destacar la automotriz, ya que ha marcado la pauta en el control de calidad de muchos otros productos.

1-A.2: BREVE PANORAMA HISTORICO INDUSTRIAL

Para los objetivos del presente trabajo, el enfoque que se le dará gira alrededor de la creación o diseño de objetos y, de la industria transformadora de materias primas en productos manufacturados principalmente.



El proceso de industrialización al igual que todas las cosas y fenómenos de este mundo, no puede separarse de

las leyes rectoras de la naturaleza tales como los procesos de evolución natural, es por eso que se observa un desarrollo gradual a través del tiempo que ha ido de lo simple a lo complejo; de la producción de las primeras y primitivas herramientas, a los robots computarizados de hoy en día. (Bib.#1).

Hacer un análisis histórico detallado de los sucesos acontecidos a lo largo de toda la historia sobre la industria, necesitarían una cantidad muy extensa de páginas y esa no es la intención de este trabajo, sólo quiero hacer una reflexión, dando el panorama general que dio pauta a la situación en la que se encuentra inmersa nuestra industria transformadora de materias primas (productora de bienes de consumo).

Se ha reconocido por investigadores relacionados con el tema que el hombre es un ser social por naturaleza, esto ha favorecido su desarrollo en muchos campos, sin embargo, en un principio él mismo, como usuario primitivo, fabricaba sus toscas herramientas y utensilios de acuerdo a las necesidades que él mejor que nadie conocía. (Bib.#1)

Con la división natural del trabajo, hombres, mujeres, niños y ancianos se dedicaron a ciertas actividades específicas, que podían ser desarrolladas en base a la capacidad de cada uno y esto permitió un aumento en la productividad, el cual propició la generación de un tiempo libre que aprovechó para dedicarlo al mejoramiento de su condición de vida, a la realización o mejoramiento de su equipamiento, herramientas y utensilios. (Bib.#2)

Con el surgimiento de la agricultura y el paso al sedentarismo se produjeron nuevas formas de organización, lo que provocó un aumento en la productividad de la comunidad mejorando las condiciones de vida; al verse liberado de la presión constante del hambre, pudo dedicar más tiempo a las actividades artísticas y culturales, también mejoró su equipamiento (objetos de uso tales como utensilios y herramientas), junto con los procesos para producirlos. (Bib.#2)

El hombre se dio cuenta que podía y le gustaba realizar mejor una actividad que otra dentro de la comunidad y, comenzó a delegar responsabilidades naciendo así la división técnica del trabajo; con esto se consigue mejorar tanto la calidad de los productos como sus procesos de producción y aumentar la productividad

provocando cierto excedente que era intercambiado entre los mismos miembros de la propia comunidad o con comunidades vecinas; esto también favorecía el intercambio de conocimientos técnicos.



El aumento cada vez mayor de la población, la cada vez más compleja estructura social y la diversificación de actividades, provocó entre otros fenómenos, el surgimiento de las ciudades y dentro de ésta, la especialización de espacios para desarrollar actividades específicas, uno de estos, generalmente el más concurrido era la plaza donde se acudía a realizar el intercambio de unos productos por otros, así todos podían obtener los productos que no producían. (Bib. #2)

La economía de México, hasta antes de la conquista estuvo basada en el trabajo de la tierra, en los tributos que pagaban pueblos esclavizados por las guerras y, en el intercambio comercial de una comunidad con otra.



En el caso de Europa, se desarrolló el comercio, nacieron los comerciantes o mercaderes que propiciaron el desarrollo de una mercancía universal (el dinero) y, provocaron un desarrollo en todos los niveles tanto tecnológicos como sociales y culturales; así también todos estos fenómenos facilitaron el surgimiento de lo que se conoce con el nombre de la "«Revolución Industrial»", factor muy importante en la historia de la evolución industrial, debido a que marca la pauta de la mecanización del trabajo y la producción masificada o seriada de objetos.

Los comerciantes que en un principio propiciaron la revolución industrial, en su afán por incrementar su riqueza establecieron conquistas buscando nuevos mercados --o sea, compradores de productos--, así invadieron otros países provocando el nacimiento de colonias. (Bib. #4)



A la conquista le siguió la destrucción e imposición de nuevas costumbres, se destruyeron tradiciones y se impuso una nueva cultura, producto de la fusión de ambas. Este esquema que marca el rompimiento de un proceso productivo y el surgimiento del expansionista capitalismo industrial, trajo consigo cambios radicales y violentos que no se habían presentado en ninguna época histórica anterior; se puede observar desde esta época la adopción y tendencia hacia un comportamiento general de consumo en diferentes regiones del mundo.

En México y en la mayoría de los países latinoamericanos, debido a que eran colonias, el desarrollo industrial no siguió la misma ruta que siguieron los países colonizadores tales como Inglaterra, Francia, España, etc., la industria que se desarrolló fue solamente dirigida a las empresas extractoras de materias primas, que eran trasladadas a los países colonizadores,

en donde se transformaban en productos terminados que posteriormente eran vendidos en sus mercados (las colonias), con lo que se cerraba el ciclo. Esto provocó que el desarrollo industrial y los progresos tecnológicos se concentraran en sólo ciertos países. (Bib.#4)

Con la independencia de las colonias, tardemente se emprende el camino hacia su consolidación económica, se comienza su planificación para fincar las bases de su desarrollo industrial y cultural como países independientes.

En México, a raíz de la independencia, la situación era deplorable; la mayoría de la población era analfabeta, desnutrida, un pueblo empobrecido por el saqueo de sus riquezas y un desarrollo industrial casi nulo sobre todo en las empresas transformadoras de materias primas. (Bib. #4)

Para estudiar el desarrollo industrial capitalista contemporáneo y los fenómenos evolutivos que han surgido después de ese primer cambio radical en la producción de bienes materiales, muchos autores han tomado como modelo de referencia el «caso norteamericano» (que en E.U. se desarrolla a raíz de la guerra civil), debido a su carácter instrumental y fundamental por que muestra las tendencias generales del capitalismo industrial-empresarial del siglo XX; por lo que es de valiosa importancia para comprender la situación industrial contemporánea de nuestro país; a continuación mencionamos los rasgos más representativos. (Bib. #6)

En este modelo se observan claramente los fenómenos de la transformación del proceso de trabajo, cuya importancia se adquiere a partir de la denominada "segunda revolución industrial" (ésta, según los economistas, comienza en la segunda mitad del siglo XIX y se prolonga hasta nuestros días) (Bib.#6).

Después de la primera transformación radical de la producción (Revolución Industrial), el primer fenómeno o distintiva del proceso de trabajo que acelera el desarrollo industrial de esa época es, «la aplicación de los principios del "TAYLORISMO" fundamentados en el principio mecánico, que encuentra su conclusión lógica en la organización del trabajo en equipo y, que unifican todas las reglas de organización para reducir los "tiempos muertos" de la jornada de trabajo, mediante la imposición de estudios sobre "tiempos y movimientos", para optimizar la "norma de rendimiento"; éstos principios se expandieron más tarde por todo el mundo. (Bib.#6)

En nuestro país, los principios del taylorismo fueron introducidos tardíamente y cuando sucede esto, los

empresarios mexicanos no hacen esfuerzos por actualizar su infraestructura que, con el paso del tiempo cayó en la obsolescencia. "El fordismo desarrolla la mecanización del trabajo, eleva la intensidad, incrementa radicalmente la separación entre el trabajo manual y el intelectual, hace depender fuertemente al colectivo de trabajadores de la ley de acumulación y, enfrenta al progreso científico con los trabajadores, convirtiéndolo en una fuerza al servicio de la permanente expansión del valor" (Bib.#6).



En busca por incrementar sus ganancias —o sea lo que se conoce como plusvalía— y como respuesta y superación a las limitantes del "Taylorismo", surge otro fenómeno de gran importancia en la vida industrial: "EL FORDISMO" que es "el principio de una articulación del proceso de producción y del modo de consumo", que instaura la producción en masa clave de la universalización del trabajo asalariado, que se caracteriza por la cadena de producción semiautomática —aproximadamente por los años veinte en los E.U.—, y propicio el desarrollo del plusvalor relativo, que consiste básicamente en obtener la ganancia mediante el perfeccionamiento continuo de sus



instrumentos de trabajo (la maquinaria). (Bib.#6).

¿Para qué las reflexiones anteriores?, pues bien estos fenómenos tecnológicos acontecidos en el país vecino se presentaron también en muy variadas regiones del mundo, con un mayor o menor grado de desarrollo, lamentablemente en la industria mexicana se presentaron tardemente, en mínimo grado o definitivamente en muchos estados no se desarrollaron.

En México con los diferentes intentos por industrializarlo, se propició la entrada de capitales extranjeros, introduciendo tecnologías que si bien en otros países fueron generadas bajo un proceso evolutivo normal, al llegar e implantarlas en una región en donde no se ha recorrido el camino para generarlas, provocan un desajuste social y cultural que es el que observamos hoy en día.

Con la entrada y trasplante de sistemas productivos que no respondían a características propias de la región (sobre todo de los medios de producción), copiando tecnologías desconocidas tal vez por que esto era más sencillo que autodesarrollarlas, utilizando formas probadas en otros países (estos con diferentes características); se fueron implementando nuevos establecimientos industriales en ciertos puntos estratégicos del país, que más tarde, concentraron una muchedumbre de trabajadores al rededor de las fábricas y comercios, ocasionando sobrepoblación de las ciudades y nuevos problemas de urbanismo, etc., etc..

Llegamos así a los años actuales en los que se observa: 1) que se arrastra el vicio empresarial de adquirir bienes de producción del extranjero (y cuya gravedad está en que no se analizan, estudian y generan dentro del país); 2) falta de una buena planeación que

pueda conducir a una consolidación económica; 3) un creciente endeudamiento casi impagable y una industria mexicana dividida en Grande, mediana, pequeña y microindustria de las cuales las más afectadas son la mediana y pequeña industria.

Sumado a esta situación, en los últimos años se dio una apertura fronteriza al comercio internacional lo que provoca que se tenga que competir con productores internacionales que poseen alto desarrollo tecnológico y una gran experiencia en el mercado internacional.

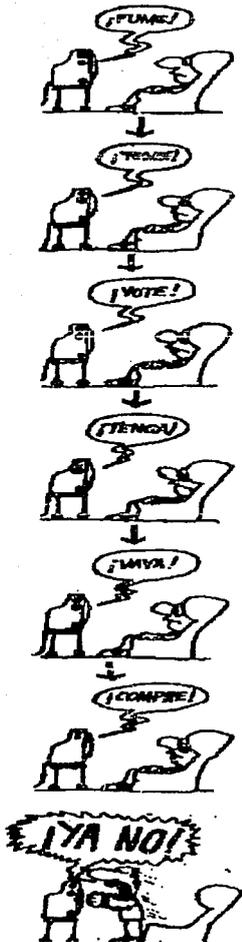
El nivel tecnológico con el que enfrentamos esta nueva situación (tan sólo en la industria del plástico tiene un retraso de 25 años (Bib.#7), agrava la situación de los empresarios nacionales; sobre todo la pequeña y mediana industria que se encuentra poco desarrollada, en gran parte subsiste el proceso de producción Taylorista.

El control de calidad de los productos nacionales, en términos generales es menos riguroso que los que se aplican en otros países y cuyos productos se encuentran compitiendo en el mercado nacional. Sumado a lo anterior existe cierta predisposición de los consumidores nacionales de adquirir los productos extranjeros.

Podríamos seguir caracterizando y hablando de mucho más fenómenos actuales, sin embargo considero que con esto podemos darnos una idea de "cómo" surge la industria transformadora de materias primas en objetos de uso, el camino que ha seguido y las diferentes rutas que ha tomado hasta llegar a la situación industrial mexicana.

Finalmente esa es la posición de nuestra industria, para lo cual debemos tomar una actitud que nos permita ir adaptándonos a las cambiantes circunstancias actuales, tratando de desarrollar tecnologías propias según las características de cada región o industria en particular, buscando alcanzar en los productos obtenidos un mejor funcionamiento, uso y mejoramiento de la producción con un control de calidad más estricto que nos permita ser competitivos con las industrias extranjeras.

I.A.3 : NOTAS SOBRE SOCIEDAD INDUSTRIAL Y CONSUMO



Actualmente vivimos en lo que se denomina "la sociedad industrial" en la que se presentan muchos y muy variados fenómenos, que para poder detallarlos exigen de un análisis más profundo, sin embargo para los objetivos del presente trabajo, sólo citaremos algunos fenómenos que de alguna manera relacionan los "Monopolios Industriales" con el comportamiento de los usuarios o consumidores.

Recordemos que la producción de objetos, durante toda la edad media y hasta fines del siglo XVIII, se realizaba en el taller artesanal que, generalmente consistía en: un maestro, varios oficiales y algunos aprendices; éstos colaboraban para producir con sus herramientas las mercancías.

Al incrementarse los mercados, se requiere de una producción más rápida para satisfacer el creciente consumo. El primer paso fue la reunión de muchos talleres artesanales en las "manufacturas", que facilitaron la división del trabajo para después sustituir a un trabajador o grupo de ellos por una máquina que realizaba el trabajo más rápido y muchas veces mejor.

Los fenómenos ocurridos a raíz de la revolución industrial hacen una serie de transformaciones sociales.

En la sociedad industrial contemporánea se han perdido las cotas del artesano como responsable de la elaboración y mejoramiento de los objetos que el hombre necesita para satisfacer sus necesidades; las raíces del fenómeno se observan ya desde la propia etapa feudal, pero se reconoce que la producción en masa o seriada de objetos comienza con la misma revolución industrial a finales del siglo XVIII.

En la sociedad Industrial contemporánea la satisfacción de necesidades por medio de objetos o productos tiene otro principio, la necesidad no es detectada por los propios usuarios, si no que ha pasado a ser una constante, la creación de necesidades impuestas (auxiliándose principalmente de los medios de comunicación), en la que las personas son rebajadas y vistas como simples consumidores o compradores de mercancías olvidándose de sus verdaderas necesidades.

Se crean innecesarias y falsas necesidades de las que luego acabamos por depender; haciendo del hombre civilizado un esclavo de lo superfluo.

En la sociedad industrial se diseña para una colectividad gigantesca, en la que se toma un usuario prototipo donde las dimensiones de éste están dadas por gráficas o tablas tomando su comportamiento como estandarizado.

La producción de objetos se enfoca hacia las oportunidades de mercado, donde los especialistas en los estudios de éste, muchas veces son los que determinan que se debe fabricar y hasta cómo fabricarlo.

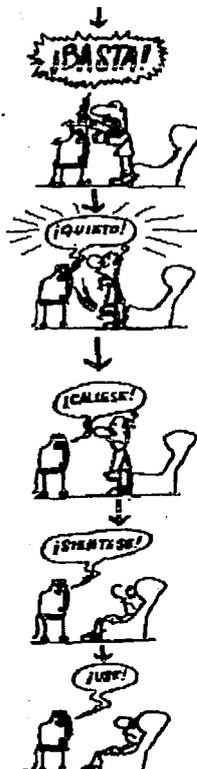
La industria parece estar enfocada a la producción masiva, mas que dedicarse a la producción que verdaderamente respondan a las necesidades del lugar o la región.

En la "sociedad industrial mexicana" existen variados monopolios internacionales que paradójicamente, siendo una gran minoría, poseen tecnologías productivas especializadas y muy desarrolladas, que se encuentran en renovación constante, quizá por lograr la ganancia (o plusvalía) extraordinaria que permite la vanguardia tecnológica.

Mauro Rodríguez Estrada menciona que: la situación para los países del «Tercer Mundo» es muy crítica «sufriremos un pavoroso colonialismo cultural, nuestra tecnología es descaradamente extranjera, nuestra ciencia es eco de los Estados Unidos, Alemania, Francia y Japón. Basta con ver las bibliografías que se ofrecen en cualquier carrera universitaria. Nuestras corrientes artísticas, salvo honrosas excepciones, llevan el sello de lo importado. México es el país del mundo que más dinero paga al año por concepto de regalías... Nuestra industria sufre por que la mayoría de los insumos necesarios para la producción se adquieren en el extranjero. No nos preocupamos de ser autosuficientes y los vaivenes de la economía internacional - y la pavorosa deuda exterior- han arrastrado a muchas empresas a la quiebra.... ¿No es triste ahogar nuestra creatividad en aras del culto a los modelos extranjeros? ¿No se impone una reacción?» (Bib. # 35).

«El hombre mexicano, se ha caracterizado por ser conformista y rutinario, por que secularmente, ha sido manejado, programado, tutelado y manipulado. Es un secreto a voces -por poner un ejemplo- que en comparación con Estados Unidos, Japón o Alemania, México destina cantidades mínimas de su presupuesto a la investigación. Hemos vivido resignados al borreguismo y al colonialismo cultural». (Bib. # 34 p. 12)

Nuestra sociedad mexicana moderna, que se caracterizó por el trío «líder dictatorial, seguidores pasivos, masa acrítica» (Bib. # 34 p. 11), ya no es la solución a



CREACION DE NECESIDADES SUPERFLUAS Y MANIPULACION DE LA MASA ACRITICA

BIBLIOGRAFIA # 36. PAGINA 25

los cambios modernos que han llegado a adquirir mayor aceleración; se hacen necesarias mejores adaptaciones que respondan a los más frecuentes y difíciles cambios.

Por mencionar un ejemplo, esos monopolios industriales, generalmente caracterizados por la "gran industria", por estar demasiado especializada (incluso con la utilización de autómatas), su operatividad y funcionamiento se encuentran restringidos.

Gran cantidad de la materia prima que consumen estas empresas, es adquirida en otros países, incluso su maquinaria muchas veces consume sólo ciertas materias con propiedades muy específicas, lo cual aumenta su dependencia y disminuye su operatividad.

Si bien este tipo de empresas aporta beneficios económicos al país, es también importante reconocer que atrofian en gran medida el desarrollo industrial local. (este punto podrá entenderse mejor por las razones que se expondrán en el siguiente tema de este capítulo).

La pequeña reflexión anterior sobre la sociedad industrial y el papel que juegan los "colonizadores industriales", en el manípulo social mexicano, tiene por objeto poner en evidencia la degradación del hombre civilizado en máquina de consumo anteponiendo, los intereses de los grandes monopolios industriales.

Es evidente que necesitamos introducir soluciones a este tipo de problemas que se vive en nuestra sociedad, se necesitan introducir cambios radicales tanto en el comportamiento de los usuarios consumidores, como de los fabricantes y comerciantes; igualmente debemos modificar la concepción de los principios productivos e ideológicos del país, con el fin de propiciar un desarrollo más armonioso entre las cosas materiales y "el hombre".

Sabemos que con la apertura comercial, actualmente se encuentran en el mercado nacional una mayor diversificación de mercancías; la presión de la competencia obliga a los empresarios a buscar nuevos productos y nuevos servicios cada día mejores. A esta altura conviene señalar que el diseño industrial por las mismas características que presenta esta disciplina, es una herramienta eficaz para el logro de éstos objetivos.

No podemos terminar este análisis sin la aportación de algunas posibles soluciones a esta situación; es evidente que el problema es muy complejo, pero ¿por donde comenzar? siento que el punto de partida es lograr un cambio de actitud hacia la formación de seres inquietos no conformistas, que busquen su autodesarrollo a través del valor y de la audacia y de la aceptación de correr riesgos. Después pueden venir todas las soluciones posibles.

Es necesario que los empresarios mexicanos tomen una actitud más abierta e independiente en el pensar y el actuar, siendo más perceptivos, más intuitivos, flexibles, espontáneos, imaginativos y tolerantes ante la ambigüedad, sensibles a los valores estéticos y seguros tanto de sí mismos como del personal productivo con el que cuentan; de otra manera la situación se tornará más

difícil.

Dejando expresa y abierta esta necesidad de cambio, analizaremos un poco más profundo, el papel de la industria nacional mexicana.

I-A.4: ACERCA DE LA INDUSTRIA NACIONAL:

Se entiende por industria al «conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales», ésta definición también se extiende al establecimiento dedicado a tales operaciones y, que en la actualidad es muy común utilizarla cuando se habla de los establecimientos de una región o un país. (Bib.#14)

Existen variadas formas para definir y diferenciar a las industrias, sin embargo es difícil establecer un criterio general de definición por eso, es posible encontrar criterios basados en: activos fijos, millones de ventas anuales netas, capital contable, etc.

Para efectos del presente trabajo, utilizaremos la clasificación establecida en el Diario Oficial e la Federación, fecha diciembre 2, 1988, en la que la clasificación de la industria se hace en función del número de empleados y de ventas netas Bib. #10:

TAMARO	CODIGO	PERSONAS	VENTAS ANUALES MILLONES DE \$
MICRO	0	- hasta 15	hasta 300
PEQUERA	1	- hasta 100	hasta 3400
MEDIANA	2	- hasta 250	hasta 6500
GRANDE	3	- más de 250	más de 6500

Fuente Bib. # 10

Para aclarar la situación de la industria nacional, es conveniente establecer una segunda clasificación, derivada de esta primera y que es, «La gran industria» minoritaria en nuestro país y, «La pequeña industria, o industrias de baja magnitud» comprendidas por (micro, pequeña y mediana), ya que se ha establecido una marcada diferenciación entre los rasgos de aquella y éstas; en términos generales se han logrado establecer los principales rasgos que diferencian un sector de otro con el objetivo de dar prioridades en la consolidación económica del país.

Las investigaciones de la SECOFI han puesto al conocimiento público, algunas razones de importancia estratégica para el desarrollo y fortalecimiento económico del país, estas muestran que la industria de baja magnitud:

- + Posee flexibilidad operativa y capacidad de adaptación a nuevas tecnologías, igualmente, es apta para integrarse en procesos productivos de grandes unidades y requieren de menor tiempo de maduración en sus proyectos.

- + Aprovecha materias primas locales y promueve el desarrollo regional, especialmente en ciudades de tamaño reducido y medio.

- + Es una instancia para la formación de empresarios así como para la canalización del ahorro familiar y excedentes generados a nivel regional.

- + Capacita mano de obra de escaso o nulo nivel de calificación previa.



Figura: arriba se muestra el porcentaje estimado del total de establecimientos industriales, según datos de CANACINTRA 1976.



+ Genera mayor ocupación por unidad de capital invertido.

+ Presenta una menor dependencia relativa del exterior, ya que aprovecha en menor grado: recurso, maquinaria, equipo y ahorro doméstico.

+ Constituye un elemento de equilibrio en los mercados al alentar la competencia, lo que beneficia al aparato productivo y al consumidor.

+ Significa una alternativa para el desarrollo de empresas del sector social. FUENTE Bib.#13

La pequeña y mediana industria es primordial para el

desarrollo económico nacional, ya que del total de los establecimientos industriales del país representa el 99%, genera más del 42% de la producción total, contribuye con el 40% del valor agregado y ocupa alrededor del 55% de la mano de obra fabril del país; (esto se puede observar en el cuadro I).

ESTABLECIMIENTOS TIPO:	NUMERO	PERSONAL OCUPADO	VALOR PRODUCCION AGREGADO
PEQUEÑAS	97.4	54.5	23.5
MEDIANAS	1.6	16.9	19.0
GRANDES	1.0	45.4	67.4
			22.5
			18.0
			59.4

Fuente Bibliografía # 13

Tan sólo en la zona metropolitana (México y el D.F.), del total de industrias de esta región el 97% lo constituyen las industrias de baja magnitud; (el 33.1 % del total nacional (Bib.#12)); lo que quiere decir que tan solo el 3 % corresponde a la gran industria; como se observa en el cuadro II (Bib.#12)

Estos datos arrojan cifras impresionantes de donde se puede observar que las industrias más numerosas del país tan sólo cuentan con el 35% de activos fijos (como maquinaria por ejemplo) y que la gran industria a pesar de ser el 1% del total, tiene el 65% de esta infraestructura; de lo que se desprende que en la pequeña y mediana industria se esta produciendo con muy poco recurso instrumental (máquinas transformadoras); razón por la cual es difícil establecer un mejor control de la producción.

Es posible que este fenómeno se originó, por que en el país nunca se le dio la importancia que debiera a la consolidación de empresas productoras de bienes de capital; se adquirieron los medios de producción en su mayoría del extranjero, sin embargo lo grave del asunto no es haberlas adquirido así sino, el no haber aprovechado la oportunidad de generarlas a partir de esto, ya que, cuando se adquiere una máquina de países industrialmente más desarrollados, automáticamente se están adquiriendo sus soluciones y secretos tecnológicos, quedando tan sólo el descifrarlos, analizarlos y ver que se puede generar con nuestros recursos, esto es adaptarlos, y hacer una apropiación tecnológica de acuerdo a nuestras propias necesidades. En

la actualidad debido a la apertura comercial, puede existir un intercambio tecnológico favorable, ya que, se pueden incorporar a nuestro sistema productivo, una serie de tecnologías novedosas que pueden ofrecer grandes ventajas y, con esto poder subsanar un poco la deficiencia en esta área.

CUADRO II
PORCENTAJE DE PARTICIPACION DE LA
INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA EN EL
SECTOR MANUFACTURERO

TAMARO (1)	ESTABLECIMIENTOS	PERSONAL OCUPADO	VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION	ACTIVOS FIJOS
MICROINDUSTRIA	90	17	6	4
INDUSTRIA PEQUEÑA	8	21	18	14
INDUSTRIA MEDIANA	1	17	19	17
GRAN INDUSTRIA	1	45	57	65

(1) basado exclusivamente en el factor empleo.

FUENTE: X Censo ind. 1976 S.P.P.

Continuando con el análisis de las investigaciones de la SECOFI, las cifras anteriores definen claramente cuál es el sector de la industria que demanda prioridad y, idóneo ! dirigir nuestros esfuerzos para apoyar y propiciar su desarrollo; esto repercutiría directamente en la consolidación económica nacional, ya que la mediana, pequeña y microindustria abarcan el 99% del total industrial anteriormente señalado.

Es necesario sin embargo para tener un conocimiento más apropiado de este sector, conocer sus problemas estructurales y coyunturales:

«Frente a la tendencia de crecimiento del aparato industrial del país en las últimas décadas, la industria mediana y pequeña ha venido acumulando problemas que limitan tanto su desarrollo como su generación de excedente económico y su óptima contribución a los fines del proyecto nacional.»

Por lo que se refiere al aspecto operativo que caracteriza a las industrias de baja magnitud, cabe destacar principalmente:

+Inestable y oneroso acopio de insumos, derivado de la necesidad de acudir a detallistas en virtud de los escasos e irregulares volúmenes de demanda, así como dificultad para la adquisición de maquinaria, equipo y

refacciones.

+Sub-utilización de la capacidad instalada, causada por la obsolescencia de las tecnologías aplicadas, la escasa posibilidad de programar la producción y el acceso limitado a los servicios de ingeniería y consultoría

+Bajo nivel de desarrollo tecnológico.

+Administración poco actualizada y sistematizada, que conduce a dificultades para evaluar resultados y aplicar métodos modernos de costo, producción y mercadeo.

+Carencia de personal tanto técnico como administrativo suficientemente calificado para asimilar nuevos procesos de producción.

+Limitado uso de los apoyos e incentivos que ofrece el sector público, originado por insuficiente información, complicada tramitación y centralización administrativa.

Adicionalmente, el funcionamiento del mercado ha restringido paulatinamente la participación de la industria mediana y pequeña en la demanda interna y ha impedido su incorporación regular a la exportación.

Algunos de los principales problemas que enfrenta

son:

+Dificultad en el acceso a recursos crediticios resultante de una estructura generalmente débil, que las obstaculiza para ofrecer las garantías requeridas.

+La tendencia a la concentración de la oferta en diversas ramas industriales, en un número reducido de empresas, lo que se traduce en ocasiones, en condiciones difíciles para los productores pequeños.

+La insuficiente articulación entre la gran industria y las pequeñas y medianas, sumando a esto la preferencia de las grandes unidades a integrarse verticalmente, lo cual conduce, por una parte, a un escaso grado de integración industrial y por otro, a que aquéllas canalicen sus compras al mercado externo, limitando el desarrollo de las empresas del subsector por el desconocimiento de sus posibilidades para la producción.

+Imposibilidad de negociar y cumplir las condiciones establecidas por las cadenas de distribución y mayoristas, debido a sus pequeños volúmenes de producción.

+Débil estructura promocional y publicitaria.

+Limitada capacidad para concurrir a los mercados de exportación, debido a la irregularidad en volumen y calidad de sus productos, así como a su débil estructura de comercialización y la complejidad de los trámites.>>

FUENTE: Programa para el desarrollo de la industria Mediana y Pequeña SECOFI.

La difícil situación económica por la que atraviesa el país, afecta a las industrias de baja magnitud en renglones fundamentales, manifestada en abatimiento de la demanda (sobre todo de productos nacionales), escasez de materia prima, falta de divisas, descenso de la capacidad de pago y en limitaciones del mercado financiero. (Bib.#12)

Con el análisis anterior, tenemos un panorama general sobre nuestra industria y podemos visualizar aquellas áreas que demandan mayor apoyo técnico-productivo.

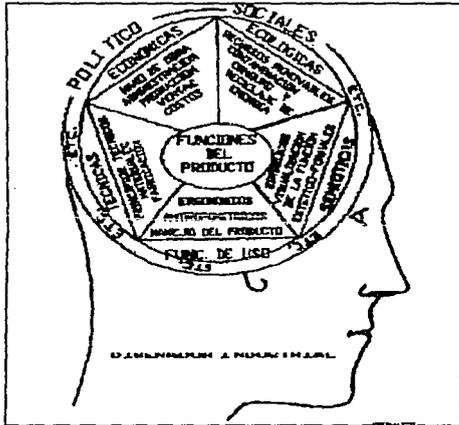
Por las razones anteriormente expuestas, este trabajo está dirigido a apoyar básicamente el desarrollo de la «pequeña y Mediana Industria».

CAPITULO I-B

DISEÑO E INDUSTRIA NACIONAL

I-B.1: EL DISEÑADOR Y SU PARTICIPACION EN LA INDUSTRIA NACIONAL

Hablar del diseño industrial implica hablar por un lado, del diseño entendido como la configuración de las cosas —principalmente objetos cuyo uso implique una relación directa con el hombre.— y por otro, de la adaptación de éste a nuestra condición industrial.



Se entiende por "DISEÑADOR INDUSTRIAL" al profesionista que interpreta y sirve a aquellas necesidades humanas que pueden ser cubiertas dando forma a productos y servicios. La función de esos productos y servicios es la de ayudar al hombre en el mejor disfrute del entorno que él mismo crea...su responsabilidad es determinar formas integradas entre los componentes del servicio, coordinando las exigencias de la técnica, la fabricación, distribución y, especialmente las del uso por el hombre. Bib.#1. El trabajo del diseñador industrial esta determinado por la industria para la cuál trabaja y persigue desarrollar productos que durante su funcionamiento, se encuentran en relación directa con el usuario, ya sea físico o psicológicamente (o ambas), coordinando los diferentes elementos y factores que intervienen en su concepción y desarrollo, teniendo presente sobre todo los aspectos semióticos y técnico-productivos.

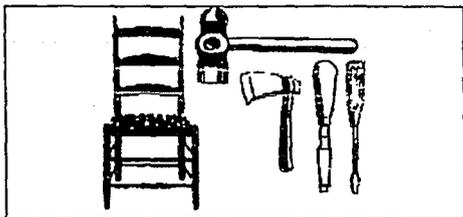
Aclaremos algunos puntos entorno a la terminología

utilizada en ésta disciplina: conviene recordar que de acuerdo a su definición «industria» también significa «Mafia, destreza, habilidad o ingenio con que esta hecha una cosa.» (Bib.#14); por ésta razón para nuestro contexto, el hablar de diseño industrial no es hacer referencia exclusiva a la producción seriada de productos industriales; si bien, esto es una cualidad deseable de nuestra disciplina, la producción en serie responde al tipo de producto de que se trate y de la demanda estimada de la producción; así entonces hablar del producto de trabajo del diseñador industrial puede implicar desde un sólo objeto hasta miles de ellos, desde una producción limitada hasta la gran producción en serie de productos de consumo masificado.

Existe también cierta confusión dentro del campo del diseño, al hacer referencia a los productos, por esta razón y sin pretender llegar a una clasificación de estos (que sería de mucho interés), intentaré aclarar y reflexionar sobre ciertas palabras muy usadas en nuestro contexto: el término «cosa» muy usado para designar una multitud de factores y fenómenos, en nuestro contexto debemos entenderlo como las «estructuras tangibles de factura (hechura) humana» que abarcan todo el vasto y muy diverso parque de artefactos antropógenos [del latín arte factus: «hecho con arte», (siendo arte virtud, disposición, habilidad e industria para hacer alguna cosa.) y, antropo-: hombre y -geno: engendrar]; así, de aquí en adelante, al mencionarlas nos estaremos refiriendo a todas esas estructuras tangibles creadas por el hombre. (Bib.#1) las cuales incluyen objetos, máquinas, etc.

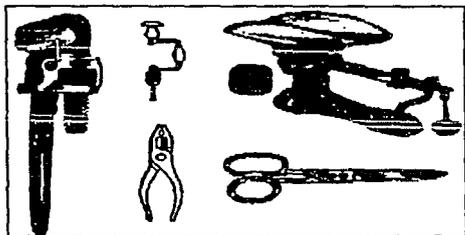
Las cosas son entidades materiales individuales que abarcan de lo más ínfimo a lo más inmenso, del objeto sagrado a la herramienta, de la obra de arte (única al producto industrial masificado) (Bib.#1).

En cambio los "objetos", forman un grupo de artefactos poco complejos, cuya función/útil, suele evidenciarse en la propia forma y en los que la participación del usuario es decisiva; estos se pueden clasificar en "simples" (aquellos que, formados por uno o varios elementos y materiales, no contienen ningún dispositivo mecánico y actúan como un todo monolítico por ejemplo peine, pinzas, etc.) y articulados (aquellos estructurados como un conjunto de piezas, con distintas formas y/o materiales que, en acción combinada, ejercen



EJEMPLOS DE OBJETOS *SIMPLES

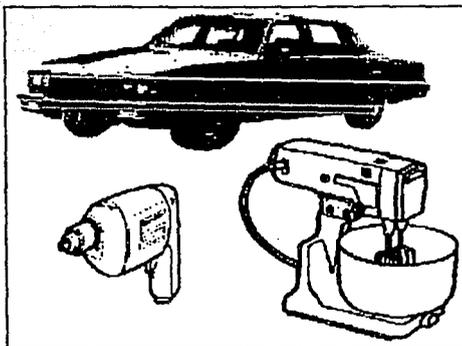
cierta función; por ejemplo balanzas, tijeras, etc.). Bib.#1, en la concepción y producción de objetos tanto simples como articulados, el diseñador tiene la mayor libertad de acción.



EJEMPLO DE OBJETOS ARTICULADOS

Cuando los objetos han traspasado la barrera de lo elemental y se hacen más complejos, son denominados "máquinas" a los cuáles se les define como: un sistema estructurado en el que confluyen coordinadamente múltiples acciones, paralelas o consecutivas para el logro de un resultado (Bib.#1)". Estas a su vez pueden dividirse en participativas (aquellas en las que el hombre a pesar de una alta componente técnica puede aún participar en su manejo) y pasivas (aquellas en las que, después de haberlas puesto en marcha, todo se limita a ser un simple espectador de su actuación), aquí la labor del diseñador tiene menos libertad de acción.

Ahora bien, cuando se menciona la palabra «producto», Marx nos dice que es: «el objeto final creado en el proceso de trabajo», ... en general todo producto representa un valor de uso. (Bib.#11)», este término más general que el de «cosa», incluye tanto a lo intelectual como a lo material; pero en este contexto (al menos que se especifique otra cosa), siempre que se refiera a producto, se estará haciendo referencia a los artefactos



EJEMPLO DE MAQUINAS PARTICIPATIVAS QUE AUXILIAN AL HOMBRE SIN SUSTITUIRLE

antropógenos obtenidos como resultado del trabajo de diseño, definidos anteriormente y que pueden ser objetos o máquinas. Ahora bien, el diseñador industrial como configurador de productos juega un papel fundamental dentro de la industria sobre todo la manufacturera.

El haber reflexionado sobre los conceptos anteriores es con la finalidad de unificar un mismo lenguaje técnico, para poder referirlo a nuestra situación industrial.

El campo de acción del diseñador industrial se encuentra básicamente en aquellas industrias dedicadas a la transformación de materias primas en productos terminados, también conocidas como industria de la transformación, principalmente la manufacturera.

La experiencia industrial de otros países y del nuestro, ha enseñado que, para que un producto tenga éxito en el mercado deben coordinarse y equilibrarse 3 factores: (Bib.#18 y # 25).

+DISEÑO FUNCIONAL,

+MATERIA PRIMA OPTIMA Y

+PROCESO DE MANUFACTURA ADECUADO.

El diseño Industrial es una disciplina cuyo campo de acción tiene mucho que ver con los tres factores, siendo su especialidad la concepción y configuración de los productos.

Pese a las enormes críticas hechas a esta profesión, provocadas por las desviaciones de esta disciplina que tratan la "forma por la forma", en el proceso productivo juega un papel determinante, ya que se ha demostrado la repercusión social que posee ésta, por considerarse a los objetos como expresiones del comportamiento del hombre.

El proceso de diseño que se sigue en la generación de los objetos, no varía mucho de los utilizados tanto en la Ingeniería, como en otras áreas relacionadas con el diseño y producción de bienes materiales; éste proceso ha sido preocupación de muchos diseñadores que, en las últimas décadas han intentado poner al descubierto los principios sobre los cuales se basan las disciplinas creativas y, se esfuerzan por profesionalizar cada vez más esta actividad.

Actualmente, pese a que cada región del país posee características particulares, es posible generalizar los principios y etapas globales por las que atraviesa el diseñador durante el proceso de diseño, los cuáles deberán ser adaptados a las posibilidades y recursos de cada región. (Este tema es abordado en el siguiente capítulo).

Con una sólida formación profesional, el diseñador industrial puede efectivamente aportar valiosa ayuda en la solución de los problemas que enfrenta nuestra industria mayoritaria, principalmente hoy que con la "Modernidad" se han abierto nuestras fronteras al comercio internacional y esto ha provocado cierta situación de inseguridad por parte de los pequeños industriales, al tener que competir contra productos extranjeros, lo que obliga al mejoramiento de la calidad de nuestros productos y a la optimización de nuestros recursos.

¿Cómo puede ésta disciplina apoyar a este importante sector industrial?, ¿sobre todo a la industria de baja magnitud?; sin pretender hacer aparecer al diseño como "panacea industrial", el diseñador coordinado con el grupo interdisciplinar o miembros de la industria, puede colaborar de la siguiente manera:

1) Debido a la dificultad para la adquisición de maquinaria, equipo y refacciones, al integrar un «Diseñador Industrial» tendrían la posibilidad de diseñarla de acuerdo a sus recursos, instrumentar y sustituir importaciones de refacciones, ya que en términos generales su maquinaria y equipo de producción son sencillos; la apropiación tecnológica es un campo factible para éste.

2) Con la incorporación de un «Diseñador Industrial», podría programarse la producción debido a sus conocimientos básicos sobre administración y sobre los

procesos de producción aumentando la utilización de la capacidad instalada.

3) Con los conocimientos de diferentes materiales y procesos, el «Diseñador Industrial» puede asimilar nuevos procesos de producción e incorporarlos de acuerdo a los recursos de la industria.

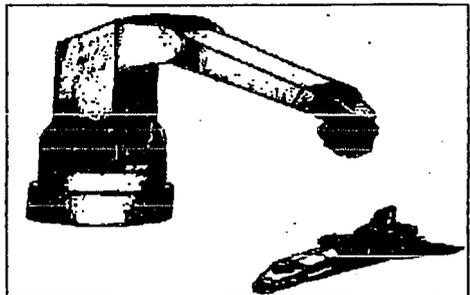
4) el «Diseñador Industrial» participa directamente en el mejoramiento de la calidad de los productos de la empresa, haciéndolos competitivos no sólo con el exterior, sino también dentro del abierto y nuevo mercado nacional, ya que adecua los productos a nuevos estándares, normas legales y requerimientos específicos.

5) debido a que estas industrias aprovechan las materias primas locales y de fácil acceso, el «Diseñador Industrial» puede incrementar la funcionalidad de los productos mejorando su uso.

6) Aunque emplean sistemas de producción con tendencias a la especialización —la que su equipo tecnológico les permite—, el «Diseñador Industrial» puede expandir su línea de productos.

7) Precisamente por que su equipo no es muy sofisticado, el «Diseñador Industrial» puede ayudar a la adaptación de los cambios que se producen en el mercado.

8) Debido a que estas industrias se encuentran a lo largo y ancho de todo el país, el «Diseñador Industrial» ayuda en el aprovechamiento más racional de los recursos naturales de la región.



EJEMPLO DE MAQUINAS PASIVAS, LO ENCONTRAMOS EN LAS AUTOMATAS Y ROBOTS DE LA ERA MODERNA

I-B.2: SOBRE EL PROCESO DE DISEÑO

A medida que ha evolucionado el hombre, se ha modificado "la forma de hacer las cosas"; hoy en día desarrollamos gran número de actividades, heredadas desde aquellos días en que surgía la especialización técnica del trabajo y que a través del tiempo se han ido perfeccionando gracias a la experimentación y práctica constante; algunas de éstas actividades traspasan la barrera del tiempo y llegan hasta nosotros gracias a la herencia cultural de nuestros antepasados.

A lo largo de la historia se han perfeccionado las diferentes formas y procedimientos para elaborar las herramientas y objetos de uso que requiere el hombre para solucionar sus crecientes necesidades; es por ello que hoy en día, contamos con diferentes métodos para solucionar problemas de diseño.

El primer método utilizado por el hombre para crear y perfeccionar sus instrumentos u'objetos de uso, fue sin duda alguna el de prueba-error, que dictado por la constante experiencia adquirida y acrecentada a lo largo de muchos años se utilizó durante mucho tiempo para dar solución a sus problemas, no obstante de haber sido el primero y el más antiguo, en la actualidad es común observar que se sigue utilizando.

Ahora bien, ¿qué son? y ¿dónde están los problemas de diseño?; entendemos por problema de diseño a toda aquella necesidad que pueda ser solucionada dando forma a algún producto o un servicio. Esto implica que al culminar el proceso, se obtenga como resultado algún producto material que satisfaga de la mejor manera la necesidad que lo motivó, integrando los diversos factores psico-sociales, tecno-productivo-económicos, de mercado, etc., tomando como prioritarios los de uso.

Los métodos se utilizan en todas las actividades humanas de cualquier índole, algunos utilizados inconscientemente otros racionalmente: «Estos son necesarios para conocer, recopilar, ordenar, comparar» (Bib.#1); son instrumentos dictados por la experiencia que indican el camino a seguir en la solución de un problema, por ésta razón el diseño industrial también los utiliza para la resolución de problemas de diseño y, fundamenta su trabajo en una serie de métodos que han probado ser útiles a través del tiempo.

Actualmente se cuentan con diferentes formas de atacar un problema de diseño basándose en diversos métodos que no son más que: "una serie necesaria de operaciones dispuestas en un determinado orden lógico, que han sido dictadas por la experiencia y cuya finalidad es conseguir un máximo

DETECCION DE LA NECESIDAD

ANALISIS Y JUSTIFICACION PARA DETERMINAR SI SE TRATA DE UN PROBLEMA DE DISEÑO

ASIMILACION DE DATOS BASICOS NECESARIOS PARA ESTABLECER EL PROBLEMA

DEFINICION DEL PROBLEMA DE DISEÑO
 *Precisar función a cumplir y el ¿para qué? del producto
 *Establecimiento de objetivos y metas a alcanzar

ENTENDIMIENTO DE CADA UNO DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA

*Conceptualización de los elementos y del proyecto global.

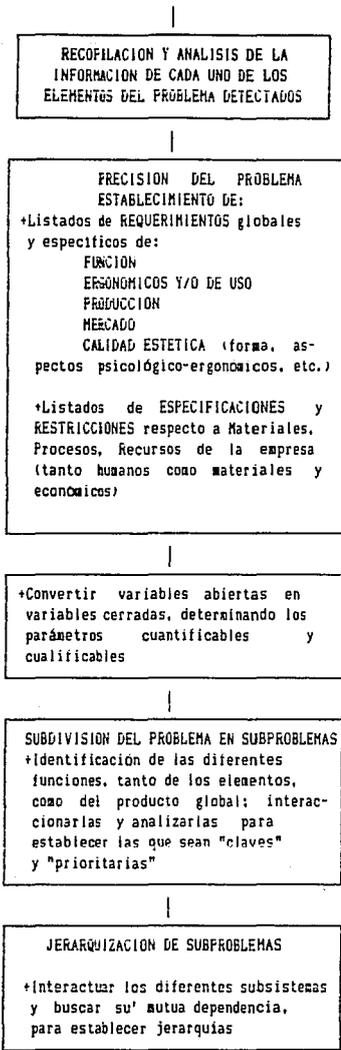
*Ordenamiento de elementos, variables y parámetros:

MEDIO AMBIENTE:
 -determinaciones térmicas, sismos, sudor de manos, etc., etc.

CONTEXTO:
 -relación con el entorno tanto material como psicológicamente, formas, colores, materiales, etc.

USUARIOS:
 -directos e indirectos

INDUSTRIA:
 -fabricante o transformadora.



resultado con el mínimo esfuerzo" (Bruno Munari Bib. #15.)

En la actividad de diseñar se sigue una serie de actividades sucesivas que, al ser realizadas individualmente o por un grupo humano, permiten llegar a resultados en el trabajo con mayor rapidez y seguridad, con economía de esfuerzo y sobre todo, con un alto grado de responsabilidad de respuesta. > (Bib. # 37 p.10) mostrando un alto nivel de profesionalismo disciplinario.

Se ha observado a lo largo del tiempo, que las personas que eluden el ordenamiento metodológico, dan soluciones con un grado intrínseco de profesionalismo, cometiendo errores y arriesgando cantidades de recursos de todo orden, que en el mundo tecnológico contemporáneo es totalmente inaceptable > por las relaciones económicas que nos rigen socialmente. (Ólea y Lobo Bib. #37)

<...El diseño que va desde los objetos menores, pasando por los instrumentos mecánicos, hasta los edificios y las mismas ciudades, se convirtió en un complejo juego de inversiones que exigía la recuperación del capital invertido, maximizando el problema del costo que, ha pesar de estar cuantificado en dinero, representa intereses de mayor rango. Este criterio fue determinante para exigir de los profesionales del diseño que sus propuestas, más que bromas, más que buenos golpes de ingenio o "tips" mágicamente inventados, estuvieran apoyadas en un argumento lógico.> (Bib. #37), esta es una de las razones por las que se le ha dado cada vez más importancia e interés a las iniciativas metodológicas en los últimos años. (Ólea y Lobo Bib. #37)

La actividad del diseño como "disciplina seria" se fundamenta de una forma muy sólida en el trabajo científico, a lo largo de los últimos años el trabajo del diseño se ha auxiliado de la utilización del método analítico, empírico, intuitivo y deductivo.

André Ricard menciona que <Los métodos son así como caminos preajudados por la praxis o la razón lógica que nos señalan un determinado itinerario, en el transcurso de cuyo recorrido habremos de tropezarnos con la "inspiración" si queremos culminar algo realmente creativo.> (Bib. #1).

"El método analítico" ha sido una herramienta eficaz que auxilia al diseñador para indagar, comprender, y valorar la información recopilada a lo largo de todo el proceso de diseño, y es muy común utilizarlo principalmente en la primera etapa del proceso en la que se recopila ordena y analiza la información.

Con el análisis llegamos a un mejor conocimiento de lo que existe, el análisis permite aprender el contenido de un "todo" a partir de la comprensión de sus más íntimos y diminutos elementos; el análisis nos permite traccionar el problema en sus diferentes elementos, hasta llegar así a las partes más pequeñas que tengan coherencia o identidad.

«El principio de descomponer un problema en sus elementos para poder analizarlo, procede del método cartesiano.» cuya segunda regla dice que un problema debiera dividirse en tantas pequeñas partes como fuese posible y necesario para resolverlo mejor» (Bib. #15) --.

«Un problema particular de diseño es un conjunto de muchos subproblemas. Cada uno de ellos puede resolverse obteniendo un campo de soluciones aceptables, asevera Archer» (Bib. #15).

El diseñador debe resolver cada uno de los pequeños problemas que lo componen, conciliando las incompatibilidades que pudieran encontrarse entre estas diferentes soluciones, para así sumandolas, llegar a la solución del problema en conjunto.

Durante el proceso, deberá tenerse en consideración el comportamiento general del conjunto al momento de insertar una solución particular cuando entra en coordinación con otras, ya que «cada subproblema tiene una solución óptima que no obstante puede entrar en contradicción con las demás. La parte más ardua del trabajo del diseñador será la de conciliar las diferentes soluciones con el proyecto global. La solución del problema general consiste en la coordinación creativa de las soluciones de los subproblemas» (B.Munari Bib. #15)

Se puede decir que un problema de diseño se parece mucho a un rompecabezas, donde cada uno de los elementos sería un subproblema que en el momento que ha sido colocado, se integra armoniosamente al conjunto; y así sucesivamente hasta obtener armado el rompecabezas, pero esta semejanza termina allí: ya que, generalmente un rompecabezas tiene una sola solución y los problemas de diseño pueden tener más de una solución aceptable, esto dependiendo de la combinación y solución de cada uno de los subproblemas.

El trabajo del "diseñador industrial" consiste en solucionar problemas mediante la configuración de los productos industriales, determinando la solución en función de cuestiones de fondo; así entonces la forma está determinada por la función de cada uno de los elementos del problema.

El "proceso empírico" que tradicionalmente ha sido muy usado por los diseñadores, sólo es aceptado a través de minuciosos estudios de la tradición con un enfoque hacia la

1) ANALISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES
A CADA UNO DE LOS
SUBPROBLEMAS DETECTADOS

2) ANALISIS DE PRODUCTOS EXISTENTES
(que solucionen el problema
en su conjunto)

*Realización de una tipología
de soluciones y productos
existentes

*Representación de la información
en base a tablas y/o gráficas
de las diferentes soluciones,
estableciendo criterios tales como:

COMPLEJIDAD

COSTO

FABRICACIÓN

SEGURIDAD

PRECISIÓN

FACTIBILIDAD

NIVEL TECNICO

FIABILIDAD, ETC.

GENERACION DE ALTERNATIVAS
O IDEAS BASICAS

*Utilización de técnicas creativas
para generar ideas tales como:

Sinéctica
Bisociación
Multisociación
Biónica., etc.
Lluvia de ideas

*Utilización de herramientas
tales como:

-Bosquejos
-Bocetos
-Esquemas
-Modelos
-Maquetas, etc.

EXAMEN, EVALUACION Y DEPURACION DE ALTERNATIVAS, SOMETIENDO CADA ALTERNATIVA PROMETEDORA, A UNA EVALUACION CADA VEZ MAS RIGUROSA.

+Construcción de modelos de prueba y simulacros tridimensionales

SELECCION DE LA ALTERNATIVA O ALTERNATIVAS MAS PROMETEDORAS

+Construcción de modelos tridimensionales, experimentales, parciales o de englobamiento de dos o más subproblemas

MATERIALIZACION DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

+Determinación de procedimientos y procesos de fabricación, materiales, y recursos de toda índole que se requieran.

+Dimensionamiento de piezas, Tolerancias, Terminaciones y acabados, apegados a normas y especificaciones

+Preparación de planos técnicos "de taller", para la fabricación del prototipo parcial o total.

CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

EVALUACION DEL PROTOTIPO

acumulación de experiencia, que han dado la utilización de formas, materiales, colores, etc. a lo largo de los años.

Desde la perspectiva del método empírico "... parece evidente que el diseño consiste en la observación histórica del desarrollo formal típico de un objeto para verificar con él los siguientes factores:

«La relación entre los factores que es perseguida y la persistencia de ciertas cualidades formales en el objeto u' objetos que la satisfacen.

«El desarrollo de los procedimientos constructivos en relación con esa forma y la persistencia de los que llegan a ser determinantes.

«La utilización de ciertos materiales en la producción de esas mismas formas y, consecuentemente, su valor semántico» o de significado. (Olea y Lobo Bib #37).

Con respecto al "proceso intuitivo" que por cierto tiende a contraponerse al empírico, «parece representar la manera de diseño tradicional y, por lo mismo la más generalizada... y sigue siendo el método que emplea el diseñador actual ante la "angustia del papel en blanco", la que poco a poco, jugueteando con el lápiz, disminuye en la medida en que las cosas se le van dando, y rectificando aquí y allá, hasta lograr un proyecto que puede ser espléndido si el diseñador tiene talento...el método intuitivo agrada más a los diseñadores revolucionarios, por que, obviamente, ocupa la vanguardia que es el campo de las nuevas propuestas, de la creación. (Olea y Lobo Bib. #37)

La actividad del diseño requiere de una cantidad muy grande de trabajo creativo, el cuál es producto de mecanismos complejos de razonamiento e intuición por medio de los cuales se solucionan los problemas de diseño; sin embargo es conveniente aclarar que, no necesariamente por utilizar un método probado o que lógicamente parezca apto para la resolución de algún problema, culminaremos en una solución realmente creativa e innovadora; sino que, es necesario el encuentro con la inspiración para llegar a alguna solución adecuada. (Bib.#1 p.111-113). esto es la utilización de conocimientos no objetivos y subconscientes que todos poseemos.

La disciplina del diseño industrial tiene como una de sus finalidades, estimular el desarrollo de la creatividad de los diseñadores; pero es conveniente aclarar que gran parte de la solución a los problemas están determinados por experiencias pasadas que van formando el carácter del diseñador, así como el grado de profesionalización alcanzado. Estos factores influyen determinante en la facilidad para dar solución a los problemas de diseño de una manera muy creativa.

En nuestro contexto entendemos por crear: la «producción humana de algo a partir de una realidad preexistente»Bib.#1. Esto quiere decir que se parte de las posibles combinaciones que se dan de lo conocido o de la realidad del diseñador, para ser analizadas y transformadas en algo no existente hasta ese momento.

¿Qué debemos entender por inspiración?, según el diccionario de la lengua española, «inspirar es infundir en el ánimo o la mente afectos, ideas, designios, etc., es infundir inspiración o entusiasmo creador» (Bib.#7). La inspiración del diseñador se encuentra formada y limitada por el recuerdo de sus experiencias, la formación o experiencia de las cosas vividas por la persona que se esfuerza por crear.

Se ha observado que en las diferentes disciplinas encargadas de configurar productos (ingenierías, diseño industrial, arquitectura, etc.), el proceso utilizado tiende a ser muy parecido, generalmente coinciden en tres etapas principales:

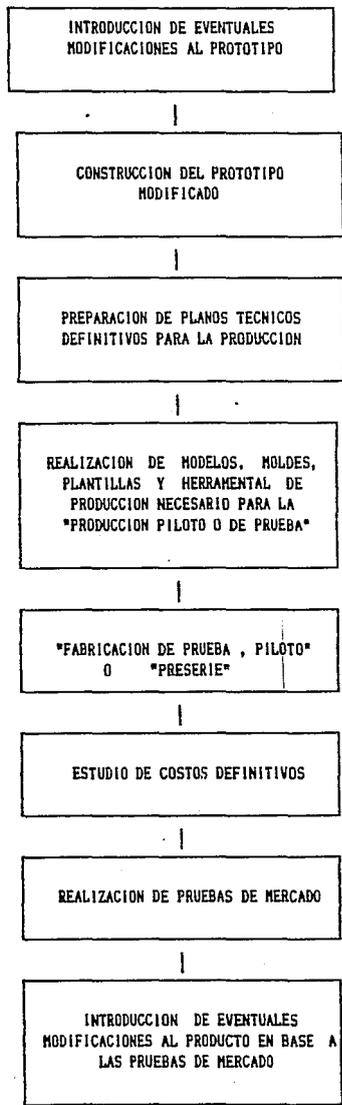
- Una etapa de información previa.
- Una etapa creativa o de diseño propiamente dicha.
- Una etapa de realización o materialización de la idea.

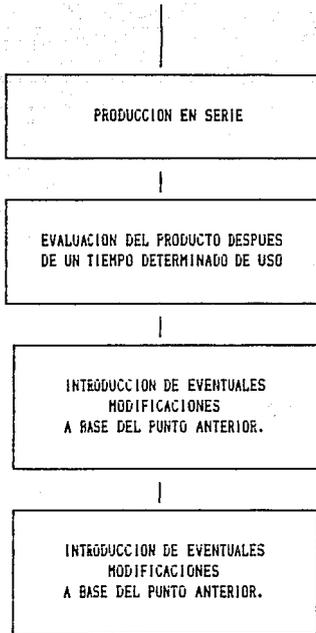
El inicio del proceso proyectual está marcado por la "necesidad", ya sea psicológica o material; pero ¿qué se entiende por necesidad? de acuerdo al diccionario de la Real Academia:

- 1)» Carácter de aquello de que no se puede prescindir.
- 2)» Impulso irresistible que hace que las cosas obren en cierto sentido,
- 3)» Aquéllo que es imposible sustraerse faltar o resistir.
- 4)» Falta de lo indispensable para la vida.
- 5)» Riesgo o peligro que exige pronto auxilio.

Es común en los problemas de diseño que, la necesidad sea la carencia o el desajuste de la realidad existente en ese momento, ya sea dictado por la misma supervivencia, ya sea dictado por el afán de superación de alguna situación de su medio ambiente o de su propia conducta, que obliga a someter esa situación a una tenaz observación y «cuando detecta una carencia dispone del "objetivo" que será el origen y la meta del subsiguiente acto creativo» (Bib.#1 pag.117.)

El significado de "necesidad" como se observa es muy extenso, se le pueden dar muchas interpretaciones, sin embargo, es preferible dejar abierta esta aclaración ya que de cualquiera que sea el tipo de necesidad, puede surgir un problema de diseño.





METODOLOGIA DEL PROCESO DE DISEÑO
 BASADA EN UNA PROPUESTA DE
 GUI BONSHIEP EN SU LIBRO:
 "DISEÑO INDUSTRIAL"
 TECNOLOGIA Y DEPENDENCIA 1976
 Y AMPLIADA EN BASE A LA EXPERIENCIA
 EL AUTOR DE ESTA TESIS.

Es común también que, éstas necesidades puedan surgir en un cierto momento inesperado sin ser detectadas por la observación intencionada y presentarse incluso con la solución misma.

Para identificar si se trata de un problema de diseño, debemos analizar si la necesidad (ya sea psicológica o material), puede satisfacerse o solucionarse mediante un producto que brinde un servicio útil —psicológica y/o materialmente— a aquel usuario al que estará destinado dicho producto. Generalmente la primer tarea del diseñador o grupo encargado de diseñar, es analizar el problema, evaluarlo y ver si realmente se trata de un problema de diseño.

Cuando se ha justificado que se trata de un problema de diseño, se comienza desde ese momento un proceso de investigación en donde se recabara información suficiente para comprenderse con el problema y sentir todas sus implicaciones, pero no se recomienda profundizar a tal extremo de hacer una investigación excesiva ni tendenciosa. En este momento podemos decir que ya nos encontramos dentro de la primera etapa el proceso de diseño.

La información adquirida nos debe servir para definir el problema, esto es, identificar cada uno de los elementos que intervienen en el problema, analizar cada uno de sus parámetros, sus requisitos y requerimientos, así como las restricciones del proyecto y dejar asentado claramente cuáles son las metas u' objetivos a alcanzar por parte del Diseñador Industrial.

«Se deben asimilar todos los datos básicos necesarios para un adecuado campo de acción y, de hecho, el acto creativo se inicia ya en esta fase... Esa indagación preliminar nos facilita los datos necesarios sobre la esencia, el comportamiento y las posibilidades de todo lo que, de alguna manera, se haya implicado en esa área operativa.». «Toda esta información es percibida por nuestros sentidos y registrada en nuestra mente donde es potenciada por la información que segrega la combinación de estos datos entre sí, y sumados a la del banco de datos de nuestro saber, con el que suplimos la información que falta» (Andre Ricard Bib.#1).

Posterior a la etapa informativa, ya es posible sentarse a la mesa de dibujo y comenzar a generar ideas, para lo cual se da rienda suelta a la imaginación sin limitaciones; a lo largo del proceso se ha memorizado y reflexionado, acerca de las ideas para después inferir o aportar nuevas soluciones a lo conocido; éstas son sometidas a la razón y se van precisando todo ese cúmulo de ideas, hasta llegar a una idea terminal, que será detallada y sometida a las posibilidades materiales, se enfrentará a modelos y simulacros, esto es, se somete a análisis

bidimensionales y tridimensionales, hasta lograr un prototipo. Todo desde los esquemas, bocetos, perspectivas, planos, maquetas, prototipos, intenta acercarnos a la realidad palpable del producto terminado.

Posteriormente, cuando se tiene la idea detallada y el prototipo evaluado, es necesario someter este prototipo a las posibilidades de la industria para la cual se trabaja.

Finalmente el objeto diseñado es producido en la cantidad para la cual se planeó, según su demanda. Se elabora el plan de producción, se hacen estudios de costos y se adapta a las condiciones productivas (recursos humanos y máquinas) de la empresa; se elabora la herramienta principal "los moldes" para la producción en serie.

Cuando se planea una producción seriada relativamente grande, es frecuente que se realice una producción pequeña de los mismos productos, conocida también como "producción de prueba", con lo que se lleva a cabo las "pruebas de mercado" que una vez aprobadas, deberán realizarse los moldes definitivos para la producción final.

También puede ser que la producción de la pieza diseñada sea relativamente baja; en estos casos es más rentable y preferible la elaboración de moldes especialmente diseñados para producciones limitadas. A estos moldes los llamamos moldes para baja producción."

Por último podemos decir que existen tantos métodos como problemas hay, ya que, dependiendo del tipo de problema es el método usado en su solución. En el área del diseño industrial se han publicado varios libros que exponen una serie de métodos (por ejem. "métodos del diseño" por CH. Jones Edt. Gustavo Gili 1970), esto da una idea de lo extenso y complejo que puede ser el tema; sumado a esto cada diseñador a lo largo de su carrera profesional desarrolla una metodología propia de trabajo lo que permite que día a día la actividad del diseño industrial se vaya actualizando y perfeccionando para adaptarse constantemente al contexto económico del país.

SEGUNDA PARTE

**ENTORNO A LOS
MOLDES PARA
BAJA PRODUCCION**

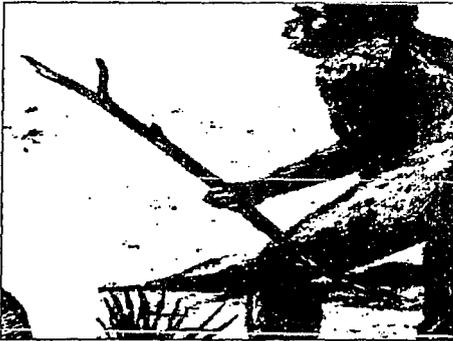
CAPITULO II-A

ANALISIS DE LOS ANTECEDENTES A LA ACTUALIDAD

II-A.1: BREVE PANORAMA SOBRE LA HISTORIA DE LOS MOLDES

Para abordar el presente tema es necesario ubicar los moldes desde una perspectiva histórica que permita visualizar en el tiempo, el acento en el que surgen, comprendiendo el papel que juegan en la vida del hombre. Esta ubicación implica remontarse a aquellos tiempos, en los que el hombre comienza a elaborar sus propias herramientas de una manera primitiva y en donde, la práctica constante le permite desarrollar sistemas de producción con cierto grado de complejidad, de tal manera que se hace necesaria la utilización de herramientas de producción más especializadas como lo son los moldes.

Sin pretender hacer un análisis histórico detallado —ya que no es el objetivo de este trabajo—, intentaré recontarme desde el período en el que el hombre realiza la talla manual de piedras y huesos, hasta llegar a la utilización de los metales que propiciaron la generación y desarrollo de los moldes como herramienta de producción especializada.



El hombre prehistórico de los tiempos anteriores al paleolítico (paleos-viejo, lithos-piedra), se caracteriza entre otras cosas, por comenzar a trabajar usando un simple palo seleccionado de la naturaleza, con el que se auxiliaba para caminar de forma erguida, para defenderse y ayudarse a excavar raíces; al igual que algunos monos superiores, seguramente utilizaba también piedras para abrir frutos duros y para defenderse.

Es importante destacar que éstos instrumentos eran tomados directamente de la naturaleza, ya que no intervenía la mano del hombre para modificarlos; la

aportación de aquél consistía en seleccionar detalladamente de entre la inmensa mayoría de objetos existentes en la naturaleza, los que poseían determinadas características físicas que, permitieron cierta utilidad de acuerdo a las posibilidades del usuario.

Sin embargo, es importante destacar que el hombre se diferencia de otras especies superiores —que al igual que él se auxilian también de elementos naturales— en que, éste pudo resistir la dura prueba de la selección natural gracias a que: comprendiendo su propia debilidad, intuyó que en su lucha por la supervivencia, solo podía competir de manera favorable con la ayuda de un equipamiento que, equilibrara sus deficiencias biológicas y dispuso de la capacidad creativa necesaria para imaginarlo, junto con la destreza precisa y necesaria para instrumentarlo. (Bib.#1 pág. 15).



En la época paleolítica el hombre aprende a tallar toscamente las piedras; tal vez, golpeando una piedra con otra, de cierta manera, con el fin de dar forma a sus más antiguas armas; se observa ya cierto conocimiento "aprendido" respecto a la dureza y resistencia al impacto que, debido a las vivencias y experiencias que había tenido con éstos materiales, hasta ese momento comprendía.

Se deduce también que durante ésta época el hombre ya utilizaba otros materiales disponibles en la misma naturaleza como son, huesos de ciertos animales con los que fabricaba agujas para coser sus pieles, hacia cucharas e incluso sierras para cortar; su constante actividad creativa le permitió en aquella época llegar a construir "la masa", el "hacha" y posteriormente la "lanza".

Mediante una constante retroalimentación provocada por la destreza manual e intelectual, fue ejercitando su

capacidad de razonamiento, misma que le permitió nuevas e ingeniosas herramientas que le auxiliaban en sus actividades, hasta culminar en las primeras máquinas en las que logran acumular la energía muscular, multiplicando la fuerza humana como son: "el arco y la flecha" y la "honda".

Muy probablemente debido a la observación de los fenómenos de la naturaleza, el hombre también durante esta época logra el fuego, tal vez de algún rayo que incendiara un bosque, aprende a mantenerlo y aprovecharlo y posteriormente a encenderlo.

Es conveniente destacar que «los conocimientos y las técnicas necesarias para la elaboración de sus utensilios, sólo puede transmitirse por la enseñanza que exige una convivencia prolongada». (Bib. #16 p.22) así, se observa que desde esta época el hombre vive en grupos más o menos organizados y estables que, le permiten aumentar su productividad con lo que, una vez resuelto el problema del hambre, se libera un tiempo que utiliza para explicarse ciertos fenómenos de la naturaleza, a la vez que aumenta gradualmente el perfeccionamiento de sus utensilios y herramientas; con ello las formas y procesos para realizar esas actividades.

Ya en la etapa histórica definida como el neolítico, (neo-nuevo, lithos-piedra), el uso del arco y la flecha y otras armas se encuentra generalizado; gradualmente se han mejorado sus instrumentos de piedra, observándose un mejoramiento notable en la calidad de los mismos ya que, ahora se encuentran no sólo tallados sino pulidos, dejando ver la combinación de funcionalidad y belleza, que no se observaba en sus instrumentos propios del paleolítico.



El hombre de esta época ya había desarrollado el arte de modelar det minadas formas en barro; éstas primeramente las endureció al sol y posteriormente aprendió a cocerla al fuego; desarrollando de ésta manera

la alfarería.

Las vasijas elaboradas mediante esta técnica le permitieron almacenar alimentos, permanecer en ciertos parajes o hacer viajes más largos, como recordaremos, primeramente el hombre vivió mucho tiempo como nómada. Tiempo después los hombres no solo son recolectores y cazadores, sino que se vuelven al pastoreo; capturan cabras, ovejas, vacas, toros, búfalos y caballos para domesticarlos.

Muy probablemente recolectando pastos y plantas forrajeras para alimentar a los rebaños o para alimentarse ellos mismos; descubren las plantas que rinden granos, aprenden por conveniencia que, al enterrarlos, brotaban nuevas plantas que se reproducían al igual que todas las demás, desarrollando así la agricultura, con lo que comienzan la vida sedentaria.

Con la vida sedentaria llegan cambios sociales que influyen en todas las actividades del hombre, comienza una creciente sobrepoblación en ciertas regiones, lo que propicia el surgimiento de las ciudades; esto exige la utilización y desarrollo de más y novedosos instrumentos, para dosificar a la creciente demanda propiciada por los nuevos acontecimientos.

"Con la especialización de actividades se provoca el surgimiento de los diferentes oficios, dentro de las mismas ciudades, de entre éstos destacamos el surgimiento del artesano, personaje importantísimo en la historia cuya responsabilidad consistía en la elaboración y perfeccionamiento de los instrumentos materiales que, la colectividad iba necesitando; éste personaje también se encargó de experimentar con nuevos materiales y buscar nuevas formas que el uso exigía de acuerdo a las necesidades de cada colectividad; con lo anterior se logran aumentos en la productividad de las comunidades primitivas anteriormente no alcanzados." André Ricard (Bib. #1).

El aumento y diversificación de actividades, exige la especialización de éstas, el fenómeno se manifestó en cambios sociales, mismos que influyeron en las costumbres y en la forma de vida.

En esta etapa histórica el hombre fabrica todavía con una intencionada conformación, instrumentos de hueso y marfil, que son aplicados en la elaboración de mangos de hachas y cuchillos, arpones, punzones y agujas.

Con el desarrollo de la nueva estructura social, la especialización de actividades -que condujo al surgimiento de los diferentes oficios- y la fusión de la agricultura y

ganadería, se logran avances en los medios de producción; así al hacer que las grandes bestias transporte la carga nace el arado, se desarrolla la rueda —que tal vez, surge de la adaptación de un tronco de un árbol al rodar por el suelo—, que es un medio importantísimo para desarrollar la transportación y que, posteriormente propició el surgimiento del carro que aparece en el año 4000 a.c. (Bib.#16 p. 24); la rueda también fue un requisito indispensable en la fabricación de muchos utensilios y maquinaria (se puede citar al torno en la alfarería que permitió dar a la cerámica curvas perfectas y formas graciosas).

La agricultura se desarrolla en los valles de los ríos por las facilidades de irrigación y transporte, sin embargo cabe mencionar que el principal material con el que fabricaban sus herramientas para la realización de las actividades agrícolas, además de ramas y algunos huesos, fue básicamente "la piedra", pero en los valles donde se desarrollaron las primeras culturas existía cierta escasez de este material, lo que les dificultaba reemplazar alguna herramienta o utensilio dañado o quebrado, esto conduce al hombre en su papel de artesano a la búsqueda y aplicación de otros materiales.

Desde mucho tiempo antes, el hombre había utilizado el fuego en la cocción de sus alimentos, para el calentamiento de sus hogares en los meses fríos del año y como arma para mantener alejadas a las fieras; sin embargo, un día observó detalladamente que exponiendo al fuego ciertas piedras, escurría un líquido brillante que, al retirarlo del calor y enfriarse se endurecía nuevamente como una piedra: « EL METAL » entonces un nuevo horizonte se abrió al progreso humano. (Bib.#17, p.27)

Se ignora que metal haya sido el primero en descubrirse, si el estaño por su facilidad de fundirse o el plomo por su facilidad de modelarse, lo que si se sabe con certeza es que el primer metal utilizado de manera práctica fue el cobre, que se encontraba con cierta abundancia en estado puro en la naturaleza o en minerales de fácil aprovechamiento, varios historiadores estiman que este descubrimiento se da entre 4000 y 3000 años A.C. (Bib.#16). Al aprender a extraer este material de los minerales mediante el fuego, lograron darse cuenta que en estado líquido (fundido) podía ser vaciado o depositado "tomando y conservando la forma del recipiente que lo contenía una vez enfriado y endurecido", tal vez de éste modo logró deducirse el aprovechamiento de dicha cavidad para facilitar la conformación de sus instrumentos.

Debido a sus propiedades físicas, los metales tienen gran demanda y pronto se generaliza el uso de éste nuevo material, ya que responde a las nuevas necesidades de la

creciente comunidad; esto provoca la búsqueda de formas y métodos de producción más rápidos y sencillos que, faciliten el trabajo y aumenten la producción de objetos. Gradualmente fueron sustituyéndose los materiales de las armas, los utensilios y las herramientas por éste nuevo material el cual permitía una mejor confección y de entre éstos utensilios se pueden citar las vasijas y adornos.

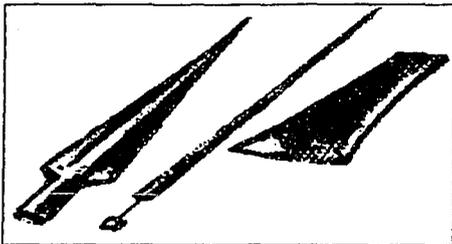
Con el trabajo de éste nuevo material descubierto y aplicado, se hizo necesaria la generación de ciertas herramientas específicas, que no fueran de uso general y que, exigían cierta especialización de acuerdo a las necesidades que manifestaba la obtención y el conformado de éstos materiales.



Tal vez, al igual que el fuego, de la observación y experimentación, deducen el aprovechamiento de las propiedades de los metales que cuando se calientan, fluyen y se comportan como un líquido y que, cuando se enfrían, endurecen y solidifican con su consiguiente configuración; de ésta forma surge como respuesta natural a las exigencias del trabajo de los metales, la utilización de cavidades que son dotadas de ciertas formas "preestablecidas", donde se vacía en estado líquido el material y se deja solidificar, adoptando la forma de dicha cavidad; esto es lo que hasta hoy en día se conoce como «molde».

Existen piezas que demuestran la aplicación de las técnicas de fundición, casi desde el descubrimiento y aplicación de los primeros metales; estableciéndose con

cierta seguridad que para el año 2000 A.C. (Bib.#10 p.109), "se practica la técnica de la fundición con la utilización de moldes", de una manera muy parecida en principio al que se aplica en la actualidad.



ARMAS DE METAL

El artesano en su constante búsqueda por desarrollar el novedoso material, logra combinar cobre y estaño, dando como resultado "el bronce", que mejora las propiedades del cobre puro y es menos quebradizo; su uso al igual que el cobre, pronto se generalizó. Cabe mencionar, que al mismo tiempo que se emplean éstos metales, se utilizan también otros como lo son el oro y la plata, pero su uso fue dirigido a fines decorativos o mágicos y no a herramientas de trabajo, sin embargo el uso de la técnica de la fundición con la utilización de moldes fue también indispensable en la aplicación de éstos materiales; muchos objetos de piedra y de cobre fueron poco a poco sustituidos por los de bronce, de entre los que se pueden destacar: navajas, peines, alfileres, diademas, aretes, etc., los cuales solo pudieron ser obtenidos mediante el conocimiento y aplicación de técnicas de moldeo con mayor complejidad. Se estima que mucho tiempo después del descubrimiento y aplicación del cobre y el bronce, se comienza a trabajar el metal más duro y poderoso de la antigüedad: "el hierro", alrededor del tercer milenio A.C., éste adquiere gran importancia a partir de 1400 A.C. (Bib.#16, p.24); su uso se generalizó más rápidamente debido a que resultó ser más económico y fácil de obtener; éste metal desplazó al bronce y se puede decir que también eliminó casi en su totalidad a los instrumentos de piedra.

Podríamos generalizar que fue hasta el descubrimiento y aplicación de los moldes en la producción de objetos, donde nace la producción seriada de muchas formas iguales obtenidas de un mismo molde, ya que a partir de éste momento, se da la pauta que marca la diferencia entre la producción artesanal (donde cada producto posee una diferencia marcada del anterior), de la producción seriada industrial, donde todas las piezas extraídas del mismo

molde son casi idénticas y muy difícil de diferenciar.

Pasado un tiempo, el principio de los moldes en la producción de objetos, es trasplantado a otras industrias y otros materiales (sobre todo aquellos que siendo sólidos en su etapa final, en alguna etapa de su manufactura, se encuentran en estado líquido o lo suficientemente blando para adoptar la forma de la cavidad del molde); es así como esta técnica y herramienta de producción ha perdurado a través del tiempo respondiendo a las características de las diferentes épocas y que, se extiende y mantiene incluso hasta nuestros días; de acuerdo a lo expuesto, se observa un avance significativo en la elaboración de instrumentos, en los que se pueden distinguir diferentes etapas que reflejan los logros y desarrollos alcanzados en la producción de objetos, conforme evoluciona la misma especie humana:

- 1) +Los primeros instrumentos utilizados por el hombre primitivo no poseen trabajo incorporado; éstos instrumentos son dotados por la naturaleza, en los que la participación del hombre se reduce a una primitiva selección de materiales conformados por la naturaleza misma, con ciertas formas útiles de acuerdo a la capacidad y características de aquellos primeros usuarios.
- 2) +En una segunda etapa sus instrumentos poseen una alteración formal intencionada, producidos mediante técnicas de fabricación primitivas (tallado).
- 3) +En una tercera etapa existe una diversificación de materiales aún dotados por la naturaleza, sus instrumentos poseen ya, una alteración formal con la aplicación de técnicas de modelado (el tallado y el pulido), conformados con detalles estéticos y funcionales (podemos citar los huesos de animales, las hachas y herramientas de piedra pulidas, la cerámica, etc.).
- 4) +En una etapa posterior observamos la incorporación de nuevos materiales (los metales) y técnicas más avanzadas, auxiliados de herramientas especializadas de acuerdo a área de que se trate (por ejemplo el torno en la alfarería), entre ellos la utilización de los moldes como respuesta a la necesidad que marcaba el trabajo de los nuevos materiales y el aumento de productividad, para abastecer a las crecientes comunidades.
- 5) +En la última etapa podemos encontrar una expansión o extensión de las técnicas de moldeo a otras industrias, donde se adaptan los principios, a los requerimientos y exigencias de cada material.

Esta última etapa se mantiene hasta la revolución industrial, donde se desarrollan sistemas productivos masivos y donde, la utilización de moldes vuelve a tomar nuevo auge, ya que sin ellos habría sido muy difícil la producción en masa de objetos.

Es conveniente destacar que el uso de los moldes surge de una forma natural, en respuesta a la necesidad de aumentar la productividad y calidad de sus utensilios, en un momento histórico determinado por múltiples factores socio-tecnológicos y sobre todo como respuesta a las necesidades de aquella época.

Conviene recalcar que los moldes surgen gracias al desarrollo tecnológico de los metales; posteriormente éstas técnicas son adaptadas para transformar otros materiales tales como: los "materiales plásticos", que si bien, se utilizan desde tiempos antiguos, no adquieren importancia industrial sino hasta nuestra época.

Debido a que la tecnología de los metales se generó mucho tiempo antes que la de los plásticos, se realizó un trasplante tecnológico-productivo a ésta área, entre éstas aportaciones naturalmente se encuentran los "moldes", es por eso que en la actualidad encontramos cierta similitud en los utilizados tanto en la inyección del plástico como del metal, como una respuesta a las crecientes exigencias productivas de la sociedad moderna.

II-A.2: DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS MOLDES

DEFINICION:

Se puede observar que los moldes son muy comunes en la vida del hombre, se utilizan tanto en el hogar, el taller o la fabrica, cuando la finalidad es dar forma a un cierto numero de piezas iguales con ciertas cualidades especificas; asimismo se han convertido en la herramienta de conformacion principal en el proceso de transformacion de los productos de plastico.

«Que es un Molde?»: En la actualidad la palabra molde se utiliza para designar a aquellos objetos que poseen una cavidad o hueco, con la figura o forma que en estado solido quiere darselo a la materia que fundida o en estado liquido, se introduce en dicha cavidad.

Si bien esta definicion puede dar cabida a lo que tambien se conoce como encapsulados, la diferencia es radical: En los encapsulados los materiales son introducidos dentro de ciertas cavidades, para actuar como relleno estructural de la misma, cuyo objetivo es que permanezca dentro, adhiriendose a la superficie interna de este.

En un molde la finalidad es extraer la materia ya solida y conformada por este, tratando de tomar la textura de las paredes del molde pero sin adherirse a ellas.

Toda la industria de transformacion de los plasticos

depende, de los fabricantes de moldes (Bib. #19 P.27). Los moldes de buena calidad permiten la produccion seriada, con un excelente acabado, facil elaboracion de piezas moldeadas, sin deformacion, con dimensiones exactas, piezas u objetos sin defectos y limpieza de las piezas o rebabeado a muy bajo coste despues del procesado.

«El éxito de cualquier operacion de moldeado puede medirse por la perfeccion del diseño del molde y por la calidad en la construccion del mismo. (Bib. #19 p-30)».

CLASIFICACION:

En la actualidad existen una gran cantidad de procesos de transformacion y manufactura, para una gran variedad de materiales (materia prima usada), esto ha conducido al desarrollo de herramientas de produccion cada vez mas complejas y especificas; hoy podemos observar diferentes tipos de moldes con caracteristicas que responden al tipo de proceso y sobre todo al material utilizado.

Los moldes se pueden clasificar de diferentes formas, por ejemplo es comun denominarlos tomando como referencia los procesos de transformacion donde se aplican; en base a lo anterior y tomando en cuenta que cada uno posee caracteristicas especiales del proceso, podríamos encontrarlos clasificados como:

MOLDES PARA:

- + Compresion
- + Transferencia
- + Inyeccion
- + Soplado
- + Termoforado
- + Rotomoldeo
- + Colada
- + Frensado de plasticos reforzados, etc.

Existen algunos procesos para la transformacion de los plasticos tales como extrusion o laminacion en los que se utiliza una boquilla, matriz o rodillos que conforman los productos, debido a las caracteristicas del proceso son utilizados en grandes producciones continuas y para los objetivos del presente trabajo en el que, si enfocue es hacia la baja produccion, no son considerados.

Tomando como base su complejidad estructural y capacidad productiva, independientemente del proceso, los moldes tambien se pueden clasificar como:

- +MANUALES
- +SEMIAUTOMATICOS
- +AUTOMATICOS

II-A.2.1: MOLDES MANUALES

A los moldes manuales se les llama también "MOLDES PARA BAJA PRODUCCIÓN", ya que son destinados para producciones limitadas o experimentales, en cambio, los moldes semiautomáticos y automáticos, se utilizan para producciones seriadas y en masa.

Los moldes utilizados en la baja producción, son moldes relativamente sencillos, de bajo costo y que permiten que el usuario participe, durante el proceso de transformación, activamente en su manejo de una forma directa y conjunta; por esto y por otras razones, el resultado está ampliamente determinado por los conocimientos y habilidades de éste.

Se observa que éste tipo de molde, auxilia al hombre sin sustituirle; cuando se utilizan conjuntamente con alguna máquina, la operación de carga y descarga por lo general es realizada por el usuario, estos moldes se separan de la máquina al realizar éstas operaciones.

En los moldes de baja producción, la separación de la pieza moldeada generalmente se realiza a mano o con ayuda de útiles de desmoldeo sencillos (por ejemplo palancas); como su nombre lo indica, se utilizan en series pequeñas o en trabajos experimentales que exigen un coste del molde mínimo (construcción de prototipos o producciones de prueba). No obstante pueden utilizarse ventajosamente en el moldeo de formas complejas que llevan incorporados un gran número de "insertos" y piezas desmontables.

Cuando se trata de moldes de baja producción manipulados por una sola persona, no pesan más allá de 34 Kg (Bib. # 19 p.143), ya que sería poco práctico un molde de más peso debido al enorme esfuerzo físico que el usuario habría de hacer para utilizarlo, no obstante, los moldes para baja producción de trabajos experimentales o para la construcción de ciertos prototipos especiales, cuyo manejo se realiza por más de un operador, puede rebasar por mucho el peso antes señalado.

Debido a que se trata de moldes poco complejos, requieren de:

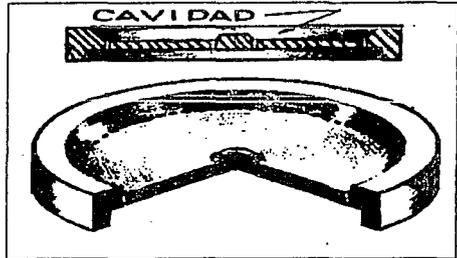
mayor utilización de mano de obra y son más lentos que los moldes para alta producción, además se corre el riesgo de dañarlos cuando, por causas del operario al abrir, extraer y cerrar, son mal alineados y maltratados. Por último, cabe destacar que algunos moldes para baja producción tienden a ser semiautomáticos.

SUBDIVISIÓN DE MOLDES PARA BAJA PRODUCCIÓN:

Para los fines del presente trabajo, dividimos los moldes de baja producción en: moldes de matriz abierta y de matriz cerrada.

II-A.2.1.1: MOLDES DE MATRIZ ABIERTA:

Los moldes de matriz abierta como su nombre lo indica, tienen la cavidad descubierta, el material de la pieza a obtener es depositado directamente ya sea en estado líquido o fundido (vertiéndolo dentro de la cavidad) o en estado plástico (moldeable), sin auxiliarse de dispositivos tales como: como bebedero, canales de alimentación, etc., que por lo general son utilizados en los moldes de cavidad cerrada; algunas veces se pueden auxiliar de presión, formando un vacío como en el caso de los moldes de termoformado de láminas termostáticas.

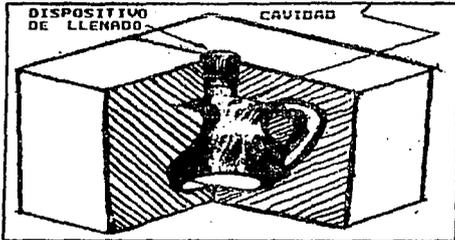


Los moldes de matriz abierta se utilizan generalmente en la fabricación de piezas sólidas y de poca complejidad; en estos moldes no se aplica presión controlada ya que generalmente son llenados por la presión de la gravedad; debido a que el material simplemente es vertido dentro la parte que tiende a quedar hacia el lado descubierta, en ciertos materiales muy viscosos tienden a formarse burbujas de aire, muchas veces generadas durante el mezclado, o atrapadas durante el vaciado; éstas generalmente se depositan en la superficie de la pieza mientras endurece, para evitar éste problema, se deben considerar excedentes de maquinado en éstas superficies.

II-A.2.1.2: MOLDES DE MATRIZ CERRADA:

Los moldes de baja producción de matriz cerrada, son un poco más elaborados que los anteriores, en estos ya encontramos como bebedero y en ocasiones canales de alimentación; estos moldes pueden ser de una o varias cavidades e incluso el llenado de los moldes puede utilizar presión controlada, mediante algún dispositivo

que introduzca el material fundido en la cavidad, ya que esta se encuentra oculta dentro del molde.



MOLDE DE MATRIZ CERRADA USADO EN LA FABRICACION DE VELADRAS

Este tipo de moldes se componen por lo menos de dos partes, éstas se conocen de diferentes formas:

PARTE UNO: molde de cavidades, hembra o negativo.

PARTE DOS: molde de corazones, macho o positivos.

En los moldes de baja producción de matriz cerrada, pueden obtenerse piezas más complejas, no sólo sólidas, sino huecas y con ranuras integradas.

II-A.2.2: MOLDES SEMIAUTOMÁTICOS Y AUTOMÁTICOS:

Los moldes para alta producción son moldes sumamente especializados que por lo mismo son de uso más específico y "menos versátiles"; con esto queremos decir que su misión servil es más definida y que solo podrá realizar ciertas acciones, predeterminadas desde su concepción; ésta autonomía implica normalmente una gran sofisticación.

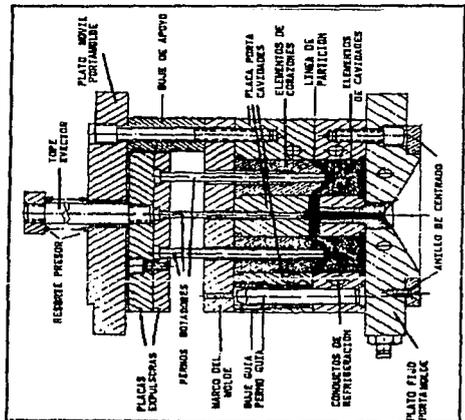
Los moldes automáticos son herramientas sofisticadas de producción, generalmente pertenecen o forman parte de máquinas altamente tecnificadas cuyo servicio, al ser más completo, implican componentes y dispositivos necesariamente más complejos.

Los moldes automáticos forman parte importante del sistema productivo de "la gran industria" y por las características de ésta, exigen un complejo desarrollo técnico, maravillando con su "performance"; el operador se limita a ser un simple espectador de su actuación ya que, en muchos casos delimitan su participación a pulsar un simple botón, convirtiendo su actividad en monótona ya que, ésta se encuentra sumamente determinada por los tiempos y movimientos de la máquina.

NOTA: Acerca del sufijo "per"; aumenta la significación de la voz simple a la que se une (Eib. #14 p. 479.).

Debido a que los moldes semiautomáticos y automáticos conllevan una alta complejidad tecnológica, tienen un costo elevado; su uso solo es justificado en aquellas producciones seriadas o masificadas de productos de consumo que, demandan los conglomerados de los grandes mercados (las ciudades); son productos que incluso tienen un lugar y una aceptación por el público consumidor. Para decidir y llegar a la realización de este tipo de moldes, durante el proceso de generación de nuevos productos, es necesario basarse en estudios o investigaciones de mercado; en estos estudios, se utilizan moldes más sencillos y baratos para desarrollar los primeros prototipos o producciones de prueba, precisamente conocidas como "pruebas de mercado".

Este tipo de moldes exige cierto grado de especialización en su realización, por lo que consideramos son merecedores de ser tratados por separado; por el momento sólo nos ocuparemos de los moldes para baja producción utilizados principalmente, (aunque no necesariamente), durante el trabajo de transformación de los materiales plásticos.



EJEMPLO DE UN MOLDE AUTOMÁTICO USADO EN GRANDES PRODUCCIONES MASIFICADAS

CAPITULO II-B

DESARROLLO Y FABRICACION DE MODELOS Y MOLDES PARA BAJA PRODUCCION

11-5.1: EL MODELO:

En el más estricto sentido de la palabra, modelo quiere decir aquello que se imita (del latín "modellus" o del italiano "modello") (ibid. #20 p. 365).

En la actualidad al término «modelo», se le han dado muchas significaciones de acuerdo al área donde se le aplica, por esto es común escuchar este término cuando se habla de: modelos matemáticos, modelos a escala para navegación o aviación, modelos arquitectónicos, modelos a escala real (para experimentación o simulacros), etc., a tal extremo que podemos generalizar diciendo que un modelo es la representación bi o tridimensional de una realidad.

Para los fines del presente trabajo, entendemos por modelo "aquella reproducción tridimensional, reducida, adaptada o a escala real, de un producto o de una parte del mismo" (ibid. #21, p. 66); el diseñador los utiliza como herramienta durante el proceso de diseño de un producto y para la fabricación de moldes; específicamente en el presente trabajo son utilizados en la elaboración de moldes, mediante "vaciado" (proceso que consiste en verter el material del molde en estado líquido o fundido, dentro de un marco o bastidor previamente diseñado y sobre un modelo; cuando endurece el material vaciado, el modelo se extrae dejando una cavidad o hueco que reproduce la misma forma de este.

Los modelos se pueden fabricar de cualquier material sólido que permita modelar ya sea a mano, con instrumentos o maquinaria, la forma que se le dará al producto final.

En la fabricación de moldes para baja producción, es muy frecuente el uso de un modelo (también conocido como original), con el que se desarrollaría la cavidad; en muchos casos se puede partir de una pieza original para reproducirla, en este caso la misma pieza puede ser utilizada directamente como modelo. Debe tenerse presente que muchos materiales poseen propiedades y características que durante su endurecimiento, provocan cierta contracción volumétrica (o sea, reducen sus dimensiones en forma proporcional), quedando la pieza final más pequeña que el modelo original; para evitar posibles problemas causados por este fenómeno, deberán considerarse ciertos excedentes de contracción; normalmente son datos técnicos especificados directamente por el fabricante o distribuidor del material, usado para la construcción del molde o en su lugar, es posible consultar cierta bibliografía existente al respecto.

NOTA: (Consultar la sección correspondiente a propiedades y características de los plásticos en este trabajo).

Cuando se diseña un nuevo producto, no se dispone de un objeto tridimensional original, el modelo se fabrica a partir de los planos, siguiendo estrictamente las especificaciones que deberán contemplar excedentes y tolerancias, tanto del modelo como del molde de acuerdo a los materiales a usar. (ibid. # 32, p.55)

Durante el proceso de desarrollo de un producto, después de que el prototipo se ha sometido a diferentes evaluaciones, es común que se decida realizar una producción para someterlo a las rigurosas pruebas de mercado; (normalmente estas son las etapas por la que se atraviesa en la industria, antes de la producción en serie de un producto), la producción para estas pruebas es generalmente limitada y se hace necesario nuevamente el desarrollo y construcción de moldes económicos, poco complejos, de fabricación rápida, que reproduzcan los objetos o piezas con buena calidad y a un precio aceptable.

Como respuesta a las anteriores exigencias, desde hace algunos años, se han desarrollado ciertos materiales que permiten la fabricación de moldes que cumplen con las características anteriormente señaladas, con la ventaja de no utilizar infraestructura especializada en su construcción y, donde los modelos juegan un papel importante.

A continuación citaremos algunas recopilaciones de experiencias de diferentes modelistas, incluyendo algunas aportaciones nuestras, con el objetivo de permitir un ahorro considerable de recursos y lograr un buen resultado durante el desarrollo de modelos y moldes.

11-B.2: CONSIDERACIONES PRELIMINARES PARA LA FABRICACION DE
MODELOS Y MOLDES

Se exponen ciertas consideraciones de caracter basicamente practico, algunas de ellas parecieran obvias sin embargo han sido dictadas por la experiencia de algunos modelistas y que, convendria tener presentes durante la realizacion de modelos y moldes de baja produccion.

En muchos casos es necesaria la construccion de cajas de moldeo, por lo que se reitera que antes de la realizacion del modelo y posteriormente del molde, se deberan tener elaborados los planos tanto de la pieza a obtener, como de todas aquellas que fueran necesarias o auxiliares durante la realizacion del molde.

ANTES DE EMPEZAR EL TRABAJO EN EL TALLER:

1) Se recomienda antes de comenzar el trabajo de elaboracion, tener terminados todos los planos y dibujos de la o las piezas a desarrollar.

2) Elaborar un plan de trabajo (instruccion), acerca de como se pretende desarrollar la pieza,

3) Es aconsejable fijar el plano del elemento o pieza que se este desarrollando sobre un cuadro y colocarlo en un lugar accesible, iluminado y de facil consulta,

4) Disponer de todas las herramientas y dispositivos necesarios de acuerdo a los materiales seleccionados para la realizacion del modelo y del molde,

5) Disponer del material necesario, previamente seleccionado de acuerdo a los requerimientos establecidos para el desarrollo del modelo y molde,

6) Prever una correcta iluminacion en el area de trabajo lo mas recomendable es la luz natural del dia que varia entre 2000 a 100 000 lux), si no la hay, colocar lamparas (como las utilizadas en las mesas para dibujo), de tal modo que la luz caiga sobre el area de trabajo manual; tener presente que el nivel de iluminacion recomendado en la mesa de trabajo depende del tipo de detalles a lograr y de la edad de la persona que laborara, una persona de mayor edad necesita mas iluminacion (la luz artificial en el interior, generalmente es de 50 a 1000 lux),

7) El angulo entre la horizontal de la linea de la mirada y la lampara debe ser de por lo menos 30°,

8) Se recomienda utilizar tubos fluorescentes ya que, dan mas luz por watt que los focos electricos comunes y con baja luminosidad (evitando el resplandor).

DURANTE EL TRABAJO:

1) Colocar los instrumentos de medicion, en un estante separado de las herramientas de trabajo,

2) Acostumbrarse a colocar lo que se utiliza con mayor frecuencia, mas cerca y lo que se utiliza con menos frecuencia, colocarlo mas lejos sobre el banco de trabajo,

3) Se aconseja poner a la derecha todo lo que durante el trabajo ha de tomarse con la mano derecha y lo que se toma con la mano izquierda, disponerlo a la izquierda,

4) Acostumbrarse a tocar y poner las herramientas sin apearlas; para esto hay que colocar cada objeto siempre en un mismo lugar,

5) Mantener constantemente el lugar de trabajo libre de virutas, osatura y polvo,

6) Si el modelo se compone de diferentes piezas, almacenarlas juntas en el orden correspondiente.

DESPUES DE TERMINAR EL TRABAJO:

Arregiar y limpiar el puesto de trabajo y las herramientas, para esto, es aconsejable rotarlas con un trapo impregnado de aceite, evitando asi posibles oxidaciones a causa de protegerlas.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS PLANOS:

Los planos son los registros permanentes de un proyecto del cual se toman las referencias generales y especificas que, nos daran los innesentos y caracteristicas detalladas acerca de las piezas que se desarrollaran en el taller; tomar en cuenta que se pueden entregar copias a todos los interesados en el proyecto; estos deberan proporcionar la informacion necesaria lo mas exacta posible, legible y con claridad.

Se ha observado que la precision en la elaboracion de los planos es de vital importancia ya que, un plano puede contener una cantidad considerable de dimensiones y si entre ellas, una sola es inexacta, puede llegar a afectar al resto de las dimensiones correctas. Los dibujos originales generalmente son conservados por el responsable del proyecto; se acostumbra utilizar copias en el laboratorio o taller donde se elaborara el molde.

Para la elaboracion de los planos, tener presente que:

+ Se deben seguir las reglas de proyeccion ortogonal y las normas mexicanas de dibujo,

+ Se deben de dibujar un numero adecuado de cortes y vistas para presentar los detalles de un modo claro,

+ La pieza moldeada se representa por lo general en negro en las vistas en corte, + Es mejor mostrar un corte que las lineas punteadas que representan aristas ocultas,

+ Antes de dimensionar, procurar tener todas las piezas dibujadas completas con sus respectivas vistas,

+ Archivar todas las notas e informacion obtenida de las diferentes fuentes.

II-B.3: REGLAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE MODELOS Y MOLDES

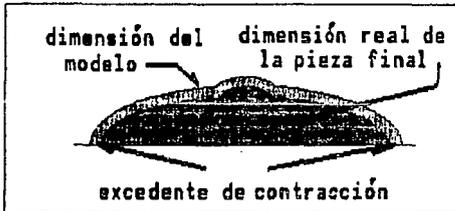
II-B.3.1: EXCEDENTES DE CONTRACCIÓN:

Son el aumento en las dimensiones del modelo para condensar la contracción que la mayoría de los materiales sufre al endurecerse o enfiarse durante su elaboración.

Para comprender los fenómenos de contracción, recordemos que la materia experimenta básicamente dos cambios:

- 1) Los cambios físicos, en los que no se altera la naturaleza química fundamental de la materia,
- 2) Los cambios químicos (reacciones químicas), en donde se altera la naturaleza química fundamental y propiedades de las sustancias que componen el material.

Los cambios químicos, desprenden o absorben mucha más energía que en los cambios físicos (a los procesos químicos que se llevan a cabo con la liberación de calor se les conoce como exotérmicos).



Cuando una sustancia pasa del estado líquido al sólido puede sufrir uno o los dos cambios de la materia, durante estos, las sustancias sufren un ordenamiento molecular atrayéndose mutuamente y formando figuras geométricas (a este fenómeno se le llama cristalización), al existir este ordenamiento o acomodo, las moléculas dejan de tener cierto movimiento con su consiguiente disminución volumétrica, esto sucede conforme la liberación de energía cede (o sea, mientras se va enfriando el material); por lo anterior podríamos resumir que en un proceso químico exotérmico, la mayoría de los materiales al pasar de un estado líquido al sólido (o sea al endurecerse), sufren una contracción volumétrica.

La disminución o contracción volumétrica sucede proporcionalmente y para determinar los excedentes de contracción, es importante tener conocimiento acerca de las propiedades y comportamiento de los materiales que se utilizarán; aunque las contracciones son volumétricas, por lo general al diseñar, se aproximan expresándolas linealmente.

Existen ciertos materiales utilizados en la construcción de moldes de baja producción, cuya contracción es tan pequeña que se considera despreciable, en estos casos se recomienda diseñar y realizar el modelo sin excedentes o sea, del mismo tamaño que la pieza que se desea obtener.

No debemos perder de vista que la finalidad de realizar un molde es reproducir más de un objeto formalmente iguales; la importancia del desarrollo del molde, radica en la cantidad y calidad de piezas a obtener a partir de este, por ello, también es necesario conocer el material del que se piensan fabricar las piezas terminadas, ya que, también estos materiales son depositados en estado líquido o viscoso y también pueden sufrir cierta contracción durante su enfriamiento y endurecimiento dentro del molde. Podríamos entonces resumir que se deben considerar los respectivos excedentes de contracción para el modelo, el molde y la pieza a obtener; estos excedentes varían de acuerdo al material utilizado.

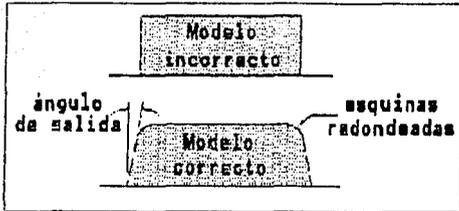
Los datos técnicos acerca de la contracción volumétrica del material utilizado, son obtenidos del fabricante o distribuidor de dicho material o en literatura al respecto (consultar tercera parte de éste trabajo); este dato se expresan en "porcentaje de contracción", por ejemplo:

Contracción del poliestere-termosteable = 1%

II-B.3.2: ANGULOS DE SALIDA:

Para la realización de los moldes de baja producción que exponemos en este trabajo, primeramente se desarrolla un modelo sólido y rígido, este se utiliza para fabricar los moldes (cavidades); estos moldes generalmente se fabrican mediante "vacío" (o sea vertiendo el material

en estado líquido sobre el modelo, cuando el material del molde ha endurecido, se extrae el modelo que sirvió para formar una cavidad en el molde; para poder extraer el modelo del molde se requiere de "ángulos de salida".



Los ángulos de salida se requieren para permitir que el modelo salga sin romper las paredes del molde una vez que ha endurecido este; el modelo debe ser ligeramente cónico, para que el molde tenga «salida» y se eviten lo que se le llama "candados" o sea curvaturas inversas que impiden que el modelo salga del molde; estos ángulos además de facilitar la salida o extracción del molde, permiten una mayor duración de este ya que, durante el trabajo al extraer las piezas se produce cierta fricción constante que es reducida con el buen diseño de los ángulos de salida. (Ib. #25 p.67)

También se aconseja diseñar las piezas y por consiguiente los modelos con esquinas redondeadas y chafiladas ya que, facilitan el flujo del material y por consiguiente el llenado de la cavidad, así como la extracción del molde.

Para el diseño y concepción de los productos, cuando el desmoldado es manual (manipulado por un operario) se ha generalizado (salvo pequeñas excepciones), que una concididad aceptable y manejable es: un ángulo de 3° como mínimo, aumentando esta en cavidades muy profundas, con esto se disminuye la fricción y se evita dañar las paredes del molde; cuando el desmoldado se hace a máquina, con un grado (1°) es suficiente. (Ib. #25 p.67)

11-B.3.3: OTRAS CONSIDERACIONES:

Cuando por características de la pieza por obtener se ha decidido desarrollar un molde de matriz cerrada, es deseable que durante el diseño, se tenga presente que:

1) Aprovechar las ventajas que ofrece el método de "vacío"; considerar que el modelo puede incluir los dispositivos que alimentaran el material desde el exterior hacia la cavidad del molde, con esto se pueden evitar

posteriores trabajos de maquinado, con su consecuente costo.

2) Si la pieza por obtener, debe llevar insertos metálicos o de otro material, considerar que los modelos también pueden formar las bases de dichos insertos evitando posteriores maquinados.

*CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIAL NECESARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS

En muchas ocasiones será necesario calcular la cantidad de material a preparar para la construcción de la pieza, ya sea para construir el modelo o para construir el molde; la mayoría de los materiales que se utilizarán, una vez que se encuentran mezclados, endurecen en forma irreversible; para evitar desperdicios se debe calcular solo la cantidad de material que se requiere para la construcción de la pieza de acuerdo a las dimensiones especificadas.

Para el cálculo de material necesario se necesita contar con un dato muy importante y que es la densidad del material a utilizar, dicho dato se obtiene del fabricante o del distribuidor:

La densidad ρ es definida como: "Masa de una sustancia por unidad de volumen, sus unidades son: kg/m³, g/cm³", en la mayoría de los casos, la densidad disminuye al aumentar la temperatura (Ib. #33).

Ejemplo: Se diseñó un modelo cuyas dimensiones son largo=10 cm, ancho = 5 cm y alto = 3 cm; de acuerdo al uso al que será destinado, se determinó realizarlo en resina epoxica con carga de aluminio; se como una resina conocida comercialmente como Aradit CW-217 con su respectivo endurecedor, fabricada por Ciba Geigy, que dio como dato que la densidad de este material es de 1.7 g/cm³, queremos saber que cantidad de material debemos preparar para lograr las dimensiones del modelo:

$$\rho = \frac{\text{Masa (g)}}{\text{Volumen cm}^3}$$

Volumen: (10 cm) (5 cm) (3 cm) = 150 cm³
 Densidad del material por usar = 1.7 g/cm³
 Masa = ?

Despejando : Masa = (Volumen) (Densidad)
 = (150 cm³) (1.7 g/cm³)
 = 255 gramos que es la cantidad del material requerido, aconsejándose preparar 10% mas por perdidas de manejo.

II-5.4: PROCESO GENERAL PARA EL DESARROLLO Y CONFORMACION DE MODELOS:

Para el desarrollo de cualquier trabajo profesional puede definirse un proceso. así entonces para el desarrollo de los modelos usados en la fabricacion de moldes para baja produccion, se sigue un proceso que si bien puede variar en los materiales y herramientas utilizados, es un proceso comun, que se encuentra dividido en diferentes etapas; el nombre que se le ha dado a cada etapa es significativo para el autor de este trabajo, pudiendo no ser muy significativo para usted, el lector; Lo importante es definir y entender el proceso y cada uno puede "nautizar" cada etapa con palabras comodas y significativas.

Si bien para desarrollar el presente tema se tomo como material base "la madera", es conveniente aclarar que, cada material posee sus propiedades y características particulares, estas determinan la forma de trabajo y las herramientas adecuadas para trabajarlo; las etapas de elaboracion seguirán siendo constantes y las particularidades de cada uno, serán tratadas al momento de dicha exposicion.

Nosotros partiremos de la base de que ya se tiene diseñado un producto u objeto que se piensa reproducir, para lo cual se hace necesaria la construccion de un molde, por ello la etapa uno solo será mencionada.

Pasos en el proceso de desarrollo:

1) DISEÑO DEL MODELO, tomar en cuenta los excedentes de contraccion, angulos de salida y otras especificaciones tecnicas de acuerdo al material y proceso empleado en su construccion; en esta etapa se desarrollan los planos tecnicos para el taller.

2) ADQUISICION DE MATERIALES, herramientas y dispositivos necesarios para el trabajo y desarrollo del modelo; si bien ésta etapa pareciera ser ovvia, es importante considerarla y planificar, ya que de la correcta adquisicion de los materiales puede depender en gran medida el exito del trabajo.

3) DESBASTADO Y CONFORMACION

4) DETALLADO Y TERMINACION

- 4.1) LIJADO Y RETOCADO DE DEFECTOS
- 4.2) APLICADO DEL RESANADOR Y SELLADOR
- 4.3) APLICACION DE ACABADOS (TINTES, BARNICES, ETC)
- 4.4) PULIDO DE LA SUPERFICIE.
- 4.5) ENCAJADO

Por otra parte es conveniente aclarar que cuando un modelo será utilizado para la reproduccion de muchas piezas iguales, en ese momento, para los fines del presente trabajo, dejara de llamarse modelo y tomara el nombre de molde; ejemplo de ello lo encontramos en el proceso de termoformado, cuando se utilizan "modelos positivos", tambien conocidos como "molde macno".

Las dos primeras etapas, ya han sido tratadas en los capitulos II-B.1, II-B.2 y II-B.3, a continuacion hablaremos acerca de las dos etapas restantes:

II-B.4.1: DESBASTADO Y CONFORMACION:

En esta etapa se trata de dar forma a los modelos tomando directamente las dimensiones de los planos que, naoran de haberse realizado considerando los excedentes de maquinado, contraccion y angulos de salida, ya mencionados anteriormente.

El desarrollo del modelo depende en gran medida de la complejidad de este, se pueden desarrollar modelos de una sola pieza o un modelo compuesto por varios elementos unidos ya sea permanentemente o con ensambles que lo hacen desarmable ya sea del tipo conocido como "macnos-hembra", "caja y eslopa", etc, o simplemente con tornillos (plias).

Para los efectos del presente trabajo entenderemos por "LABOR LA MADERA" el trabajarla de manera que se reduzca o coore la forma conveniente para poder utilizarla en sus diferentes aplicaciones mediante la utilizacion de herramientas o maquinas- herramienta, que permitan desbastar y conformarla -darle forma- mediante la eliminacion de material; en nuestro caso particular, para el desarrollo de modelos.

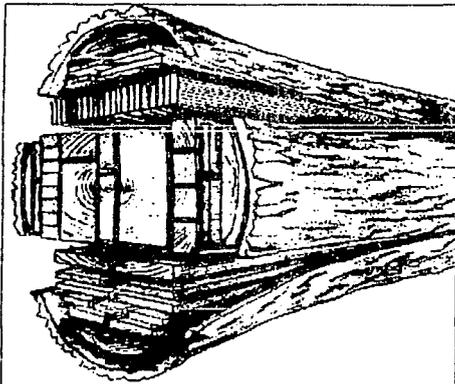
Para el trabajo con este material, comunmente son deseables, ciertas maquinas y dispositivos tales como: sierra cinta o caladora, taladro, tornillo de banco y prensas de diferentes medidas (de acuerdo a las dimensiones del modelo); ademas se necesitan las siguientes herramientas:

- + Un calibrador Vernier
- + Un flexometro
- + Juego de guías rectas y acodadas
- + Escoblos rectos y de filos oblicuos
- + Un mazo o martillo
- + Juego de limas (redonda, media caña, cuadrada, etc)

- + Juego de escorinas, para tallar detalles delicados.
- + Cepillo de cercas de alambre.

Se puede decir que es requisito indispensable para obtener buenos resultados, tener las herramientas bien afiladas (como si fueran cuchilla de afeitar); para esto, es conveniente tener diferentes piedras para afilar como son: de grano grueso (para moldear nuevamente el bisel del filo), de grano mediano (para alisar el bisel hasta formar una rebaja), de grano fino (para eliminarla), de grano extrafino (para pulir el bisel formado), finalmente un pedazo de cuero para asentar el filo.

Primera etapa para comenzar a conformar el modelo, preparamos la materia prima sobre la que vamos a trabajar; en este caso, partimos del "rollo de madera o tronco", del que se obtiene la "MADERA ASERRADA EN BRUTO" a partir de esta, se fabrican "PIEZAS BRUTAS ASERRADAS", dependiendo



DEL TRONCO SE OBTIENE LA MADERA ASERRADA EN BRUTO

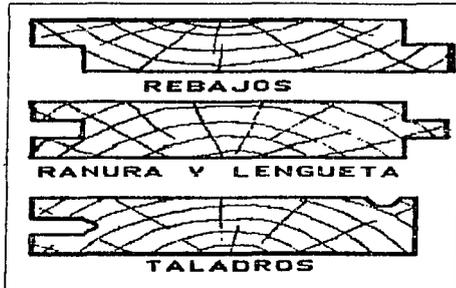
de las dimensiones, forma y complejidad del modelo, se obtiene la madera como "bloques o piezas aserradas"; estas se obtienen a partir de las piezas brutas o directamente durante el aserrado de los rollos.

Las PIEZAS BRUTAS, son los trozos que se utilizan directamente para conformar los modelos; son tablas o largueros que han sido cortados conforme a las dimensiones prefijadas con los sobrespesores para la mecanización y en caso de necesidad para la merma, (se llama merma a la disminución del volumen de la madera al perder humedad) (Bib. # 30).

Las piezas brutas, según los tipos de labora se

dividen en ASERRADOS las obtenidas mediante la aserradura, ENCLAVAS fabricados de varias piezas brutas más pequeñas mediante el encajeamiento (o adhesión) longitudinal, en dirección del ancho y del espesor, CALIBRADA LABRADA hasta las dimensiones dadas comerciales. (Bib. # 30)

Los principales labrados estriban en actuar sobre el material de modo que, sacando parte del mismo, se consigan unas reducciones volumétricas de su forma original.



Cuando las reducciones se logran esencialmente reduciendo el grosor de un canto o una arista en su parte externa, recibe el nombre de "Rebajos", si esto se hace en su parte media recibe el nombre de "Ranura" y si se consigue mediante perforaciones o taladros, recibe también el nombre de "Taladros".

Cuando no se puede encontrar un pedazo de madera lo suficientemente grande para el modelo, se pueden encolar juntas más pequeñas asegurándose de orientar la dirección de la veta o fibra en la misma dirección y forma, con esto se evitan problemas de fibra invertida cuando se labra a través de las juntas encoladas.

Otras formas de uniones entre maderas mediante labrados, consisten en actuar sobre los elementos que deben unirse, de modo que se obtengan "rebajos", "vacíos" y "resaltos que encajen entre sí".

Atendiendo a la dirección de las fibras o veteado de la madera, pueden unirse por tres formas:

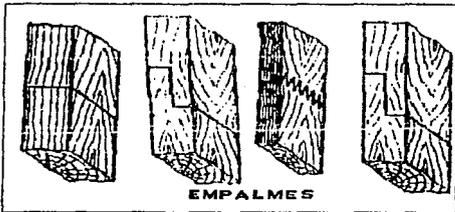
ACOPLAMIEN
TOS
EN ALM
EN ALM

ACOPLIAMIENTOS



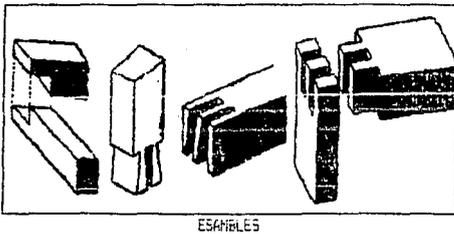
Es cuando los maderos se unen por sus caras o cantos, de manera que las vetas de uno y otro madero, queden dispuestas paralelamente.

EMPALMES:



Es cuando los maderos se unen por sus extremos y por tanto, el veteado de uno puede ser prolongación del que orrece el otro.

ENSAMBLES:

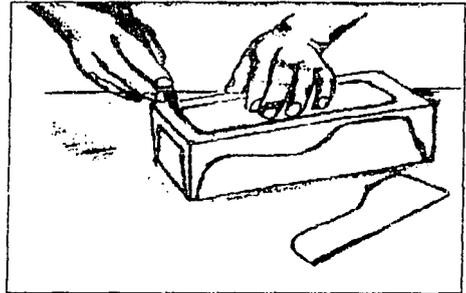


Es cuando los maderos se disponen en un ángulo más o menos recto el uno con respecto al otro, es decir, que las vetas de un madero se hayan contrapuestas o en dirección cruzada respecto a las del otro.

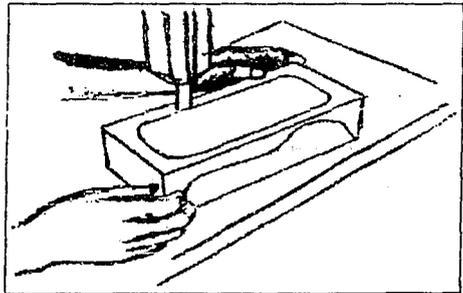
En el lenguaje corriente se ha generalizado el nombre

de "ensamble con el de "union"; esto no es del todo falso, ya que "ensamblar" quiere decir "Unir, juntar o trabar debidamente las piezas para la formación o construcción de una obra" (Dic. # 20); así entonces, para los fines del presente trabajo, podrán utilizarse indistintamente ambos términos.

El paso siguiente en la conformación del modelo, una vez obtenido el bloque, consiste en transferir las vistas superior, frontal, trasera y laterales, hacia las caras del bloque según sea necesario y requerido.

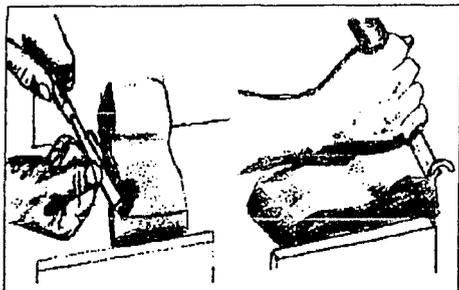


Ya marcado el contorno de la pieza por obtener sobre el bloque, se corta con una sierra de banda, para ello se puede auxiliar de un barroto para comenzar el corte; cortar el perfil dibujado de arriba, procurando no

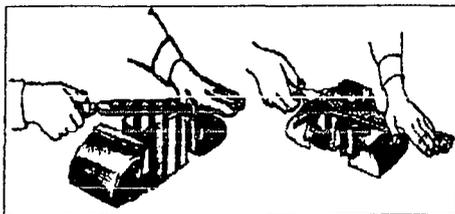


mantener la parte sobrante (desperdicio) del corte, ya que una vez cortado será requisiteo y reinstalado el dibujo para realizar el corte de los laterales o de perfil.

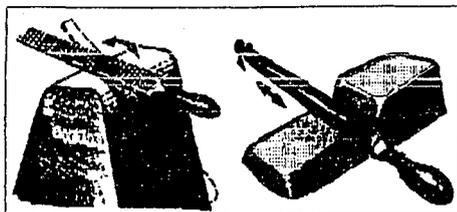
ya cortado el bloque, comenzar a dar forma desbastando (tallando) con cuchillas, guías, escoblos, etc.: Cuando el modelo es muy pequeño o difícil de manipular, es conveniente ayudarse de un "dispositivo de aguate o sujeción", que es atravesado desde la parte inferior por "tornillos tirafondo", hasta llegar al modelo, esto permite fijarlo desde la parte inferior, para dar forma y detalles más cuidadosamente; se recomienda fijar el dispositivo de sujeción a un tornillo de banco.



Utilizar un martillo o mazo para guiar las herramientas al remover inicialmente grandes pedazos de material y dejar la fuerza de la mano para dar solamente las formas finales. Con la mano que sostiene el mango de la herramienta se debe dar la fuerza de corte y permitir que la otra mano se coloque en la hoja de la herramienta, para que guíe el corte. Para barridos y cortes de modelar, permita que las dos manos guíen y le den fuerza a la herramienta.



Después de que el cuerpo del modelo se encuentra tallado y conformado en bruto, antes de lijar, se suavizan los cortes con escofinas y limas. Se recomienda usar limas planas para las áreas convexas, media-caña para superficies grandes convexas y redondas para pequeñas curvas. Una vez conformado el modelo es necesario



LIMADO DE SUPERFICIES: IZQ. CONVEXAS ; DER. CONCavas

detallarlo y darle acabado:

II-3.4.2: DETALLADO ; TERMINACION

Un aspecto importante a considerar en la elaboración de los modelos no solo de madera sino de cualquier otro material, es su acabado -se entiende por "acabado", el retoque final y el tratado de detalles de la obra realizada, que puede ser mediante aplicación de algún recubrimiento superficial, o simplemente oliendola-, ya que las paredes interiores de la cavidad del molde tomarán la textura que posea la capa superficial del modelo; por consiguiente, las piezas a fabricar con el molde también reproducirán esa textura, de ahí la importancia de conocer un poco sobre acabado de los modelos:

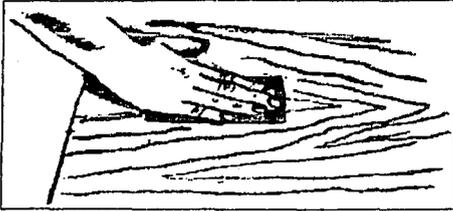
Una vez que se ha conformado el modelo, es necesario tratarlo a detalle, dándole la textura que se desea reproduzcan las piezas terminadas cuando sean extraídas del molde. A los modelos pueden darseles muchas y variadas texturas dependiendo de las características deseadas; generalmente se comienza con el proceso de "lijado" como paso posterior al conformado; habiemos acerca de esto:

II-3.4.2.1: LIJADO

Entendemos por "lijado" al proceso de desbastar y alisar la madera mediante lijas.

El papel de lija se vende en paquetes de hojas sueltas o en rollo; comprándolo en forma de hojas sueltas se tiene la facilidad de tener una variedad aceptable para poder utilizar el tipo adecuado para cada trabajo.

La lija se compone de una base de tela o papel y un material abrasivo en el anverso. Para obtener óptimos resultados, deberá elegir una lija con la combinación correcta de abrasivo, base, espaciamento del grano y



LIJADO DEL MODELO, SIGUIENDO LA VETA DE LA MADERA

tamaño del mismo, veamos algo de esto:

ABRASIVOS:

La lija de cuarzo o polvo de vidrio es la más económica, no obstante corta muy despacio y se desafilía rápidamente. Por su bajo costo se recomienda para el lijado inicial de superficies de madera blanda que tapan la lija rápidamente. Solo resulta adecuada si tiene un granulado muy denso y una base de papel.

La lija de granate es duradera y se emplea para suavizar, terminar y pulir superficies de madera. Es más cara que la de cuarzo o vidrio, pero da mejor resultado en el lijado en general.

La de carburo de silicio es excelente para un lijado extenso, resulta más cara que la de granate, sin embargo se trabaja mejor con ella y el polvo de madera puede desprenderse fácilmente de la lija sacudiéndola, esto permite usar un mismo trozo varias veces.

La lija de esmeril (óxido de aluminio) se destina con más frecuencia al pulido de metales.

BASES:

Las lijas comunes que se usan para trabajos bastos de carpintería tienen una base de papel grueso; las lijas para pulir tienen bases finas y suaves que les dan flexibilidad y evitan rayar la madera; también se encuentran bases de tela que les permiten cierta flexibilidad y que pueden adquirirse por metro ya que vienen en rollo.

ESFACIAMIENTO DEL GRANO DEL ABRASIVO:

La lija se clasifica según la densidad del grano por unidad de superficie en: abierta o cerrada. En la cerrada los granos cubren por completo la base; en el caso de las

más abiertas, 50% de la superficie total.

Las lijas de grano abierto lijan más rápidamente y con menos presión; duran más por que son menos propensas a taparse y se les desorende el polvo con facilidad al sacudirlas, resultan muy adecuadas para maderas blandas y superficies pintadas. La lija de esmeril tiene también una capa de estereato de zinc (grasa) para hacerla más duradera.

TAMAÑO DEL GRANO:

Los números de las lijas se refieren al tamaño de los granos de abrasivo. Cuanto más elevado es el número, más finos son los granos;

GRANO GRUESO: Se emplean básicamente para desbastar y se consideran aquellas del número inferior de 80.

GRANO MEDIANO: aquellas que se encuentran entre el 80 y el 120 y se utilizan para lijar y preparar la superficie en forma general.

GRANO FINO: Se consideran aquellas que se encuentran entre el 100 a 180. Estas lijas se usan para el lijado final antes de aplicar pintura; como la base de estas lijas es flexible, facilita el trabajo en superficies curvas.

GRANO MUY FINO: Comprenden los números del 220 al 280. Estas lijas se emplean para asentar entre las diversas manos de acabado; la lija 220 es adecuada para el lijado final antes de volver a barnizar maderas blandas; las lijas 220 a 260 son adecuadas para el mismo trabajo pero en maderas duras.

EXTRAFINO: Comprende las lijas número 280 en adelante; las más finas son apropiadas para el pulido final antes de barnizar maderas duras, ya que producen acabados de tipo espejo.

Después o antes del lijado, en muchos modelos es necesario rellenar ciertas imperfecciones o incluso realizar ciertas formas que se pueden incorporar rellenando con materiales especiales:

II-B.4.2.2: RESANADORES Y SELLADORES

RESANADORES:

Muchas veces, mientras se está lijando, surgen defectos leves en la superficie que pueden consistir desde grietas pequeñas y profundas de la madera, hasta pequeños agujeros; estos defectos deben corregirse antes de proceder con otra operación.

Cuando los defectos son muy leves, un lijado cuidadoso puede igualar la superficie, cuando el efecto es más notorio, como por ejemplo pequeñas ranuras o agujeros, se corrigen mediante «rellenadores» también conocidos como resanadores, estos se utilizan para

rellenar agujeros pequeños: se adquieren fácilmente en cualquier ferretería o en tlapalerías, los hay tanto para madera, como para otros materiales.

El resanador para madera, también puede ser fabricado por el mismo modelista, mezclando aserrín desprendido de la misma madera que se trabaja, agregándole pegamento para madera y formando una pasta. En el caso de materiales termoplásticos, se puede formar un resanador, disolviendo pequeños trozos de material o polvo del mismo en su solvente.

Cuando se utilizan materiales diásticos termoestables, el resanador se puede formar preparando nuevamente una mezcla con la misma proporción de endurecedor y resina y aplicándolo directamente sobre la superficie a resanar; para la aplicación de cualquier resanador, debe tenerse cuidado de que no existan impurezas o grasa en la superficie a resanar.

Para aplicarlo tenga en cuenta lo siguiente:

- + Rellene el agujero por completo.
- + Generalmente los resanadores para madera comerciales, se reducen mientras secan y endurecen, por lo que, el agujero o la imperfección deberá cubrirse por sobre la superficie circundante del defecto.
- + Muchas veces es necesario dos aplicaciones de resanador debido a la contracción sufrida, esperar hasta que endurezca, entonces se sabrá si necesita una segunda aplicación.
- + Deberá dejarse secar y endurecer por completo antes de lijar; el tiempo de secado de una capa de resanador es aproximadamente de una hora para los resanadores de madera; en el caso de otro material, generalmente el envase tiene las especificaciones e instrucciones correspondientes.
- + Una vez endurecido el resanador, lija el exceso cara que quede al nivel de la superficie.
- + Aunque no es necesario, muchas veces se requiere que estas correcciones sean lo menos notorias, para esto, existen actualmente en el mercado diferentes tipos de resanadores para los distintos tonos de la madera; en último caso pintese del color de esta, teniendo cuidado de que el pigmento sea compatible con el resanador, sino se puede cortar la reacción.

El resanador tapa los poros de la madera y con ello se logra una superficie dura y lisa sobre la cual puede aplicarse el acabado. Se recomienda no usarlo cuando se requiere un acabado de madera natural. La madera de veta cerrada generalmente no necesita resanarse, el sellado y el acabado son suficientes para rellenar los pequeños poros, especialmente si se usa tinte.

El resanador llena la veta de la madera y ayuda a que el acabado se adhiera más firmemente. En general, cuando se aplica tinte al modelo, el resanador deberá ser del mismo tono o un poco más oscuro que el tinte usado en la madera.

El resanador se puede adquirir de tono natural y teñir con pintura de aceite. El resanador deberá aplicarse tanto en el sentido de la veta como a contraveta antes o después de teñirlo; si lo va a aplicar después, selle primero la superficie con una capa de goma laca rebajada.

SELLADORES:

El sellado es una capa de laca, goma laca o barniz; se aplica sobre el tinte —en el caso de entintar el modelo— o sobre el resanador. Evita la evaporación y proporciona adherencia entre las distintas capas de acabado, puede usarse también como base sobre madera natural para reducir la penetración de una capa posterior.

La goma laca resulta excelente ya que seca con rapidez y se adhiere bien; en el caso de la madera tratada con un tinte de aceite no hay opción, solo deberá usarse goma laca; rebajéala mezclando una parte de goma laca con ocho de alcohol industrial.

Se puede emplear barniz como sellador; mezclarlo con igual cantidad de aguarrás; si prefiere laca, mezclar con igual cantidad de solvente para laca.

APLICACIÓN: Antes de aplicar una capa selladora, compruebe si la superficie está seca y sin polvo; extienda la capa con una brocha en el sentido de la veta y después déjela secar por completo. Finalmente pua la superficie con fibra de acero.

II-B.4.2.3: ACABADOS SUPERFICIALES

El acabado superficial depende de la textura que se quiera lograr; actualmente se encuentran en el mercado una gama muy amplia de productos que se aplican por aspersión (algunos vienen en presentación comercial tipo aerosol) y que, generan las más variadas formas de textura lográndose efectos interesantes.

Para dar el acabado superficial mediante algún líquido o elemento que cubra la superficie, se recomienda aplicarlo posterior al sellador. Generalmente se utilizan tintes, goma laca, barnices y lacas.

Cuando los modelos son de algún material diferente a la madera, esto no suele ser necesario, sin embargo, la aplicación de algún recubrimiento ayuda a dejar la

superficie uniforme y brillante. Antes de aplicar cualquier tipo de acabado debe prepararse la superficie; la preparacion cuidadosa de la superficie resulta fundamental para el exito del trabajo; debe de quedar lisa y limpia de polvo, eliminandose los rayones, agujeros y otros defectos.

+ Después de aplicar la primer capa de acabado superficial, debere esperarse a que seque y endurezca, despues se asentara la superficie mediante una lija extrafina; antes de lijar una madera debere cuidarse de que no tenga grasa u otros residuos quimicos que, puedan tapar la lija o que obstruyan la penetracion de tintes e impidan que se adhieran las capas de acabado; si los tiene, deben neutralizarse.

El aguarras es muy eficaz para neutralizar y limpiar; se debe aplicar con fibra de acero limpiando todas las superficies del modelo que se pretenda acabar especialmente las hendiduras y tallados; debe reposar el aguarras unos cuantos minutos para despues quitarlo con un trapo o algodón limpio, posteriormente se recomienda dejarlo secar toda una noche.

Una vez completamente seco y libre de grasa, debere lijarse con suavidad; use lija del # 260, lijando con movimientos rectos en el sentido de la veta de la madera; Cuando sea necesario e inevitable lijar a contraveta, lije primero con fibra de acero fina y luego de una pasada con lija para acabados; en superficies redondas, curvas y angostas, use lija fina o fibra de acero.

Antes de proceder a aplicar el acabado, debe hacerse una inspeccion cuidadosa de la superficie por si apareciera algun deterioro o defecto; los rayones poco profundos pueden disimularse con lija del # 260, en caso de cortes más profundos deberan rellenarse con resanador tal y como se describen en la seccion correspondiente.

TINTES:

Revelan y realzan la belleza natural de la madera, proporcionandole color y acentuando la veta natural. Existen tintes de aceite, de agua y de alcohol, recomendandose los de aceite por ser mas faciles de aplicar; estos se venden en chapalerias y tiendas de pinturas.

+ Antes de aplicar el tinte, limpie y pulise la superficie lijando suavemente en el sentido de la veta con lija # 220 o 260; luego quite todo el polvo y limpie con aguarras.

+ Debe aplicarse una capa de sellador o goma laca rebajada en las partes donde la madera se encuentra

cutada en forma transversal, ya que puede absorber mas tinte.

GOMA LACA:

Los acabados de goma laca tienen la desventaja de que se deterioran con gran facilidad, ya que los afectan el calor, el agua, el alcohol y tambien muchos productos quimicos de uso casero. Para subsanar estos limitantes, la goma laca se pulise y se le agrega una capa de cera o lustrador.

La goma laca va tomando cuerpo gradualmente por capas por lo tanto nunca es suficiente aplicar una sola mano. Cada capa seca aproximadamente en 1/2 hora y está preparada para la siguiente capa en 4 hrs. aprox.

La goma laca por lo regular no se aplica directamente de la lata; para asegurar su duracion y aspecto hay que aplicar varias capas bien diluidas. Rebase en alcohol industrial (se vende en chapalerias, supermercados o en farmacias), removiendoa con movimientos circulares constantes, en vez de agitarla; debidamente diluida, la goma laca se extiende facilmente recomendandose no aplicarse en ambiente humedo, la temperatura de la habitacion no debere ser inferior a 15 °C.

La superficie del modelo debe estar seca y limpia antes de aplicarla; siga la veta, extendiendola sobre la superficie con brochazos muy largos y uniformes; evite volver sobre las zonas ya terminadas.

+ Deje secar la primera capa 3 hrs.; pulise ligeramente con lija fina del numero 220, con lo que se consigue aumentar la adherencia de la capa siguiente,

+ Quite por completo el polvo y aplique la segunda mano, dejandola secar mas tiempo que la primera; 4 hrs. minimo.

+ Lije suavemente despues de cada capa, teniendo cuidado de no rayar, especialmente en los bordes y en los rincones.

+ Deje secar la ultima capa toda la noche, despues pulise, pero debere esperar por lo menos 24 hrs antes de aplicar la cera o lustrador.

LACAS:

Las lacas son soluciones de resinas y otros productos quimicos que otorgan a la madera una superficie completamente lisa, proporcionan unos acabados uniformes y brillantes, poseen la ventaja de secar muy rapido, debiendo extremar precauciones, principalmente por este secado acelerado.

Las lacas se añaden en aerosol para trabajos pequeños y también se consiguen en lata para aplicación con brocha o aspersión.

Aunque la laca seca rápidamente se recomienda esperar 4 Hrs., entre capas para obtener resultados óptimos; el laqueado puede pulirse para obtener el máximo brillo; deje secar la última mano toda la noche antes de pulir.

BARNICES:

Son los acabados transparentes más durables: son resistentes a los rayones, no se estropean con agua, alcohol ni con la mayoría de los productos químicos caseros; entre los más resistentes se hayan los barnices sintéticos a base de poliuretano; es muy aconsejable emplear el mismo tipo de barniz en todas las capas aplicadas a una misma pieza.

El barniz se vende con brillo o mate, actualmente se consiguen algunos barnices que al secar forman una capa texturizada y otros que son lisos y brillantes; las variedades de brillo son más durables; el barniz seca relativamente despacio y es más vulnerable al polvo; los barnices de aceite deberán dejarse secar por lo menos 24 Hrs., entre una y otra capa, los sintéticos son más rápidos, generalmente secan en dos horas y están listos para recibir otra mano en 4 Hrs.; para hacerlo más duradero, deje más tiempo de secado entre capas que el recomendado por el fabricante.

PINTURAS DE ESMALTES:

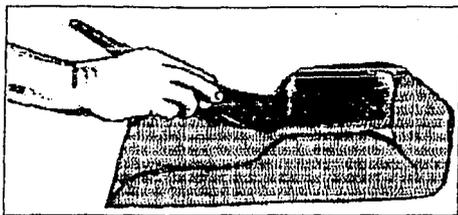
Es la forma tradicional de dar un acabado de color sobre la madera; el esmalte es un barniz al que se le ha añadido color o pigmento, actualmente se cuentan con esmaltes sintéticos que secan en mucho menos tiempo y están menos expuestos a los efectos del polvo. Se recomiendan los esmaltes de poliuretano, ya que producen uno de los acabados más duraderos de todas las pinturas.

II-8.4.2.3.1: APLICACIONES DE LOS ACABADOS

APLICACIÓN CON BROCHA:

Antes de comenzar a aplicar los acabados mediante brocha, es conveniente limpiarla con aguarrás, mojarla en la laca, pintura o barniz y de brochazos sobre un papel limpio para que la pintura penetre en todas las cerdas.

Remueva el barniz o pintura bien teniendo cuidado de no agitar el bote pues se producirían minúsculas burbujas de aire que afectarían desfavorablemente el acabado.



Vierta un poco de barniz en un envase de boca ancha y vuelva a tamar la lata para que no se evaporen los solventes volátiles. Revise si el barniz tiene la debida consistencia; deberá fluir de la brocha facilmente, al sacarla de la pintura tendera a formar un pequeño hilo; si es necesario rebajelo con aguarrás.

(Nota: vea cuales son las indicaciones del fabricante para saber cual es el solvente más adecuado para el material que se este aplicando y rebajelo con este).

El barniz se extiende primero a contraveta y luego se empareja volviendo a pasar la brocha suavemente en el sentido de la veta, con esto se provoca la penetración del recubrimiento en pequeñas imperfecciones; no obstante también es recomendable extender en el sentido de la veta desde el principio.

La brocha deberá mantenerse siempre bien impregnada, pero no tanto que gotee; sumerja en el barniz un tercio de la longitud de las cerdas y páselas por las paredes del interior del envase, para quitar el exceso de barniz; no es recomendable escurrir la brocha en el borde del envase, pues se producirían pequeñas burbujas.

Aplique el barniz a contraveta con pocos brochazos largos y regulares; emparejar la capa con una brocha limpia, manteniendola casi perpendicular a la superficie de manera que solo la punta toque el barniz húmedo. Empezee en un extremo de la superficie y desplace la brocha siguiendo la veta hacia el extremo opuesto en un solo movimiento continuo, prosiga en pasadas paralelas hasta que la superficie este uniforme.

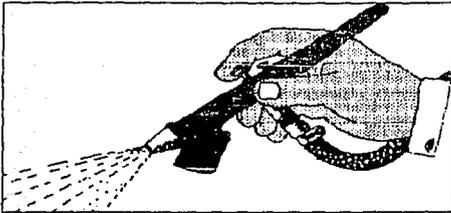
La capa de barniz deberá dejarse secar durante 24 Hrs., o hasta que lo indique el fabricante; antes de aplicar la segunda capa deberá asentarse la primera suavemente con fibra de acero, para asegurar una buena adherencia.

Se recomienda comenzar a aplicar el recubrimiento primero en las superficies más difíciles de aplicar y

menos visibles (por debajo, por atrás y después los costados; dejando el frente y la parte superior al final.

Se recomienda no dar brochazos longitudinales en partes cilíndricas angostas, en ese caso pase la brocha formando curvas; Si el modelo va a pintarse, deberá aplicarse por lo menos tres capas dejando transcurrir varias horas entre una y otra capa.

APLICACIONES MEDIANTE ASPERSION:



Actualmente se ha hecho común la aplicación de recubrimientos superficiales con latas tipo aerosol; considerar que para lograr un buen acabado por aspersión con estas, deberán aplicarse varias capas delgadas agitando siempre el bote después de cada aplicación.

Al rociar la pintura, ya sea con aerosol o con pistola de aire, mantenga el aplicador a una distancia fija de la superficie de trabajo (aproximadamente a 30 cm) y de pasadas de un lado a otro, manteniendo el bote paralelo a la superficie pues de lo contrario se producirían acumulaciones desiguales.

11-B.4.2.4: PULIDO:

Los modelos pueden pulirse inmediatamente después de haber aplicado el sellador (una vez endurecido y seco); para la realización de modelos, no siempre es necesaria la aplicación de acabados superficiales tales como barnices,

esmaltes y lacas. En el caso de haber aplicado algún recubrimiento superficial, EL PULIDO se realiza después de aplicar la última capa (ya sea tinte, como laca, laca o barniz), o simplemente después de aplicar el sellador; si se aplica un recubrimiento superficial, es recomendable que deba tener por lo menos tres capas, ya que si se pule encima de un solo recubrimiento superficial, podría dañarse la madera. Es conveniente aclarar que aun después de la última capa de acabado, la superficie no estará del todo lisa cuando se seque ya que, son inevitables imperfecciones como partículas de polvo, marcas de brocha y burbujas de aire minúsculas.

Las orillas, las esquinas y los tallacos son particularmente delicados; es mejor no tocarlos, si fuere necesario pulirlos deben dejarse para el final y tratarse con especial cuidado.

PULIDO CON LIJA:

Con lija de agua se obtiene un acabado parejo, ligeramente apagado, denominado mate; use lija solo en las superficies planas y trabaje con cuidado, pues la lija desgasta rápidamente incluso la más fina; con la lija de agua emplee agua como lubricante, ya que, el aceite delgado desgasta más despacio que el agua haciendo el trabajo considerablemente laborioso. También es posible lubricar con aceite delgado, sin embargo, se deja una capa que deberá quitarse con gasolina blanca.

El agua actúa rápidamente y deja residuos, pero no debe usarse jamás sobre goma laca; cuando emplee agua, no deberá dejarla en la superficie mucho tiempo o dañará el acabado.

Empiece por remojar un pedazo de lija de agua del No. 500 en el lubricante.

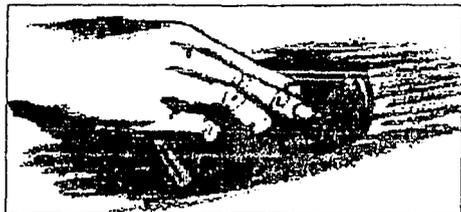
Enrolle el papel en un bloque de madera y pule la superficie del modelo presionando moderadamente.

Lija en el sentido de la veta y una zona cada vez, examinando la superficie con frecuencia.

Mantenga húmeda la lija; cuando el acabado esté liso y el mate parejo, quite el residuo con un trapo o esponja humedecida en agua limpia y después seque; si ha empleado aceite, frote la superficie con gasolina blanca antes de secar.

FIBRA DE ACERO:

La fibra de acero se adquiere en filaterías en diferentes groesos. Pulir con fibra de acero es una forma relativamente rápida, eficaz y sencilla para obtener un acabado satinado y liso.



FIERA DE ACERO

Antes de usar fibra de acero examine el acabado. Si presenta irregularidades, como rayones, golpes o marcas de brocha, frotele con "papel de lija de agua, como se describe anteriormente. Cuando la superficie esté lisa, forme una pelotita floja de fibra de acero fina y frotela sobre la superficie presionando con la palma de la mano. Actúe solamente en el sentido de la veta y voltee la pelotita periódicamente para trabajar siempre con una superficie limpia.

Cambie la fibra de acero cuando comience a desmenuarse; una vez que la superficie entera se haya trabajado y esté libre de imperfecciones, continúe frotando en el sentido de la veta hasta obtener el brillo deseado pero, no más de lo necesario pues podría desgastar el acabado. Limpie la superficie frotando a lo largo de la veta con un trapo suave.

Con la fibra de acero se pueden lograr también, acabados más brillantes y lisos. solamente moje la fibra de acero en aceite delgado o cera en pasta antes de frotar. Si usa aceite limpie el residuo con gasolina blanca. (Sib. # 29 p. 37)

PRODUCTOS PULIDORES (VARIOS):

Se puede obtener un acabado fino con la ayuda de un pulidor comercial. Si no encuentra un pulidor de madera use un producto para automóviles de calidad similar. Asegúrese de que es ouro, sin cera ni otros aditivos.

Si la capa superior del acabado está aspera, suavícela con lija de agua del número 000 antes de utilizar el pulidor. Limpie la superficie y aplique el producto —Se recomienda leer las instrucciones de la etiqueta—.

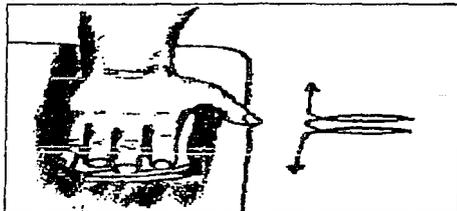
Cuando este listo para aplicar el pulidor, humedezca un trapo sin pelusa en agua limpia; ponga un poco del producto y frote la superficie por zonas siguiendo la veta. Voltee el trapo de vez en cuando para usar siempre

una superficie limpia y utilice tanto producto como sea necesario. Limpie la superficie de vez en cuando para ver el resultado.

Cuando la superficie este completamente lisa, (limpiela); luego tome un trapo limpio con un poco de pulidor, saquele agua en el acabado y frote hasta que la superficie quede brillante y seca.

II-B.4.2.5: ENCERADO DEL MODELO:

En la elaboración de modelos, sobre todo en los modelos con acabados lisos brillantes, siempre se recomienda después del pulido el encerado para reforzar la protección y el acabado final; aplicar una capa delgada de cera líquida, en pasta o en aerosol, recomendándose la presentación en pasta.



Se recomiendan las ceras para carro o simplemente algún tipo de cera para pisos; extiéndala con un trapo suave, déjela reposar uno o dos minutos y frote con una gamuza, con el mismo trapo o con estopa, hasta que salga todo el brillo. No espere hasta que la cera seque para pulirla.

Se recomienda poner de 4 a 6 capas más de cera, sacando brillo en cada vez que se aplique.

una vez encerado el modelo, ha quedado preparado para utilizarse en su posterior réplica, para el desarrollo del molde.

11-B.5:**DESMOLDANTES:**

Reciben el nombre de "desmoldante", una gran gama de materiales, cuya función específica consiste en evitar la adherencia superficial entre el molde y el modelo o la pieza elaborada en dicho molde.

Generalmente en la industria transformadora de materia prima, facilitan la extracción de las piezas elaboradas dentro de un molde, también son utilizados para la fabricación de los mismos moldes; salvo pequeñas excepciones (moldes de silicon), la fabricación de casi todos los moldes expuestos en este trabajo requieren de la utilización de estos materiales. Cuando se vacía el material del molde en estado líquido o viscoso, sobre la superficie del molde, el desmoldante evita la adherencia sin restar detalles de textura y forma, facilitando la extracción del molde.

Por esta razón considero de mucha importancia tener conocimiento de algunos desmoldantes utilizados en la fabricación de moldes para baja producción:

Como regla general, los desmoldantes ya sean película separadora, ceras, jabón, etc. << deben aplicarse pocos minutos antes de hacer el vaciado >>.

11-B.5.1: ALCOHOL DE POLIVINILO:

Desde hace algún tiempo se han difundido bastante las llamadas "películas separadoras"; éstas son capas finas muy delgadas de material, en su mayoría plástico, colocadas sobre la superficie del molde, para evitar la adherencia de las piezas que conformara dicho molde, ejemplo de ello se puede observar en las piezas fabricadas a base de resina poliéster reforzada con fibra de vidrio; también son muy usadas para separar el modelo del molde cuando se construyen estos.

A este tipo de desmoldante pertenece el "Alcohol de polivinilo"; que es un material acuoso, compuesto de una sustancia o polímero base disueltos en un solvente que, al evaporarse forma una película continua y muy delgada, parecida al celoran, que impide el contacto directo del modelo con el molde permitiendo así la separación de las piezas.

La aplicación suele hacerse con brocha, aspersión, algodón o esponja; la aplicación con esponja da muy buen acabado, sin embargo la mejor forma de aplicar esta película es por aspersión con pistola de aire, o simplemente con una bomba manual, como las utilizadas para aplicar insecticidas.

Una vez aplicada la primera capa de película separadora, hay que esperar a que seque, entonces se deberá aplicar otra capa y una vez se está segunda aplicación, el modelo se encuentra listo para el vaciado.

Es importante tener presente que este desmoldante sólo sirve para un vaciado a la vez, si se requiere la utilización del mismo modelo para un segundo vaciado, primeramente deberá limpiarse eliminando todos los restos de la aplicación anterior y se deberá aplicar nuevamente el separador, ya que la aplicación de película debe hacerse en cada operación de vaciado; al separador es muy sencillo de limpiar debido a que son solubles al agua.

Otro material parecido al alcohol polivinilo, es el METIL CELULOSA que posee las mismas características del anterior y se aplica de la misma forma.

Estas películas se encuentran comercialmente en los establecimientos donde venden material para trabajar artículos de plástico reforzado con fibra de vidrio.

11-B.5.2: CERAS:

La cera en sí, es aquella sustancia natural que segregan las abejas para formar las celdillas de los panales; en la actualidad se cuenta también con una gama muy variada de ceras sintéticas que se utilizan para diferentes fines; la cera se utiliza en los moldes con el fin de resanar pequeñas imperfecciones y lograr un mejor acabado superficial, entre estos productos se encuentran la cera para pulir pisos o la utilizada para encerar el automóvil.

La cera se aplica con un paño o trapo; espere unos minutos y después frotela hasta sacarle brillo. Se recomienda la aplicación de 4 o 6 capas de cera, con lo que se obtendrán los mejores resultados, puliendo y sacando brillo entre cada capa.

Las ceras también se usan para separar el modelo del molde en vaciados; así entonces encontramos algunos productos de uso específico para desmoldar, como por ejemplo podemos citar:

1) CERA PARA DESMOLDAR:

Es un agente fabricado a base de cera de "carnauba", se comercializa en donde venden productos para trabajar resinas poliéster con fibra de vidrio, esta aparece con el nombre de "Cera desmoldante"; primeramente se aplica con una tranela o

pañó y se deja secar unos tres minutos, posteriormente se frota con un trapo que no suelte pelusa hasta sacar brillo; ésta operación debe hacerse en forma manual ya que, al realizarla con pulidoras mecánicas, generan calor por fricción fundiendo la cera y por consiguiente rompiendo la continuidad de la capa o película. Nunca aplicar menos de dos capas de cera para desmoldar antes de hacer el vaciado.

Comparada con las películas separadoras, este tipo de desmoldante ofrece la ventaja de poder hacer algunos vaciados continuos (cuatro o más ciclos) con el mismo modelo, antes de volver a aplicar separador; para mejores resultados se aconseja aplicar primero la cera y posteriormente la película separadora a base de alcohol de polivinilo.

2) CERA PARA DESMOLDAR QV-10 DE CIBA GEIGY:

Es una pasta a base de cera modificada, incolora; para su aplicación se pueden seguir las siguientes indicaciones:

- +Se aplica con la mano o con una franela sobre el modelo.
- +Se deja curar por un espacio de 30 a 60 min,
- +Se retira el excedente con franela o con papel higiénico,
- +Se frota hasta sacarle brillo, aconsejándose una segunda capa para optimizar resultados.

Esta pasta se utiliza como para separar modelos con formas sencillas y lisas que, facilitan el pulido; NO se recomienda en modelos cuyas formas contienen labrados y dibujos en bajo o sobrerrelieve, ya que, la pasta puede penetrar en ciertas partes donde es difícil pulir o eliminarla, quedando muchas veces atrapada y modificando indeseablemente la superficie del modelo.

Se recomienda el uso de ésta pasta para facilitar el desmoldeo de laminados (por ejemplo productos a base de fibra de vidrio y resina poliéster o epóxica) y vaciados de plástico tales como encapsulados.

3) CERA LIQUIDA PARA DESMOLDAR

Nombres comerciales:

- a) QZ-11 DE CIBA GEIGY (secado aprox. 10 min.)
- b) AC-2500 de HYSOL INDAEL DE MEXICO (secado 1 a 2 min.)

Esta se presenta en forma de un líquido incoloro o turbio a base de una solución modificada de cera:

+Se aplica con un pincel o por aspersión con el auxilio de una pistola de aire, un aerógrafo o una boaba manual de las utilizadas para aplicar insecticidas, incluso es posible aplicarla con un trapo o estopa saturada con el desmoldante; en el caso de la estopa tener cuidado de no dejar pelusas sobre la superficie.

+Se deja secar para que se evapore el solvente, dejando una capa de cera.

+ Después del tiempo indicado, si quedara material atrapado en alguna parte del modelo, se recomienda aplicar aire a presión y volver a esperar nuevamente el tiempo indicado por el fabricante (ejemplo para QV-11 de 5 a 10 minutos).

+ Posteriormente se pule hasta sacarle brillo; el AC-2500 no requiere de pulido.

Este desmoldante es muy recomendado, cuando se trabajan modelos en madera, metal, vidrio, plásticos, etc. su función es la misma que la cera separadora en pasta, pero su aplicación es mas sencilla; en el caso de la AC-2500, ofrece la ventaja de evitar el pulido.

Estos desmoldantes se aconsejan en la fabricación de productos de poliuretano tanto espumas flexibles como semiflexibles ya que, reproducen fielmente la textura porosa, dando efectos muy interesantes.

Estos desmoldantes se utilizan cuando el acabado de la textura en los modelos tiende a ser porosa, mate, opaca, o simplemente en texturas con bajo o sobrerrelieve.

II-B.5.3: DESMOLDANTES A BASE DE SILICON:

El silicón tiene la propiedad de no adherirse o pegarse a ningún otro material excepto a otro silicón; razón por la cual son muy usados como agentes desmoldantes en muchos materiales:

1) CERAS A BASE DE SILICON (EN PASTA):

Este material se consigue en tiendas donde se comercializan productos para acabado y mantenimiento de muebles tales como en algunas tlapalerías o tiendas de autoservicio.

Se trata de ceras pastosas semi-líquidas, se aplican directamente sobre la superficie, son muy usadas en el mantenimiento y protección de muebles de madera y también son usadas como agentes desmoldantes, aunque se recomienda que se utilicen paralelamente con las películas separadoras.

Para la aplicación de éstas ceras se siguen las mismas indicaciones citadas arriba en aplicaciones de cera desmoldante sin embargo cada fabricante confiere a sus productos determinados aditivos que suministran propiedades específicas de adherencia, para evitar posibles problemas es conveniente referirse al instructivo que generalmente se incluye en el mismo envase o pedir información directamente con el fabricante o distribuidor.

2) SOLUCIONES A BASE DE SILICÓN

NOMBRES COMERCIALES:

1) QZ-13 DE CIBA GEIGY:

+ tiempo de secado (evaporación de solvente) = 15 minutos

2) AC4-A368 DE HISOL INDAEL DE MEXICO

+ Tiempo de secado = 1 a 2 minutos

Se trata de un líquido incoloro, preparado a base de silicón modificado, la resina se encuentra disuelta en un solvente que al evaporarse forma una delgada película de silicón.

Aplicación:

+ La superficie debe estar libre de polvo o grasa, se recomienda lavar previamente los moldes con disolventes y detergente para eliminar los residuos que pudieran existir con anterioridad,

+ Se aplica directamente sobre la superficie del modelo, previamente preparado, con pincel, brocha de pelo natural, pistola de aire comprimido o una bomba manual para insecticidas; también se puede aplicar con un trapo empapado en el producto,

+ Distribuir una película delgada y uniforme en toda la superficie del modelo,

+ Se deja reposar de acuerdo al período de tiempo indicado por el fabricante para que el solvente se evapore,

+ Se retira el exceso de desmoldante —si lo hubiese—, por medio de aire a presión, o auxiliándose de un papel absorbente como por ejemplo el papel higiénico,

+ «Este desmoldante no se pule y no hay que sacarle brillo, sólo se retira el excedente y listo.»

Estos desmoldantes son muy usados en modelos complicados que son difíciles de pulir, donde se dificulta aplicar un desmoldante en pasta; se recomienda en modelos cuyas formas contienen labrados y dibujos en bajo o sobrerrelieve ya que, al tratarse de un líquido con mucha

fluidez, puede penetrar en las partes de difícil acceso para los desmoldantes sólidos o semisólidos.

El desmoldante QZ-13 tiene la propiedad de soportar altas temperaturas —soporta 160°C o un poco más—, por esta razón se utiliza en la realización de moldes vaciados que necesitan curar a temperatura elevada (como por ejemplo las resinas epóxicas con carga de aluminio que curan a altas temperaturas) o que, liberan temperatura en la reacción, tal es el caso por ejemplo de las resinas a base de poliuretano.

Ambos desmoldantes se aconsejan para extraer espumas flexibles de poliuretano, como las empleadas para la manufactura de suelas y plataformas para zapatos; en el desmoldeo de piezas de resinas epóxicas y poliésteres, etc.

11-B.5.4: SOLUCION DE JABON:

El jabón común y corriente, también se utiliza como agente desmoldante, ya que, forma una película grasosa o cerosa sobre la superficie de los modelos sobre los que se aplica, es un desmoldante muy potente y sobre todo de muy bajo costo.

Para la preparación de una «Solución concentrada de jabón», se pueden utilizar cualquier tipo de jabón, ya sea en polvo o en pasta, sin embargo se recomienda:

1) + El de pasta corriente, color amarillo, fabricado a partir de productos animales, cuya consistencia parece ser como plastilina dura; se consigue en cualquier tienda de abarrotes o en cualquier mercado,

2) + El de Pastilla también conocido como "jabón de coco", que se consigue también en cualquier mercado.

Siga la siguiente fórmula:

+ En un recipiente ponga a hervir un litro de agua
+ Agregar ½ Kg. de jabón común y corriente, en polvo o en pasta y disolverlo en el agua caliente,
+ Agregar otro litro de agua cuando se enfríe la mezcla,

Se aplica con brocha o pincel de cerdas suaves, emparejándose inmediatamente con una esponja suave.

Se puede aplicar con brocha como si se estuviera pintando y se va emparejando con una esponja suave paralelamente, cada vez que aplica; deberá guardarse mucho cuidado de no formar burbujas o texturas que pudieran marcar la superficie del modelo al secar.

Este tipo de desmoldante se utiliza mucho para separar piezas de yeso o de silicón.

II-B.5.5: PELÍCULAS DESMOLDANTES PREFABRICADAS

En ocasiones se necesitan aplicar desmoldante a moldes muy grandes y muy sencillos, para lo cual se cuenta con películas tales como el "nylar", "celofán" o "tefón" que se depositan directamente sobre la superficie a separar dejando un acabado muy aceptable. Son muy usadas en la realización de láminas mediante vaciados por ejemplo acrílico.

También se han aplicado, con gran éxito películas termoformadas de polietileno, aplicándose de la siguiente manera:

Se reblandece la película por medio de la acción de calor y se obliga a tomar la forma del modelo mediante la aplicación de presión o por vacío, antes de retirar la presión la pieza es enfriada y toma en forma permanente la forma, superficie y textura del modelo; esto ha sido utilizado con gran ventaja en la realización de piezas fabricadas a base de plásticos reforzados con fibra de vidrio, tales como las resinas epoxicas o poliéster ya que, se puede aumentar considerablemente la producción sin requerir de infraestructura avanzada y costosa.

II-B.5.6: ESTEARINA:

Para la preparación de la estearina se requiere ácido esteárico que se pueda comprar en los laboratorios y farmacias que se dedican a la venta de éste tipo de productos (Consultar del directorio telefónico) y petróleo claro (KEROSENO).

PREPARACION:

Fundir el ácido esteárico en un recipiente a fuego lento, ir agregando petróleo claro (Keroseno), tomando mucha precaución para evitar una posible inflamación.

Tomar las debidas precauciones para que en caso de incendiarse la preparación, retirarse rápidamente del fuego y taponarlo para que se extinga la flama; en realidad no es peligroso.

Cuando se aplica sobre piezas de yeso, se acostumbra primero recubrir el yeso con unas capas de "goma laca", posteriormente aplicar la estearina.

APLICACION:

Al igual que el jabón, se aplica con brocha de pelo suave, emparejando la solución con una esponja suave mientras se aplique. Se recomienda aplicar capas muy delgadas y cuidar de no dejar residuos que afecten el acabado y sean reproducidos en las piezas finales. (Bib. # 31).

II-B.5.7: MANTECA

La manteca es una sustancia grasosa y oleaginosa, obtenida a partir de ciertos vegetales y animales; en particular la mantquilla de la leche o la manteca de origen porcino, ha demostrado ser un magnifico desmoldante que ofrece muy buenos resultados a muy bajo costo; la forma de aplicación es muy sencilla y para eliminar la grasa de las piezas una vez moldeadas, simplemente se lavan con algún detergente corta-grasa.

A continuación exponemos una de muchas formas de aplicarla:

*Se aplica directamente sobre la superficie del modelo, previamente preparado, de preferencia con la mano, por que la temperatura del cuerpo la derrite. Distribuir una película delgada y uniforme en toda la superficie del molde, tratando de eliminar el exceso y cuidando de no dejar marcas de huellas digitales o rayaduras.

+Con una pistola de aire caliente -como las utilizadas para secar el pelo-, se derrite y se elimina el exceso, tratando de dejar una superficie brillante ya que, este material desmoldante es preferible no purirlo por que se corre el riesgo de eliminarse en su totalidad y no cumplir su tarea como separador de superficies.

*Esperar unos minutos a que nuevamente se endurezca la fina capa, esto se puede observar ya que, la pieza perdera el brillo tornándose medio opaca.

*Tener cuidado de mantener el modelo separado del polvo y otras impurezas que pudieran adherirse a la superficie.

+ Se recomienda aplicarla minutos antes de realizar el vaciado del molde; si se requiere acelerar el endurecimiento de la capa, se puede introducir la pieza al congelador por unos minutos.

Este material ha demostrado ser muy eficiente en diferentes materiales, por ejemplo en resinas epóxi, sin embargo se recomienda realizar una prueba antes de usarlo, para ver su comportamiento en el sistema.

Se recomienda utilizarse en superficies lisas, sin texturas complicadas ni cerradas ya que, al endurecer puede penetrar en los bajo-relieves y tapar ciertas texturas deseadas.

II-B.6: ENTORNO A LA MADERA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

II-B.6.1 INTRODUCCION:

Debido a las altas propiedades fisico-mecánicas, buena maquinabilidad, capacidad de mejorar sus propiedades mediante tratamientos químicos o maquinado, etc., la madera es uno de los materiales más utilizados actualmente para la construcción de modelos, por esta razón es conveniente conocer algo acerca de este material; a continuación exponemos algunos conceptos básicos de la madera así como algunas características de ellas:

Llamamos madera a la parte sólida de los troncos de los árboles que se desarrolla debajo de la corteza.

Químicamente la madera está constituida por: "CELULOSA" de estructura fibrosa cristalina, muy usada para la fabricación del papel además de barnices y tejidos artificiales (rayón), "LIGNINA" que es el aglomerante y el que otorga a las fibras vegetales su rigidez; las más duras contienen una mayor proporción de esta, "AGUA" que es uno de los elementos más importantes en el árbol, acerca de esto diremos que la madera es un material higroscópico —tiende a absorber o perder agua según la humedad relativa del medio ambiente que la rodea. En los árboles encontramos además resinas y sustancias curtientes.

Cuando el tronco de la madera es cortado transversalmente, permite distinguir algunas capas o zonas:

- 1) La médula: situada en el centro del tronco, de forma más o menos cilíndrica, suele ser más blanda que el resto de la madera que circunda donde parten los llamados radios medulares,
- 2) Duramen: compuesto principalmente del tejido leñoso, es de color más oscuro que el resto de la madera,
- 3) Albura: capa de color clara, es la parte viva del árbol donde circula la savia bruta; esta formada por la madera joven, que posteriormente se convierte en duramen,
- 4) Cambium: es la capa que engendra la madera,
- 5) El liber: es la capa generatriz de la corteza donde circunda la savia elaborada,
- 6) Corteza: es la capa protectora de los tejidos del árbol,
- 7) Radios leñosos: laminas muertas en el duramen y vivas en la albura.

Existen numerosas clases y tipos de maderas con propiedades muy distintas entre sí, su clase y sus propiedades determinan:

- + Bajo que procedimientos y procesos de transformación se elaborarán,
- + La calidad de los artículos producidos,
- + Su aspecto exterior,
- + La resistencia mecánica,
- + La longevidad o sea su tiempo de duración
- + El precio.

Existen diferentes clasificaciones que se le han dado a la madera; para los objetivos planteados en este trabajo la clasificación que se utiliza es en base a su dureza:

II-B.6.2: MADERAS DURAS:

Proceden de árboles de lento crecimiento y larga vida que alcanzan grandes dimensiones, son los de mayor dureza, resistencia y duración; están fuertemente coloreadas. Encontramos una subdivisión de las maderas duras:

MADERAS MUY DURAS: Eban, Serbal, Encino, Maya, y Tejo.
MADERAS DURAS: Castaño, Nogal, Finaster, Pino-carrasco, Rode, Alcornoque, Olmo, Fresno, Caoba, Teca, Abedul, Arce.

II-B.6.3: MADERAS BLANDAS:

Son aquellas que proceden de árboles de crecimiento rápido. Son poco compactas, de color blanco, de poca duración y muy fáciles de trabajar; igualmente podemos subdividir las como:

MADERAS BLANDAS: Abeto, Alerce, Pino común, Sauce, Platano, Acacia, Cedro, Ayacahuite, Oyamel, MUY BLANDAS: Tilo, Chopo, Aliso.

II-B.6.4: DESCRIPCION DE ALGUNAS MADERAS

ABEDUL:

Madera de color blanco con matiz rojizo o amarillento es una madera algo dura que facilita los cortes circulares, razón por la cual es muy usada como chapas además de usarse en esquís y plásticos laminados de madera (aglomerados), etc.

ABETO:

En su forma tardía tiene una banda estrecha de color pardo claro, pasa a la madera temprana paulatinamente, es una especie sin duramen de madera sazonada; es una

PLÁSTICOS P/DISEÑADORES Y MOLDES P/BAJA PRODUCCIÓN

madera blanda, con nudos verticilados (verticilado quiere decir que tiene un conjunto de ramas, hojas o flores, que crecen sobre un mismo plano alrededor de un mismo tallo), esto le hace diferente del pino; debido a que se trata de una madera muy nudosa, es difícil de labrarse y maquinarse, sin embargo sus ventajas son la homogeneidad de la estructura, el color blanco y el bajo contenido de resina.

ALISG:

Esta madera recientemente cortada, tiene color blanco y con la acción del aire enrojece rápidamente; es blanda, ligera, de estructura homogénea, muy usada en carpintería, contrachapados, cajas de embalaje, etc.

ALERCE:

Esta madera tiene altas propiedades físico-mecánicas: su densidad y resistencia mecánica son casi el 30% más alto que la madera de pino; posee alta resistencia contra la putrefacción; es pesada lo que dificulta su transporte a flote.

Esta madera se usa en los casos en que se requiere alta resistencia mecánica y contra la putrefacción, tiene una bella textura; su color va de pardo rojizo claro a pardo oscuro. (Bib. #30)

ARCE:

Madera blanca con matiz amarillo o rojizo; es dura, densa, pesada y resistente, se usa en la construcción de muebles y maquinaria (sobre todo en piezas de máquinas textiles).

CAOBA:

Esta madera va de un color rosa claro a café rojizo; (las maderas de caoba de color rojo intenso se logra mediante la aplicación de un barniz), tiene una gran variedad de vetas. Se trata de una madera pesada y fuerte que se trabaja, se lija, se pulimenta, pega y barniza muy bien. (Bib. #29 p.56); tiene altas propiedades mecánicas, casi no se combe y no se agrieta; se utiliza para fabricar muebles de alta calidad, en adornos del interior de cónes, etc.

CEDRO:

Madera de color crema a café rojizo claro; su veta generalmente es recta; es una madera fuerte y de textura regular. Fácil de trabajar y maquinar en diferentes direcciones, se puede pulir bien y adquiere mucho brillo, aunque exige abundante pegamento. (Bib. #29 p.56), sus propiedades físico-mecánicas son comparables a las del abeto, pero la supera por su resistencia a la putrefacción. (Bib. #30).

ENCINO:

Madera que varía desde una tonalidad clara (casi blanca), a café rojizo oscuro satinado, su veta es generalmente recta; esta madera es considerablemente dura, de peso mediano; tiene la cualidad de ser más resistente al torcido y al encogido que otras muchas maderas.

EBANO:

Especie foliacea vasculoso-dispersa, duramen color negro y albura blanca estrecha, se emplea en la fabricación de instrumentos musicales de viento, teclas para piano, marquetería de muebles, etc.

FRESNO:

Es una madera cuyo duramen es de color pardo claro. La albura es ancha blanco-amarillenta y pasa paulatinamente al duramen; esta madera se destaca por su alta resistencia mecánica y tenacidad, es poco propicia al agrietamiento y tiene bella textura. Se emplea igual que la madera del roble; tiene alta resiliencia y la capacidad de combarse, lo que propicia su utilización en artículos deportivos, construcción de carruajes, mangos de instrumentos, etc. (Bib. #30)

HAYA:

Madera de color blanco rojizo, muy dura, con un bello vetado en el corte radial, se alabea bien (que pueden darse superficies curvas, como torcidas), es propensa a la putrefacción; se utiliza para la fabricación de muebles alabeados, toneles para transportar mantequilla y productos de petróleo, instrumentos de dibujo (reglas, triángulos, escalinómetros), enchapado cortado en dirección transversal, etc.

NOGAL:

Es una madera bastante pesada, dura y resistente, de color café gris claro a café oscuro, de veta muy variada; posee un peso y una resistencia medianos, es muy fácil de trabajar, por lo que se laura, se lija y pulimenta bien; se pega bastante bien y con la propiedad de barnizarse muy fácilmente. (Bib. #29 p.56) se utiliza en la fabricación de artículos de ternería y tallados.

OLMO:

Madera con duramen de color pardo claro a pardo castaño; es una madera pesada, resistente, tenaz y con la capacidad de combarse bien.

PAÑO DE ROSA:

Esta madera varía del color rosado al café púrpura. con vetas más claras o más oscuras; es muy usada en forma de chapas, ya que presenta diseños de veta muy curiosos. El barnizado proporciona una superficie extraordinariamente suave y pulida. (Bib. #29, p.56)

PIÑO:

Es una madera blanda, va del color claro al café rojizo claro; suele caracterizarse por sus nudos. Tiene textura uniforme y muy fácil de trabajar; es muy compacta, permite un buen lijado y barnizado; es muy usada para la fabricación de muebles, chapas y para hacer el triplay. (Bib. #29, p.56)

ROBLE:

Madera de bella textura y color; es café tostado claro o café rojizo claro, ambos tienen veta distinta; esta madera se caracteriza por tener una alta resistencia mecánica además de soportar bastante bien la putrefacción; posee la capacidad de doblarse, es una madera que aguanta bien los clavos y tornillos, (Bib. #29 p.56)

SERVAL:

Es una especie de duramen color pardo rojizo, con albura ancha blanco-rojiza; es una madera pesada, densa, dura y resistente, que soporta bien los choques, empleada para fabricar mangos de herramientas de percusión, artículos de tornería, etc.

TECA:

Madera que va de un amarillo tostado a un café oscuro, a menudo con trazos más claros. Se trata de una madera dura y fuerte aunque llega a ser frágil; es muy parecida al nogal, excepto por su calidad oleaginoso; tiene las cualidades de ser muy resistente al carcomido, la putrefacción y el torcido. (Bib. #29, p.56)

TEJO:

Se trata de una madera muy dura, de aspecto exterior muy bello, es un árbol de coníferas de ramas casi horizontales y siempre verde; se utiliza mucho para artículos de tornería y labrado.

TILO:

Madera blanca con tinte rosáceo ligero, es blanda, ligera y de estructura homogénea; se corta bien, pese a que se agrieta y alabea muy poco. La poca deformación de la madera del tilo determina su empleo para fabricar tableros de dibujo, modelos para las operaciones de colada, lápices, embalajes para productos alimenticios (miel), etc. ESTA MADERA ES MUY UTILIZADA EN LA FABRICACION DE MODELOS Y MOLDES POSITIVOS.

En términos generales, las maderas duras se utilizan en la fabricación de moldes positivos también conocidos como "moldes macho", ejemplo de ello lo encontramos en los utilizados en el proceso de termoformado, para la realización de productos tales como vasos y platos desechables, para fiestas de niños, etc.

Las maderas blandas se utilizan en la fabricación de modelos, por su fácil maquinabilidad, es por ello que son muy utilizadas en la construcción de moldes elaborados por medio de vaciado.

II-B.7: MODELOS Y MOLDES EN YESO:

El yeso es un mineral llamado "Sulfato de calcio" que se encuentra "hidratado" o sea, en forma de hidrato (es decir que se encuentra químicamente mezclado con agua), cuya consistencia es dura; se presenta en masas laminares fibrosas o terrosas, en cristales sencillos o formando masas (se entiende por "masas" la agrupación que forman dos cristales que tienen un plano común, respecto del cual son simétricos) (Bib. # 14).

El yeso es muy abundante en la naturaleza y para poder utilizarlo en la construcción o en la escultura, generalmente pasa por el siguiente proceso:

- 1) Extracción del yacimiento (o mina),
- 2) Trituración,
- 3) Cernido,
- 4) Calcinado (deshidratación), es aquí donde se separan las moléculas de agua del compuesto, disminuye su dureza y se transforma en un material suave que, fácilmente se quiebra,
- 5) Molienda donde pasa a través de varias cribas para reducirlo a un polvo.

El polvo blanco que conocemos y adquirimos comercialmente, tiene la propiedad de endurecerse rápidamente cuando se amasa al trabajarlo con agua; al agregarle agua estamos nuevamente rehidratándolo, devolviéndole su consistencia dura; esta propiedad de endurecimiento rápido hace que sea muy empleado en la construcción y en la escultura.

El yeso de moldeo que se utiliza en la elaboración de modelos y moldes se considera especial, debido a que el proceso que sigue para su elaboración, calcinación y molienda es más controlado.

El yeso para moldeo es muy común y fácil de adquirir, existen muchos fabricantes y distribuidores a lo largo y ancho del país, basta con tomar el directorio telefónico y seleccionar el proveedor más cercano de acuerdo al estado, municipio o región del país donde se encuentre; ésta es la mejor guía que se puede dar para adquirirlo; por citar un ejemplo: mencionaremos:

A) "El tigre" Yeso para moldear.
Tel: laoa 91-597, -22 y 408-11

B) "Froyeso" yeso industrial para moldes
Tel: 91-73-35 27-97

Para la realización de modelos, los mejores resultados se obtienen cuando se mezclan agua y yeso en una proporción de:

«1,3 a 1,5 kg de yeso para moldear,
por cada litro de agua.»

Cuando se mezcla el yeso con el agua, se produce una reacción exotérmica irreversible, esto es, una reacción que libera calor y que una vez mezclada, la reacción no puede ser interrumpida o detenida, endureciendo en pocos minutos. El endurecimiento es afectado por diversos factores, entre estos encontramos:

A) Cuando varían las cantidades esteatocidas anteriormente, pueden suceder dos cosas: si la mezcla lleva mayor exceso de yeso, se forma una masa dura y densa; fragua o endurece más rápidamente quedando una mezcla con consistencia desigual.

B) Cuando hay un exceso de agua, la masa es menos densa y fluye mucho mejor, pudiéndose mezclar más fácilmente y hacerla homogénea, sin embargo, al endurecer la masa formada es débil, fracturándose fácilmente. A medida que se aumenta el agua en la mezcla, la resistencia del material formado disminuye.

II-B.7.1: EL TRABAJO CON YESO:

PREPARACIÓN: Recordemos que 1 Lt. de agua equivale aproximadamente a 1 kg de peso; la mezcla puede realizarse en partes por volumen o en partes por peso o midiendo primeramente el volumen de agua y posteriormente agregarle el yeso pesado.

Siguiendo la proporción indicada anteriormente y considerando pérdidas de agua debido a la reacción química, se obtiene aproximadamente la siguiente cantidad:

1.3 Kg yeso + 1 L. de agua ≈ 1250 cm³
≈ 1.25 dm³
≈ 1.25 Litros.

SECUENCIA DE TRABAJO:

+ Calcule el volumen aproximado de material a utilizar en la elaboración del modelo y agregue aprox. un 10% más, ya que durante la preparación, mezclado o el manejo, se pierde y desperdicia material.

+ Se recomienda que la mezcla se realice en un recipiente de plástico blando y semiflexible, una cubeta de Polietileno (aja densidad bastara)

+ Pesar o medir el agua necesaria de acuerdo al volumen de masa a ocupar y vaciela dentro de la cubeta.

+ Pesar el yeso de acuerdo al volumen a ocupar y vaciela en la cubeta con agua, de manera gradual y lentamente, moviendo o agitando durante todo el proceso hasta empujar el polvo en el agua; si se vacia el yeso rapidamente tienden a formarse grumos.

+ Mezcle vigorosamente hasta tener una masa homogénea, cremosa y ligeramente pegajosa, tener cuidado de deshacer los grumos que pudieran llegar a formarse; la consistencia que se debe lograr debe ser tal que un dedo deje una huella ligera en la mezcla,

+ Desde el agregado del polvo hasta obtener la mezcla cremosa, se dispone aproximadamente de 2 a 3 min.

ACERCA DEL MEZCLADO:

En pequeñas cantidades (hasta 10 Kg.) generalmente se mezcla con la mano, auxiliándose de espátulas o algun palo de madera con la forma de un abatelenguas.

De 10 a 25 kg se aconseja mezclar con una batidora o mezclador de los que se utilizan en la cocina, en la preparacion de los alimentos, incluso se puede improvisar un agitador con un taladro casero acoplando un agitador ya sea comercial o hechizo, en forma de hélices.

Para cargas mayores de 25 kg, es aconsejable mezclar en agitadores de hélice comerciales, de 4 a 1 H.P. y a 1750 RPM. tratando de que la flecha forme de 15' a 25' con respecto a las paredes del tanque y el mezclador ligeramente descentrado.

II-B.7.2: ETAPAS DE PLASTIFICACION DEL YESO:

En la fabricación de modelos, se necesita tener cierto conocimiento acerca del comportamiento del material ya mezclado; la importancia de conocer el comportamiento que se tiene, entre la preparacion de la mezcla y el endurecimiento, permite al modelista, moldearla de diferentes formas y por los diferentes metodos, sin tener que recurrir necesariamente al vaciado, donde se hara necesario un molde.

ETAPA 1a Abarca desde el vaciado y mezclado en agua, hasta un estado cremoso espeso con características de ser ligeramente pegajoso; en este estado el material fluye y se aprovecha para realizar el vaciado del material dentro de la cavidad de un molde.

ETAPA 2a Algunos minutos mas tarde (dependiendo del yeso utilizado), la mezcla se hace mas pegajosa comenzando a tener mas cuerpo y consistencia a tal extremo que desde

este momento puede comenzar a manejarse o manipularse; en el caso de requerir algun refuerzo, se aprovecha desde esta etapa para remojarlos o empaparlos (ejemplo: lazo de yute, henequen, etc.).

ETAPA 3a La mezcla ha dejado de fluir, se han incrementado sus propiedades plasticas, es mas denso o espeso, tomando la apariencia de una pasta; en este estado se puede manipular correctamente e incluso se puede trabajar con espátula u otras herramientas como estiques o cuñas; esta etapa es la mejor para introducir los diferentes refuerzos que se requieran en base a las características y planes de desarrollo del modelo. (ver refuerzos para yeso en este mismo capitulo)

ETAPA 4a Las propiedades de plasticidad se pierden, haciendose la mezcla dificil de manejar o modelar, se observa que tiende a desmoronarse y por consiguiente es dificil de unir o pegarse.

ETAPA 5a En la última etapa la mezcla se ha endurecido, ya no tiene propiedades elasticas utilizables durante el modelado; en este estado se le puede trabajar con herramientas para desbastar; es cuando se le pueden añadir capas nuevas de yeso fresco, aprovechando que se encuentra numero.

Generalmente para alcanzar un endurecimiento completo se necesitan de 50 a 60 minutos, pero esto depende tambien de algunos factores:

1º Temperatura del agua y temperatura del ambiente: a mayor temperatura mas rapido endurece.

2º Tiempo de anejamiento o almacenamiento del yeso.

3º Proporción de agua utilizada, a menor agua mas rapido endurece.

ANADIENDO CAPAS NUEVAS DE YESO:

Es necesario tener en cuenta que no todos los trabajos pueden hacerse de una sola mezcla o de una sola pieza; sobre todo cuando se trata de modelos de gran tamaño; en estos casos pueden ser empleadas y unidas varias mezclas sucesivas.

Es importante tener en cuenta que siempre deben controlarse los tiempos de remojado y mezclado cuidadosamente; para lo cual recuerde "pesar" siempre sus materiales y en el caso de introducir capas nuevas de yeso, debiera ser utilizando la misma proporción tanto de yeso como de agua de la capa anterior; asimismo, trate de usar agua pura y siempre a la misma temperatura.

Para añadir capas nuevas de yeso fresco, durante el modelado o incluso para reparar algun modelo roto o dañado, la pieza de yeso vieja debe ser rasada para hacer

PLÁSTICOS F/DISEÑADORES Y MOLDES P/BAJA PRODUCCION

una textura que permita mejor anclaje; el yeso nuevo a añadir debe contener las mismas proporciones de yeso y agua que el anterior, ya que sino se mantienen las mismas condiciones, no se podrá controlar la homogeneidad del modelo; cuando las capas a incrementar sean sobre un modelo previamente realizado, la aplicación del yeso fresco deberá hacerse solo hasta que el yeso antiguo se encuentre completamente humedecido o mojado; esto no es necesario en el caso de capas sucesivas, cuando el yeso acaba de endurecer, ya que el material se encuentra húmedo.

UTILIZANDO SOPORTES O REFUERZOS:

La utilización de armaduras o esqueletos a base de tela o de alambre, refuerza el sistema ya que actúan como soporte, además de que el yeso se hace mínimo. Esto es muy ventajoso sobre todo en modelos de grandes dimensiones.

Otra ventaja de incluir soportes es que se evitan las cuarteaduras y el secado es más rápido al ser más delgada la capa. El yeso permite la utilización de muy variados soportes, entre los más comunes encontramos:

NO METÁLICOS: 1) FIBRAS O HILOS: YUTE, HENEQUEN, CARAMO, ETC. Las fibras generalmente son empapadas o impregnadas del yeso, y colocadas en capas sucesivas (como si se estuviera haciendo un tejido muscular); 2) MADERA, se le debe de dar un tratamiento con barniz o laca, para evitar que absorba humedad y se hinche, afectando las dimensiones del modelo.

METÁLICOS: Alambre, varilla, tela de alambre, etc.. generalmente se utilizan como esqueletos preformados, los cuales se auxilian de las fibras anteriores para aumentar el soporte y facilitar el formado y union entre metal y yeso.

II-B.7.3: SECADO:

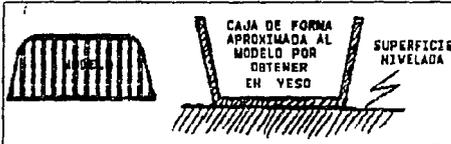
NORMA: «¡SECAR PERFECTAMENTE MODELOS Y MOLDES ANTES DE USARLOS!» Es importante aclarar que para trabajar con los modelos y los moldes a base de yeso «se deben encontrar completamente secos»: el secado de los moldes a temperatura ambiente tarda aproximadamente de 5 a 7 días; este tiempo se puede acortar secando los moldes en estufas o en hornos a una temperatura de 40 a 60°C; si se someten a mayor temperatura, secan demasiado rápido y se corre el riesgo de fractura.

II-B.7.4: PROCESO PARA LA ELABORACION DEL MODELO EN YESO:

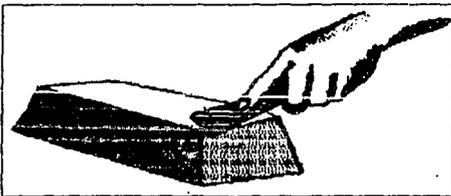
- 1) CONFORMACION DEL MODELO EN YESO
- 2) LIJADO PARA DEJAR SUPERFICIE TERSA.
- 3) SELLADO DE POROSIDADES
- 4) PULIDO DE LA SUPERFICIE
- 5) ENCERADO
- 6) APLICACION DE SEPARADOR O DESMOLDANTE.

II-B.7.4.1: CONFORMACION:

El yeso al endurecer se contrae del 1 al 2%, esto debera ser considerado en las dimensiones de los planos: al igual que todos los modelos, se deberan considerar los angulos de salida y en el caso de que la pieza a realizar se tenga que maquinar despues de forrada, considerar tambien excedentes de maquinado: estas consideraciones deberan ser registradas en el momento de realizar los planos de las piezas, (tomar la misma referencia que para los modelos de madera expuestos anteriormente)



MODELO Y CAJA PARA EL VACIADO DEL BLOQUE O FREFORMA



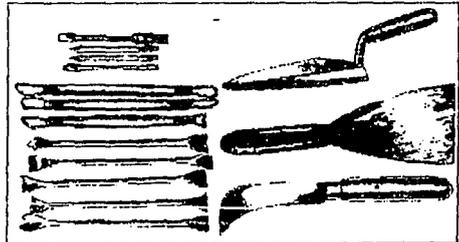
DESBASTADO DEL BLOQUE

El conformado del modelo se realiza a partir de los planos; dependiendo de su complejidad, puede ser de una sola pieza, producido en una o varias mezclas sucesivas o de varias piezas (desarmable o no), cuando se componen de varias piezas de yeso, es conveniente utilizar un buen desmoldante para evitar que las piezas se peguen durante

la elaboracion; se recomienda para estos casos la utilizacion del jabon.

Para la elaboracion del modelo, primeramente se elabora un bloque mediante vaciado o amasado con la forma mas aproximada a las dimensiones del plano; posteriormente se le comienza a dibujar y desbastar hasta aproximarlo a las dimensiones deseadas. El bloque de yeso es posible trabajarlo, desde el momento que acaba de endurecer, no obstante que se encuentre humedo: esto es, una vez que ha llegado a la etapa 5a de plastificacion (expuesta anteriormente), en la que se encuentra con cierta consistencia que le permiten ser conformado con facilidad; para desbastar las superficies se puede auxiliar de las siguientes herramientas:

- *espátulas,
- *cinceles y guías,
- *testiques para acedado de diferentes formas,
- *testiques a base de alambre,
- *cuñas tanto metalicas como de goma,
- *raspadores a base de metal dentados y lisos,
- *lijas, fibras de acero y de plastico del tipo utilizado para lavar platos, etc.



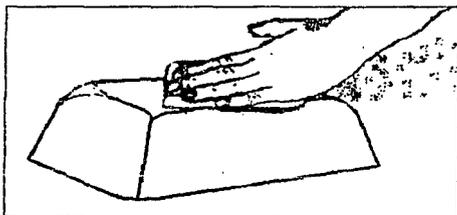
Algunos modelistas acostumoran trabajar y dar el acabado a los modelos hasta que se encuentran totalmente secos, sin embargo, es factible trabajar con el yeso acabado de endurecer, ya que la humedad permite cierta facilidad, sin levantar el polvo que surge cuando se desbastan en estado seco; ademas adquieren una consistencia plastica lo suficientemente moldeable.

Se recomienda al desbastar el yeso, realizarlo con la suficiente lubricacion; debe contarse con la suficiente

agua que permita ir chequeando las superficies recién desbastadas. Cuando se le ha dado la forma deseada, el siguiente paso es darle acabado:

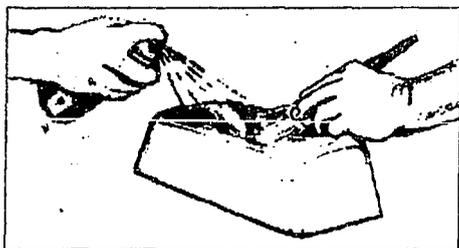
II-B.7.4.2: LIJADO

El lijado tiene por objeto disminuir las asperezas del material; los modelos acabando de endurecer y estando aun húmedos, pueden lijarse con lija de agua, lubricándose constantemente con agua para evitar el taponado de éstas; se comenzará con lijas medianas, después con finas y posteriormente con lijas extrafinas hasta lograr una superficie tersa.



Se recomienda lijar el yeso estando totalmente húmedo ya que, en éste estado se tiene la ventaja de no tapar el grano de esta, en cambio cuando el lijado se realiza estando seco, la lija tiende a taparse.

II-B.7.4.3: APLICACION DEL SELLADOR



Antes de realizar las siguientes operaciones de acabado, deberán encontrarse secos los modelos; el yeso una vez seco, tiene la propiedad de ser higroscópico (que absorbe humedad), por lo que al igual que la madera, también debe aplicarse una capa de sellador con lo que se buscará eliminar las porosidades del material; se

aconseja que este sellador sea una laca a base de nitrocelulosa, que se consigue tanto en "spray" como en latas (suelto); es recomendable aplicarlo por aspersión; otro sellador recomendable es una disolución de goma laca en alcohol, que puede ser aplicada con brocha de pelo natural o también por aspersión.

II-B.7.4.4: PULIDO Y ENCERADO.

Cuando la película de sellador se encuentra totalmente seca, debe pulirse con lija de grano extrafino (consultar pulido de moldes de madera), al igual que esta se aconseja el encerado para obtener mejores resultados, esto se hace de la misma forma como se expuso anteriormente; (consultar encerado de moldes en madera).

II-B.7.4.5: DESMOLDANTE:

Una vez pulido y/o encerado se procede a aplicar un agente desmoldante o película separadora; el más adecuado es: soluciones de jabón o de estearina (ver desmoldantes); al llegar a este nivel el modelo en yeso está preparado para la realización del molde.

11-B.7.5: FABRICACION DE MOLDES SENCILLOS EN YESO

Es importante tener presente que los moldes de yeso poseen como características principales ser higroscópicos y tener poco peso; sin embargo son frágiles y blandos. Su facilidad y rapidez de elaboración y endurecimiento, los hacen herramientas de producción indispensable para la realización de moldes de prueba.

Posee muy buena resistencia química, lo que le impide que pueda ser atacado por muchas resinas que a lo largo del tiempo se han utilizado tales como: epoxicas, de poliuretano, poliéster, cera, parafina, incluso es posible vaciar en el yeso aleaciones metálicas de bajo punto de fusión, aunque para obtener mejores resultados, es aconsejable agregar algunas cargas.

Debido a que el yeso cura a temperatura ambiente, no se requiere de equipo costoso, ni mano de obra calificada.

Para la fabricación de estos moldes, se siguen las mismas indicaciones expuestas anteriormente en la realización de modelos de yeso; la preparación y mezcla son básicamente las mismas.

Para la elaboración de un molde en yeso se pueden utilizar modelos tanto del mismo yeso, como de madera, plastilina, cerámica, cristal, plástico, metal, etc., en fin cualquier material que posea una consistencia lo suficientemente dura para resistir sin deformarse la presión del yeso y la temperatura a la que se calienta ya que, recordemos que se genera una reacción exotérmica o sea existe una liberación de energía, que provoca cierta temperatura.

Aunque sea repetitivo, es importante recalcar que cuando se utilicen modelos de yeso o madera, deberá utilizarse como película separadora una solución a base de jabón corriente o estearina, para evitar el efecto de absorción.

Otra regla general que siempre deberá ser considerada es, la forma como serán extraídas las piezas que se fabriquen con los moldes, ya que se puede tratar de un "molde permanente" (el utilizado para fabricar más de una pieza con el mismo molde), o "transitorio" (el usado para fabricar una pieza y generalmente son destruidos al momento de desmoldar).

Cuando la finalidad no es utilizar la propiedad de higroscopicidad característico de los moldes de yeso, sino

producir una cavidad con una consistencia lo suficientemente dura para reproducir la superficie de un modelo; se pueden agregar a la mezcla cargas tales como:

- + cemento blanco,
- + talco industrial,
- + cemento gris,
- + blanco de España, etc.

Con lo anterior se consigue modificar las características del yeso en cuanto a dureza, fragilidad, etc., con la ventaja del rápido endurecimiento.

Como ejemplo de una formulación del yeso en la que son agregados diferentes aditivos en forma de cargas que modifican sus propiedades y que, se permiten ser utilizados en la elaboración de piezas de metales de bajo punto de fusión tales como el ALUMINIO y sus aleaciones como el ZAMAK o el ZINCO es la siguiente:

FORMULACION PARA VACIADO DE METALES DE BAJO PUNTO DE FUSION

+Yeso para dentistas (también conocido como yeso de París, o en su defecto también el yeso de moldeo funciona)

- +Talco industrial,
- +Arena sílica,
- +Agua

Hacer una pasta y aplicar los mismos criterios usados en las etapas de plastificación expuestas anteriormente.

OBSERVACIONES: con la presente formulación, tomar en cuenta:

-Contracción del yeso al secarse del 1 al 1.5% .

-Ángulos de salida recomendables como mínimo de 1° a 2°.

Por último, para los efectos del presente trabajo, los moldes en yeso pueden ser de una sola pieza "sencillos", o de varias piezas conocidos como "compuestos".

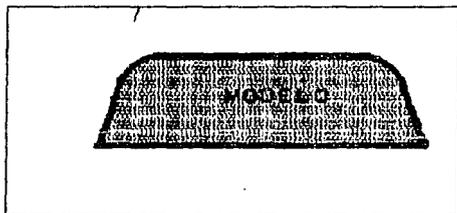
FABRICACION DE UN MOLDE SENCILLO TIPO NEGATIVO:

+ CONSIDERACIONES: Contracción del yeso al secar del 1 al 2 %; a este tipo de molde también se le conoce como "hebra" o de "cavidades".

+ Primeramente debe tenerse en cuenta que se trata de un molde del tipo "rígido" y dependiendo de la forma del modelo a reproducir, es posible determinar cuántas piezas debe contener el molde para poder reproducir las copias de dicho modelo de una manera fácil y segura; debe determinarse si se pueden obtener mediante un molde de una sola pieza sencillo o de varias (compuesto de dos o más secciones).

NOTA: Para los efectos del presente trabajo se entenderá por "molde sencillo" el formado por una sola pieza y, "compuesto" el formado o ensamblado por dos o más piezas que se desarmen como si fuese un rompecabezas.

+ Tener presente que, ya sea de una o varias piezas, cada una debe tener ángulos de salina para desmoldar con facilidad (extraer la pieza una vez endurecida), teniendo presente durante el diseño, el evitar curvas inversas o ángulos opuestos.

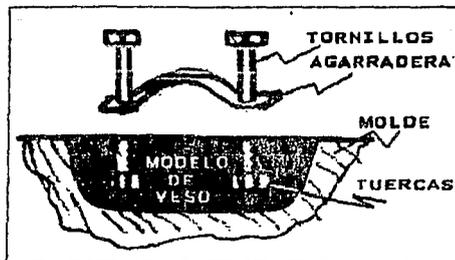


MODELO SENCILLO PARA EL DESARROLLO DEL MOLDE

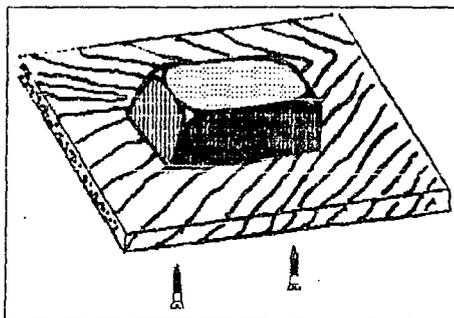
+ Se necesita de un desmoldante que se aplica tanto en la realización del molde (a todas las paredes de la caja de molde), como en cada una de las copias del modelo a reproducir; este debe aplicarse en cualquier lugar donde se cesea no se adhiera el material del molde al endurecer.

+ Es importante tener en cuenta al momento de diseñar, la forma en que se extraera el modelo del molde; para esto se pueden prever algunas agarraderas o tuercas embebidas dentro del material, para poder apoyarse y facilitar la extracción del modelo.

+ Coloque el modelo previamente preparado sobre una base lo suficientemente pareja y nivelada, procurar que el modelo quede fijo a esta base, para lo cual se puede fijar por la parte inferior con "tornillos de cabeza plana" e



inclusive auxiliarse con plastilina.

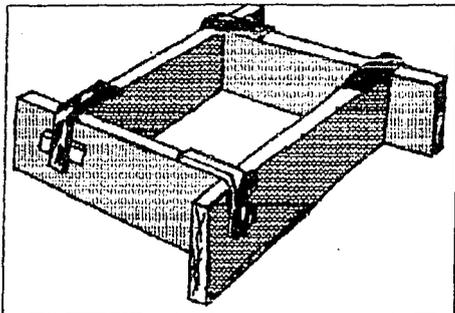


+ Coloque la caja de molde, dejando una distancia mínima de 3 cm de las paredes de la caja a el modelo, cuidando que no haya fugas por donde se pueda escapar el yeso cuando se encuentre en estado líquido.

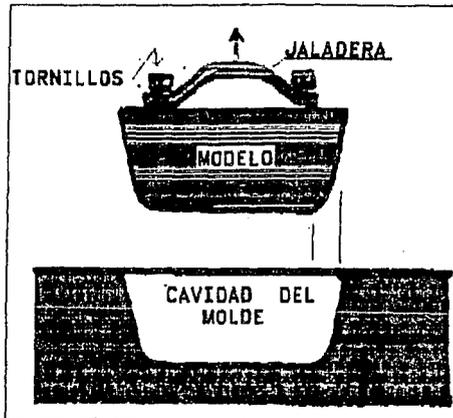
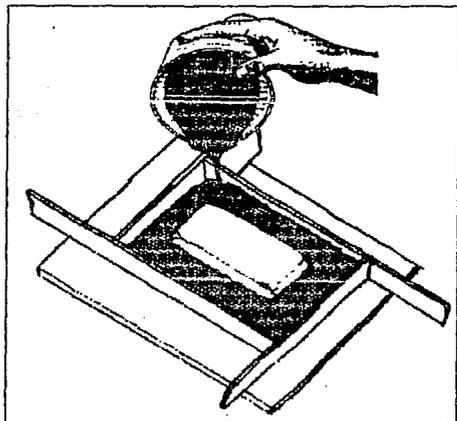
+ Prepare el yeso (ver preparación de la mezcla anteriormente expuesta), mezcle perfectamente y vacíe sobre el modelo procurando no hacerlo de golpe sino, al llenar las cavidades procurar que el chorro forme un pequeño "hilo"; llene primeramente las partes más profundas para evitar formar burbujas de aire que pudieran quedar atrapadas.

+ Aplique un poco de vibración para asentar bien el material teniendo cuidado para no desprender el modelo de la base; deje reposar para que las burbujas de aire puedan desplazarse hacia arriba, aprovechando el estado líquido del material,

+ El yeso deberá endurecer completamente antes de desmoldar, no se recomienda hacerlo hasta que se ha secado, por los fenómenos de contracción que hacen la



EJEMPLO DE UNA CAJA DE MOLDEO



+ Una vez extraído el modelo, limpiase la cavidad y déjese secar (ya sea a temperatura ambiente o en una estufa a 40°C).

+ Se recomienda utilizar el molde hasta que se encuentre totalmente seco.

◀ EL MOLDE ESTA LISTO PARA REPRODUCIR PIEZAS IGUALES AL MODELO ▶

tarea más difícil, por lo que debe tratarse de desmoldar cuando el yeso aun se encuentre húmedo,

+ Retire la caja de moldeo, gire el molde 180° de tal manera que lo que en un principio se encontraba hacia abajo este colocado hacia arriba, con el objeto de facilitar la extracción del modelo.

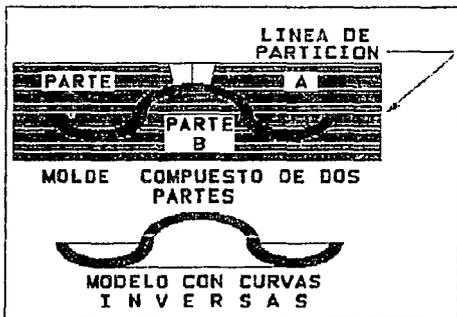
+ Si el modelo tiene los ángulos de salida adecuados, será sencilla la extracción, para hacerlo apoyese de los dispositivos diseñados en el modelo (agarraderas o tuercas embebidas), aplíquese una tensión constante y uniforme, procurando que el modelo al salir, no dañe aristas y filos del molde.

FABRICACIÓN DE UN MOLDE COMPUESTO:

Este tipo de molde, también conocido como "molde múltiple", se encuentra formado por dos o más piezas que al colocarse y ensamblarse por medio de ciertos dispositivos, forman la cavidad donde se formarán las piezas terminadas.

Este tipo de molde se aconseja realizarlo, cuando el modelo a reproducir posea curvas inversas que eviten la salida de la pieza en un molde sencillo;

+ Antes de decidir la construcción de un "molde compuesto", es necesario contemplar nuevamente si el modelo a reproducir no se puede realizar en un molde sencillo, ya que la complejidad de los moldes múltiples es mayor.



+ Primero deberá estudiar y analizar el modelo a reproducir para determinar el número de piezas que conformarán el molde; determinar cuántas piezas formarán el molde y con esto determinar la ubicación de las líneas de partición.

NOTA: Debemos entender por líneas de partición aquellas marcas que quedan sobre la pieza y que son formadas por la unión de las partes del molde al cerrarse y ensamblarse.

Las líneas de partición deberán colocarse en los lugares menos visibles ya que por lo general son marcas innecesarias en un producto, además una buena colocación facilita el uso del molde; en ocasiones una mala colocación de éstas, aumenta la dificultad de desmoldeo, provocando fricción excesiva y reduciendo la vida de este.

+ Contemplar en el diseño, que cada sección que componga el molde, debe tener ángulos de salida, para evitar las curvas inversas o ángulos opuestos, o en su caso incluir otro componente más del molde.

+ Todas estas observaciones deberán estar registradas en los planos de taller, por lo que se recomienda comenzar a trabajar hasta que se hayan concluido; estableceremos como regla un comentario muy frecuente en el ámbito industrial: SI EL MOLDE FUNCIONA EN LOS PLANOS, LA PROBABILIDAD DE QUE FUNCIONE EN LA REALIDAD PRÁCTICA ES CASI SEGURA.

+ Antes de comenzar con la elaboración del molde se requiere que el modelo este completamente terminado y preparado para el uso pero, sin la aplicación del desmoldeante, este deberá aplicarse antes del vaciado.

+ El realizar un molde compuesto por varias piezas, facilita el desmoldeo (extracción del modelo o de los productos ya formados), sin embargo, debe considerarse cual será la forma de desmoldar y si requiere o no, dispositivos para realizar la operación.

+ Debido a que el molde estará formado por varias piezas, no es posible realizarlo en un solo vaciado (como en el caso de los moldes simples); solo podrá realizarse una pieza en cada vaciado y debe esperarse a que endurezca, para poder construir la pieza siguiente,

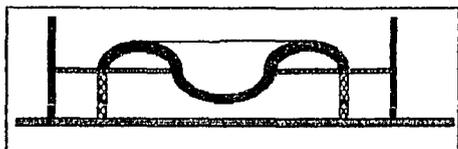


COLOCACIÓN DEL DIQUE CON EL MODELO SOBRE UNA BASE NIVELADA

+ En cada una de las líneas de partición previamente determinadas, se deberá colocar unas "plantillas o diques" (se entiende por DIQUE un muro construido para contener las aguas; para los objetivos de nuestro trabajo, será un muro o pared construida provisionalmente dentro de la caja de moldeo, para contener el material del que se

construir el molde: Dib. # 14), esta pared generalmente divide en determinadas partes el molde, y viaja de un extremo a otro de la caja de molde sobre el modelo, marcando la colocación de las líneas de partición.

Las plantillas o diques, servirán para mantener el yeso hasta que endurezca, después serán retiradas sin mover el modelo de su lugar; posteriormente deberán formarse unas nuevas plantillas en la siguiente línea de partición y así sucesivamente hasta completar el molde.



COLOCACIÓN DE LA CAJA DE MÓLDEO

+ Fije el modelo previamente preparado sobre una base lo suficientemente pareja y nivelada,

+ Coloque la caja de molde dejando una distancia mínima de 3 centímetros de las paredes de la caja a el modelo, cuidando que no haya fugas por donde se pueda escapar el yeso, cuando se encuentre en estado líquido.

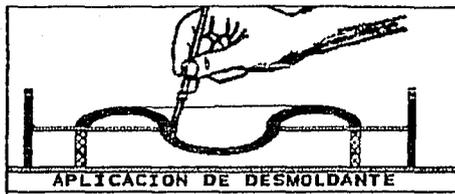
+ Coloque las plantillas o "diques" en la línea de partición; estas pueden ser construidas de plastilina, cera, cartón grueso recortado y resanado con plastilina o cera, etc., deben colocarse de tal manera que formen una caja de molde provisional, para contener el yeso en estado líquido.



SELLAR POSIBLES FUGAS DEL YESO

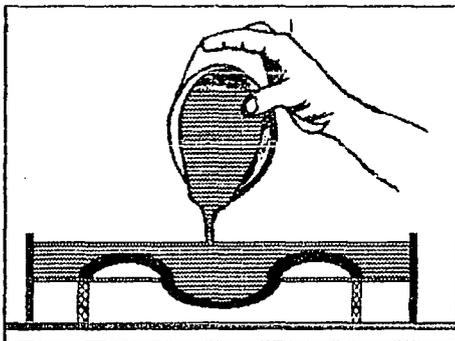
+ Una vez que ha quedado armada la caja de molde (con sus respectivos diques), deberá aplicarse desmoldante en todas aquellas partes que entrarán en contacto con el material del molde cuando se realice el vaciado con el objeto de evitar la adherencia (consultar desmoldantes).

+ Prepare el yeso (ver preparación de la mezcla



APLICACION DE DESMOLDANTE

anteriormente expuesta), mezcle perfectamente y vacie sobre el modelo, procurando no serlo de golpe, sino al llenar las cavidades procurar que el chorro forme un pequeño "nido", llenando primeramente las partes más profundas para disminuir las burbujas de aire que pudieran quedar atrapadas.



VACIADO DEL YESO

+ Mientras se encuentra en estado líquido, es conveniente aplicar un poco de vibración para facilitar el asentamiento del material a la vez de facilitar el escape de las burbujas que hayan quedado atrapadas durante el vaciado; algunos modelistas utilizan unos dispositivos que, por medio de vacío, extraen estas burbujas atrapadas.

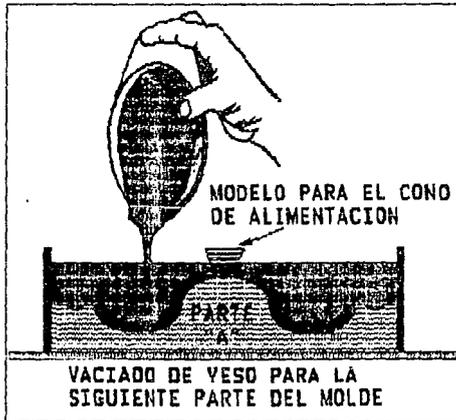
+ una vez endurecido el yeso, girar 180° y retirar la plantilla provisional o dique, sin mover el modelo.

+ Limpie muy bien los residuos que pudiera haber dejado el dique, verifique que el modelo se encuentra en buen estado, sino debe reparar cualquier imprevisto antes de continuar.

+ El lugar donde se encontraba el anterior dique, ha formado una nueva pared que se aprovechará en la formación de la siguiente etapa del molde,



+ Realizar unas marcas guía en la nueva pared formada respecto de conos en bajo relieve), para que al realizar el siguiente vaciado, penetren en estas marcas formando un ensamble "hembra-macho", que permitan que ambas caras coincidan siempre en el mismo lugar; estos dispositivos reciben el nombre de "REGISTROS".

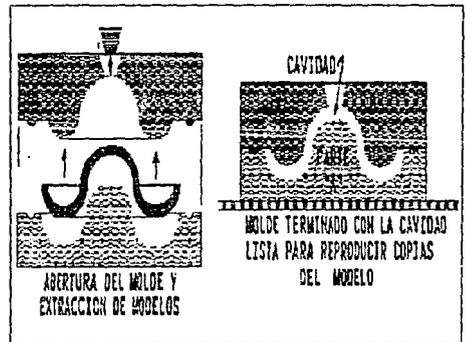


+ Existen piezas que para reproducirlas, se requiere desarrollar moldes con más de una línea de partición, lo que significa que están formados por tres o más partes, en este caso colocar una nueva plantilla o dique, si se requiere, en la siguiente línea de partición, de la misma manera que en el paso anterior y así consecutivamente hasta realizar todas las partes del molde; en el caso que se muestra, la pieza solo lleva una línea de partición por lo que ya no se colocarán más diques; no olvidar colocar desmoldante en todas las partes de la nueva caja

provisional de molde, SOBRE TODO EN LA PARED ACABADA DE FORMAR CON EL DIQUE ANTERIOR YA QUE, ENTRARÁN EN CONTACTO YESO CONTRA YESO.

+ Ya aplicado el desmoldante se procede a realizar el vaciado siguiente, como se realizó anteriormente.
+ El yeso deberá endurecer completamente y estar aun en estado húmedo, antes de desmoldar lo sea en la etapa cinco de plastificación descrita anteriormente; al perder la humedad el material se contraerá atrabando el modelo y haciendo más difícil la extracción.

+ Una vez terminadas todas las partes que integrarán el molde múltiple se puede extraer el modelo; si se diseñaron los ángulos de salida adecuados, será sencilla la extracción; procurar desarmar el molde con cuidado para evitar fracturas indeseables; aplíquese una tensión constante y uniforme procurando que el modelo al salir, no dañe aristas y filos del molde.



+ Una vez extraído el modelo, límpiese la cavidad del molde y déjese secar, ya sea a temperatura ambiente o en una estufa a 40°C.

+ Se recomienda utilizar el molde hasta que se encuentre totalmente seco.

« EL MOLDE ESTÁ LISTO PARA REPRODUCIR PIEZAS IGUALES AL MODELO »

11-8.6: MODELOS EN CERA

La cera natural es esa sustancia que segregan las abejas para formar las celdillas de los panales. (Bib. # 14).

También se le da el nombre de cera a la sustancia de consistencia muy parecida a la de abeja que es producida por algunas plantas o que son generadas a partir de materiales orgánicos tales como el petróleo; actualmente contamos con una extensa gama de ceras para diferentes aplicaciones, entre ellas encontramos la cera parafina, la cera de abejas, y algunas ceras vegetales como la carnauba.

Cera Carnauba: es una cera natural y dura, obtenida de una palmera de Sud-América se le utiliza mucho en lubricantes y como componente de sustancias de pulido. (Bib. # 22)

Cera Parafina: Es un sólido blanco translúcido, formada por una mezcla de hidrocarburos sólidos, principalmente de la serie del metano, contenidos del petróleo crudo. (Bib. # 22).

La cera ha sido ampliamente usada por los grandes escultores a lo largo de la historia como herramienta indispensable en la realización de sus obras, tal vez lo anterior pueda atribuirse a:

- + su facilidad de manipulación,
- + su costo muy accesible,
- + posibilidad y gran variedad de formas,
- + mantiene una buena rigidez pese a su bajo punto de fusión,
- + se pueden lograr acabados muy parejos e incluso muy brillantes, etc.

En la actualidad sigue siendo una herramienta útil y versátil para los modelistas en el desarrollo de su trabajo.

La cera tiene la propiedad de reblandecerse con la aplicación del calor y de endurecerse al bajar su temperatura; al dejarla reposar, la temperatura del medio propicia su endurecimiento adquiriendo una consistencia

lo suficientemente rígida que le permite mantener la forma que se le haya asignado; cuando se le aplica calor y presión puede ser moldeada, fundida y remoldeada en una infinidad de formas, en teoría, un número limitado de veces; en la realidad sabemos que los materiales se degradan cuando son sometidos a este tipo de ciclos constantes. Por esta razón, los modelistas y artistas mezclan material virgen (nuevo) con material ya trabajado, para devolverle las propiedades plásticas y lograr un máximo aprovechamiento sin desperdicios.

La propiedad plástica de la cera, le ha colocado en un lugar muy aceptable dentro de los muy diversos campos tanto del arte como de la industria, es por ello que en los talleres de modelado es una herramienta imprescindible.

Si bien las principales limitantes de este material bien puede ser su bajo punto de fusión; es una propiedad que es venturosamente utilizado en la elaboración de moldes para baja producción, ya que la cera ha sido ampliamente utilizada a lo largo de la historia en la fabricación de piezas transitorias (modelos conocidos como "modelos a la cera perdida"), que aprovechando su bajo punto de fusión, son derratidos después de haber formado la cavidad del molde, evitando problemas de desmoldeo.

Existen diferentes preparaciones de cera según la aplicación y características que se deseen obtener; es conveniente hacer pruebas y encontrar aquella formulación que responda a las particularidades de cada trabajo.

La cera que se utiliza para modelar suele prepararse generalmente con los siguientes aditivos:

CERA DE CARNAUBA que se consigue en las peleterías, se encuentra preparada con otros elementos que le da una consistencia dura aprovechada para la realización de modelos.

PARAFINA: se consigue en las tiacalerías; se mezcla con la cera de carnauba para hacerla más maniable, incorporando suavidad a la mezcla.

11-8.6.1: PROCESO:

- + El primer punto a considerar, es precisamente el material del que se realizará el "molde" ya que muchos materiales utilizados generan una reacción exotérmica al

endurecer: si la reacción se toma muy violenta y la temperatura asciende, se corre el riesgo de reblandecer la cera y modificar la forma del modelo, llegando a derretirse en el peor de los casos; con estas razones se hace necesario obtener los datos técnicos acerca de las propiedades y características del material a utilizar para conocer su comportamiento, tanto desde que es vertido sobre el modelo en estado líquido, hasta que endurece.

+ Antes de realizar el vaciado del material del molde, se aconseja hacer algunas pruebas con la cera (material del modelo), para determinar cual es el punto donde comienza a reblandecerse y el de fusión; con esto se conseguirá mantener un control preciso sobre las condiciones de uso del modelo, este comportamiento puede variar por factores tales como el clima, temperatura del taller o habitación donde se desarrolla el trabajo, etc.

+ **MEZCLADO:** con el objetivo de servir como guía o punto de partida, se describe a continuación una de las muchas formulaciones, que ha demostrado en base a la experiencia, ser de gran utilidad para la mayoría de los trabajos de moldeo; se recalca que el lector deberá preparar el material de acuerdo a sus necesidades o requerimientos.

La cera de carnauba y la parafina se mezclan en partes por peso como lo indica el siguiente procedimiento:

- +50 partes de cera por cada 50 partes de parafina.
- +Se colocan dentro de un recipiente y se calientan hasta fundir ambos materiales.
- +Se mezclan moviendo constantemente tratando de que el material quede homogéneo.
- + Se deja enfriar y queda lista para el modelado.

Otra forma de mezclado puede ser simplemente amasándolos, sin fundir hasta lograr conseguir una consistencia homogénea.

Cuando no es posible conseguir la cera de carnauba se puede utilizar también la siguiente fórmula:

- 50 a 60 % de cera de abeja
- 20 a 30 % de parafina.
- 5 a 7 % de Brea
- 2 a 5 % de aceite mineral (del tipo automovilístico)

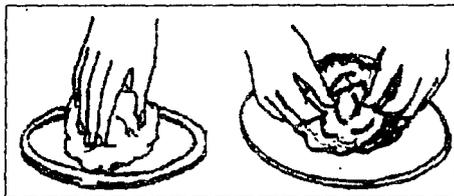
NOTA: Para la preparación de esta fórmula es recomendable fundir los componentes al combinarios.

OBSERVACIONES: Cuando se aumenta la proporción de cera, la mezcla tiende a ser más dura y más difícil de modelar, en cambio si se aumenta más de la cantidad de parafina, la mezcla tiende a ser más suave y modelable sin embargo, es muy propensa a deformarse.

En lugares donde el clima es muy caluroso, el material tiene la desventaja de permanecer muy suave, para solucionar esta problemática, se aconseja agregar menos parafina y aumentar la proporción de cera; otra solución es introducir el modelo ya terminado dentro de un refrigerador para que alcance cierta dureza, procurando extraerlo y usarlo, precisamente antes de el vaciado.

+ Es recomendable preparar y vaciar la mezcla sobre una charola o algún otro recipiente que le permita cierta libertad de manipulación, para facilitar el conformado.

+ un rasgo característico del trabajo con este material, es la ventaja que ofrece para el modelista, que al friccionar y amasar, se transfiere cierto calor que permite a la cera ser más manejable y facilitar el moldeo.



+ La cera puede ser conformada y modelada con el auxilio de instrumentos tales como espátulas, estuches, cuñas, etc.

+ Para comenzar a conformar el modelo, es necesario formar un bloque con las dimensiones aproximadas y añadir o quitar material de acuerdo a las especificaciones establecidas en los planos.

+ La conformación de la cera (el modelado), se realiza prácticamente a mano; debemos reconocer que el trabajo con este material implica desarrollar una habilidad que permita modelar, auxiliándose de los diferentes utensilios y herramientas (tales como estuches, espátulas, etc), es por ello que la mayoría de los trabajos en cera, se consideran realizados por escultores o artistas, el modelista es considerado uno de ellos.



+ Una vez que se ha configurado el modelo, si se desea, se puede lograr una superficie tersa y brillante mediante la aplicación de aire caliente, utilizando una pistola o acercando una vela sin flama directa a lo largo de la superficie.

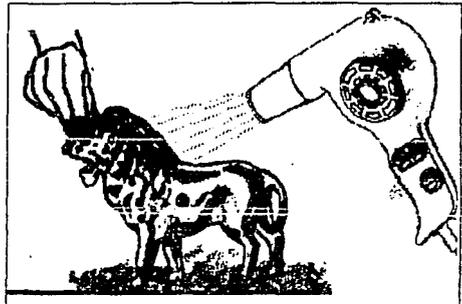
+ Aunque parezca obvio, mencionaremos que los modelos realizados en este material no necesitan desmoldante; además la gran mayoría tienden a ser modelos transitorios, a la cera perdida, (son derretidos).

El Modelo se encuentra listo para ser utilizado en la construcción de algún molde.

Por último solo mencionaremos que:

Es aconsejable realizar una copia o positivo del modelo también en cera, para conservarlo por si el molde llegara a dañarse; esto también es aconsejable cuando se va a elaborar un molde compuesto por más de una pieza; para lo cual se aconseja la realización de un modelo maestro, del que se construirá un molde maestro, para la realización de diferentes modelos en cera, los cuales se derretirán cada vez que se construya un molde.

Se entiende por «molde maestro» aquel molde que se utiliza para la fabricación o reproducción de modelos que son utilizados en la fabricación de moldes transitorios; cada modelo se derrite durante la construcción de un molde nuevo; esto es muy utilizado cuando se desarrollan moldes de yeso o de arena; los moldes maestros, por lo general, no se utilizan en la producción de las piezas finales sino que se almacenan y solo se utilizan en la reproducción de moldes de trabajo o producción, cuando se dañan.



EL ACABADO PUEDE AUXILIARSE DEL USO DE UNA PISTOLA DE AIRE CALIENTE PARA OBTENER UNA SUPERFICIE TERSA Y BRILLANTE

11-8.7: MODELOS EN RESINAS EPOXICAS:

Se pueden utilizar diferentes materiales plásticos para la elaboración de modelos, de entre los más usados encontramos las resinas termoestables a base de: "Foliester", "Epoxicas" y "Folietano".

Las resinas epoxicas se presentan en el mercado como pastas, líquidos muy viscosos o polvos; estos productos se encuentran prepolimerizados o sea, son sustancias policondensadas linealmente con moléculas aun reaccionables que, al combinarlos con otra (llámese endurecedor o catalizador), reaccionan provocando la consistencia dura y rígida aprovechable en el trabajo de modelado.

Estas resinas son muy usadas en la construcción de modelos debido a:

- la excelente resistencia a los agentes químicos,
- muy buena estabilidad dimensional,
- resistencia al envejecimiento,
- baja absorción de humedad y en general,
- muy buenas propiedades mecánicas.

Estas propiedades permiten trabajarlas y configurarlas en una serie muy variada de procesos tales como vaciado, modelado, maquinado, etc.

11-8.9.1: PLASTILINAS EPOXICAS:

Las plastilinas epoxicas dan un acabado, consistencia y una textura muy parecida a la madera, se encuentran compuestas básicamente de una resina epoxica, un endurecedor y una serie de aditivos -cargas, pigmentos, estabilizadores, etc.-, que le aportan facilidad de maquinado (muy deseables en la elaboración de modelos), estabilidad dimensional (manteniendo la forma aun en condiciones extremas de temperatura y carga), etc; a este conjunto de elementos y aditivos formulados, en el ambiente de trabajo del modelista se le conoce como "sistema epoxico".

La presentación del material en forma de plastilina, ofrece una manejabilidad y blandura que ventajosamente permiten moldear formas caprichosas que al endurecer, adquieren una dureza que las hace muy duraderas e indeformables bajo cargas continuas durante el trabajo.

Los pasos que deben seguirse para la realización de modelos en plastilinas epoxicas son:

- *Preparación de la mezcla.
- *Masado y forado del bloque
- *Modelado y conformado
- *Retocado (resanado o rellenado de imperfecciones)
- *Curado o endurecimiento total,
- *Maquinado (desbastar, lijar, pulir)
- *Enferado.

Para el desarrollo de modelos en este material, comercialmente se dispone de diferentes productos conocidos precisamente como "plastilinas epoxicas", se han difundido de tal manera que pueden conseguirse en cualquier tienda o tienda de autoservicio y en paquetes con pequeñas cantidades (40 a 50 grs.); tambien es posible comprarlos por kilogramo recurriendo a los mismos fabricantes, distribuidores o detallistas, resultando de esta manera más económica por funcionar algun ejemplo como:

- 1) RESINA ARALDIT 50-427 (PARTE A)
ENDURECEDOR HY-427 (PARTE B)

Fabricado por CIBA GEIGY,
Se comercializa por kilogramo
Tiempo de manejo = 25 a 30 minutos a 25 °C
Tiempo de curado = 10 a 20 hrs. según la temperatura que puede variar sin exceder más de 70 °C.

- 2) RESINA HYPLAST (PARTE A)
ENDURECEDOR HYPLAST (PARTE B)

Fabricado por HESOL INDÚSTRIAL DE MEXICO S.A.
Tiempo de manejo 30 min. a 25 °C
Tiempo de curado = 24 hrs. a 25 °C
Alcanza una dureza 70 Shore D
Se comercializa en bolsas de 1 y 5 kg. netos.

- 3) RESINA S.5 (PARTE A)
ENDURECEDOR S.5 (PARTE B)

Fabricado por HESOL INDÚSTRIAL DE MEXICO S. A.
Tiempo de manejo (vida de cote) 5 min. a 25 °C
Tiempo de curado: 15 Hrs. a 25 °C
Alcanza una dureza de 60 Shore D
Se comercializa en bolsas de 1 y 5 kg. netos.

La mezcla se realiza en partes por volumen, se combinan amasando partes iguales de resina y endurecedor (que ya vienen formulados con sus respectivos aditivos);

el contacto de las manos del modelista y la fricción, ocasionan un calentamiento y una consistencia blanda cuya plasticidad facilita su manipulación viéndonos a compararse a la plastilina que se utiliza en las escuelas de educación básica.



Debido a que ambos componentes deben mezclarse hasta lograr una consistencia bastante homogénea, el resultado de la operación se controla visualmente, amasando las dos partes que se presentan de diferente color; al estar mezclados generan un color específico, señal de que la operación ha sido adecuada.

Es importante tener en cuenta que desde el momento en que se comienzan a mezclar ambos componentes (amásarlos), se produce una reacción irreversible que culminará con el endurecimiento del material; el periodo de tiempo que lleva combinar bien los diferentes componentes del sistema se le conoce como "tiempo de mezclado" y debe ser lo más breve posible (este es un dato técnico importante que igualmente deberá tomarse en consideración); existen materiales (por ejemplo algunas resinas de poliuretano), cuyo tiempo de mezclado es determinante para el resultado final, debido a su rápida reacción, se da el caso que endurecen dentro del recipiente de mezclado.

Si el mezclado no ha sido homogéneo, el material endurecido tendrá las propiedades que el fabricante ha establecido; si no ha sido así, el producto no tendrá las propiedades y características esperadas aunque aparentemente haya endurecido.

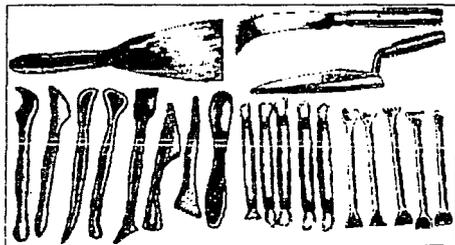
Entre el amasado y el endurecido, existe un periodo de tiempo conocido como: "tiempo de manejo", "vida de bote", "pot life", etc., que es aquel tiempo del que se dispone para dar forma al material, ya que inmediatamente después del mezclado, se encuentra en una etapa plástica y factible de conformar en un bloque con las dimensiones aproximadas e incluso en el modelo deseado.

El tiempo de manejo incluye el tiempo de mezclado, ya que por lo general, el primero comienza a contarse a partir del momento en que se mezclan el endurecedor con la

resina, hasta que la resina pierde sus propiedades plásticas y se torna difícil de manejar.

El "tiempo de manejo" o "vida de bote" varía de acuerdo con las características particulares de cada sistema epoxico, este es otro dato técnico imprescindible que deberá tenerse en cuenta para poder trabajar con estos materiales y deberá ser solicitado ya sea al fabricante o al distribuidor.

Debido a que se trata de un material con una consistencia muy parecida a la plastilina utilizada en los trabajos escolares, permite formarlas ventajosamente en figuras, tanto nuevas como sólidas, auxiliándose de todas aquellas herramientas (estiques, paletas, etc.) utilizadas por los escultores para realizar la conformación.

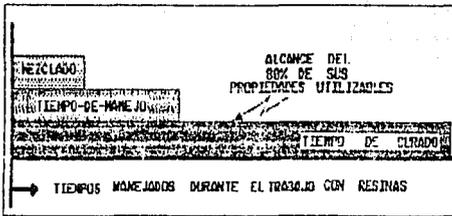


Para facilitar el modelado y sobre todo los detalles del acabado, se puede agregar un poco de agua a la superficie del material, al final del proceso, con esto se evita que se adhiera a la mano y mejora el trabajo.

Pasado el tiempo de manejo, el material pierde su estado de plasticidad y empieza a ser muy difícil de manipular comenzando a tomar una consistencia dura; a este periodo se le conoce como "tiempo de curado", "tiempo de endurecimiento total", etc; este tiempo comienza a contar desde el momento en que pierde sus propiedades de moldeabilidad (se vuelve difícil de manejar), hasta que ha alcanzado del 80 al 100 % de las propiedades físicas especificadas por el fabricante.

Es indudable que el modelista deberá conocer este tercer dato técnico, mismo que es proporcionado también por el fabricante.

Al terminar el tiempo de curado, el modelo formado alcanza la totalidad de sus propiedades físicas y químicas especificadas, este periodo varía según el fabricante, sin embargo, la experiencia ha enseñado que la mayoría de estos materiales alcanzan el 80 % de sus propiedades físico-mecánicas aproximadamente a la mitad del tiempo de



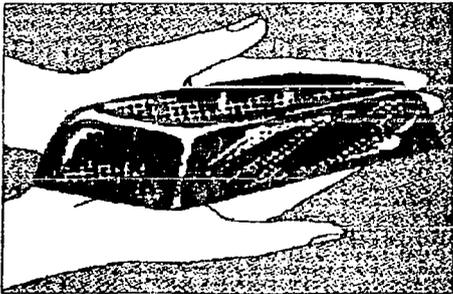
selladores como en el caso del yeso o la madera, solo requieren del pulido y encerado.

Para finalizar debemos mencionar que deberá tenerse el cuidado de lavarse las manos después de haber trabajado y modelado con estos materiales (se recomienda usar acetona o thinner), ya que su poder de adhesión es muy elevado y es muy difícil de limpiar cuando ha endurecido totalmente.

curado y desde entonces ya es posible maquinario (se puede lijar, pulir, etc.) y seguir el mismo proceso expuesto anteriormente para modelos de madera, ya que se puede trabajar con las mismas herramientas con las que se trabaja esta.

Existen modelos fabricados con estos materiales que son utilizados como moldes, (tal es el caso de los modelos de termoformado), para estas aplicaciones, se debe esperar hasta que se cumpla el tiempo de curado, inclusive puede reducirse este con la aplicación de calor entre 60-70°C máximo.

Si se necesita reparar o resanar alguna imperfección como agujeros, rayaduras fuertes, etc., los mejores resultados se obtienen al utilizar la misma resina epoxica (ya que se trata del mismo material). actualmente se dispone de resinas (diastilinas epoxicas) cuyo tiempo de manejo es rápido (5 min.), curan aproximadamente a los 30 min. y se pueden lijar o maquinar a partir de este tiempo; también es posible utilizar cualquier resanador del tipo automotriz (a base de resinas poliéster), como las que se utilizan en las reparaciones de las carrocerías de autosviles (utilizan de laminado, hialatarta o pintura).



Estas resinas, debido a su acabado superficial y bajo porcentaje de absorción de humedad, no necesitan

11-5.9.2: MODELOS EN RESINA EPOXICA LIQUIDA

Para la construcción de modelos desarrollados en material epoxico en estado líquido o fluido, debe utilizarse una resina de uso general (también conocida como multipropositor); existen también resinas especialmente elaboradas para trabajos de modelado; se encuentran formuladas comercialmente con aditivos especiales que les suministran gran poder de adhesión a una gran variedad de materiales, confiriéndoles las propiedades adecuadas para la elaboración de modelos de acuerdo a los diferentes requerimientos que necesiten por especiales que sean.

Entre los diferentes aditivos en forma de cargas que se pueden utilizar se encuentran: harinas o polvos de madera (aserrín), carbonato de calcio, talco industrial, yeso, microesferas de fibra de vidrio, polvos metálicos, polvo de cuarzo, etc.; los epoxicos tienen, entre sus principales propiedades físicas, la poderosa adhesión a la mayoría de los materiales.

Preferentemente deben utilizarse cargas inorgánicas de poca dureza como el talco o maquiños como los metales blancos; aunque se debe considerar la ventaja de la utilización de cargas orgánicas ya que no desafían las herramientas que se utilizan durante el maquinado y conformado.

Con la incorporación de aditivos en forma de cargas, se logran reducir considerablemente los costos y mejorar aun más su maquinabilidad; es importante considerar que a mayor cantidad de carga incorporada a la resina, tiende a disminuir su fluidez y ser más viscosa.

El término simotrópico se utiliza para describir a los materiales (generalmente mezclados con aditivos en forma de polvos finos), que tienen consistencia de "gel" en reposo pero que, cuando son agitadas o removidas de alguna forma, se transforman a una consistencia más líquida. (lib. #22)

Actualmente se dispone de una serie muy grande de

fabricantes de resinas epoxicas de uso general que ademas ofrecen al mercado formulaciones especificas destinadas a la fabricacion de modelos. Estas se comercializan ya premezclados con polvos finamente molidos (sobre todo predominan los metalicos); el modelista solo mezcla los componentes anorrandose el proceso de incorporacion, homogeneizacion y mezcla de la carga u otros aditivos; ejemplo de alguna de estas resinas que se encuentran comercialmente en la mayoria del pais es: "Fiastracer" fabricado por Devcon de Mexico S.A.

Los sistemas epoxicos formulados, durante un almacenamiento prolongado, sedimentan y provoca la separacion de los materiales con su consecuente deposito en el fondo del recipiente -esto es ocasionado por las diferencias de densidades-, generalmente el material depositado es la carga por ser mas pesada sobre todo cuando se trata de polvos metalicos; para subsanar el problema es conveniente batir y remezclar cada componente antes de combinarlos, esta operacion se facilita al calentar tanto resina como endurecedor a una temperatura aproximada entre 30 °C y 40 °C.

Como antes mencionamos existen comercialmente muy diferentes resinas epoxicas de uso general utilizadas en la construccion de modelos; a manera de ejemplo citaremos un sistema fabricado por Ciba Geigy, que puede ser mezclada con diferentes materiales:

Material:	Proporcion de la mezcla en partes por peso:
RESINA ARALDIT M	100
ENDURECEDOR HY 956	20 partes por cada 100 de resina

A esta resina epoxica se le pueden adherir cargas en una relacion de hasta 200 partes por cada 100 de resina (dependiendo de las caracteristicas y propiedades deseables del modelo por obtener); el objetivo de introducir una carga a la mezcla, es modificar las propiedades fisicas del material incorporando o sumando aquellas que poseen los diferentes aditivos, según los existan los requerimientos del modelo ejemplos:

a) Si queremos mejorar la conductividad termica, el maquinado, resistencia a temperaturas poderosamente altas con un peso relativamente ligero, podriamos cargar el sistema con polvo de aluminio,

b) Si queremos poco peso, muy buena maquinabilidad, resistencia al impacto, facilidad de lijado, no requiriendo mucha resistencia a la temperatura, podriamos agregar polvo de madera (aserrin),

Las grandes ventajas que ofrecen la construccion de modelos con resinas en estado liquido, estriba en:

- 1) La posibilidad de fabricar un modelo que posea las propiedades y caracteristicas acordes con el trabajo a desempeñar;
- 2) Debido a que se prepara en estado liquido, puede tomar la forma que posea el recipiente donde se realiza el vaciado provocando ahorro de material y de mano de obra al conformarlo;
- 3) Permite la insercion de tuercas y otros dispositivos que facilitan la extraccion o desmoldo.

Para saber que tipo de carga es compatible con el sistema epoxico utilizado, deben consultarse las especificaciones tecnicas del fabricante.

Los casos que generalmente se siguen en la realizacion de modelos en resina epoxica liquida requieren:

- Diseño y realizacion de la caja para vaciado de la preforma
- Preparacion de la mezcla (formulacion y composicion).
- Realizacion de la preforma
- Conformado
- Destalleo
- Retocado (resinado o rellenado de imperfecciones)
- Acabado y encajado.

+ Primariamente para la realizacion de modelos fabricados mediante el vaciado de resina epoxica liquida, es necesario realizar una "preforma" (entendida por "preforma" en volúmenes dimensionales aproximado a la forma final del modelo que se pretende lograr construido en un material previamente determinado).

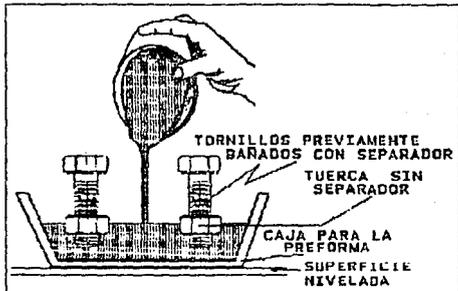
Para la preparacion de la preforma se necesita de una especie de "caja de molde" que, para nuestros fines denominaremos "caja de la preforma", en la que se desarrolla una cavidad que sea lo mas aproximada a las dimensiones del modelo final, pudiendose realizar de: cartulina gruesa, madera, plastico laminado, metal, etc.

En general podemos distinguir dos tipos de cajas: las "transitorias" y las "permanentes", las primeras generalmente son destruidas o desechadas, para volver a realizar un segundo vaciado es necesario desarrollar una nueva caja. Al destruir la caja deberá tenerse cuidado de no maltratar el bloque formado.

Las cajas del tipo permanente son recomendables cuando se necesita la construccion de mas de una preforma iguales y se subdividen a su vez en las "desarmables" y las "fijas".

En el caso de construir cajas permanentes fijas,

deben considerarse ángulos de salida, aconsejándose introducir y suspender al centro, algunos tornillos con tuerca mientras el material mezclado no endurezca (o sea dentro del "tiempo de manejo"), al endurecer quedarán atravesados en el material y servirán como punto de apoyo para extraer la preforma (aplicar previamente desmoldante a tornillos); el tipo desarmable facilita la extracción del bloque endurecido manteniendo ángulos invertidos e incluso pudiéndose suministrar los ángulos de salida y no necesita de apoyos para desmoldar.



El tipo de caja a fabricar dependerá de la complejidad del modelo por desarrollar; en todos los tipos de cajas debe tenerse presente que, debido a las propiedades de adherencia de las resinas epoxicas, es recomendable la utilización de desmoldante en las paredes internas y en todas aquellas superficies en las que no se quiera unir; se recomienda la utilización de cera o películas separadoras en especial las soluciones a base de silicon.

Para finalizar este punto, la caja debe encontrarse lo suficientemente sellada para evitar las fugas o escurrimientos de material.

+ Durante el diseño tanto del modelo como de sus elementos (caja de la preforma, bededores, etc.), es importante considerar excedentes de maquinado, ya que la caja del modelo servirá para aproximar la forma, sin embargo el modelo todavía habrá de labrarse a su forma definitiva.

+ Para los fines de exposición en el presente trabajo, tomaremos como punto de referencia la resina Hwaldit "M" con el endurecedor "Hv 956" de Ciba Geigy, con el objetivo de ejemplificar el trabajo que se desarrolla con las resinas en estado líquido; aclaramos que cada "sistema epoxico" posee características particulares que son proporcionadas por el distribuidor o fabricante; el

proceso para la elaboración de modelos en estos materiales, tiende a ser el mismo.

Después de haber realizado la caja de vaciado para la preforma del modelo y estar preparada con su respectivo desmoldante, se procede a la preparación del bloque de resina del cual se labrará o conformará el modelo por reproducir:

+ Coloque la caja del modelo con la cavidad a ser llenada en un lugar liso, estable, firme y lo más nivelado posible, para esto se recomienda trabajar sobre un vidrio plano y grueso, nivelándolo con un "nivel de gota de agua."

+ Para incorporar los diferentes aditivos se recomienda primeramente mezclar la resina con el endurecedor en un recipiente limpio (de preferencia de material de baja densidad), posteriormente agregar la carga seleccionada revolviéndola hasta obtener una mezcla uniforme y homogénea.

Si se mezcla primeramente la carga con la resina se torna un poco más difícil la incorporación del endurecedor debido al aumento de la viscosidad del material consumiéndose mayor tiempo de mezclado; existiendo muchas veces recurrir a mezcladoras especiales.

+ Todo el proceso debe llevarse a cabo con un agitado continuo, desde el momento en que se añade el endurecedor a la resina (que es cuando comienza a contar el tiempo de mezclado), hasta que se incorpora la carga a la mezcla en el caso de usar sistemas no tornillados previamente.

+ Debe procurarse que el tiempo de mezclado sea lo más breve posible para disponer de un tiempo de manejo más largo, sin que por ello el mezclado sea ineficiente.

+ Primeramente debe mezclarse el "endurecedor" con la "resina" en las cantidades antes señaladas (recordar que la mezcla debe realizarse de preferencia en partes por peso (o.p.), después agregue poco a poco la carga -hasta que la mezcla quede homogénea-; tome en cuenta que se dispone de un tiempo de manejo de 20 a 25 minutos de acuerdo a los datos del sistema epoxico que estamos trabajando (el tiempo que se menciona es aproximado para 1 Kg. de material, este tiempo varía según el fabricante y/o tipo de resina utilizada).

Cuando la preparación no es muy densa, más bien tiende a ser líquida, puede agitar el mezclado auxiliándose de un taladro doméstico, improvisando un mezclador de alambre como el utilizado para patir huevos en la cocina o una especie de helice teniendo el cuidado de limpiarla posteriormente con acetona o thinner.

Cuando la preparacion tiene gran cantidad de carga, tiende a ser muy densa, y para mezclar es mejor un amasado.

+ Vacie lentamente la mezcla preparada dentro de la cavidad del molde, procurando no encerrar burbujas de aire; si la mezcla posee mucha carga se tornara bastante espesa, en este caso, para llenar la cavidad se aconseja apisonar el material para que penetre y llene toda la cavidad.

+ Dejar endurecer aproximadamente de 12 a 14 Hrs., antes de desmoldar (una vez mas recordamos que los tiempos expuestos varian dependiendo del sistema epoxico usado).

+ Una vez endurecido o curado el material (generalmente desde que alcanza el 80% de sus propiedades fisicas), proceder a separar la caja de la preforma, cuidando de no dañarla.

+ Se tiene ahora un bloque con la forma aproximada, los siguientes pasos son desbastar, ya sea con herramientas o con abrasivos (lijas), hasta dejar la forma deseada.

+ Si por alguna razon resultaran imperfecciones estas se pueden corregir con resanadores del tipo automovilistico o con "Plastilinas epoxicas".

+ Posterior a la correccion de detalles, se puede pulir y encerar siguiendo los pasos expuestos en el capitulo "Proceso general para el desarrollo y conformación de modelos".

En la actualidad se han difundido mucho la construcción de modelos en resinas epoxicas debido a los avances técnicos de estas resinas y a las ventajas que ofrece la fabricación de una preforma con su consecuente ahorro de material y trabajo de desbaste, obteniendose modelos muy duraderos, resistentes y con las propiedades deseadas y requeridas para cada trabajo en particular.

II-B.10: MODELOS EN RESINAS POLIESTER

Al igual que las resinas epoxicas, las resinas poliester tambien pueden ser usadas para la elaboracion de modelos, no obstante tienden a tener propiedades mas limitadas; tambien se suministran al mercado como materiales prepolimerizados o sea: como un policondensado lineal con moleculas aun reaccionables que al combinarlos con cierta sustancia (catalizador), endurecen por completo; comparandolas con las resinas epoxicas, ofrecen la gran ventaja y versatilidad de poder acelerar la reaccion -acortar el tiempo de endurecimiento-, mediante el aumento o disminucion del acelerador y catalizador -segun sea el caso-.

Tanto el catalizador como el endurecedor, deben ser usados con precaucion ya que pueden ocasionarse reacciones exotermicas muy violentas; es necesario tener en cuenta que a mayor cantidad agregada de estos elementos, mas corto sera el tiempo de endurecimiento, sin embargo habra mayor liberacion de calor.

Estas resinas son muy usadas en la construccion de modelos debido a su optima estabilidad dimensional, resistencia al envejecimiento, buena resistencia a los agentes atmosfericos, baja absorcion de humedad y en general muy buenas propiedades mecanicas, lo que permite trabajarlas y configurarlas (darles forma), en una serie muy variada de procesos tales como vaciado, modelado y maquinado.

Estos materiales son organo-sinteticos no saturados, se expenden al comercio como un liquido viscoso, parecido a la miel de abeja de aspecto cristalino o ligeramente amarillento. Las resinas suelen presentarse bajo diferentes viscosidades que varian segun los fabricantes; pueden ser muy viscosas (como las de 15000 centipoises (cps)) o muy delgadas (como las de 2000 cps); sin embargo en el taller de modelado para disminuir la viscosidad de las resinas se utiliza monomero de metacrilato, monomero de estireno o vinil benceno.

NOTA: EL FOISE es la unidad de viscosidad dinamica, que se expresa como "dina por segundo y por centimetro cuadrado" (Bib. # 22.); el centipoise (cps) es una medida usada en la determinacion de la viscosidad de las resinas plasticas, y se define comparando la viscosidad del agua a temperatura ambiental.

Estas resinas pueden aumentar su viscosidad hasta convertirse en una pasta moldeable mediante la

incorporacion de diferentes aditivos tales como "Cab-O-Sil", "Aerocil" o alguna carga en polvo.

Como las resinas poliester son materiales termofijos que curan a temperatura ambiente, para provocar su completa polimerizacion se le agrega, un acelerador (tambien llamado promotor o activador), octoato de cobalto o Naftenato de cobalto, que se agrega en la proporcion de 1 a 1 parte por cada 100 partes de resina y, un catalizador que se agrega en proporcion de 1 a 2 partes por cada 100 de resina, por lo general es: "Peroxido de Metil Etil Cetona".

Al hacer reaccionar la resina, acelerador y catalizador, se obtienen materiales plasticos de consistencia dura y rigida aprovechable en el trabajo de modelado, lograndose obtener piezas ecidas y maquinables en pocos minutos.

Los pasos que deben seguirse para la realizacion de modelos en resinas poliester son:

- *Preparacion de la mezcla.
- *Modelado o vaciado segun sea el caso, en este caso se desarrolla el conformado.
- *Esperar a que endurezca totalmente.
- *Resanado o sellado de imperfecciones.
- *Maquinar y desbastar.
- *Lijar, pulir y encerar o en su caso realizacion de la textura deseada.

Para los objetivos del presente trabajo, la elaboracion con estos materiales se ha dividido en:

- 1) Resinas poliester de uso general:
 - a) modelado manual
 - b) vaciado en una prensa
- 2) Modelado usando materiales comerciales preparados

En terminos generales, el acabado de este tipo de modelos es basicamente el mismo que se expone para modelos en madera, al igual que las resinas epoxicas no necesitan selladores, solo el pulido y encerado, sin embargo pueden obtenerse acabados con textura lograndose efectos muy originales.

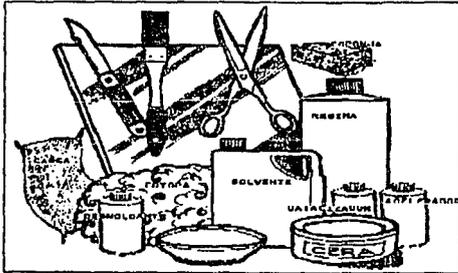
La presentacion del material en forma de pasta, ofrece una manejabilidad que ventajosamente permiten moldear formas caprichosas sin requerir de un molde, que al endurecer, adquieren una consistencia que les hace muy duraderas e indeformables bajo cargas continuas durante el

trabajo.

La posibilidad de realizar modelos vaciados ofrece la ventaja de dotar de textura al modelo, además del ahorro de material y tiempo.

II-2.10.1: RESINAS POLIESTER DE USO GENERAL:

Para la elaboración de los modelos en resina poliéster de uso general normalmente se utilizan los siguientes materiales:



- + Resina poliéster de uso general
- + Catalizador para provocar el endurecimiento.
- + Acelerador para acortar el tiempo de endurecimiento.
- + Monómero de estireno para disminuir la viscosidad de la resina
- + Aditivo o carga para disminuir el costo además de mejorar las propiedades de maquinabilidad y de acabado puede ser: fibra de vidrio, carbonato de calcio, etc.
- + Desoldante o película separadora.
- + Cera
- + Thiner o acetona para limpiar los instrumentos.
- + Estopa y
- + Esponja muy suave

Como instrumentos o utensilios de trabajo se requiere:

- + Una mesa rígida cuya superficie de trabajo se encuentre forrada con polietileno y de preferencia nivelada,
- + Envases flexibles de polietileno donde se realice la mezcla y se laven los instrumentos de mezclado.
- + Tijeras
- + Una navaja muy bien afilada.
- + Se usaran espátulas delgadas y largas, abatelenguas de madera o desarmadores anchos con los que pueda auxiliarse para realizar la mezcla,
- + Cuando el conformado se realice en forma líquida, es recomendable adaptar un mezclador de hélice a un taladro manual, ya que esto permitirá realizar la mezcla de una forma más homogénea.

Para comenzar a trabajar con estos materiales se podría partir de la siguiente fórmula:

- 100 gramos de resina
- más 1 gramo de catalizador
- más 0.5 gramos de acelerador
- mas "X" gramos de carga (la cantidad depende de los diferentes requerimientos del modelo por obtener).

CARGAS: Estas resinas pueden modificar y mejorar sus propiedades de maquinado mediante la incorporación de cargas tales como aserrín, carbonato de calcio, talco industrial, arcilla, caolín, microfibras de fibra de vidrio, mica, silice, cuarzo o simplemente harina casera ya sea a base de maíz o de arroz, lo que permite amortizar el costo y evitar que la reacción de la mezcla acelerada sea muy violenta mejorando considerablemente su maquinado; se recomienda agregar cargas de origen orgánico (harina de arroz, trigo o de maíz), o de origen mineral blando, (tales como el talco), ya que otras cargas (por lo general las inorgánicas), tienden a ser abrasivas y desafilan rápidamente las herramientas de corte.

Con la proporción anterior se dispone de 15 a 20 minutos para que comience a endurecer, o sea el tiempo e manejo o vida de botej si la mezcla endurece demasiado rápido se disminuyen las cantidades de catalizador y de acelerador proporcionalmente, si endurece demasiado lento, deberá aumentarse dicha cantidad en la misma proporción o sea, si se aumenta a 1 parte de acelerador, tendrá que agregarse 2 partes de catalizador.

A continuación citamos algunos fabricantes y distribuidores de resinas poliéster:

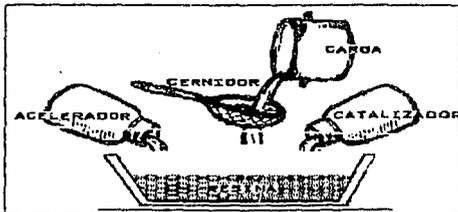
- 1) Industria Química "Delgar" S.A.
Tels: 3-90-26-30 México D.F.
16-84-04 Guadalajara Jalisco.
72-15-79 Monterrey Nuevo Leon.
- 2) Reichhold Química de México S. A.
Norte 45 No. 731, Ind. Vallejo, México 5 D.F.
Tels: 5-67-17-77.
- 3) Resinas de México S.A. de C.V.
Tels: 6-87-95-55 México D.F.
51-46-11 Monterrey Nvc. Leon
13-88-46 Guadalajara Jal.
- 4) Poliformas Plásticas S.A.
Calc. Ignacio Zaragoza No. 448
Col Federal México D.F
Tels: 7-84-86-90 7-84-89-05

II-B.10.1.1 MODELADO MANUAL:

RECOMENDACION: En el caso de modelarse manualmente, antes de comenzar a trabajar se recomienda aplicar cera en las manos (puede servir la usada para encerar pisos o automoviles), con ello se protegeran de la agresividad de los materiales.

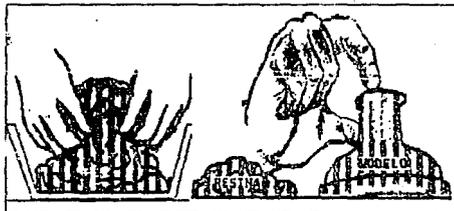
Proceso:

- 1) +Primeramente se deposita la cantidad necesaria de resina poliéster dentro de un recipiente de polietileno flexible, se incorpora el acelerador a la resina de acuerdo a la proporción antes señalada y se mezcla auxiliándose de un abatelenguas, con esto la resina se encontrará preacelerada,
- 2) +Después se agrega el catalizador y se agita hasta lograr una mezcla homogénea, a partir de éste momento se produce una reacción irreversible que culminará con el endurecimiento del material, por lo que deberá mezclarse rápidamente para tener el tiempo suficiente de incorporar la carga mientras se encuentre líquido,
- 3) +Posteriormente se agrega la carga; para efectos de exposición utilizaremos polvo de fibra de vidrio mezclada con harina de arroz; esto le dará la consistencia lo suficientemente pastosa para modelarlo manualmente, es importante tomar en cuenta que deberá mezclarse lo mejor posible ya que de lo contrario se formarían grumos que al endurecer marcarán defectos en el modelo, estos generalmente surgen al desbastarlo cuando se está conformando o al darle el acabado.



A partir del momento en que se mezcla el catalizador comienza a contar el tiempo de gelado, para las proporciones antes mencionadas, éste ocurrirá aproximadamente a los 30 min. El "tiempo de mezclado" (o sea el periodo de tiempo que lleva combinar bien los diferentes componentes del sistema) varía según las concentraciones de catalizador y acelerador empleadas, por lo general debe tratarse de desarrollarlo en 5 minutos, para tener mayor tiempo de manejo.

4) Tener presente el "tiempo de manejo"-que es el tiempo del que se dispone para dar forma al material-, se comienza a contar desde que se agregó el catalizador hasta transcurridos de 15 a 20 minutos (dependiendo de las cantidades usadas), recordemos que después del mezclado el material se encuentra en una etapa plástica y es factible de conformar en un bloque con las dimensiones aproximadas; a partir que se ha comenzado a incorporar la carga el material debe ser anasado, la carga debe irse incorporando poco a poco con movimiento continuo hasta lograr la consistencia pastosa que requiera el modelista. Con éste proceso se pueden lograr materiales con una consistencia parecida a la cera o a la plastilina que permiten modelar manualmente una serie muy variada de figurillas, ofreciendo la ventaja de formar modelos tanto nuevos como sólidos; mientras se encuentra pastoso el material es posible auxiliarse de las herramientas usadas en el modelado como por ejemplo: estiques, ganchos, espátulas, etc., todas aquellos instrumentos utilizados por los escultores para realizar la conformación.



MEZCLADO Y CONFORMADO DEL MODELO

5) Pasado el tiempo de manejo, el material pierde su estado de plasticidad y empieza a ser muy difícil de maniobrar comenzando a tomar una consistencia dura, este periodo puede identificarse fácilmente en las resinas poliéster por el calor que genera al comenzar a endurecer (sobre todo si se encuentra muy acelerada la mezcla), podemos decir entonces que nos encontramos en el "tiempo de curado"; este tiempo comienza a contar desde el momento en que pierde sus propiedades de moldeabilidad (se vuelve difícil de manejar), hasta que ha alcanzado del 80 al 100 % de las propiedades físicas especificadas por el fabricante.

6) +Ya endurecida la pasta se enfría y adquiere una consistencia que le permite poder ser desbastado con las mismas herramientas con las que se trabaja la madera, se puede lijar, pulir, etc.; para darle acabado se aconseja seguir los mismos pasos expuestos en los modelos a base de madera. (Ver modelos en madera). Cuando el acabado superficial a obtener en el modelo es brillante y liso, debido a su bajo porcentaje de absorción de humedad y

ausencia de porosidad o capilaridad, no necesitan selladores como en el caso del yeso o la naquera, solo requieren del ruido y encerado.

7) Para finalizar debemos mencionar que debiera tenerse el cuidado de lavar tanto los instrumentos como las manos despues de haber trabajado y modelado con éstos materiales (para limpiar los instrumentos se recomienda usar acetona o thinner).

8) Si se necesita reparar o resanar alguna imperfeccion se puede preparar mas material e incorporarlo directamente a en su defecto, aplicar relleno de automotriz (a base de poliéster), como el utilizado en las reparaciones de las carrocerias de automoviles (talleres de laminado, hojalateria o pintura).

I-B.10.1.2: MODELADO POR VACIADO O COLADO:

Comparando los modelos de madera, yeso o metal, la ventaja que ofrece la realizacion de un modelo de esta manera, radica en la posibilidad de incorporar aditivos que suministren las propiedades y caracteristicas acordadas con el trabajo por desarrollar, ademas de permitir la incorporacion de textura a las superficies del modelo, por ejemplo: si el interior de la caja en la que se vacia posee la textura de la piel, el modelo al endurecer tomara dicha textura; sin embargo es necesario antes de agregar la carga seleccionada, consultar las especificaciones técnicas del fabricante.

El proceso de vaciado ofrece la gran ventaja de aproximar la forma del modelo a las dimensiones finales, con lo que se obtienen ganancias de tiempo y trabajo considerables. Para la construccion de modelos desarrollados en resina poliéster en estado liquido o fluido, debe emplearse la resina de uso general; existen también resinas poliéster especialmente para la aplicacion de modelado, formuladas comercialmente con aditivos especiales que les suministran gran poder de adhesión a una gran variedad de materiales, confiriéndoles las propiedades adecuadas a los requerimientos del diseño.

Al incorporar los diversos aditivos en forma de cargas, se reducen los costos y mejoran su maquinabilidad; es importante considerar que a mayor cantidad de carga incorporada a la resina, tiende a disminuir su fluidez y se vuelve más viscosa.

Los pasos que seguiremos son los siguientes:

+Diseño y realizacion de la caja para vaciado de la preforma
 +Preparacion de la mezcla (Formulacion y composicion).
 +Realizacion de la preforma (conformado)
 +Detallado

+Retocado (resanado o relleno de imperfecciones)
 +Acabado y encerado.

NOTA: Este proceso es el mismo que se expuso anteriormente en la realizacion de modelos en resina etoxica liquida, para evitar repeticiones innecesarias recomendamos complementar el presente capitulo con el anteriormente mencionado.

1) Para la realizacion de modelos de resina poliéster mediante el proceso de vaciado, primeramente es necesario construir una preforma o caja de moldeo que tenga una cavidad con el volumen aproximado a la forma final por obtener (obtencion de un bloque). La caja puede ser construida de cartulina gruesa, madera, plasticos laminados (acrilico, formica), metal, etc., dese ser ligeramente mas alta para evitar escurrimientos; a la caja hay que agregarle un separador o desmoldante ya sea cera y alcohol de polivinilo o en especial las soluciones a base de silicon para que la resina no se pegue a las paredes de la caja una vez endurecida la mezcla.

La caja debe encontrarse lo suficientemente sellada para evitar las fugas o escurrimientos de material, para esto se puede emplear cera o plastilina.

2) Coloque la caja con la cavidad a ser llenada sobre la mesa procurando que se encuentre estable firme y debidamente nivelada; se recomienda trabajar sobre un vidrio plano y grueso forrado con oolitileno ya que en este caso es mas sencillo nivelar el vidrio que la mesa completa.

3) El siguiente paso es calcular en el recipiente de oolitileno flexible la cantidad de material para llenar la caja, agregar el acelerador a la resina en la proporcion indicada anteriormente, se puede duplicar la proporcion para acortar el tiempo de endurecimiento; mientras no se agregue el catalizador la mezcla puede permanecer en este estado e inclusive poder guardarse o almacenarse, asi se le llama resina "pre-acelerada".

4)+ Posteriormente debiera agregarse la carga seleccionada de acuerdo a las caracteristicas deseables por obtener, agregarla poco a poco revolviendola constantemente hasta obtener una mezcla uniforme y homogénea; (consultar aditivos para plasticos en este trabajo o puede agregarse cualquiera de las mencionadas anteriormente).

Tomar en cuenta que debiera tener una consistencia lo suficientemente liquida que le permita llenar; es posible realizar el vaciado del modelo con resina pura o sea sin carga, sin embargo es deseable la incorporacion de esta,

para ayudar durante el endurecimiento a que la reacción no tenga liberación excesiva de calor y modificar sus propiedades facilitando el maquinado.

5)+ El siguiente paso es la incorporación de catalizador con lo cual comienza a endurecer la resina de una manera irreversible, al agregarle la proporción indicada anteriormente, se endurecerá la resina en aproximadamente 20 a 30 minutos por lo que, deberá vaciarse en la caja lo más pronto posible.

6)+ Debe procurarse que el tiempo de mezclado sea lo más breve posible para disponer de un tiempo de manejo más largo, sin que por ello el mezclado sea ineficiente; todo el proceso debe llevarse a cabo con un agitado continuo, desde el momento en que se agrega el acelerador a la resina (que es cuando comienza a contar el tiempo de mezclado).

7)+ Para que el mezclado sea más homogéneo, se recomienda la utilización de un taladro manual improvisando un mezclador de alambre como el utilizado para batir huevos en la cocina (puede ser también una especie de helice o una varilla doblada en "L" o "T"), teniendo el cuidado de limpiarla posteriormente con acetona o thinner.

8)+ Vacie lentamente la mezcla dentro de la caja previamente preparada, procurando no encerrar burbujas de aire; si la mezcla posee mucha carga se tornará bastante espesa, en este caso, se aconseja espesarla o aplicar un poco de vibración para que el material penetre y llene toda la cavidad.

9)+ Dejar que endurezca y enfrie totalmente antes de desmoldar (una vez más recordamos que los tiempos expuestos varían dependiendo de material preparado); se tiene ahora un bloque en la forma aproximada, los siguientes pasos son desbastar, ya sea con herramientas o con abrasivos (lija), hasta alcanzar la forma deseada; si por alguna razón resultan imperfecciones, se pueden corregir con resanadores del tipo automotivo.

10)+ Posterior a la corrección de detalles se puede pulir y encerar siguiendo los pasos expuestos en el capítulo "proceso general para el desarrollo y conformación de modelos", si el acabado es mate o texturizado, se da al final del proceso ya sea puliéndolo o no.

1-8.10.2: MODELOS EN PASTAS PREFABRICADAS A BASE DE RESINA POLIÉSTER (RELLENADORES AUTOMOTIVOS)

Estas pastas mejor conocidas como «RESANADORES» o «RELLENADORES» automotriz, son materiales a base de resinas poliéster con ciertas cargas ya incorporadas que les proporcionan y facilitan su maquinabilidad; son muy usadas en la reparación de defectos en la lamina o carrocería automotriz: tal vez la aceptación de estas resinas responde a que dan muy buena consistencia lo suficientemente rígida, con buena estabilidad dimensional y permiten lograr un buen acabado.

Son distribuidas en el mercado por diferentes fabricantes en botes desde 1, 1.1 y 4 kg., o más; estas pastas se encuentran ya preaceleradas e incluyen un tubo de endurecedor proporcional a la cantidad adquirida; se puede reducir sensiblemente el tiempo de endurecimiento si agregaría mayor catalizador, sin embargo tienden a variar las propiedades especificadas por el fabricante; el uso de estas pastas ya preparadas facilita el trabajo de realización de modelos anorrandose los procesos de acelerar la resina, modificar su viscosidad (agregando cargas), homogeneizar la mezcla, etc., sin embargo tienen la pequeña desventaja de que se tiene que adaptar el modelo a las limitantes que posean los diferentes aditivos incorporados en esas resinas.

Para la realización del modelo en pasta, al igual que las resinas de uso general, es necesario preparar una caja con la forma aproximada de la pieza por desarrollar debido a que si bien poseen una consistencia semi-sólida, no pueden ser moldeadas manualmente como en el caso de una masa, ya que poseen la consistencia de una pasta dental; es importante recordar que a la caja se le debe aplicar separador en todas las paredes solo en el caso que se prepare en un recipiente de polietileno o silicon, no es necesario aplicar desmoldante.

1)+ La pasta se prepara mezclándola con el catalizador auxiliándose de un abatelenguas o una desarrocador plano y ancho; la mezcla se introduce dentro de la caja coligándola a tomar la forma de esta.

2)+ Debe esperarse a que el material endurezca completamente para poder retirarlo de la caja o recipiente donde fue preparado.

3)+ Como paso posterior se procede a desbastar el volumen pretornado, para lo cual se pueden utilizar las herramientas comunes con las que se trabaja la madera, ya que una vez endurecida la pasta se puede lijar, cortar, perforar, barrenar, etc. Cuando acaba de endurecer o se encuentra en un estado gelatinoso es posible desbastar fácilmente el material con una navaja bien afilada.

4)+ El acabado que se les da a estos modelos es el mismo descrito para los modelos realizados en madera.

II-B.11: MODELOS EN RESINAS DE POLIURETANO (ESPUMAS):

NOTA: «Los modelos de poliuretano no solo se fabrican con materiales NO ESPUMADOS, estos materiales son tan versátiles que permiten ser fabricados en otras presentaciones aunque el costo muchas veces no es tan accesible, los modelos no espumados serán expuestos en este mismo trabajo en el capítulo: "Moldes de Poliuretano", aquí por el momento hablaremos únicamente de los modelos espumados o esponjados»

Las resinas de poliuretano son una subfamilia de plásticos muy versátiles obtenidos por la poliadición de isocianatos y de polioles; éstos materiales poseen propiedades y características muy variadas, se obtienen materiales flexibles de acojinamiento (como las espumas de poliuretano ampliamente usadas) o rígidos estructurales ya sea muy densos o muy livianos, inclusive es posible obtener materiales elastoméricos como las suelas de los zapatos.

De esta gama de materiales, los que se han venido usando a través del tiempo en la elaboración de modelos son las espumas rígidas; si bien su costo es elevado, su presentación en forma de espumas justifica su uso en el desarrollo de modelos ya que, al preparar un litro de material, el volumen obtenido se multiplica, lo que disminuye notablemente su costo hasta llegar a convertirse en una herramienta accesible y de mucha ayuda para el modelista.

Las espumas rígidas de poliuretano se adquieren con diferentes densidades de acuerdo a los requerimientos del modelo, proporcionan muy buenas propiedades físico-mecánicas, rapidez de endurecimiento, poco peso y facilidad de desbaste o maquinado, conservando muy buena estabilidad dimensional y excelente resistencia al envejecimiento; Por ser rígidas, estas resinas pueden maquinarse muy fácilmente con las mismas herramientas con las que se trabaja y transforma la madera, superando la mayoría de las limitaciones de ésta y con la ventaja de que no se astillan ni se rajan con tanta facilidad como aquella.

En realidad el poliuretano es una combinación de varios componentes químicos y que los fabricantes formulan simplificando su presentación comercial como dos componentes: el "A" y "B", que se suministran al mercado como químicos pre-polimerizados, que al mezclarlos generan una reacción irreversible que sólo se detiene hasta que el material formulado se encuentre totalmente formado.

Es conveniente aclarar que para la realización de los modelos en poliuretano deben seguirse las reglas generales para la elaboración de modelos expuestas en el capítulo correspondiente.

Otra consideración importante es prever la forma como se extraerá el modelo del molde ya que, muchos modelos en poliuretano son destruidos al momento de desmoldar; el modelo debe responder a las exigencias de diseño del molde.

II-B.11.1 MATERIALES Y PROCEDIMIENTO:

Dentro del país se encuentran muchos fabricantes de sistemas de poliuretano aplicables en la realización de modelos, de entre estos, como referencia podemos citar a: BAYER, B.F. GOODRICH CHEMICAL CO., BASF, EIFFEL S.A., etc. Sin embargo se recomienda como la mejor guía para conseguir estos materiales, el directorio telefónico local, en la parte correspondiente a "Poliuretano".

Cada fabricante proporciona información acerca de la cantidad y proporción en la que deberán mezclarse ambos componentes para lograr las propiedades mecánicas y características indicadas o deseadas.

Actualmente es posible encontrar en el mercado sistemas de espumas de poliuretano rígido semielaboradas en forma de placas o bloques, con lo que se consiguen ciertas ventajas en cuanto:

- 1) la elaboración de la caja de moldeo,
- 2) la preparación y mezclado,
- 3) el vaciado de la mezcla,
- 4) material y limpieza de los instrumentos.

Se presentan en forma de bloque procediendo solamente a desbastarlos; sin embargo poseen la desventaja de presentarse solo en ciertas densidades y dimensiones, el modelista tendrá que apegarse a las disponibles en el mercado, por lo que, gran mayoría de modelistas optan por formular el material de acuerdo a las necesidades particulares; aquí expondremos el proceso para desarrollar los modelos partiendo de los componentes en forma de líquido:

PROCESO:

1) +Primeramente se necesita de un recipiente de preferencia con la aproximación de la forma que se pretende lograr en el modelo; puede ser prácticamente en cualquier material (cartoncillo, laminas plasticas, etc.), siempre y cuando posea la consistencia necesaria para soportar la presión y el calor que genera la reacción química al endurecer la espuma, se aconseja la utilización de polietileno de baja densidad, si se usa madera o metal laminado tendrá que ponerse mucho cuidado en la aplicación de un desmoldante.

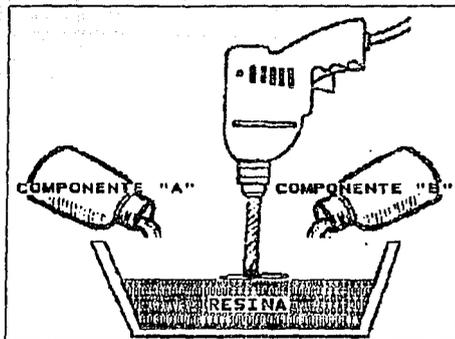
Para la aplicación del agente desmoldante se puede aplicar alguno de los siguientes:

- Jabon,
- Aceite automotri: o comestible,
- Cera neutra de la utilizada para blear zapatos,
- Grasa para automovil o
- algún líquido a base de silicón.
- Algún desmoldante especial para poliuretano (ver desmoldantes en este trabajo).

Este desmoldante debere aplicarse a todas las paredes de la caja para evitar que el material se adhiera y sea difícil extraerlo del molde, si el recipiente o contenedor no es desarmable, se recomienda considerar los suficientes angulos de salida.

2) + Como siguiente paso se procede a preparar la espuma rígida para lo cual es recomendable que se encuentren a una temperatura no menor a 18 °C por que las especificaciones que dan los fabricantes se realizan generalmente en laboratorios con temperatura controlada; si el material se encuentra un poco denso, es posible calentar los componentes por separado a una temperatura máxima de 40 °C, sin embargo es importante hacer notar que no deberán mezclarse sino hasta después de dejarlos enfriar a una temperatura de 25 °C para evitar futuros problemas.

Se procede a mezclar los componentes "A" y "B" en la proporción indicada por el fabricante, auxiliándose de un taladro al cuál previamente se le adaptara un mezclador como el que se utiliza para mezclar los alimentos en el hogar o inclusive puede adaptarse una simple varilla doblada, ya que la mezcla deberá realizarse rápidamente; el mezclado debere realizarse de preferencia en un bote mas grande que el de la cantidad preparada; tomar en cuenta que estos materiales expanden y aumentan en un rango que puede ir de 4 a 30 veces o mas el volumen preparado, por lo que es muy importante informarse con el proveedor acerca de efecto y comportamiento del sistema de poliuretano adquirido.



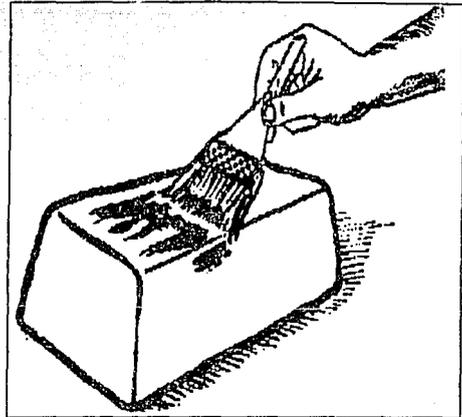
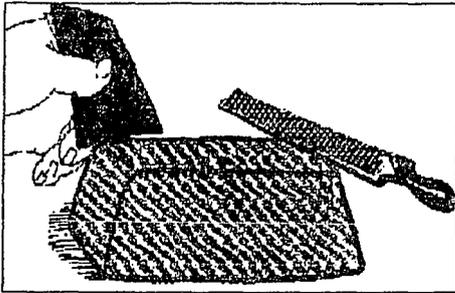
Otra característica importante a tomar en cuenta es que estos productos reaccionan muy rápidamente, generalmente se cuentan entre 5 y 20 segundos dentro de los cuales debere mezclarse y vaciarse en el bote o caja de formado, después del cual el material comenzara a espumarse hasta terminar la reacción.



La caja que formara el bloque puede ser de cavidad abierta (en cuyo caso al espumado se le llama libre), o cerrada (en cuyo caso el espumado se atrapa dentro de la cavidad existiendo cierta contrapresión, que muchas veces se utiliza para aumentar la dureza del material); para desmoldar el bloque debere esperarse a que la espuma se endurezca por completo y se enfrie dentro del molde.

3) El siguiente paso consiste en desbastar la espuma con herramientas de corte tales como seguetas, limas y limatones o simplemente con lijas gruesas (soore todo en espumas no muy densas), se realiza este desbaste hasta lograr las dimensiones deseadas del modelo; nuevamente es necesario mencionar que se trata de

materiales que se desbastan rápidamente, por lo que se deben tomar las precauciones debidas para evitar reparar el modelo.



Otra característica de los modelos de poliuretano es que se puede aprovechar la maravillosa textura y efecto que poseen los materiales espumados rígidos para lograr acabados opacos y con una textura porosa que dan efectos muy originales (dependiendo de la densidad utilizada o formulada), para conseguir este efecto solo se aconseja aplicar una capa muy delgada de barniz o laca automotiva al modelo, sin aplicar plaste o resanadores, ya que cubrirían la textura natural de los espumados.

Para lograr el acabado liso se pueden seguir los puntos 4, 5, y 6, si se requiere obtener en el modelo una textura diferente, se puede pasar al punto 7:

4) Ya conformado el modelo, es conveniente endurecer la superficie de la espuma (principalmente cuando se trata de espumas no muy compactas), para lo cual deberá aplicarse una capa de resina poliéster debidamente catalizada o simplemente resistol blanco con una brocha y procurando que la resina o el pegamento se introduzca en las células abiertas de ésta; Con este recubrimiento además de endurecerse la superficie, se sellan y reparan ciertas imperfecciones recomendándose aplicar dos capas como mínimo.

5) El siguiente paso consiste en aplicar rellenedor o resanador automotivo, este paso no es necesario si la espuma es muy compacta y si se ha obtenido una superficie lisa y lo suficientemente tersa. Si es que se requiere corregir algún detalle, puede hacerse con el resanador automotivo (pasta de poliéster), entre cada operación deberá dejarse endurecer completamente y lijarse.

6) Posterior al resanador se aconseja aplicar "primer" o "plaste" o ambos según sea el caso; el plaste deberá aplicarse con una espátula o cuña de goma que se

consigue en cualquier tienda de pinturas, este material no requiere de un catalizador ya que endurece al volatilizarse el solvente que lo compone; el "primer" se aplica después del plaste y se aconseja hacerlo mediante aspersión, para lo cual en caso de no disponer de una pistola de aire se cuenta con presentaciones comerciales en aerosol; tanto el primer como el plaste corrigen solo pequeñas imperfecciones y son aconsejables si se requiere obtener superficies con texturas muy brillantes para lo cual se tendrán que lijar con "lija de agua", utilizando como lubricante gasolina blanca en vez de agua, ya que si la espuma es de célula abierta, puede absorber y humedecer el modelo.

7) Como se mencionó antes pueden lograrse dos efectos: 1) Si el efecto a conseguir es brillante, una vez lijado y pulido, se procede a encerarlo de la misma forma como los modelos de madera, con esto queda listo el modelo para la elaboración del molde., 2) Si el efecto a lograr es mate y con la textura de las espumas, es posible aplicar algún sellador diluido para resaltar la textura como los que se usan para la madera; no se debe aplicar cera por que se tapan los poros del material, es preferible aplicar otros desmoldantes a base de soluciones de silicon o ceras en forma líquida que respetan la textura y porosidad del material sin adherirse a éste; (consultar capítulo sobre desmoldantes).

Una vez formado y aplicado el desmoldante el modelo se encuentra listo para la elaboración del molde.

II-B.12: MOLDES EN RESINAS EPOXICAS

Desde hace algunos años se ha generalizado el uso de resinas epoxicas en la elaboracion de moldes destinados a producciones industriales; en un principio se dirigieron a producciones pequeñas, hoy en día se tiene la experiencia de moldes que han sobrepasado las producciones limitadas para las que fueron destinados y han alcanzado ventajosamente grandes producciones seriadas; como ejemplo de estos moldes podríamos citar a los usados durante el proceso de extrusion-soplo de materiales termoplasticos destinados a la elaboracion de botellas, juguetes y piezas automotrices (tanques de gasolina de autos compactos), en donde se han utilizado moldes realizados con estas resinas mezcladas con polvos de aluminio y cuyos resultados obtenidos son ampliamente satisfactorios.

Recordemos que las resinas epoxicas poseen propiedades físicas muy importantes tales como: extraordinaria resistencia química, excelente resistencia a las altas temperaturas (al compararielas con la mayoría de los materiales termofijos), muy buena estabilidad dimensional, muy baja absorcion de humedad, excelentes propiedades eléctricas, excepcional poder de adherencia (por esto ventajosamente aceptan casi cualquier tipo de carga o relleno), etc.

Las resinas epoxicas son materiales muy versátiles cuyas propiedades físico-químicas las hacen superiores a muchos materiales lo que las ha llevado a considerarse herramientas muy importantes en la construcción de modelos, prototipos y moldes para pequeñas producciones usadas en las pruebas de mercado realizadas durante el desarrollo de nuevos productos.

Para la realizacion de éstos moldes se pueden usar modelos casi de cualquier material, puede ser: el mismo epoxico, otros plásticos, yeso, madera, plastilina, cerámica, cristal, metal, etc., en fin cualquiera que posea una consistencia lo suficientemente dura para resistir, sin deformarse, la presión de la resina mezclada durante el vaciado; la temperatura que se genera al reaccionar y endurecer tiende a no ser crítica pero deberan tomarse las debidas precauciones para controlarla.

La mayoría de los moldes se construyen mediante el proceso de vaciado (que es el que se expone), donde se requiere necesariamente de un modelo; para la realizacion del mismo se puede consultar la seccion correspondiente en este trabajo.

Recordemos que estos materiales se presentan comercialmente como dos componentes de un sistema:

El "A" que generalmente es la resina epóxica ya combinada con ciertos aditivos entre ellos ciertos polvos metalicos y,

El "B" que generalmente es el endurecedor que tambien se encuentra formulado con otros aditivos (ejemplo estabilizadores).

Al combinar ambos componentes se genera una reaccion exotermica irreversible, o sea, una vez que los compuestos se encuentran mezclados la reaccion no puede ser detenida sino hasta que culmine con el endurecimiento y solidificacion del material; durante este proceso se genera tan poco calor, que ofrece la gran ventaja de utilizar modelos en plastilina o en cera.

Los compuestos a base de resinas epoxicas no admiten variacion en la proporcion Resina-Endurecedor como sucede con otros materiales como por ejemplo: las resinas poliéster, en las que es posible acceierar la reaccion agregando mayor cantidad de endurecedor; las especificaciones acerca de la cantidad y proporcion en los epoxicos deben seguirse al pie de la letra.

Las resinas epoxicas forman parte de la familia de los plasticos termofijos; la mayoría de estos materiales son polimerizados por medio de una reaccion muy parecida a lo que es una explosion en cadena. el material en realidad sufre un endurecimiento provocado por el entrecruzamiento de moleculas llamadas monómeros, esta reaccion provoca que el material libere calor mientras endurece; si el material tiende a concentrarse o sea, a formar geométricamente una estera la generacion de calor aumenta; si el material tiende a formar una especie de pasta (tortilla), el calor generado es casi nulo.

Cuando se prepara un kilogramo de material y este se vacia en un recipiente de forma cilindrica para que endurezca, el material sufre un calentamiento (reaccion exotermica) ocasionado por la concentracion de material sin embargo, existe una mayor contraccion volumétrica en la pieza contenida.

Si en cambio el mismo kilogramo de material preparado, es vaciado en un recipiente extendido como una charola, la reaccion exotermica disminuye y el calor tiende a desaparecer, sin embargo el tiempo de curado

aumenta y el porcentaje de contracción lineal disminuye.

Por lo tanto: Si es necesario fabricar moldes muy gruesos y se tiene la sospecha de generar una reacción violenta, para evitar los posibles problemas de contracción y calentamiento, es recomendable desarrollarlos por etapas, formando capas de 20 o 30 milímetros hasta lograr el grosor deseado.

La resina epóxica que se ha utilizado en la fabricación de moldes de baja producción, se encuentra combinada con polvos metálicos (generalmente de aluminio finamente molidos) y se encuentra comercialmente disponible a lo largo de todo el país; a manera de ejemplo citaremos:

II-B.12.1: MATERIAL:

RESINAS CON CARGA METALICA PARA LA CONSTRUCCION DE MOLDES:

RESINA: Araldit CW217
ENDURECEDOR: XM1088

*Resina epoxi con aluminio fabricada por Ciba Geigy (Calzada de Tlalpan 1775, tel. 5-49-30-00 México D.F.)

*Relacion de la mezcla en partes por peso: 100 resina por cada 8.5 partes de endurecedor

*Tiempo de manejo (Pot life)= 40-50 min. para 1 kg. de material a 30 °C.

*Tiempo de endurecido (gelado)= 12 Hrs. a temp. amb.

*Tiempo de curado: aprox. 48 Hrs.:

- 1) 12 Hrs. a Temp. Amb.
- 2) 12 Hrs. a 60°C,
- 3) subir 10°C cada 30 min. hasta 160°C
- 4) dejar 12 Hrs. a 160°C

*Densidad 1.7 g/cm³

*Dureza Shore D= 85-90

*Temperatura de trabajo= 160 °C

*Porcentaje de contracción lineal: 0.1-0.3 %

RESINA: Hysol TC9-4351
ENDURECEDOR: HD-3469

*Resina epoxi con aluminio fabricada por Hysol Indael de México S.A. (tels: 5-87-08-00, 5-87-07-44 México D.F.).

*Relacion de la mezcla en partes por peso: 100 resina por cada 6 partes de endurecedor

*Tiempo de manejo (Pot life)= 20 min. para ½ kg. de material a 30 °C

*Tiempo de endurecido (gelado)= 40 min. para ½ kg. de material a 30°C

*Tiempo de curado: 8 Hrs. aprox.:

- 1) el gelado es a temperatura ambiente,
- 2) 2 Hrs. a 60°C,

- 3) 2 Hrs. a 100-110°C,
- 4) mas 2 Hrs 150-160°C

*Densidad (gravedad especifica 30 °C)= 1.7-1.85 g/cm³

*Dureza Shore D= 91 Rockwell M=8

*Temperatura de trabajo= 160 °C

*Porcentaje de contracción lineal: 0.25 %

II-B.12.2: PROBLEMAS DE ALMACENAMIENTO:

Estos materiales cuando son almacenados por un tiempo prolongado, sufren sedimentación o asentamiento de componentes; el sedimento se deposita en el fondo del recipiente y es difícil de dispersar ya que, se necesita realizar con mezcladoras especiales para que el material quede nuevamente homogéneo y no se provoquen grumos que al endurecer, aparecen como gotas indeseables de material blandas.

Para evitar estos problemas se recomienda almacenar todos los recipientes de resinas que se encuentren formulados ya sea con polvos metálicos o minerales en forma invertida (con la boca hacia abajo), así la sedimentación ocurrirá sobre la tapa y al abrir el bote el sedimento se podrá desprender fácilmente con una espátula; este sedimento no debe devolverse al recipiente sino que es preferible desecharlo.

También es posible evitar éstos problemas invirtiendo periódicamente la posición de los recipientes (principalmente de las resinas), con lo que se elimina completamente la formación del sedimento.

Otro problema común al trabajar con éstos materiales es la cristalización que sufren sobre todo los endurecedores después de estar almacenados por un tiempo prolongado; esta cristalización se presenta como endurecimiento formando una especie de nata dura o en su caso como endurecimiento total del material dentro del recipiente. La mezcla no deberá realizarse estando cristalizados los componentes; en la mayoría de los casos la nata desaparece al calentar el material a 40 °C, si no desapareciera, podrá calentarse el endurecedor hasta un máximo de 70 °C con lo que generalmente desaparece y se funde nuevamente; si persistiera el problema, se recomienda no utilizar ese material.

A continuación describimos el proceso que se sigue para desarrollar moldes construidos con este material; la descripción se realizará a manera de casos prácticos así, el diseñador podrá tomarlo como referencia para la construcción de sus moldes de acuerdo a las características particulares de la pieza por reproducir:

11-B.12.3: MOLDE SENCILLO DE RESINA EPOXICA PARA LA REPRODUCCION DE UNA PIEZA SOLIDA:

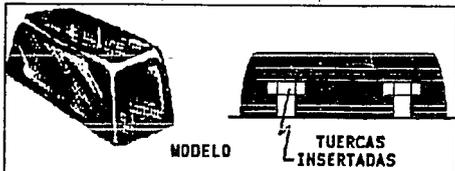
Moldes de este tipo se utilizan ventajosamente en la elaboracion de velaoras, figuras de cera, figuras de chocolate, vasos, platos y mascararas de poliestireno (fabricadas por el proceso de termoformado), etc., donde se requieren calentamientos y enfriamientos continuos.

Material: para efectos de la presente exposicion usaremos:

Resina epoxica con carga de aluminio Araldit CW217
Endurecedor XM1066

Secuencia del proceso:

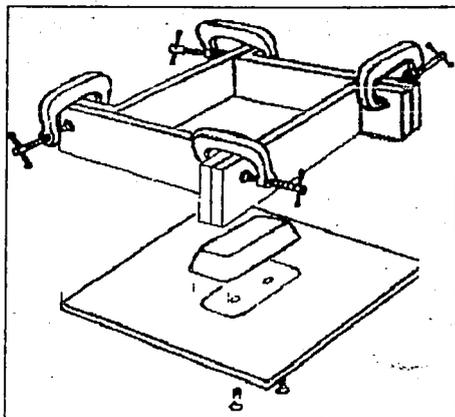
1)+ Como primera indicacion recordamos que antes de desarrollar cualquier pieza en el laboratorio o taller, es necesario desarrollar los planos especificando todos los detalles necesarios para evitar futuros problemas.



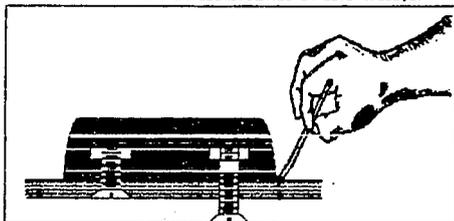
Para este tipo de molde se requiere que el modelo NO tenga candelados (curvas inversas o angulos opuestos), ademas incorporar los suficientes angulos de salida (con un minimo de 2° a 3°) ya que se trata de un molde sencillo formado de una sola pieza que contendra la cavidad. Tambien en el caso de que la pieza a realizar se tenga que maquinarse despues de formada, considerar excedentes de maquinado; estas consideraciones deberan ser registradas en el momento de realizar los planos de las piezas; se debe tambien prever la manera como se procederá a desmoldar (o sea, extraer el modelo cuando la resina del molde haya endurecido), algunos modelistas proveen agarraderas o tuercas introducidas (insertadas) dentro del modelo y sirven de apoyo para jalarlo.

2)+ Se requiere trabajar en una mesa firme que se encuentre debidamente nivelada con una superficie bastante pareja, uniforme y de preferencia pulida; se recomienda colocar un tablero o acrilico grueso (5 o 6 mm) lo suficientemente grande sobre el que se pueda manipular; muchas veces este tablero forma parte de la caja de molde, en tal caso debe preverse durante el diseño del modelo la forma de fijarlo a dicha base.

3)+ Fije el modelo previamente preparado sobre el



tablero o superficie nivelada, es mejor hacerlo de los mismos dispositivos usados para ensamblar las diferentes partes del modelo; se puede tambien sostener por medio de "tornillos de cabeza plana" ya sea desde la parte inferior (ver ilustraciones), a través del tablero nivelado o si se tienen tuercas insertadas, puede sujetarse de ellas; tambien se puede auxiliar de algun pegamento temporal o simplemente de plastilina. El objeto de fijar el modelo es para que no se mueva o desprenda por posibles movimientos o vibraciones posteriores; tomar en cuenta que la mayoría de los materiales termoplásticos curan con presion y calor, el desmoldante que se use debe resistir la temperatura a la que pudiera someterse; se recomienda consultar la seccion de desmoldantes en este trabajo.

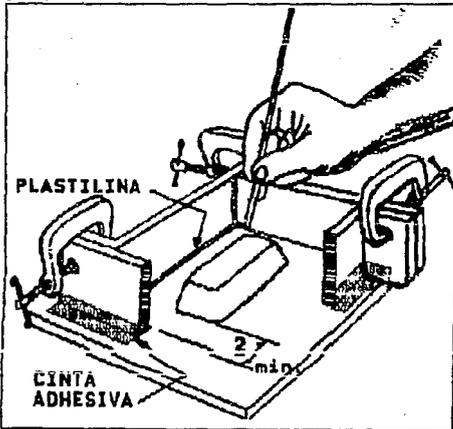


FIJAR MODELO AL TABLERO Y SELLAR TODO EL PERIMETRO DE SU BASE

4)+ Debe procurarse sellar todo el perímetro de la base del modelo que se encuentra en contacto con el tablero para evitar que, la resina se introduzca debajo de éste y provoque problemas de registro, ensamble y extraccion o desmoldeo; para garantizar el sellado, se recomienda

aplicar un poco de cera, parafina, jabon de pasta suave, plastilina delgada o algun otro material parecido, esta aplicacion puede realizarse usando un desarmador plano y delgado, espátula o algun estique de modelista, etc., procurando que el material del sellado sea minimo y no altere los detalles o textura del modelo.

5)+ Colocar la caja de moldeo, recordemos que ésta caja es una serie de paredes en forma de un "marco" que contendrán el material que será vertido sobre el modelo y que dará tanto la forma exterior como las dimensiones de nuestro futuro molde, puede ser fija, desarmable, redonda, cuadrada, etc; para desarrollarla se puede usar casi cualquier material que tenga la suficiente consistencia rígida para no deformarse, generalmente se usa madera pudiéndose utilizar tambien: carton grueso, aluminio, acrílico, tubo de plastico, etc., la caja de moldeo debe también fijarse sobre el tablero de trabajo usando ya sea algun pegamento temporal, cinta adhesiva o algun dispositivo mecánico como por ejemplo: tornillos, guias, etc.



COLOCACION DE LA CAJA DE MOLDEO Y SELLADO DE FUGAS

La distancia o margen que debe dejarse del modelo a las paredes es muy variable ya que depende de las dimensiones y forma del modelo, sin embargo puede generalizarse que es conveniente manejar un mínimo de 2 centímetros; también las paredes del marco deberán ser más altas que el modelo, esto también es difícil generalizarlo por las diferencias que pueden existir de un modelo a otro, sin embargo puede manejarse que las paredes del marco sean 1 1/2 centímetros más altas que la parte más alta del mismo modelo, aunque es deseable que la cavidad quede centrada en el molde por lo que, la distancia del modelo a

las paredes debe procurarse sea del mismo grosor que la del molde en su parte posterior.

6)+ Sellar el marco o caja de moldeo, además de permanecer fijo, debe procurarse también sellar las uniones de las esquinas y la base que se encuentra en contacto con el tablero con el mismo material del inciso anterior, con esto se evitarán problemas de fugas y escurrimiento.

7)+ Aplique el desmoldante tanto al modelo como a todas las paredes interiores de la caja; si el modelo lo permite, debe procurarse siempre pulirlo con el objeto de eliminar todo el exceso.

PREPARACION Y MEZCLADO:

8)+ APLICACION DE LA CAPA DE SUPERFICIE (GEL COAT): Se entiende por capa de superficie aquella película formada en el exterior del molde e interior de la cavidad de éste; poseera la textura y forma de las piezas a obtener, generalmente se encontrara sometida a fricciones constantes, intemperismo, ataques quimicos, mecanicos, etc, también esta capa superficial generalmente evita que aflore el material interno del molde cuando se le agregan cargas (por ejemplo fibra de vidrio), la superficie interna de la cavidad del molde es en especial muy importante y se forara con la textura del modelo positivo u' original; la capa de superficie para este tipo de moldes se realiza con el mismo material; para la obtencion de mejores resultados se recomienda calentar tanto la resina como el endurecedor a una temperatura entre 30-40 °C con lo que se vuelve más líquida y fluida reduciendo su viscosidad.

9)+ Se recomienda que la mezcla se realice en un recipiente de plástico blando y semiflexible, un recipiente de polietileno baja densidad bastara (ejemplo de estos recipientes los encontramos en la mayoría de los envases de yogurt de un litro)

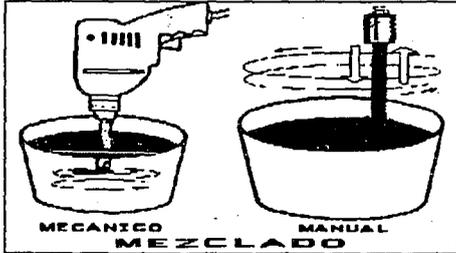
10)+ Auxiliándose de una báscula, preparar un poco de resina dentro del recipiente destinado para la mezcla, calculando la cantidad necesaria para aplicar una capa superficial como si se fuera a pintar el modelo y las paredes de la "caja de moldeo"; agregue el endurecedor correspondiente en la proporción indicada según las especificaciones técnicas del fabricante.

Es conveniente tener en cuenta que al preparar el material se debe calcular el volumen aproximado a utilizar agregando un 10% más ya que, durante la preparación, mezclado y manejo, por lo general se pierde un poco; para la preparación de la cantidad de material necesario, referirse a la sección correspondiente dentro del capítulo "Reglas generales para la elaboración de modelos".

11)+ Revolver lo mejor posible la mezcla, para ello se

recomienda seguir alguna de las dos alternativas siguientes:

a)+ usando un agitador mecánico o improvisar alguno con un taladro casero, con este sistema se producen burbujas que deberán ser extraídas auxiliándose de un desgasificador o una bomba de vacío (puede incluso usarse una aspiradora), con el objeto de eliminar todo el aire atrapado durante la operación de mezclado.

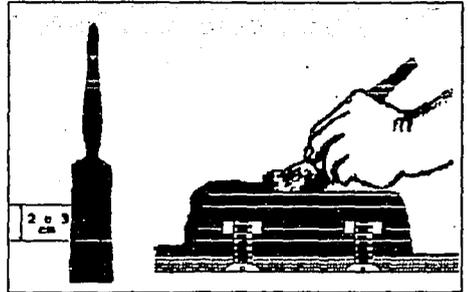


PREPARACION DEL MATERIAL Y MEZCLADO

b)+ manualmente auxiliándose de una espátula larga y no muy ancha, en su defecto puede realizarse usando una següeta con mango o agarradera; el mezclado debe realizarse primeramente con movimientos circulares tratando de raspar las paredes y el fondo del recipiente y después combinarlos con movimientos verticales (de arriba hacia abajo), para finalmente terminar con solo los movimientos verticales. La manera anterior de revolver el material genera el menor número de burbujas de aire que son atrapadas durante el mezclado y así nuestro material ha quedado listo para ser aplicado sobre el modelo.

12)+ APLICACION: Como el material que se aplicará es más bien viscoso (parecido a la miel de abeja), se recomienda usar una brocha rígida o una brocha normal cortada aproximadamente a la mitad (dejando 2 o 3 cm de largo), para aplicar una capa delgada de resina mezclada sobre toda la superficie del modelo (previamente tratado con desmoldante), presionando con firmeza para que el material penetre en todos los detalles; la brocha jamás deberá desplazarse sin material ya que, la fricción de la brocha sola puede limpiar el desmoldante aplicado y provocar problemas de adhesión; también la presión evita que se queden atrapadas pequeñas burbujas que al retirar el modelo pueden aflorar en la capa de superficie. (Las brochas deberán limpiarse inmediatamente después de usarlas lavándolas con acetona o thinner).

Recordemos que uno de los objetivos de aplicar la capa de superficie es registrar todos los detalles del modelo y eliminar las posibles burbujas de aire atrapado generadas al realizar la mezcla y... que no hayan podido



APLICACION DE LA CAPA DE SUPERFICIE

escaparse, es por ello que la presión ejercida sobre la brocha debe ser moderada y uniforme.

13)+ De acuerdo a las características técnicas de la resina que estamos usando, esperar 40 minutos a que esté táctil, esto es: que al tocar con el dedo el material aplicado, quede marcada la huella digital sin que se adhiera el material a éste; mientras transcurre este tiempo se recomienda limpiar tanto el lugar de trabajo como los utensilios y herramientas usadas ya sea con thinner o acetona; este tiempo también da la oportunidad de hacer la preparación de la cantidad de resina que se utilizara tanto para la aplicación de la segunda capa de superficie como para el vaciado subsiguiente.

14)+ Aplicar una segunda capa de superficie de la misma manera que se aplicó la primera, siguiendo nuevamente las indicaciones que se dan en los puntos 8, 9, 10, 11 y 12; esta vez se deberá aplicar en todo el fondo y las paredes de la caja y en todas aquellas superficies que quedarán hacia el exterior del molde a la hora de desmoldar; se recomienda aplicar esta segunda capa de superficie para obtener los mejores resultados; Algunos modelistas solamente aplican la primer capa de superficie e inmediatamente realizan el vaciado, nuestra recomendación es que se aplique primeramente una capa, esperar a que se encuentre táctil, posteriormente aplicar la segunda capa con su subsiguiente vaciado.

15)+ EL VACIADO DE LA RESINA: NO es necesario esperar a que la segunda capa de superficie se encuentre táctil; inmediatamente después de haberla aplicado, se debe vaciar la mezcla procurando formar un pequeño hilo en la caída del material y dirigirlo a las partes más profundas de la caja de moldeo, tratar de que fluya libremente desplazando el aire a medida que se llena y se nivela.

IMPORTANTE: recuerde que se recomienda mezclar como máximo espesores que no rebasen de 2.5 a 3 cm con la finalidad de evitar desprendimiento de calor y reacciones violentas. EN EL CASO DE QUE LA CONSTRUCCION DEL MOLDE REQUIERA DE ESPESORES MAYORES SIGA LAS SIGUIENTES INDICACIONES SI NO PASE AL # 19 :

16)+ Espere a que el material haya endurecido por completo y que el posible calor generado desaparezca (el tiempo de gelado para nuestra resina es de 12 Hrs, sin embargo después de 5-6 horas adquiere una consistencia lo suficientemente dura como para seguir agregando capas).

17)+ Desbaste la superficie con una lija bastante gruesa, limpiando el polvo o material desprendido (usar de preferencia lija de agua con bastante lubricación); al provocar una superficie aspera se mejora la adherencia, sin embargo este paso puede omitirse debido a que, la adherencia de las resinas epoxicas entre colada y colada es muy buena (casi perfecta).



VACIAR LA RESINA INMEDIATAMENTE DESPUES DE HABER APLICADO LA SEGUNDA CAPA DE SUPERFICIE

18)+ No es necesario aplicar primeramente la resina con brocha para realizar los siguientes vaciados, sin embargo es recomendable proceder como se explicó en el punto 15 para obtener los mejores resultados; vacie la siguiente colada hasta un segundo grosor de 2.5 a 3 cm como máximo esperando a que endurezca, de preferencia lijese entre cada vaciado y así sucesivamente hasta alcanzar el espesor deseado del molde.

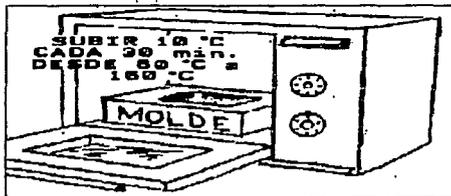
19)+ "GELADO": Una vez que se ha formado el molde (ya sea de una sola capa o de varias en el caso de piezas muy gruesas), debe dejarse gelar -endurecer totalmente-, dejándolo reposar durante 12 horas a temperatura ambiente.
20) Separar la caja de moldeo y el tablero, procurando que el modelo permanezca dentro; después el molde deberá meterse a un horno durante 12 horas a una temperatura de 60 °C con lo que se habrá alcanzado las propiedades físicas mecánicas pero aún no las térmicas.

21)+ "EL DESMOLDEO": Después de alcanzar sus propiedades mecánicas se procede a desmoldar (extraer el modelo del molde), auxiliarse de los dispositivos que para tal fin fueron previstos en este; en el caso de modelos de cera o plastilina no es necesario extraerlos ya que se derretirán durante la cocción.



EXTRACCION DEL MODELO

22)+ "AUMENTO GRADUAL DE TEMPERATURA": Devolver el molde al horno procurando que asiente sobre una superficie uniforme ya que puede llegar a doblarse y modificar la cavidad lograda; se parte de 60°C y se comienza a subir la temperatura en 10°C cada 30 minutos hasta alcanzar 160 °C; es necesario elevar lentamente la temperatura ya que si se provoca un cambio brusco de ésta, se pueden originar contracciones o pequeñas fracturas (fisuras).



"CURADO" DEL MOLDE A TEMPERATURA

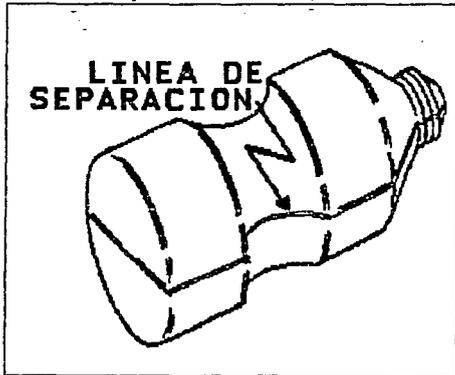
23)+ "CONSERVACION DE LA ALTA TEMPERATURA": Alcanzada la temperatura de 160 °C, se mantendrá por un periodo de 14 horas, con lo que se habrá alcanzado en el molde la resistencia térmica buscada; se recomienda apagar el horno y dejarlo enfriar con el molde dentro para bajar la temperatura lentamente. Los moldes una vez "curados" pueden ser maquinados con las mismas herramientas usadas para trabajar los metales, también se pueden pulir usando lijas de agua y pastas pulidoras. Para reparar moldes dañados, usar la misma resina, respetando las proporciones originales y proceder de la misma forma expuesta en los puntos 15, 16, 19, 20, 22 y 23.

11-8.12.4: MOLDE DE DOS PIEZAS EN RESINA EPOXICA PARA LA REPRODUCCION DE UN MODELO SOLIDO:

Moldeo de este tipo son usados ventajosamente en la elaboracion de piezas fabricadas mediante el proceso de "vaciado" tales como figurillas ornamentales, veladoras y figuras de cera; con estas resinas es posible fabricar productos en material termoplastico con bajo punto de fusion usando los procesos de moldeo por soplado e inyeccion (como por ejemplo: polietileno de baja densidad), donde se requiere que los moldes posean buenas propiedades mecanicas y termicas.

Los modelos utilizados en la elaboracion pueden:

- + diseñarse con ciertos "candados" (ángulos de salida inversos u opuestos, curvas inversas, y
- + detalles difíciles de reproducir como por ejemplo las texturas o las agarraderas de una jarra, etc.



La condicion es que estos candados o detalles puedan ser salvados al momento de abrir el molde; los moldes compuestos facilitan ventajosamente la reproduccion de este tipo de piezas.

Para los fines de la presente exposicion, se uso como material: RESINA Hysol TC9-4351 con ENDURECEDOR HD-3469.

Nota: También se puede utilizar la resina epoxica con carga de aluminio Araldit CN217 y Endurecedor XM1088, o cualquier otra cuyas especificaciones tecnicas indiquen su aplicacion en este tipo de moldes; recordemos que dichas especificaciones son diferentes para cada

sistema epoxico sin embargo el proceso tiende a ser el mismo.

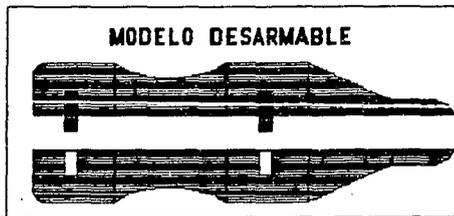
Secuencia del proceso:

Los pasos que se exponen a continuacion fueron debidamente profundizados en el capitulo anterior; debido a que los pasos tienden a ser repetitivos, aquellos en los que se coincide con el capitulo anterior solo seran mencionados, en cambio se tratará de profundizar en aquellos en los que se difiera del anterior:

- 1)+ Especificacion de detalles y elaboracion de planos; incorporar los suficientes angulos de salida para poder salvar los posibles "candados" existentes en el modelo (usar como minimo 2° o 3°), asi como los respectivos excedentes de maquinado,

Para facilitar la elaboracion del molde, es recomendable aunque no necesario, que el modelo sea formado de varias piezas desarmables,

Prever los dispositivos necesarios para desmoldar (extraer el modelo de la resina cuando haya endurecido), recordemos que algunos modelistas proveen agarraderas o tuercas insertadas, sin embargo en el caso de modelos formados por varias piezas, las mismas guias pueden ser usadas para extraerlo,



En nuestro ejemplo citamos un modelo compuesto de dos piezas separables y unidas mediante guias con ensamble de caja y perno:

- 2)+ Preparacion de la mesa y el tablero de trabajo, recordar que debe estar nivelado,

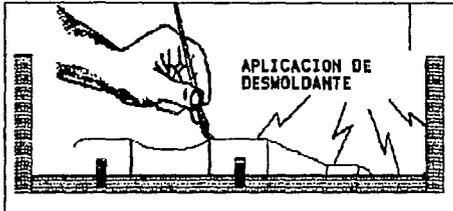
- 3)+ Colocar y sujetar el modelo sobre el tablero de trabajo o sobre la base de la caja de moldeo segun sea el

caso, ya sea con tornillos o pegamento transitorio), recuerde que este debe ser nivelado,



SUJECION EL MODELO AL TABLERO Y SELLADO DE FUGAS

4)+ Sellar todo el perimetro de la base del modelo que se encuentra en contacto con el tablero, usando cera, parafina, jabon de pasta suave, plastilina deigada o algun otro material parecido, esta aplicacion puede realizarse usando un desarmador plano y delgado, espátula o algun estique de modelista, etc.; procurar que el material del sellado sea minimo y no altere los detalles o textura del modelo,



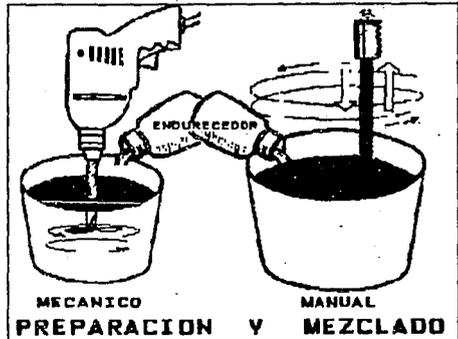
COLOCACION DE CAJA DE MOLDEO Y APLICACION DE DESMOLDANTE

5)+ Colocacion del marco o caja de moldeo, recuerde que este debe permanecer fijo sobre el tablero de trabajo ya sea con pegamento, cinta adhesiva, tornillos, etc., recuerde dejar un margen aceptable entre el modelo y las paredes del marco asi como manejar una altura suficiente arriba del punto más alto del modelo para asegurar un espesor adecuado del molde en la parte posterior. (consultar capitulo anterior),

6)+ Sellar la caja o marco de moldeo; cuidar las uniones de las esquinas y la base que se encuentra en contacto con el tablero, usar el mismo material del inciso anterior, con esto se evitan problemas de fugas y escurrimiento,

7)+ Aplicacion y verificacion del desmoldante, para nuestro ejemplo y siguiendo las especificaciones técnicas del fabricante, recomiendan la utilizacion del desmoldante AC4-4368, distribuido también por Hysol Indael de México. (ver desmoldantes),

8)+ Calcular y preparar tanto la resina como el endurecedor en cantidad suficiente para aplicar la primera capa de superficie o "gel coat"; recuerde que se realiza con el mismo material, calentándolo entre 30-40 °C,



PREPARACION Y MEZCLADO

9)+ Mezclar en un recipiente de plastico blanco y semiflexible,

10)+ Auxiliandose de una báscula y siguiendo las recomendaciones técnicas del fabricante, preparar para cada 100 gramos de resina, 6 gramos de endurecedor; calcule la cantidad suficiente aun considerando un 5 o 10 % más; recuerde, una vez mezclados ya no podran devolverse al recipiente con el resto de la resina,

11)+ Revolver perfectamente la mezcla siguiendo alguna de las dos alternativas:

a)+ Con agitador mecanico, cuidando de desgasificar la mezcla a "vacío" para eliminar las burbujas formadas,

b)+ Manualmente ya sea con espátula o una següeta, de acuerdo al proceso expuesto en la elaboracion del molde anterior,

12)+ Aplicar la primera capa de superficie sobre el modelo con una brocha cortada por la mitad (dejando 2 o 3 cm de largo), presionando con fuerza para que el material penetre en todos los detalles de la superficie del modelo; cuidar de no recorrer la brocha sin resina para evitar levantar el desmoldante; recuerde limpiar las brochas inmediatamente despues de usarlas con acetona o thinner,

13)+ Espere a que se encuentre tactil que de acuerdo a las características técnicas de la resina que estamos usando son entre 30-40 minutos, recuerde que mientras transcurre el tiempo es posible limpiar los instrumentos y hacer la preparacion de la cantidad de resina que se utilizara para la aplicacion de la segunda capa de superficie con su consiguiente vaciado,

14)+ Aplicar la segunda capa de superficie siguiendo nuevamente las indicaciones dadas en los incisos 8, 9, 10, 11 y 12; recuerde que esta segunda capa de superficie puede no ser necesaria, ya que esto dependerá de la complejidad formal y de detalles del modelo,



APLICACION DE LAS CAPAS DE SUPERFICIE Y VACIADO DE RESINA

Recuerde que para la aplicación de la segunda capa de superficie debe prepararse la cantidad de material necesario para llenar el volumen aproximado de 3 cm de grosor como máximo,

15)+ Vaciado: acabado de aplicar la segunda capa de superficie y sin esperar a que se encuentre táctil, vacíe el resto de la mezcla, desde un solo punto procurando formar un pequeño hilo de material en la caída, dirigiéndolo a las partes más profundas de la caja de moldeo, tratar de que fluya libremente desplazando el aire a medida que se llena y se nivela,

Recuerde que se recomienda mezclar como máximo espesores que no rebasen de 2.5 a 3 cm, para evitar desprendimiento de calor y reacciones violentas,

SI EL MOLDE REQUIERE COLADAS CONTINUAS DEBIDO A SU GROSOR SIGA LOS SIGUIENTES PASOS, SI NO FASE AL # 19 :

NOTA: Antes de realizar las coladas múltiples, recuerde que primeramente deben aplicarse las dos capas de superficie expuestas y el vaciado subsiguiente, con lo que se tendrá la primer colada, siguiendo las indicaciones de los puntos 8, 9, 10, 11 y 12; a partir de ésta, solo debe aplicarse con brocha con su subsiguiente vaciado como si se estuvieran aplicando solo segundas capas de superficie,

16)+ Espere a que el material haya endurecido completamente y que el posible calor generado desaparezca (El endurecimiento completo será de 3-4 horas),

17)+ Lijar la superficie, (referirse al capítulo anterior o al correspondiente en "Proceso general para la conformación y acabado de modelos" en este trabajo,

18)+ Preparar nuevamente la cantidad suficiente para llenar los otros 2.5 o 3 cm de grosor y después de lijar aplique primeramente con la brocha y vacíe el material inmediatamente después, sin esperar a que se encuentre táctil, de la misma forma como se expuso en los puntos 14 y 15; espere nuevamente de 3 a 4 horas, lijar nuevamente, realizar el siguiente vaciado, etc., así sucesivamente hasta alcanzar el espesor deseado,

19)+ Una vez que se ha alcanzado el espesor deseado de la primera parte del molde, dejarse gelar -endurecer totalmente- a temperatura ambiente (3 a 4 Hrs)

20)+ Para asegurar mejores resultados es deseable que después de gelar la primera parte del molde, se introduzca dentro de un horno durante 2 horas a 60°C., con esto se alcanzan algunas propiedades físico-mecánicas que nos permiten seguir trabajando con cierta seguridad, sin embargo este paso puede esperar hasta haber formado completamente el molde, en tal caso deberá procurarse manejar con mucho cuidado la resina recién endurecida ya que se encuentra frágil,

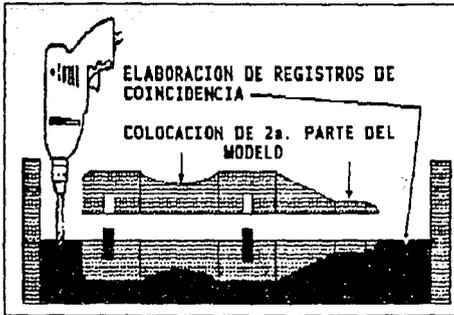
NOTA IMPORTANTE: Recordar que se trata de un molde compuesto de dos partes, y que estamos usando un modelo formado igualmente por dos partes, por lo que NO SE DEBE EXTRAER la primera parte del modelo de esta primera parte del molde recién endurecida,

21)+ Separar el tablero sobre el que se depositó y fijo temporalmente el modelo, si es necesario puede también retirar la caja de moldeo; girar 180° de tal manera que ahora el molde recién formado sustituirá el tablero de trabajo sobre el que se desarrolló la primer parte,

22)+ Se recomienda limpiar perfectamente la nueva superficie del molde recién formado, ayudándose de un cepillo de dientes y quitando los residuos de plastilina o cera usados para sellar el modelo así como cualquier impureza que pudiera quedar registrada en la elaboración de la segunda parte del molde,

23)+ Elaborar los Registros, también conocidos como "llaves de coincidencia"; son una especie de ensamble hembra-macho de forma cónica o de media esfera realizadas en bajo relieve, debastando la superficie del molde recién endurecido con la punta de una broca, una segueta afilada e incluso pueden realizarse afilando el canto de una moneda; éstos hoyos son llenados al realizar la segunda parte del molde y sirven para hacer coincidir, registrar o posicionar siempre el molde en el mismo lugar actuando como guías de ensamble,

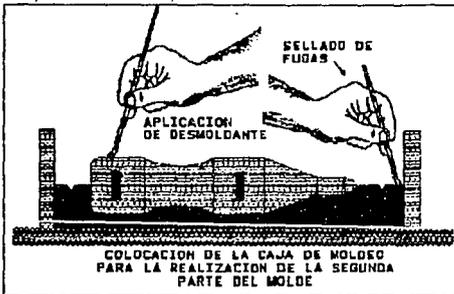
24)+ Colocar la segunda parte del modelo procurando que ensamble bien, ya que cualquier mal acomodo puede producir una "línea de union muy remarcada o incluso dañar



fatalmente la segunda parte del molde,

25)+ Si fuese necesario selle nuevamente con cera, parafina o plastilina, la union de las dos partes del modelo, ya que cualquier separacion no deseada, podría causar problemas.

26)+ Coloque el marco o caja de moldeo para la realizacion de la segunda parte del molde tomando en cuenta las consideraciones dadas para la primera, y selle cuidadosamente esquinas, ranuras y uniones por donde pueda escaparse el material,



27)+ Aplique desmoldante de la misma forma como se realizo la primera vez, recordando que debe aplicarse sobre toda la superficie del modelo y en las paredes de la caja de moldeo, en especial debe ponerse extremo cuidado en aplicarlo correctamente sobre la superficie de resina recién endurecida y que ahora se utiliza como base, sobre todo a las "llaves de coincidencia", ya que la adherencia entre las resinas epoxicas es muy buena y si hubiera ausencia de desmoldante, se lograría el efecto de las coladas continuas formando un solo bloque,

28)+ Aplique la primera capa de superficie siguiendo las indicaciones dadas en los incisos 8, 9, 10, 11 y 12.

29)+ Esperar a que se encuentre táctil la primer capa (entre 30 a 40 minutos), siguiendo las indicaciones del inciso 13.



30)+ Aplique la segunda capa de superficie con el correspondiente vaciado de material segun las indicaciones dadas en los incisos 14 y 15.

31)+ Si la segunda parte del molde tambien es muy gruesa procedase a realizar las coladas continuas de acuerdo como se expuso en los incisos 16, 17 y 18;

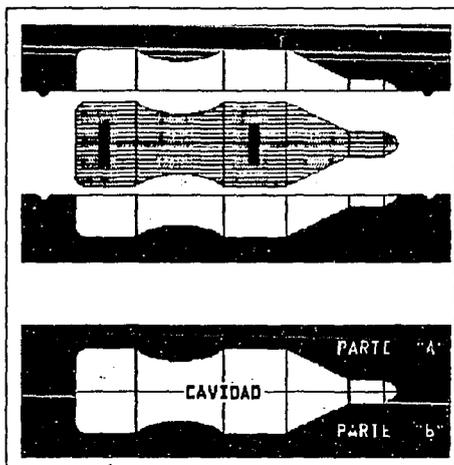
32)+ Cuando se haya alcanzado el espesor deseado en la segunda parte del molde, esperar nuevamente a que endurezca totalmente a temperatura ambiente (3 a 4 Hrs).

33)+ Ya formadas las dos partes que componen el molde y después de haber endurecido totalmente, deberá meterse a un horno durante 2 horas a una temperatura de 60°C, con lo que se lograra alcanzar las propiedades físico-mecánicas necesarias para poder desmoldar,

34)+ Como siguiente paso se deberá proceder a desmoldar (retirar el modelo del molde); en el caso de modelos de cera o plastilina no es necesario extraerlos ya que se derretiran durante la coccion,

Tomar en cuenta que se esta desarrollando un molde de tipo rigido y no flexible, si el modelo fue debidamente diseñado con suficientes anquios de salida y el desmoldante fue adecuadamente aplicado, no costará trabajo separar las dos partes,

Primeramente debe retirarse el marco o caja de moldeo procurando limpiar el posible exceso de resina que pudiera haberse escapado; remarcar con una siqueta afilada —la "LÍNEA DE PARTICION" que es aquella linea formada por



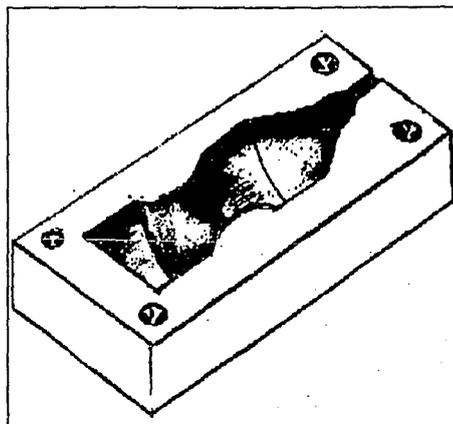
la union de las dos partes del molde, con esto se verifica que no haya adherencia exterior; auxiliandose de dos o cuatro prensas ya sea normales o con "boca de madera", colóquelas en cada parte del molde para ser usadas como apoyo para jalar de ellas, aplique una presión suave pero constante en sentido perpendicular a la línea de partición; para facilitar el trabajo se puede introducir aire o agua a presión, auxiliése de una compresora; algunas veces es inevitable dañar el modelo a la hora de desmoldar, sobre todo si no se previeron los dispositivos adecuados y la forma como debería de desarrollar ésta actividad, en tal caso recuerde que es preferible reparar posteriormente el modelo que el molde,

35)+ Una vez extraído el modelo, cierre nuevamente el molde, devuélvalo al horno y manténgalo durante dos horas a una temperatura entre 100-110 °C; procurar que se encuentre el molde parado sobre una superficie pareja y plana ya que sino, pueden torcerse ambas piezas o provocar que la cavidad que ahora ocupa el lugar del modelo se deforme; recuerde que es ésta cavidad la que se usará para realizar las reproducciones del modelo,

36)+ Eleve la temperatura del horno nuevamente (sin abrir la puerta), ésta vez entre 150 a 160 °C, y manténgala durante dos horas más, con lo que se habrán alcanzado las propiedades de resistencia térmica buscada,

Una vez que se han alcanzado las propiedades térmicas del molde, puede someterse a cambios térmicos continuos, sin embargo se recomienda apagar el horno y dejarlo

enfriar con el molde dentro para evitar posibles choques térmicos incesables.



EL MOLDE ESTA LISTO PARA REPRODUCIR LAS COPIAS DEL MODELO:

11-B.12.4.1: REPARACION DE UN MOLDE DAÑADO O ROTO:

Si por alguna razón el molde se daña antes del curado, puede repararse pegando ambas partes con la misma resina usada como si se tratara de colada sucesivas expuestas anteriormente; si el daño sucedió después de haber curado el molde, es conveniente limpiar perfectamente la parte por reparar con thinner o acetona, posteriormente reconstruir la parte dañada y volver a curarse siguiendo los pasos 32, 33, 35 y 36.

11-B.12.5: MOLDE TIPO HEMBRA-MACHO PARA LA REPRODUCCION DE UNA PIEZA hueca:

Estos moldes tambien se conocen como "positivo — negativo", o de "corazon y cavidad", son muy usados en la industria pequena y mediana debido a la versatilidad que ofrece y la calidad que es posible obtener en la fabricacion de un sinnúmero de objetos de uso diario; se pueden usar con la cavidad abierta como por ejemplo: objetos o sillas de resina poliéster reforzada con fibra de vidrio con doble vista o cara, fabricados presionando ambas partes, como si se tratara de un "sandwich"; tambien son muy usados como moldes cerrados aprovechando la cavidad, de esta forma se producen muchos juguetes realizados con plastisol o la reproduccion de modelos vaciados en poliéster cristal, etc.

Como se expuso anteriormente en los primeros capitulos de esta segunda parte, la tecnologia de los moldes para transformar los plasticos tuvo como antecedentes tecnicas usadas para trabajar tanto los metales como otros materiales, en su tiempo se adaptaron muchas formas de trabajo de aquellos y es por esto que podemos encontrar cierta similitud, aunque posteriormente se desarrollo la tecnologia propia de éstos.

Aquí NO habiaremos propiamente del proceso de "inyeccion" de termoplasticos, ya que este se trata en el siguiente tema; para este tipo de moldes, si vale el apoyo en los fundamentos del proceso de fundicion de metales, sin embargo es conveniente recordar que en aquellos, el molde es por lo general destruido; en nuestro caso se trata de un molde permanente por lo que deben tomarse las precauciones obvias para extraer la pieza junto con los diversos elementos y dispositivos usados para llenar la cavidad del molde durante el moldeo.

Elementos o dispositivos usados para llenar la cavidad del molde:

1) CANALES DE LLENADO:

Son todos los caminos de flujo del material que recorre en estado liquido desde que es depositado en la entrada del molde, hasta que llega a la cavidad del mismo; en éstos podemos diferenciar:

1.1) Cono de entrada o de llenado:

Es el lugar del molde que recibe el material en estado liquido, funciona como una especie de embudo que guía el material hasta el canal principal de llenado,

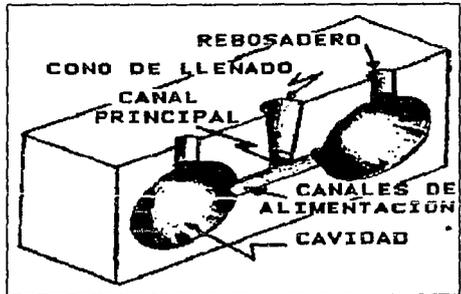
1.2) Cono bebedero o canal principal de

alimentacion: Es el canal que guía el material desde el cono de entrada a: 1.2.1):+ hasta la cavidad del molde, cuando se trata de moldes con una sola cavidad o, 1.2.2):+ hasta los canales de alimentacion, cuando se trata de moldes de dos o mas cavidades,

Este canal tiende a ser conico siguiendo la forma del embudo y es el equivalente al orificio de colada cuando se habla de fundicion en moldes de arena; cuando se habla de moldes para inyeccion de termoplasticos, este cono tiende a ser invertido ya que esto permite que sea expulsado junto con los canales de alimentacion al ser extraida la pieza del molde. Tambien el cono recibe el nombre de mazarota cuando se encuentra formado de material e incluso es extraido con todo el conjunto de canales de alimentacion del molde.

1.3) Canales de alimentacion:

Por lo general cuando el molde es de una sola cavidad el canal de alimentacion es el cono bebedero, cuando se habla de dos o mas cavidades (aunque puede ser una sola), serán los canales que guian el material desde el cono bebedero hasta la cavidad del molde,



CANALES DE LLENADO O ALIMENTACION DEL MOLDE

2) Respiraderos:

Debemos tomar en cuenta que el material que se esta introduciendo en el molde se encuentra en estado liquido, en su recorrido va llenando los canales de alimentacion hasta llegar a la cavidad, el aire que se encuentra en estos lugares es desplazado por el liquido, en modelos

cuya forma tiende a ser irregular o difícil de llenarse, se deben colocar unos orificios muy pequeños que generalmente son formados con alambre muy delgado o con agujas que permiten que el aire escape sin colarse material por éstos; es muy importante el diseño y ubicación de éstos para evitar problemas de llenado de las piezas; los respiraderos deben ser revisados cada que se realice un nuevo vaciado.

3)Rebosaderos:

Como la mayoría de éstos moldes son vaciados por gravedad, es necesario incluir orificios que además de servir como respiraderos, nos indiquen el momento en que la pieza se encuentre llena, su ubicación es estratégica en el diseño del molde; es también necesario recordar que como se trata de un molde permanente los rebosaderos deberán ser diseñados de tal manera que puedan ser extraídos al momento de abrir el molde.

Las piezas extraídas del molde deben ser sometidas a un proceso de control de calidad posterior conocido como "REBASAR", consiste en limpiar las porciones de materia que resalta en los bordes o superficies; la mayoría coincide con la línea de partición del molde; en este proceso también se eliminan los canales de alimentación y marcas dejadas por todos los orificios usados para llenar la cavidad durante el moldeo.

El diseño del modelo debe contemplar, además de la eliminación de "candados" con sus correspondientes ángulos de salida, ciertos "excedentes de contracción" de los materiales que se usaran para fabricar la pieza; también deben considerarse "Excedentes para maquinado posterior" si es que lo requiere la pieza; estos excedentes se calculan en base al porcentaje de contracción del material dentro o fuera del molde al endurecer; son presentados como datos técnicos al momento de adquirir el material directamente con el fabricante o consultando la bibliografía correspondiente. (para materiales plásticos consultar la tercera parte de este trabajo).

La función que deberá cumplir el modelo a usar en los moldes macho-hembra es primordialmente la formación de la cavidad del molde, sin embargo es deseable que el mismo modelo forme los elementos que lograrán:

+ Las entradas o alimentadores del material por donde se vacía, conduce y llena el molde (cono bebedero, canales de alimentación, rebosadero, etc.).

+ Cuando la pieza requiere de insertos metálicos o de algún otro material, el modelo también debe hacer las bases para el depósito y sujeción de dichos insertos.

CASO PRACTICO:

NOTA: Con el objeto de que sirva como guía en la realización de este tipo de moldes y para evitar ilustraciones repetitivas, a continuación se expone un caso práctico que se complementa con las dos exposiciones de los capítulos anteriores; será narrado con detalle el proceso seguido para el caso que se expone; en el capítulo de "fabricación de moldes en yeso" tratado en este mismo trabajo, también se expone el desarrollo de una pieza parecida:

Antecedentes:

Se diseñó una pieza que por requerimientos de uso y función, se determinó que debería de construirse en un material flexible y resistente al cloro, agua, etc; tras una investigación minuciosa entre las disponibilidades del material en el mercado, el costo y la infraestructura con que contaba la empresa, se determinó construirse en "Plastisol" con lo que se conseguiría una flexibilidad muy parecida a la del hule natural y con las propiedades antes señaladas.

"El plastisol es una de las variedades de resinas a base de cloruro de polivinilo, usada dispersandola directamente en los plastificantes y a la que se le agregan: estabilizadores, agregados, pigmentos, etc; posteriormente son fundidos para producir moldeados y recubrimientos de fácil obtención y económicos." (bib. # 22 pag. 152)

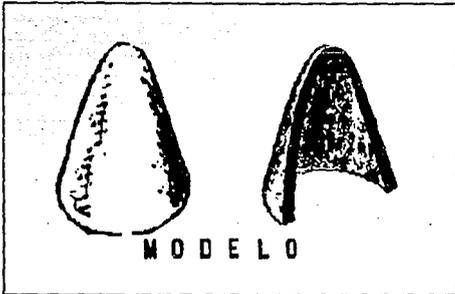
De entre los datos que se obtuvieron de las especificaciones técnicas y en base a experiencias anteriores al trabajar con el mismo material, al solidificarse y enfriarse, se contrae aproximadamente un 1.1 %.

PROCESO:

La secuencia del proceso sigue el presente orden:

+1) Primer paso: se realizan los planos de la pieza en cuyo diseño se consideran ángulos de salida evitando candados y curvas inversas, posteriormente se desarrollan los planos del modelo junto con los dispositivos que se necesitaran para el llenado de la cavidad (canales de alimentación, rebosaderos, etc), así como del molde y los dispositivos para su construcción (caja de moldeo, orificios de fijación para el tablero, etc.); para desarrollar los planos, también se hizo necesario determinar los materiales en los que se construiría tanto el modelo como el molde.

<En Mexico es muy utilizada la madera de "ayacahuite",



y cuando se requiere mayor precisión, se utilizan maderas duras. (Bib. # 38, pag. 16); se decidió construir el modelo en madera de Caoba ya que la forma se prestaba lo suficiente para producir el modelo rápida y económicamente mediante torneado.

Se analiza y determina que para la construcción del molde se usaría la resina epoxica con carga de aluminio:

RESINA: Araldit CW217 y ENDURECEDOR: AM1088

Recordemos algunas de sus características:

- +Resina epoxi con aluminio fabricada por Ciba Geigy
- +Relacion de la mezcla en partes por peso: 100 resina por cada 8.5 partes de endurecedor
- +Tiempo de manejo= 40-50 min. para 1 kg. a 30 °C.
- +Tiempo de endurecido (gelado)= 12 Hrs. a temp. amb.
- +Tiempo de curado: aprox. 48 Hrs.:
 - 1) 12 Hrs a Temp. Amb.
 - 2) 12 Hrs. a 60°C.
 - 3) subir 10°C c/30 min. hasta 160°C
 - 4) dejar 12 Hrs. a 160°C

+Densidad 1.7 g/cm³

+Temperatura de trabajo normal= 160 °C

+Porcentaje de contracción lineal: 0.1-0.3 %

Desmoldante usado QZ-13, encima de 5 capas de cera que se le aplicaron al modelo.

+2) Se consideran los "Excedentes de contracción" que sufriría el material de la pieza o producto a obtener dentro del molde, que para nuestro caso, el modelo sería 1.1% más grande.

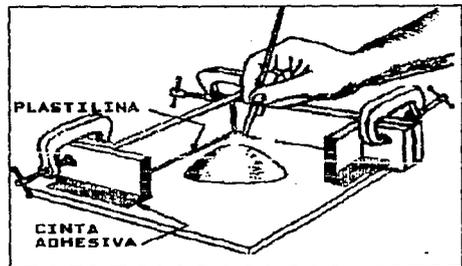
+3) Prever la forma de extracción, se trata de pensar en la forma como se extraería el modelo una vez endurecido el material del molde, se decidió que se introducirían unos pijas simétricamente de las que se apoyarían unos cinturones para jalar el modelo.

+4) Se coloca encima del banco de trabajo una tabla de madera con una cara forrada de "formica" (Melamina-formaldehído), lo suficientemente grande para la colocación del modelo y de la caja de moldeo, se uso un nivel de gota como los que se usan en carpintería para nivelar la tabla.

+5) Se coloca el modelo previamente encerado sobre la tabla y se adhiere temporalmente con plastilina, ésta también se aprovecha para rectificar el sellado de la base del modelo a la tabla con una espátula pequeña. Para el diseño del cono bebedero, canal de alimentación y el rebosadero, se usaron estacas de madera compuestas en dos partes; se coloca la primer parte de éstos sobre la tabla ensamblandolos con el modelo previamente colocado, al igual que éste, también son pegados y sellados a la base.

+6) Se aplica desmoldante QZ-13 a toda la superficie del modelo incluyendo los canales de alimentación, cono bebedero y rebosaderos; posteriormente se aplica aire a presión, para volatilizar el solvente del desmoldante, esta operación se repite dos veces. (ver desmoldantes en éste trabajo).

+7) Colocar las paredes del marco o caja de moldeo, dejando una distancia de 2 cm de las paredes al modelo, también éstas se fijan al tablero por medio de tornillos de cabeza plana desde la parte inferior de la tabla; las paredes de la caja excedieron 3 cm aproximadamente la altura del modelo, aunque se calculo que el material solo rebasaría 1 cm la parte mas alta de este.



+8) Después se sella el marco en las uniones de las esquinas y la base que se encuentra en contacto con el tablero con el mismo material del inciso anterior para evitar problemas de fugas y escurrimiento.

+9) Se aplican dos capas delgadas más de desmoldante nuevamente tanto al modelo como a todas las paredes interiores de la caja.

+10) Se aplica la CAPA DE SUPERFICIE, en nuestro caso y para evitar posibles problemas de cristalización se calentaron tanto la resina como el endurecedor a 40°C, con lo que se redujo la viscosidad haciéndose más líquido el material; se batio y remezclo nuevamente cada componente por separado para evitar problemas de sedimentación.

+11) En una báscula se pesan los dos componentes en la proporción indicada por el fabricante (100 a 8.5), calculando solo la cantidad necesaria para aplicar la capa de superficie como si se fuera a aplicar una capa de pintura gruesa a toda la superficie del modelo más un 10% para recuperar las posibles pérdidas del material; la mezcla se realiza en un recipiente de polietileno flexible (recomendamos que para la preparación de la cantidad de material necesario a ocupar, referirse a la sección correspondiente dentro del capítulo "Reglas generales para la elaboración de modelos").

+12) Para revolver el material, en nuestro caso se siguió el método manual que se resume de la siguiente manera:

"Auxiliándose de una espátula larga y no muy ancha o en su defecto usar una següeta con mango o agarradera; el mezclado debe realizarse primeramente con movimientos circulares tratando de raspar las paredes y el fondo del recipiente y después combinarlos con movimientos verticales (de arriba hacia abajo), para finalmente terminar con solo los movimientos verticales";

+13) En nuestro ejemplo se improvisó una cámara de vacío colocando una mantequillera de plástico (especie de charola con una cubierta en forma de campana), adaptando una aspiradora en la parte superior, para sellar todas las posibles fugas de vacío, se pegó una tira de hule suave en todo el perímetro de la campana; se introdujo el recipiente con la mezcla y se cubrió con la campana, para mejorar el sellado se humedeció un poco la superficie del hule y se presionó contra la charola; se aplicó succión durante unos 3 o 5 minutos.

+14) APLICACIÓN: Con una brocha cortada aproximadamente a la mitad (dejando 2 o 3 cm de largo), se aplica una capa delgada de resina preparada, sobre toda la superficie del modelo tanto para la formación de la cavidad como para los canales de llenado (previamente tratados con desmoldante), presionando moderada y firmemente pero cuidando de no desplazar la brocha sin material ya que, la fricción de la brocha sola puede limpiar el desmoldante aplicado y provocar problemas de adhesión; también la presión evita que se queden atrapadas pequeñas burbujas que al retirar el modelo pueden aflorar en la capa de superficie. (Las brochas y todo el material deben ser limpiados inmediatamente después de ser usados, lavándolos con acetona o thinner).

+15) De acuerdo a las características técnicas de la resina que se usó, se espera aproximadamente entre 35 a 40 minutos a que el material se encuentre en estado táctil, esto es: que al tocar con el dedo el material aplicado, quede marcada la huella digital sin que se adhiera el material a éste; mientras transcurre este tiempo se limpian tanto el lugar de trabajo como los utensilios y herramientas usadas con acetona.

Mientras transcurre este tiempo y después de limpiar los instrumentos de trabajo, entre 10 o 15 minutos antes de que se encuentre táctil la capa de superficie, se prepara la cantidad de resina para la aplicación de la segunda capa de superficie con su correspondiente vaciado; en el caso que exponemos, el modelo tenía una altura de 4 cm y siguiendo las recomendaciones indicadas en el trabajo de las resinas epoxicas, solo se prepara la cantidad para llenar 2.5 cm, quedando 1.5 cm del modelo descubierto pero ya con la primer capa de superficie aplicada.

+16) De la misma forma como se aplicó la primer capa de superficie se aplica la segunda, esta vez además del modelo se aplica en todas las paredes y fondo de la caja.

+17) Justamente después de haber aplicado la segunda capa de superficie, se vacía la mezcla procurando formar un pequeño hilo en la caída del material y se dirige a las partes más profundas de la caja de moldeo, tratar de que fluya libremente desplazando el aire a medida que se llena y se nivela.

+18) Esperar a que el material endurezca completamente y pierda el posible calor generado (El tiempo de gelado para nuestra resina es de 12 Hrs, sin embargo entre 5-6 horas se encuentra lo suficientemente dura como para seguir agregando capas).

+19) Se desbasta la superficie con una lija bastante gruesa, para provocar una mejor adhesión, limpiando el polvo o material desprendido (usar de preferencia lija de agua con bastante lubricación); antes de aplicar la siguiente colada, limpiar con acetona para quitar las posibles huellas de grasa.

+20) Preparar nuevamente la resina suficiente para llenar otros 2.5 cm del molde, ésta vez el modelo debe quedar completamente tapado; primeramente se aplica con brocha e inmediatamente se vacía siguiendo el procedimiento anteriormente descrito.

+21) Una vez que se ha formado la primer parte del molde que en éste caso es la parte negativa, debe dejarse gelar (endurecer totalmente), dejándolo reposar durante 12 horas

a temperatura ambiente.

22) Separar el tablero o base sobre el que se deposito y fijó temporalmente el modelo, si es necesario puede tambien retirar la caja de moldeo teniendo cuidado de no mover la parte inferior de los canales y dispositivos de llenado.

+23) Proceder al "Volteo", girando el molde negativo 180° de tal manera que ahora el molde recién formado sustituirá el tablero de trabajo sobre el que se desarrollo la primer parte, la parte que estaba en contacto con el tablero ahora es la parte superior.

+24) Desbastar en la superficie del molde recién endurecido las "llaves de coincidencia", con la punta de una broca, una següeta afilada o alguna herramienta afilada para tal fin; éstos hoyos son llenados al vaciar la segunda parte del molde y sirven para hacer coincidir, registrar o posicionar siempre el molde en el mismo lugar actuando como guías de ensamble,

+25) Limpiar perfectamente la nueva superficie del molde recién formado, auxiliándose de un cepillo de dientes y quitando los residuos de plastilina o cera usados para sellar el modelo así como cualquier impureza que pudiera quedar registrada en la elaboracion de la segunda parte del molde,

+26) Colocar la segunda parte del modelo que en éste caso corresponde a la segunda parte de los canales de llenado y rebosadero, sellando nuevamente con cera, parafina o plastilina, la union de las dos partes, ya que cualquier separacion no deseada podría causar problemas.

+27) Se aplica desmoldante a toda la superficie formada por el molde negativo, procurando aplicarlo en los desbastes para las guías o llaves de centrado y en toda la superficie del modelo que formara la parte positiva del molde.

+28) Colocar el marco o caja de moldeo para la realizacion de la segunda parte del molde tomando en cuenta las consideraciones dadas para la primera y cuidando sellar las esquinas, ranuras y uniones por donde pueda escaparse el material,

+29) Aplicar una segunda capa de desmoldante de la misma forma como se realizo la primera vez, recordamos que debe aplicarse sobre toda la superficie del modelo y en las paredes de la caja de moldeo, en especial debe ponerse extremo cuidado en aplicarlo correctamente sobre la superficie de resina recién endurecida procurando que penetre en las guías o "llaves de coincidencia" ya que, la adherencia entre las resinas epoxicas es muy buena y si

hubiera ausencia de desmoldante, se lograria el efecto de las coladas continuas formando un solo bloque,

+30) Comenzamos nuevamente aplicando la primera capa de superficie siguiendo las indicaciones dadas en la aplicacion de la primera capa de superficie expuesta en los puntos 10, 11, 12, 13 y 14.

+31) Esperar a que la capa, se encuentre táctil (entre 30 a 40 minutos), mientras tanto limpiar nuevamente los instrumentos, brochas, etc., y preparar la cantidad para realizar el vaciado de la segunda parte del molde (parte positivo o macho). Para nuestro caso particular ésta segunda parte tiene algunos espesores que rebasan los 3 cm de grosor, sin embargo predomina el maximo permitido, por lo que se puede formar ésta parte mediante un solo vaciado.

+32) Se aplica la segunda capa de superficie y sin esperar a que se encuentre táctil, seguir las indicaciones dadas en la aplicacion de la primer capa, realizando el subsiguiente vaciado.

+33) Debido a que nuestra segunda parte del molde solo mide entre 2.5 a 3 cm, no se requeriran de capas sucesivas o vaciados continuos, se alcanzo el grosor mediante una sola operacion, el siguiente paso es esperar a que endurezca a temperatura ambiente entre 3 o 4 Hrs.

+34) Posteriormente se introduce dentro de un horno durante 12 horas a una temperatura de 60°C. con lo que se logrará alcanzar las propiedades fisico-mecánicas necesarias para poder desmoldar.

+35) Después de alcanzar sus propiedades mecánicas se procede a desmoldar (extraer el modelo del molde; para nuestro ejemplo se siguió el siguiente proceso:

Primeramente se retira el marco o caja de moldeo procurando limpiar el posible exceso de resina que pudiera haberse escapado; remarcar con una següeta afilada la "LINEA DE PARTICION" que es aquella línea formada por la union de las dos partes del molde, con esto se verifica que no haya adherencia; si el modelo fué correctamente diseñado y adecuada la aplicacion del desmoldante, se facilitará la tarea de extraccion sin dañar el molde.

Se aconseja ejercer una presion perpendicular a la línea de particion, lo cual se puede lograr auxiliándose de algunas prensas para sujetar cada parte del molde, procurar introducir una madera entre la prensa y el molde; coloquelas simétricamente en cada mitad del molde para ser usadas como apoyo y jalar de ellas, para facilitar el trabajo se puede introducir aire o agua a presión con alguna compresora y dirigiéndola hacia dentro del molde

por la línea de partición.

Ya separadas las dos partes del molde, se procede a extraer el modelo junto con los dispositivos para los canales de alimentación; en nuestro caso se prevé apoyarse por medio de unas pijas de madera que fueron introducidas al modelo y de donde se sujetaron unas agarraderas que sirvieron de apoyo para extraer el modelo. En todas aquellas partes que ocupaba la madera ahora queda una cavidad, la que se usará para realizar copias del modelo. Por último se recomienda limpiar nuevamente la superficie de unión del molde, así como quitar el excedente de plastilina e impurezas que pudieran quedar antes de someter el molde al curado final.

+36) Devolver el molde cerrado al horno previamente calentado a 60 °C; nunca deben colocarse las partes del molde por separado sino cerrado haciéndolo coincidir por medio de sus guías, asimismo procurar que asiente sobre una superficie uniforme ya que puede llegar a doblarse y modificar la cavidad lograda.

Comenzar a subir la temperatura 10°C cada 30 minutos hasta alcanzar 160 °C; es necesario elevar lentamente la temperatura ya que de lo contrario se produce un cambio brusco de esta y pudieran originarse contracciones o pequeñas fracturas (fisuras).

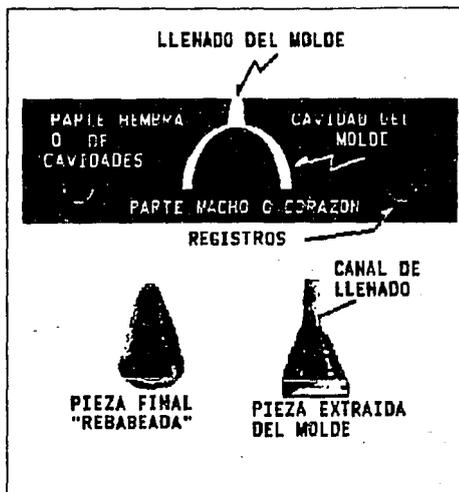
+37) Alcanzada la temperatura de 160 °C, se mantiene en esta por un periodo de 14 horas, con lo que se habrá alcanzado en el molde la resistencia térmica buscada; el molde puede ser sacado del horno desde este momento sin embargo, se recomienda apagar el horno y dejarlo enfriar con el molde dentro para bajar la temperatura lentamente.

+38) Una vez enfriado el molde, se procede a detallar, quitando o desbastando algunas imperfecciones con las mismas herramientas con las que se trabajan los metales; por último se lija y se pule teniendo cuidado de no tocar o desbastar la cavidad sobre todo en las aristas que forman la orilla de la cavidad y el plano de partición.

El siguiente paso fue realizar las primeras pruebas de producción:

Al molde se le adaptaron una especie de bisagra y un broche metálico, posteriormente se colocó en la mesa de producción para ser llenado con el material formulado y así obtener la pieza deseada; se llenó la cavidad y se introdujo el molde con plastisol dentro del horno, después de 40 minutos a 160 °C se extrajo el molde; se abrió y se dejó enfriar la pieza por unos 15 minutos, cuando el material fue solidificando, efectivamente sufrió una contracción, esto facilitó su extracción del molde. Por último se cortaron los canales de alimentación y

rebosadero en el proceso de rebabiado, con éstos moldes se pueden producir de 5000 a 10000 piezas.



II-B.12.b: MOLDE PARA LA INYECCION DE TERMOPLASTICOS

Los moldes a base de resinas epoxicas utilizados para la inyeccion de termoplasticos se pueden obtener en forma particularmente economica y sin tener conocimientos excesivos en la fabricacion de moldes, es por eso que son herramientas muy concurredas en la pequena y mediana industria ya que, permiten gran versatilidad y variedad en el desarrollo de un sinnúmero de productos, es muy comun encontrarlos en la produccion de pequeñas piezas y modelos prototipo individuales (Bib. # 40); en la gran industria son muy usados cuando se trata de fabricar producciones relativamente pequeñas sobre todo durante el proceso de diseño y colocacion de un producto nuevo en el mercado, la practica ha mostrado, que es posible obtener entre 1500-10000 piezas dependiendo de la complejidad del modelo y el cuidado del molde, se usan mucho en pruebas destinadas a obtener muestras de articulos que deben ser fabricadas por inyeccion (Bib. # 39), y en los centros de investigacion son herramientas muy importantes para desarrollar prototipos experimentales.

Los materiales epoxicos estan compuestos con diversos aditivos que, al curar, disminuyen su contraccion y mejoran tanto su conductibilidad termica como su resistencia a la compresion, lo que les da muy buenas propiedades fisico-mecanicas que les permiten ser usados en la fabricacion de moldes para inyeccion de materiales termoplasticos (de bajo punto de fusion); entre los diferentes aditivos que se mezclan a la resina y se usan como materiales de relleno se encuentran los polvos metálicos.

Aunque se fabrican moldes con muy buenos terminados y excelente reproduccion de detalles, las desventajas que podríamos encontrar radican en que se marcan facilmente con el trabajo rudo y al limpiar el exceso de desmoldante se borra un poco su dibujo cuando se usan solventes. (Bib. # 41).

Para construir un molde es indispensable adaptarse tanto al articulo o pieza que debe moldearse como al material y a la máquina elaboradora.

Los elementos básicos y fundamentales del proceso de inyeccion son dos:

- 1= LA MAQUINA (que posee la unidad de plastificacion) y
- 2= EL MOLDE (que posee la unidad de conformado).

Para diseñar correctamente un molde y lograr la

máxima eficiencia, se debe conocer la máquina en la que será usado, independientemente de que se pueda adaptar a cualquier otra máquina de inyeccion; por lo general para este tipo de moldes se usan inyectoras manuales, sin embargo, actualmente su uso se ha hecho muy comun en máquinas semiautomáticas debido a las constantes innovaciones que surgen día a día en los sistemas epoxicos.

Es conveniente tener presente de "que tipo de máquina de inyeccion" se trata; en máquinas semiautomáticas, «La masa de resina se sujeta a un molde metálico patron en forma de bastidor; éste bastidor metálico tiene la mision de absorber las fuerzas producidas durante la inyeccion. Además las zonas sometidas a altos esfuerzos mecanicos pueden reforzarse por insercion de elementos metálicos antes de efectuar la colada de la masa» (Bib. # 39).

Un molde consta de dos mitades conocidas como:

- a) Parte macho, de corazones, positivo, punzon, etc.,
- b) Parte hembra, matriz, negativa, troquel, cavidad, etc.

Para comprender los elementos y componentes de un molde para inyeccion de termoplasticos, se hace necesario citar brevemente el proceso:

Este proceso aprovecha la propiedad de los materiales termoplasticos de ablandecerse por efectos del calor y de volver a endurecerse regresando a su estado normal al enfriarse; el material —en forma de granulos o polvos— es depositado en la tolva de la máquina de inyeccion y por gravedad o por medio de algun dispositivo mecanico, pasa al cilindro de plastificacion donde sufre una fusion provocada por calor hasta convertirlo en un material viscoso capaz de fluir; un émbolo o un tornillo conduce el material a lo largo de todo el cilindro hasta una boquilla muy estrecha, aplicando presion el material es inyectado en el molde donde es recibido por una serie de canales que lo conducen hasta la cavidad.

La cavidad tiene la forma de la pieza u' objeto por fabricar; en ésta se produce el moldeo y el enfriamiento del material hasta que alcanza una temperatura que le permite mantener la forma deseada; mientras se enfria, la máquina mantiene presion residual hasta que solidifica y es entonces cuando se abre el molde expulsando la pieza y cerrandose nuevamente para repetir el ciclo.

«Tomando en cuenta lo anterior, podríamos resumir las

funciones que efectua el molde:

- +Recibir el material caliente en estado fluido
- +Distribuir este material
- +Darle forma
- +Enfriarlo y pasarlo al estado solido.
- +Extraer la pieza junto con la mazarota.

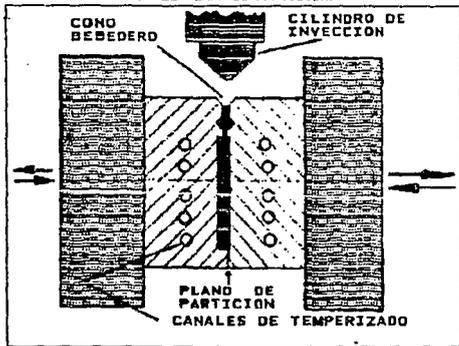
Para desarrollar estas funciones el molde de inyeccion requiere de sisteas y dispositivos que permitan efectuar cada una de las funciones anteriormente citadas.> (Bib. # 39).

No debe perderse de vista que aunque se trata de moldes experimentales o destinados para producciones pequenas, es deseable introducir en lo posible estos dispositivos, sin llegar a profundizar y detallar su actuacion tal y como seria el caso de un molde permanente construido en acero y destinado a grandes producciones seriadas.

UNA DE LAS VENTAJAS QUE OFRECEN LOS MOLDES DE RESINA EPOXICA CON CARGAS METALICAS, ES SIN DUDA QUE LA GRAN MAYORIA DE LOS DISPOSITIVOS PUEDEN PREVERSE Y PREFABRICARSE, COLOCANDOSE ANTES DE COLAR EL MATERIAL DEL MOLDE REDUCIENDO SU TIEMPO DE FABRICACION Y SU FACILIDAD DE ELABORACION.

Por otra parte, la inyeccion o entrada del material dentro del molde se realiza basicamente de dos formas:

A): EN EL PLANO DE PARTICION:



La mayoria de las maquinas de inyeccion manuales, principalmente las pequenas, disponen de la unidad de plastificacion vertical (a 90°) con respecto al sistema de cierre del molde, otras unidades pueden orientar la unidad de plastificacion a voluntad entre 0-90°; a 0°,

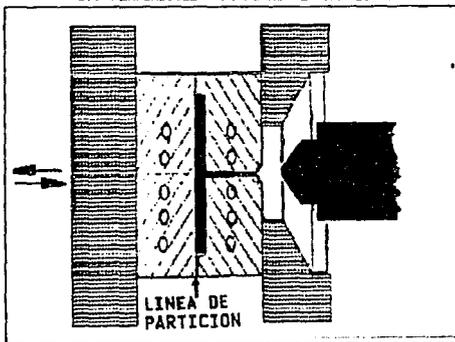
generalmente la unidad de plastificacion se encuentra en la misma linea del sistema o fuerza de cierre.

«La disposicion perpendicular (con respecto a la fuerza de cierre), resulta muy apropiada para la inyeccion en el plano de particion del molde y es recomendable cuando hay que fabricar piezas de gran superficie.»

La ventaja de este metodo es que el material plastificado llega a la cavidad del molde directamente sin recorridos curvos, no requiriéndose gran complejidad de los dispositivos de llenado.

Debido a que la boquilla se localiza perpendicular a la fuerza de cierre, resulta desventajoso el empuje lateral, (Bib. # 39 Cap. 3) sin embargo en producciones limitadas o de prueba, este problema es solucionado colocando un apoyo o mesa bajo el molde que absorba la presion de inyeccion.

B): PERPENDICULAR AL PLANO DE PARTICION:



La mayor parte de los moldes destinados a grandes producciones seriadas se llenan a traves de un becedero dispuesto perpendicularmente al plano de searacion o particion, no obstante es posible la fabricacion de moldes sencillos o de prueba que utilizan esta disposicion. El becedero se situa generalmente en el centro del plato portamolde que se encuentra pegado a la boquilla de inyeccion, con ello se ejerce un empuje central sobre el molde y el sistema de cierre, lo que resulta, principalmente importante para los moldes con cavidades multiples ...En muchos casos, al efectuar una inyeccion perpendicular al plano de particion hay que desviar la masa, lo que da lugar a recorridos de flujo mas largos y a procesos de desmoldeo mas complicados, es por ello que se expondrán ciertos fundamentos sobre los dispositivos de

llenado, que si bien van dirigidos a este tipo de moldes, tambien son utiles en la inyeccion perpendicular al plano de particion. (Bib. # 39 pag. 56)

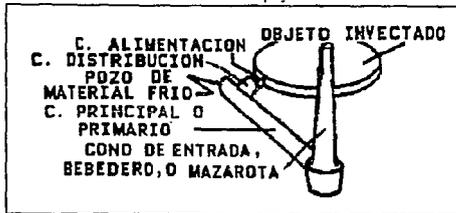
Por ultimo debemos decir que para colocar el sistema de llenado, es muy comun incluir antes de vaciar la resina epoxica, canales prefabricados con tubos convencionales, incluso pueden ser maquinados directamente en el molde una vez que ha endurecido por completo.

DISPOSITIVOS:

11-5.12.b.1: +SISTEMA DE LLENADO:

Tambien conocido como "sistema de recepcion y distribucion del material"; son sistemas de canales que pueden estar compuestos tanto de uno solo como en la mayoria de los casos de moldes de una cavidad-, o ramificado -cuando se habla de dos cavidades en adelante y donde se hace necesario distribuir el material adecuadamente-; por medio de estos canales fluye el material desde la entrada del molde hasta la cavidad del mismo.

Cuando se llena la cavidad del molde, tambien se llenan los diferentes canales que son solidificados igual que la pieza; "al material solidificado en estos canales se le llama MAZAROTA" (Bib. # 39 pag. 53)



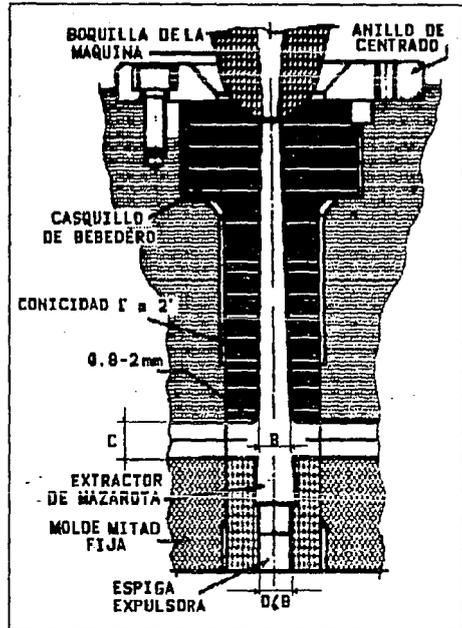
SISTEMA DE LLENADO

Debe tenerse presente que los canales deben conducir el material hasta la cavidad del molde con la mayor rapidez, sin obstaculos, por el camino mas corto, con minimas perdidas de calor y presion y cuando se tiene mas de una cavidad, el material debe alcanzarlas simultaneamente con igual presion y temperatura. (Bib. #39)

Dependiendo del tipo y complejidad del molde, el sistema de llenado se compone de:

- +Cono de entrada, bebedero o mazarota conica,
- +Canales de entrada o primarios
- +Canales de distribucion o secundarios,
- +Canal de estrangulamiento o alimentacion

(Bib. # 39 cap.4)



El cono bebedero debe tener una amplia conicidad, sobre todo cuando se trata de inyecciones perpendiculares al P. de particion, practicamente se maneja de 5° a 7°...

...El diametro del canal del molde por donde penetra el material ya sea el cono bebedero u' otro, debe ser 1 mm mayor que el canal de la boquilla de inyeccion por donde sale el material en estado fluido, con esto se evita que se formen rebabas y asi impedir que la mazarota se adhiera...

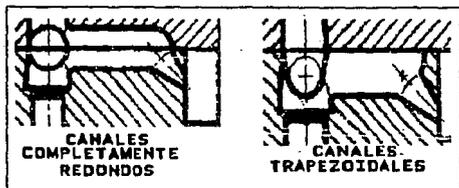
...los diametros del cono bebedero recomendados para

las piezas pequeñas son de 4 mm y para las grandes de 8 mm...

...Cuando la boquilla de la maquina tiende a ser redonda, el radio del molde donde se apoya dicha boquilla debe ser 1 mm más grande...

...Cuando una pieza tiene una entrada directa, el enfriamiento separado frente al bebedero evita las marcas de rechupe... (Bib. # 40 p. 43)

La forma más recomendada para los canales de alimentación es la redonda, esto permite el mayor flujo de material y el menor efecto de enfriamiento sobre el mismo, después de éste le sigue el de forma trapezoidal; se recomienda que el canal de alimentación primario tenga como mínimo 5 mm de diámetro, o manejar ciertos datos útiles en la practica:



SI EL FLUJO DE MATERIAL PLASTICO DEBE RECORRER DE:

0 a 25.4 mm,
25.4 a 76.2 mm,
76.2 a 254 mm

EL DIAMETRO DEL CANAL DEBE MEDIR:

6.35 mm (1/4")
7.93 mm (5/16")
9.52 mm (3/8").

(Bib. # 42).

Además deben incluirse pozos de material frío en cada extremo de los canales de alimentación primario y secundario (también llamados rebosaderos y se muestran en la primera ilustración de este capítulo), cuya medida practica debe ser de "un diámetro del canal".

II-B.12.6.2: VENTILACION DE LAS CAVIDADES DEL MOLDE:

Cuando penetra el material al molde tiende a desplazar el aire contenido en las cavidades del mismo; «si la ventilación es insuficiente, puede quedar aire estancado causando quemaduras localizadas. Una ventilación adecuada también puede ocasionar rechupe o inyecciones de material que son minimizadas mediante presiones de inyección elevadas» (Bib. # 40).

Para la salida del aire no se precisan medidas especiales, ya que éste tiene suficientes posibilidades para escapar por la union del plano de partición o las ranuras de los dispositivos expulsores, especialmente

cuando el plano de partición tiene una determinada aspereza, por ejemplo cuando es esmerilado con un disco de grano grueso (grano 240), dirigiendo las estrias de pulido hacia afuera» (Bib. # 39 pag. 105), en algunos casos se hace necesario el maquinado de pequeñas ranuras u orificios que permitan liberar el aire atrapado; los respiraderos tienen entre 0.02 y 0.05 mm de espesor a intervalos de 2 a 4 cm alrededor de la periferia de la cavidad (Bib. # 40 p.42); una manera sencilla y que en la práctica ha demostrado ser viable es ranurar canales de: 0.0508 a 0.0762 mm de profundo, 1.5-2.5 mm de largo y 1 mm ancho.

Estos dispositivos normalmente se maquina cuando el molde esta terminado, ya que en muchos casos no se requieren, sin embargo, pueden incluirse alambres muy delgados que son colocados junto con el modelo antes de la colada de la resina.

II-B.12.6.3: CONTROL DE TEMPERATURA DEL MOLDE (TEMPERIZADO):

También conocidos como "de calefacción y enfriamiento o de refrigeración"; es más propio denominarlos como agentes de acondicionamiento o temperizado ya que, en ocasiones, por éstos canales se eleva la temperatura del molde hasta cierto rango en vez de enfriarla propiamente dicho.

Est. sistema consta de una serie de canales en los que por una parte circula agua o algún otro material que refrigere el molde y por otra puede: 1) circular vapor de agua o 2) localizarse algunas resistencias que permitan mantener cierta temperatura del mismo.

Una vez que la cavidad ha sido llenada, los canales de refrigeración tienen por objeto enfriar el material que se encuentra en el molde, para provocar la solidificación del plástico y su consiguiente recuperación de propiedades que le permiten ser desmoldada.

El enfriamiento debe realizarse uniformemente en la pieza partiendo desde las partes más alejadas del cono bebedero y de las entradas de los canales de alimentación, hacia el punto de colada; se aconseja que la mazarota sea la última en solidificarse para que pueda actuar la presión residual que abastece de material a las cavidades mientras se contraen.

Debido a la naturaleza de éstos moldes no es necesario realizar un cálculo muy detallado de los canales, sin embargo, si es conveniente recomendar algunas disposiciones que han dado buen resultado; las medidas convencionales que se usan generalmente son:

- +Canales con un diametro de 14.287mm, (9/16"),
- +Separacion entre centros de los canales de 38 a 50 mm,
- +Guardando una distancia entre la pared del canal y la pared de la cavidad de 12.7 mm.

Se recomienda que se diseñen paralelamente la localizacion de los canales de temperizado y el sistema de extracción; si el molde incluye pernos botadores, la distancia minima que debe existir entre canal y botador debe ser 3 mm (1/8"). (Bib. # 42).

Por otra parte, los canales de calefaccion permiten mantener el molde a cierta temperatura controlada; los moldes no deben trabajarse a temperaturas bajas, trabajando y manteniendo los moldes a temperaturas adecuadas permite obtener buenas superficies (brillo), buena fluidez, reduccion de tensiones propias del material, poca contraccion posterior, etc., sin embargo, las temperaturas altas del molde alargan los tiempos de enfriamiento (Bib. # 39), éstos tiempos, para el tipo de moldes que nos encontramos desarrollando no son un factor desventajoso.

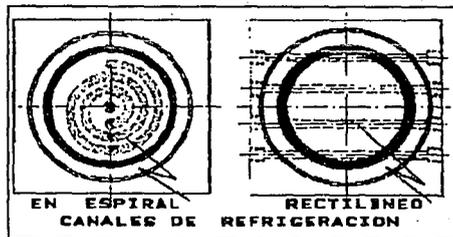
A continuacion se muestran algunos rangos de temperatura que se recomiendan tengan las paredes de la cavidad del molde para trabajar algunos materiales plasticos:

Polietileno Alta y baja densidad	00-70 °C
Poliestireno	30-60 °C
SAN	50-80 °C
Polimetacrilato	40-90 °C
Copolimero Acetal	70-130 °C
PVC	20-80 °C
Polipropileno	00-60 °C
Acetato de celulosa	40-80 °C
Propionato de celulosa	40-80 °C
ABS	50-80 °C

Los canales de refrigeracion pueden tener cualquier forma que responda a las exigencias del molde, aunque los mas concurrencidos pueden ser:

A) Para piezas planas con simetria de rotacion se recomienda el sistema de enfriamiento en espiral (Bib. #39)

B) Por razones de coste son frecuentemente usados los canales de enfriamiento rectilíneos; se aconseja emplearlos en moldes para piezas rectangulares, procurando que el liquido penetre por el centro o cerca del punto de llenado de la cavidad y que fluya en el mismo sentido en el que se llenará la cavidad del molde con el plástico.



Para el enfriamiento de nucleos en moldes de varias cavidades se recomienda el enfriamiento en paralelo, donde un canal lleva el liquido al centro de cada cavidad y otro canal se encarga de recoger este y transportarlo hacia afuera del molde.

Los canales de calefaccion pueden preverse colocando tubos de aluminio que quedaran insertos dentro del molde. El enfriamiento lento del molde puede preverse igualmente antes de colar la resina; para ello se colocan serpentines tubulares, los cuales, por otra parte constituyen un refuerzo de la masa del molde. (Bib. # 39).

La gran ventaja que ofrece la construccion de este tipo de molde es sin duda que estos dispositivos pueden ser prefabricados aunque en algunos casos pueden tambien ser maquinados cuando el molde se encuentra terminado, sin embargo, se recomienda seguir la prefabricacion de ellos.

II-B.12.6.4: SISTEMA DE DESMOLDEO DE LAS PIEZAS OBTENIDAS:

Quando el material ha solidificado dentro del molde y tiene una temperatura adecuada que le permita obtener cierta rigidez y estabilidad dimensional, hay que extraerla del molde; por lo general la pieza queda retenida en el molde por fuerzas de adherencia y tensiones internas; para desprenderla del molde se usan ciertos dispositivos especiales que pueden ser accionados manualmente o aprovechando la carrera de apertura del molde en maquinas semiautomaticas; algunas veces se combina la extraccion mecanica con extraccion neumatica o hidrúlica, introduciendo aire o agua a presion.

Se aconseja diseñar el molde de tal manera que la pieza quede adherida a la parte macho o positivo; ésto puede lograrse mediante ciertos resaltes o variando la temperatura de las dos mitades del molde; la pieza se contraerá sobre un núcleo más frío que la matriz y deberá

aplicarsele una fuerza para su desmoldeo. (Bib. # 39 p.130).

Los dispositivos de extracción (varillas, anillos, etc) deben aplicarse en los puntos donde los rincones, paredes laterales, nervios, etc., dificultan por una parte, el desmoldeo, pero conducen, por otra parte, la fuerza de extracción gracias a su efecto de refuerzo; si una pieza carece de estas zonas predestinadas para la acción de los eyectores, se deben proyectar aquellos en forma adecuada y aplicando los mismos en número suficiente y con una distribución oportuna. La cantidad forma (superficies de apoyo máximas sobre la pieza) y disposición de los eyectores depende tanto de la forma de la pieza como de la masa a elaborar; juegan aquí un papel importante la rigidez y la tenacidad (Bib. # 39 p. 132).

Es difícil recomendar si es preferible prefabricarlos y colocarlos antes de la colada o si se maquinan después de ésta, este tipo de dispositivos debe diseñarse de acuerdo a los requerimientos de cada pieza, sin embargo es conveniente citar que muchos fabricantes de este tipo de moldes colocan una especie de pernos de bronce en los que posteriormente son maquinados unos canales para introducir los pernos expulsores.

Para un correcto funcionamiento se aconseja que el espacio de holgura o juego que debe tener el perno botador, debe ser de 0.0508 a 0.1 mm para que pueda escapar el aire atrapado en la cavidad (el ajuste se realiza con "Rima" no con taladro).

De ser necesarias uniones roscadas, no hay que filetear las roscas en la masa de resina debido a su gran sensibilidad a la entalladura, sino que, antes de la colada, se preparan elementos metálicos con taladros roscados. (Bib. # 39),

CASO PRACTICO:

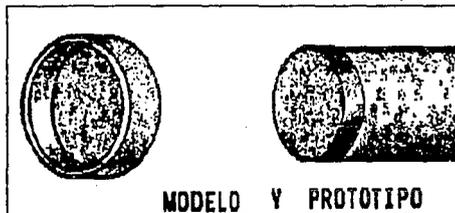
Para los fines de este tema, a continuación se expone la realización de un molde sencillo inyectado en el plano de partición de una pieza poco compleja

Antecedentes:

Se diseño de un "tapón para tubulares metálicos redondos"; y en base a algunos criterios como uso, función, disponibilidad en el mercado, costo e infraestructura establecida en la empresa, se determino que se realizaria con material plástico (polietileno de baja densidad), del que se obtuvieron los siguientes datos:

Porcentaje de contracción en moldes del 1.5 al 3 %,
Peso específico = 0.915 a 0.930 gr/cm³ ,
Temperatura de fusión = 150-175 °C.

Después de haber probado el prototipo que fue construido a partir de una placa de polietileno, se corrigieron algunos detalles directamente sobre él y se decidió realizar varias copias idénticas para la realización de nuevas pruebas antes de decidir la producción seriada definitiva.



Después de evaluar entre maquinar las piezas o realizarlas en un molde, se optó la segunda opción por adegarse mas a las piezas reales por producir, usando un molde de resina epoxica.

Después de diseñar la pieza, se calculó el molde y entre las conclusiones a las que se llegó se encuentran:

*Fabricar un bastidor de placa de hierro, unido con soldadura eléctrica con taladros que atravesarian de un extremo a otro y a través de los cuales se pasarían unos tubos de cobre o aluminio que serían los canales de calefacción y de refrigeración del molde, colocados a una distancia previamente determinada guiándose en las referencias de los dispositivos expuestos anteriormente.



BASTIDOR Y TUBOS METALICOS

En la empresa se contaba con una inyectora manual marca "Vulcano" con capacidad para inyectar 70 grs. de poliestireno, cuya fuerza de cierre del molde se aplicaba a través de una prensa manual.

PROCESO:

NOTA: Algunos pasos, han sido tratados en la elaboración de anteriores moldes, en el presente trataremos de profundizar en aquellos pasos que difieran de los casos antes mencionados.

1) Primer paso: realización de planos de la pieza, considerar ángulos de salida, evitar cantados y curvas inversas, desarrollar los planos de los dispositivos que se necesitaran para el llenado de la cavidad (canales de alimentación, refrigeración, etc.); tomar en cuenta las recomendaciones dadas al principio de este capítulo para dimensionar dichos dispositivos.

2) Tener presente los "Excedentes de contracción" que sufriria el material de la pieza o producto a obtener dentro de la cavidad del molde que, para el presente caso (polietileno), el modelo tendría que ser de 1.5 a 3 veces mas grande.

3) Diseñar el molde y los dispositivos para su construcción (caja de moldeo, orificios de fijación para el tablero, etc.), así como prever la forma de extracción del modelo una vez endurecida la resina epoxica,

4) Determinar los materiales en los que se construiría tanto el modelo como el molde.

En nuestro caso particular:

El modelo se construyo de madera de Caoba.

Para la construcción del molde se uso resina epoxica con carga de aluminio de la marca comercial: Hysol TCS-4351 con ENDURECEDOR HG-3469.

Entre las características técnicas de esta resina se encuentran: Elevadas propiedades mecánicas,

Excelente resistencia química (ácidos, álcalis, solventes).

Resistencia a temperaturas elevadas
Maquinabilidad excelente.

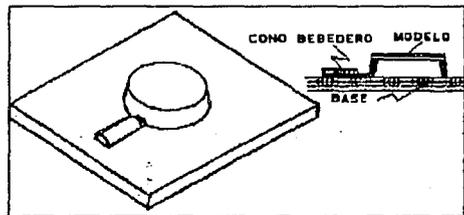
Bajísimo coeficiente de contracción,
Gran estabilidad dimensional.

NOTA: Recordar que también es posible usar la resina epóxica con carga de aluminio Araldit CW217 y Endurecedor XM1088, o cualquier otra cuyas especificaciones técnicas indiquen su aplicación en este tipo de moldes; dichas especificaciones son diferentes para cada sistema epoxico sin embargo el proceso tiende a ser el mismo.

5) Colocar encima del banco de trabajo una madera forrada con melamina (Formica) o cualquier material que presente una superficie plana, lo suficientemente grande para la colocación del modelo y de los diversos dispositivos tanto para el modelo como para el molde.

6) Se coloca el modelo previamente encerado sobre la tabla y se adhiere temporalmente con plastilina; tambien se aprovecha ésta para rectificar el sellado de la base del modelo a la tabla auxiliandose de una espátula pequeña.

7) Para formar el canal de alimentación, se usan estacas de madera compuestas en dos partes; se coloca la primer parte de éstos sobre la tabla, procurando que ajusten con el modelo previamente colocado; al igual que éste, también son pegados y sellados a la base o tabla.

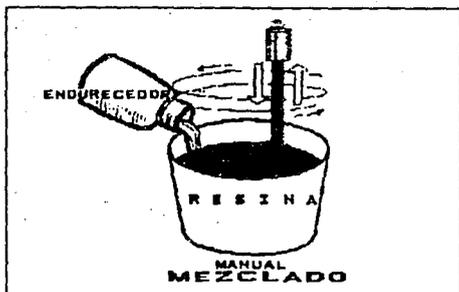


8) Aplicar desmoldante "HYSOL AC4-4368" a toda la superficie del modelo incluyendo los canales de alimentación, cono bebedero y rebosaderos; procurar hacer la aplicación a todas aquellas áreas en donde se requiera la no adhesión; posteriormente con aire a presión, volatilizar el exceso de desmoldante, esta operación se repite dos veces. (ver desmoldantes en éste trabajo).

9) Preparado lo anterior se procede a aplicar la CAPA DE SUPERFICIE, recordar que para evitar posibles problemas de cristalización, calentar tanto la resina como el endurecedor entre 35-40 °C, con lo que se reducirá la viscosidad haciéndose el material más líquido; batir y remover cada componente por separado para evitar problemas de sedimentación; en una bscula se pesan los dos componentes en la proporción indicada por el fabricante (100 a 6), calculando sólo la cantidad necesaria como si se fuera a aplicar una capa de pintura gruesa a toda la superficie del modelo más un 10 % para recuperar las posibles pérdidas por manejo de material; la mezcla se realiza en un recipiente de polietileno flexible (recordamos que para la preparación de la cantidad de material necesario, referirse a el capítulo "Reglas generales para la elaboración de modelos").

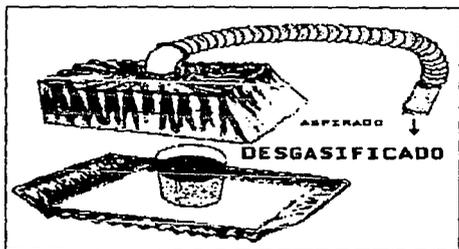
Mezclar adecuadamente ambos componentes, en nuestro caso se siguió el método manual que se resume de la siguiente manera:

"Auxiliándose de una espátula larga y no muy ancha o



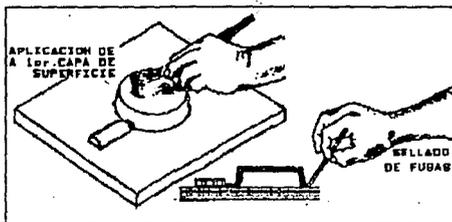
en su defecto usar una segueta con mango o agarradera; el mezclado debe realizarse primeramente con movimientos circulares tratando de raspar las paredes y el fondo del recipiente y después combinarlos con movimientos verticales (de arriba hacia abajo), para finalmente terminar con solo los movimientos verticales".

Desgasificar la mezcla, o sea, eliminar las burbujas generadas en el mezclado; para nuestro caso se improvisó una cámara de vacío colocando una mantequillera de plástico (especie de charola con una cubierta en forma de campana), adaptando una aspiradora en la parte superior; para asegurar un buen sellado y evitar las posibles fugas de vacío, se pegó una tira de hule suave en todo el perímetro de la campana; para mejorar el sellado se humedeció un poco la superficie del hule y se presionó contra la charola; se aplica succión durante unos 3 o 5 minutos.



Con una brocha cortada aproximadamente a la mitad —dejando 2 o 3 cm de largo—, se aplica una capa delgada de resina preparada, sobre toda la superficie del modelo tanto para la formación de la cavidad como para los canales de llenado (previamente tratados con desmoldante), presionando moderada y firmemente pero

cuidando de no desplazar la brocha sin material ya que, la fricción de la brocha sola puede limpiar el desmoldante aplicado y provocar problemas de adhesión; también la presión evita que se queden atrapadas pequeñas burbujas que al retirar el modelo pueden aflorar en la capa de superficie. (Las brochas y todo el material deben ser limpiados inmediatamente después de ser usados lavándolos con acetona o thinner).

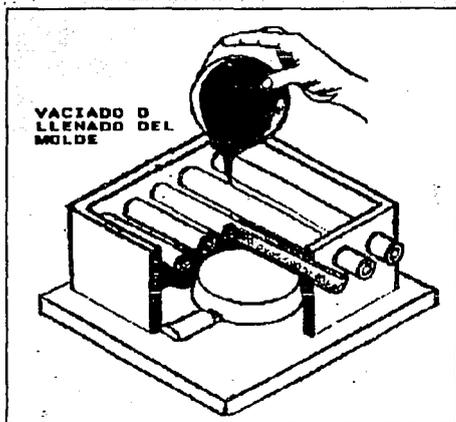


SELLAR FUGAS EN EL PERÍMETRO DE LA BASE DEL MODELO, APLICAR DESMOLDANTE Y DESPUÉS LA 1er., CAPA DE SUPERFICIE

10) De acuerdo a las características técnicas de la resina que se usó, se espera aproximadamente 20 a 30 minutos a que el material se encuentre en estado táctil, esto es: que al tocar con el dedo el material aplicado, quede marcada la huella digital sin que se adhiera a éste; mientras transcurre este tiempo se limpian tanto el lugar de trabajo como los utensilios y herramientas usadas con acetona.

11) Colocar las paredes del marco o caja de moldeo, recordamos que, para nuestro caso particular, se decidió por un bastidor metálico previamente soldado, dejando una distancia de 2 cm de las paredes al modelo y se fijan al tablero, ya sea por medio de tornillos de cabeza plana desde la parte inferior de la tabla o con algún pegamento provisional; todos estos dispositivos no deben llevar desmoldante ya que, la finalidad es que queden atrapados y formen parte del bloque de resina epóxica; las paredes de la caja deben exceder 2 o 3 cm aproximadamente la parte más alta del modelo, para permitir un espacio adecuado donde se puedan colocar los demás dispositivos del molde.

Dicho bastidor debe contener los orificios o taladros por donde atraviesaran los diferentes canales de temperizado; procurar que los lados que estarán en contacto con el tablero de trabajo se encuentren bien rectificadas; para mejorar la adherencia del bastidor con la resina procurar una superficie aspera en las caras interiores de éste.



VACIADO DE LA 1er. PARTE DEL MOLDE

Antes de realizar el colado todos los dispositivos que deberán quedar atrapados dentro del molde (canales de refrigeración y calefacción, guías y pernos de coincidencia, etc.), deben ser ensamblados y posicionados en el lugar definitivo, reiterando que no se impregnen de desmoldante ya que, se pretenden que se unan permanentemente a la resina.

NOTA: recordar que se debe sellar el marco o bastidor en las uniones tanto de las esquinas como de la base que se encuentra en contacto con el tablero usando plastilina o alguna cera, incluso puede realizarse con cinta adhesiva, ya que este sellado puede ser exterior o interior, con lo que se evitan escurrimientos o fugas de material.

12) Entre 10 o 15 minutos antes de que se encuentre táctil la capa de superficie, se recomienda preparar nuevamente la resina para la aplicación de la segunda capa de superficie, recordar que inmediatamente después de aplicada se realizará el vaciado; en nuestro caso particular, el molde tenía que cubrir una altura de 6 cm (3 de la altura del modelo y 3 más, hasta la orilla del bastidor); el molde tendría que realizarse en varios vaciados sucesivos.

13) Siguiendo las recomendaciones indicadas en el trabajo de las resinas epoxicas, solo se prepara la cantidad para llenar 2.5 cm para evitar calentamientos y reacciones violentas, quedando 3.5 cm del modelo descubierto que se llenará en vaciados posteriores.

14) De la misma forma como se aplicó la primer capa de superficie se procede a aplicar la segunda, esta vez, tanto al modelo como a todas las paredes y fondo de la caja; si se complica esta segunda aplicación debido al posicionamiento de los diversos dispositivos y si ha quedado bien aplicada la primer capa de superficie, se puede entonces proceder al vaciado subsiguiente.

15) Justamente después de haber aplicado la segunda capa de superficie, se vacía la mezcla preparada, procurando formar un pequeño hilo en la caída del material y se dirige a las partes más profundas de la caja de moldeo, tratar de que fluya libremente desplazando el aire a medida que se llena y se nivela.

16) Esperar a que el material endurezca completamente y pierda el posible calor generado, que para nuestra resina es de 3-4 hrs., tiempo en el cual se encuentra lo suficientemente dura como para seguir agregando capas.

17) Si transcurre mucho más tiempo del indicado en el inciso anterior o sea, entre la primer capa y la segunda o si se tienen dudas de que se pudiera haber contaminado la superficie con grasa, se recomienda limpiar antes de aplicar la siguiente colada, con acetona o thinner.

18) Si es posible lijar y generar una textura aspera en la superficie recién encurrida, se mejorará la adhesión entre capas, aunque no es necesario ya que, la adhesión entre capas es perfecta.

19) Preparar nuevamente la resina suficiente para llenar otros 2.5 cm del molde; vaciar siguiendo el procedimiento de los incisos 21, 22, 23 y 24.

20) Una vez que se han realizado los vaciados sucesivos y ha quedado formada la primer parte del molde que en este caso es la parte negativa, debe dejarse encurrida totalmente, permitiendo que repose 3-4 hrs., a temperatura ambiente.

21) Separar el tablero o base sobre el que se depositó y fijo temporalmente el modelo, teniendo cuidado de no mover la parte inferior de los canales y dispositivos de llenado, ya que como éstos elementos tienen desmoldante, se pueden desprender del bloque recién generado.

22) Proceder a girar el molde negativo 180° de tal manera que ahora el molde recién formado sustituirá el tablero de trabajo sobre el que se desarrolló la primer parte, la parte que estaba en contacto con el tablero ahora es la parte superior.

23) Formar las "llaves de coincidencia" para lo cual se

puede seguir: 1) desbastando con la punta de una broca o con una herramienta especialmente afilada para tal fin, estos hoyos son llenados al vaciar la segunda parte del molde y sirven para hacer coincidir, registrar o posicionar siempre el molde en el mismo lugar actuando como guías de ensamble. 2) Para realizar las guías de coincidencia de una manera mas precisa se pueden prefabricar unos bujes con pernos metálicos que, deben ser colocados antes de realizar los primeros vaciados.

24) Limpiar perfectamente la nueva superficie del molde recién formado, auxiliándose de un cepillo de dientes y quitando los residuos de plastilina o cera usados para sellar el modelo así como cualquier impureza que pudiera quedar registrada en la elaboración de la segunda parte del molde.

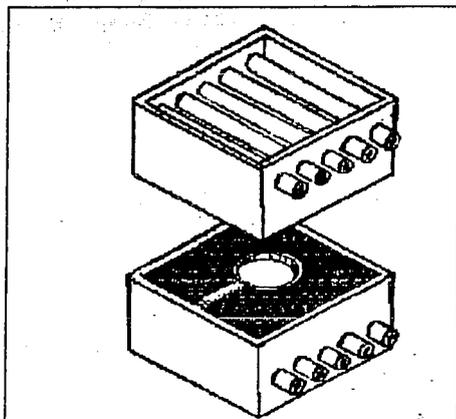
25) Colocar la segunda parte del modelo que, debido a la forma del nuestro, sólo corresponde colocar la segunda parte de los canales de llenado y rebosadero. Igualmente deberán sellarse las uniones de las piezas con cera, parafina o plastilina, ya que cualquier separación no deseada podría causar problemas.

26) Aplicar desmoldante en toda la superficie del modelo que formara la parte positiva del molde, también sobre la superficie de resina recién endurecida procurando que penetre en las guías o "llaves de coincidencia" ya que, la adherencia entre las resinas epóxicas es muy buena y si hubiera ausencia de desmoldante, se lograría el efecto de las coladas continuas formando un solo bloque. Recordamos que debe evitarse el contacto con el desmoldante en las paredes internas del bastidor y también los diversos dispositivos del molde que deberán quedar unidos o atrapados con la resina.

27) Aplicamos la primera capa de superficie de la segunda parte del molde, siguiendo las indicaciones dadas en los incisos 10, 11, 12, 13, 14 y 15.

28) Colocar el segundo bastidor o caja de moldeo para la realización de la segunda parte del molde, recordar que éste debe incluir las posiciones y barrenos junto con los dispositivos que deberán quedar atrapados al realizar el vaciado, para lo que deberán estar completamente limpios de desmoldante o alguna otra impureza. Tomar en cuenta las consideraciones dadas en la colocación del primer bastidor procurando sellar las esquinas, ranuras y uniones por donde pueda escaparse el material.

29) Se aplica la segunda capa de superficie y sin esperar a que se encuentre táctil, se aplica el primer colado de la segunda parte del molde; se recomienda seguir las indicaciones dadas en los incisos 21 al 28, realizando las



APLICAR LA SEGUNDA CAPA DE SUPERFICIE Y POSTERIORMENTE COLOCAR LA OTRA PARTE DEL BASTIDOR, PROCURANDO SELLAR POSIBLES FUGAS Y REALIZAR EL VACIADO.

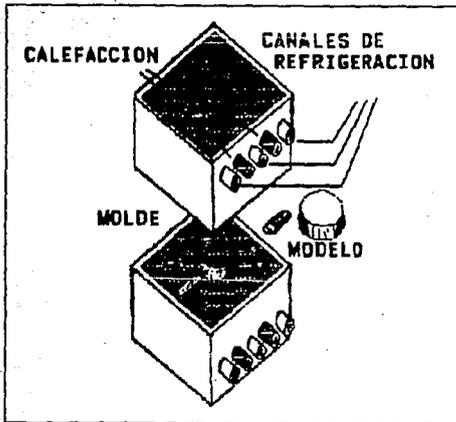
coladas continuas hasta alcanzar el espesor deseado.

30) Alcanzado el grosor requerido, esperar a que endurezca a temperatura ambiente de 3 a 4 horas.

31) Posteriormente se introduce dentro de un horno durante 2 horas a una temperatura de 60°C. con lo que se logrará alcanzar las propiedades físico-mecánicas necesarias para poder desmoldar.

32) Después de alcanzar sus propiedades mecánicas se procede a desmoldar (extraer el modelo del molde); debido a que los bastidores han quedado adheridos a la resina y son de metal, se puede hacer paianca de ellos, con lo que se logra abrir las dos mitades del molde apenas endurecido. Se extrae el modelo y todos aquellos dispositivos a los que se le agregó desmoldante procurando no dañar el molde; limpiar perfectamente las superficies que se encuentran en el plano de partición ya que el molde deberá volver a cerrarse para devolverse al horno.

33) Al regresar el molde al horno, nunca deben colocarse las partes por separado, procurando se encuentren ensambladas (o sea cerrado), haciéndolo coincidir por medio de sus guías, asimismo procurar que asiente sobre una superficie uniforme ya que puede llegar a doblarse y



EXTRACCION DEL MODELO

modificar la cavidad lograda; cerrar el horno previamente calentado a 60 °C y subir la temperatura hasta 100-110 °C, una vez alcanzada deberá mantenerse en ésta durante dos horas.

34) Sin abrir el horno, debe nuevamente de aumentarse la temperatura para alcanzar 150-160 °C, y una vez alcanzado debe mantenerse, durante dos horas más. Con éste tiempo y a ésta temperatura se genera la resistencia térmica del molde. Se aconseja apagar el horno y dejar el molde dentro para que se enfrie, evitando así choques térmicos violentos.

35) Normalmente a la temperatura que se ha sometido el molde, la cera y plastilina usada se ha derretido; una vez enfriado el molde se procede a detallar, quitando o desbastando algunas imperfecciones con las mismas herramientas con las que se trabajan los metales; por último se lija y se pule teniendo cuidado de no tocar o desbastar la cavidad sobre todo en las aristas que forman la orilla de la cavidad y el plano de partición.

36) Si no se han prefabricado los dispositivos de extracción, ya formada y enfriada la cavidad y el molde, se procede a perforar los canales por donde penetrarán los pernos botadores, éstos deberán dejar libre la cavidad mientras se llena con el plástico y ya enfriada la pieza, deberán botarla o extraerla del molde.

37) Normalmente el aire tiende a escapar por dichos

pernos, sin embargo si no alcanza a salir el aire atrapado, es conveniente maquinarse los canales de venteo de acuerdo a las especificaciones dadas al inicio de ésta exposición.

38) Con lo que respecta a los canales de calefacción, se puede: 1) depositar dentro unas resistencias tubulares como las usadas en las cafeteras y sartenes eléctricos, dichas resistencias pueden ser controladas por medio de un pirómetro o algún termostato como el usado en las planchas domésticas para ropa o, 2) adaptar unas mangueras por donde se abastezca agua, aceite o vapor caliente, para poder regular dicha temperatura.



DISPOSICION DEL MOLDE TERMINADO

39) A los canales de refrigeración se le ajustan unas mangueras por las que se hace circular agua a cierta temperatura, regulando el enfriamiento según la cantidad de agua que circule, abriendo o cerrando la llave de paso.

El siguiente paso es probarlo y corregir las posibles fallas que pudiera tener para realizar las primeras pruebas de producción:

40) REPARACION DE UN MOLDE DAÑADO O ROTO:

Para reparar un molde dañado antes del curado, repararse preparando nuevamente más de la misma resina, procediendo como si se tratasen de coladas continuas, expuestas en los incisos 20 y siguientes. Si el daño sucedió después de haber curado el molde, es conveniente limpiar perfectamente la parte por reparar con thinner o acetona, reconstruir la parte dañada y volver a curarse siguiendo el proceso de curado anteriormente expuesto.

II-B.13: MOLDES DE RESINAS POLIESTER

Anteriormente se expuso la realizacion de modelos en resinas poliester, en dicho tema se expusieron algunos conceptos y principios acerca del trabajo con estos materiales; es deseable que el presente tema se complemente con aquel para solucionar algunas dudas que pudiesen quedar en esta exposicion.

Las resinas poliester poseen propiedades más limitadas comparadas con los materiales epoxicos; también se suministran al mercado como materiales prepolidimerizados que al combinarlos con cierta sustancia (catalizador), endurecen por completo, con la ventaja de poder acortar el tiempo de endurecimiento, incorporando un "acelerador".

Las resinas poliéster, son muy usadas debido a su óptima estabilidad dimensional, resistencia al envejecimiento, buena resistencia a los agentes atmosféricos, baja absorcion de humedad y en general muy buenas propiedades mecánicas; sumado a lo anterior, se incorporan las propiedades de la carga reforzante, lo que les permite aumentar su aplicacion.

Estos moldes podemos dividirlos en tres tipos:

- a) Sin incorporacion de algun tipo de cargas.
- b) Con la incorporacion de cargas en polvo.
- c) Reforzados con fibras.

Con respecto a los moldes del segundo tipo (b), se pueden utilizar diferentes tipos de cargas tales como: aserrin, carbonato de calcio, talco industrial, arcilla, caolin, microesferas de fibra de vidrio, mica, silice, cuarzo o simplemente harina casera ya sea a base de maiz o de arroz; la incorporacion de cargas debe responder principalmente a los requerimientos y duracion del molde.

El proceso para la fabricacion de los moldes del primer y segundo tipo así como el material y lugares donde se distribuye, se ha expuesto en el tema II-B.10 de este mismo trabajo.

En el presente tema sólo se expondra el proceso para la fabricacion de moldes reforzados y que son ampliamente usados en la construccion de prototipos y en producciones pequeñas de piezas a base de fibra de vidrio tales como: cascos de motociclistas, lanchas, botes, contenedores, charolas, sillas, y muchos otros objetos de uso cotidiano; también se usan en la produccion de objetos de espumas de

poliuretano flexibles como por ejemplo pelotas, muñecos, cojines, etc.

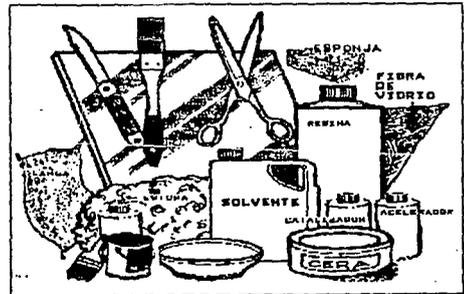
A continuacion daremos la secuencia del proceso para la fabricacion de un molde de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, tomando como guia el folleto #1 de "Vidro fibras S.A."

Materiales:

- =Plastiesmalte o "gel coat"
- =Resina poliéster de uso general
- =Acelerador
- =Catalizador
- =Colchoneta de fibra de vidrio
- =Cera desmoldante
- =Película separadora (alcohol de polivinilo)
- =Thiner o acetona para limpiar los instrumentos.
- =Estopa y esponja muy suave

Como instrumentos o utensilios de trabajo se requiere:

- =Una mesa rígida cuya superficie de trabajo se encuentre forrada con polietileno y de preferencia debe estar nivelada,
- =Envases flexibles de polietileno donde se realice la mezcla y se depositen los instrumentos de mezcla.
- =Tijeras
- =Una navaja muy bien afilada (cutter).
- =Se usaran espátulas delgadas y largas, abatelenguas de madera o desarmadores anchos con los que pueda auxiliarse para realizar la mezcla,
- =Brochas



PROCESO:

Antes de comenzar a trabajar, se recomienda encerarse las manos con la misma cera que se uso en el modelo o en su caso con un desmoldante o una solución de silicon para evitar tanto el maltratar las manos así como que se adhiera resina o fibra de vidrio.

PASOS:

1) Diseño de la pieza o modelo y del molde a realizar en fibra de vidrio, procurar que el modelo tenga las esquinas redondeadas y sea ligeramente cóncavo; procurar evitar los "candados" o sea curvaturas inversas que impidan desmoldar dicho modelo.

Considerar las reglas expuestas en el tema referente al proceso general para la elaboración de modelos expuesta en este mismo trabajo; resumiendo solamente citaremos:

La superficie del modelo debe ser tersa, lijandola después de cubrir grietas y porosidades con algún sellador,

El modelo debera encerarse por lo menos con cuatro aplicaciones, dejando así una superficie brillante.

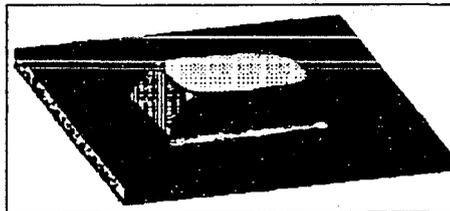
Antes de utilizar el modelo oobera aplicase algún tipo de desmoldante, siendo muy usado para este tipo de moldes el alcohol de polivinilo, siguiendo las recomendaciones expuestas en el tema "Desmoldantes" de este mismo trabajo.

Si se desea dar un acabado con textura, debe aplicarse una capa de sellador o laca automotiva para tapar las porosidades y dar el acabado brillante, antes de aplicar el desmoldante, recomendandose el alcohol de polivinilo o solución de silicon.

En el diseño del molde pueden verse superficies de apoyo o agarraeras adheridas con la misma fibra de vidrio para manipulario y como apoyo para desmoldar.

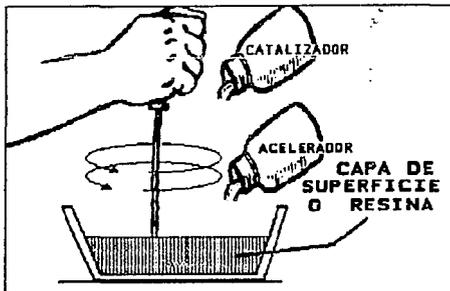
2) Coloque el modelo sobre la mesa previamente preparada procurando que la superficie de trabajo se encuentre debidamente protegida de escurrimientos y residuos de material.

3) APLICACION DE LA CAPA DE SUPERFICIE: En un recipiente de polietileno flexible agregue la cantidad suficiente de plastiesmalte (Gel Coat) para cubrir (como si fuese a pintarse con brocha), toda la superficie del modelo con una capa lo suficientemente gruesa.



COLOCAR MODELO SOBRE BASE PREVIAMENTE PROTEGIDA

Agregar 2 parte de acelerador (cobalto) por cada 100 partes de plastiesmalte; agitar muy bien con el palito o abatelenguas hasta mezclar homogéneamente los elementos; algunas resinas comerciales ya se encuentran previamente aceleradas en cuyo caso, no requieren la incorporación de éste elemento.



PREPARACION DE LA MEZCLA

Realizada la mezcla anterior se encuentra acelerada y puede mantenerse y almacenarse en esta etapa durante un tiempo prolongado (Sin incorporar el catalizador).

A la mezcla acelerada agregue 1 parte de catalizador por cada 100 de plastiesmalte y mezclelo nuevamente con el abatelenguas. A partir de este momento se disponen de 15 a 30 minutos (tiempo en el que gelara), para aplicar el plastiesmalte con una brocha limpia, como si estuviese pintando la superficie del modelo.

4) Ya aplicada la primer capa de plastiesmalte y sin que se haya puesto en estado gelatinoso, se puede dar una segunda aplicacion encima de la primera; si ya se ha puesto gelatinosa (comenzado a gelar), espere a que endurezca un poco y posteriormente aplique una segunda



mano, preparando nuevamente la mezcla como fue expuesto anteriormente.



NOTA IMPORTANTE: Deberá limpiarse la brocha con thinner inmediatamente después de haber aplicado la capa de superficie ya que si se dejara endurecer la brocha con resina, se perdería ésta y tendrá que usarse una nueva. También es igualmente importante mantener separados tanto el catalizador como el acelerador ya que si se mezclan pueden provocar una reacción muy violenta e incluso incendiarse.



LAVADO DE BRÓCHAS E INSTRUMENTOS DE TRABAJO

5) Una vez aplicadas ambas manos de plastiesmalte deberá esperarse a que endurezcan para poder seguir trabajando, el endurecido normal ocurre aproximadamente entre 20 y 30 minutos, si éste es demasiado lento entonces deberán aumentarse ligeramente las cantidades tanto de acelerador como de catalizador en forma proporcional; si en cambio el

endurecimiento es muy rápido, deberá disminuir dichos elementos en cantidades proporcionales. El endurecimiento lento retarda el proceso y el rápido puede provocar contracciones y cuarteaduras.

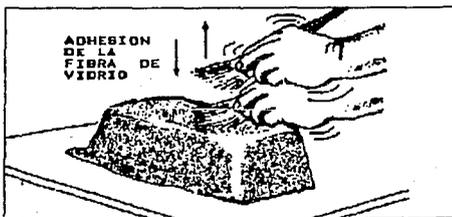
Mientras endurece el plastiesmalte, se recuerda limpiar los utensilios con thinner, así como desarrollar la pieza y cortarla en fibra de vidrio, o sea cortando pequeños pedazos que correspondan a las caras del modelo e inclusive abarcando con un solo pedazo varias caras.

6) **DESARROLLO DEL REFUERZO Y GROSOR DEL MOLDE:** Aplicada la capa de superficie se le da el grosor deseado al molde mediante la aplicación de resina poliéster de uso general y la fibra de vidrio: en un envase de polietileno flexible debe prepararse la cantidad de resina a usar, (dependiendo de las dimensiones de la pieza), siguiendo las mismas proporciones indicadas para el plastiesmalte: (2 a 1 parte de acelerador y 1 a 2 partes de catalizador respectivamente, por cada 100 partes de resina).

7) Primeramente se agrega el acelerador y se mezcla la resina con un abatelenguas, posteriormente se agrega el catalizador y nuevamente se mezcla, procurando que quede homogénea; tomar en cuenta que a partir del momento en que hace contacto el catalizador con la resina se dispone de 15 minutos para aplicar la resina y adherir la colchoneta de fibra de vidrio.

8) **Aplicación:** Primeramente con una brocha se aplica una mano de resina preparada, pintando encima del plastiesmalte endurecido y en toda la superficie del modelo; enseguida coloque los pedazos de colchoneta de fibra de vidrio previamente cortados sobre la capa recién aplicada de resina, como la resina tiende a ser viscosa y pegajosa, se adhiere la fibra procurando que no sobresaligan más de 2.5 cm del modelo,

Con un movimiento de "picado" con las cerdas de la brocha, más que de pintado, se satura la fibra de vidrio con resina, repitiendo esta operación al agregar más capas hasta lograr el espesor deseado.



La resina se puede seguir aplicando a la fibra mientras se encuentra en estado líquido y escurre, cuando comienza a gelar (notará que deja de escurrir y se comienza a calentar), deberá suspender la aplicación de resina y el picado y, limpie inmediatamente la brocha con thinner, así como los instrumentos con los que se esté auxiliando para realizar ésta operación.



ASFECTO DE LA CONSISTENCIA PARA APLICACION DE RESINA

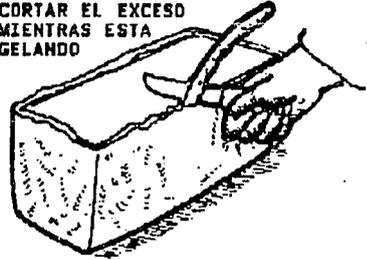
Los moldes deben ser más gruesos que las piezas de fibra de vidrio que pudiesen fabricarse usandolo, normalmente tienen un grosor no menor a 5 milímetros; dependiendo del grosor de la colchoneta utilizada, se logra un grosor de 1 mm por capa aplicada.

Se recomienda no aplicar más de tres capas cada vez, ya que al empezar el gelado, la resina se calienta y al aplicar más de tres capas, el calentamiento podría aumentar hasta llegar a ser excesivo y peligroso. Para forrar la superficie del modelo con la fibra, es necesario realizar empalmes entre capas de colchoneta, para esto, deberán trasladarse las orillas con un mínimo de 2 ó 3 cm, procurando que no coincidan uno sobre otro; en capas sucesivas es deseable que se hagan coincidir en una zona diferente cada vez.

Si se requiere aplicar más de tres capas, aplique primeramente tres, una sobre otra y deje gelar o endurecer esperando hasta que se haya enfriado, entonces nuevamente podrán aplicarse otras tres capas y así sucesivamente. No deberán dejarse burbujas de aire atrapadas entre las capas de fibra de vidrio, estas se notan claramente al presentarse zonas blanquecinas; deberán extraerse presionando con un rodillo o con la brocha desde el centro hacia las orillas, procurando no arrastrar la colchoneta; asimismo debe procurarse no dejar fibra sin impregnar de resina.

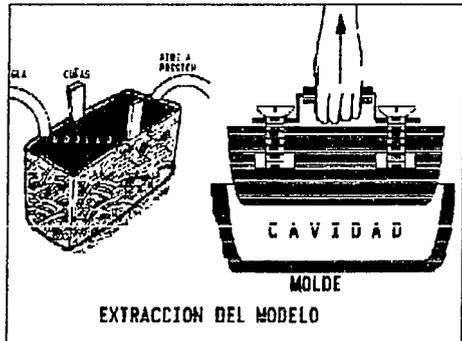
9) Cuando la resina y fibra impregnada se encuentra gelando (en una etapa gelatinosa), deberá cortarse el exceso (las salientes del modelo), usando una navaja bien afilada, notará que la navaja se desliza suavemente cortando las rebabas y excedentes sin dificultad, a medida que la resina endurece, el corte se hace cada vez más difícil, hasta que ha endurecido por completo, entonces se tendrá que recurrir al corte o desbastado mecánico.

CORTAR EL EXCESO MIENTRAS ESTA GELANDO



Ya que se ha terminado de formar el molde y se han cortado los excedentes, se deberá dejar reposar dicho molde sin extraer el modelo, hasta que se enfrie por completo; esperar varias horas (de 4 a 6) o preferiblemente toda una noche para preceder a desmoldar.

10) Para extraer el modelo, debido a que el material usado es muy resistente y permite cierta flexión, puede auxiliarse de cuñas de madera, polietileno o teflon; si es necesario, puede aplicarse agua o aire a presión, con la finalidad de que se separe el modelo del molde y pueda facilitarse la extracción.



11) Ya extraído el modelo, deberá lijarse el borde del molde, para eliminar los filos cortantes que pudieron haberse generado y posteriormente deberá lavarse con agua para eliminar la película separadora. ¡ LISTO !

12) Si el molde se llega a romper puede repararse usando la misma resina con la fibra de vidrio, lijando y puliendo la capa de superficie.

11-B.14: MOLDES EN RESINAS DE POLIURETANO

En el tema 11-B.11 se expuso la fabricación de modelos en resinas de poliuretano donde básicamente se habló de las espumas rígidas; hace algunos años se comenzaron a aplicar los "ELASTOMEROS" a base de resinas de poliuretano termofijas, como sustituto del silicon, destinados a la construcción de moldes flexibles, aunque comparado con éste, presenta entre otras limitantes, el uso de desmoldantes.

Estos moldes se han aplicado exitosamente debido a su rapidez de elaboración, bajo costo que han alcanzado, gran resistencia química, muy buena resistencia al desgaste y al desgarramiento, gran estabilidad, tanto dimensional como al envejecimiento, etc., sin embargo, conviene aclarar que su desarrollo apenas comienza.

Los moldes de poliuretano encuentran aplicación en la reproducción de piezas fabricadas en encapsulados y laminados de resinas poliéster y epoxicas, en piezas y esculturas de yeso, en objetos "imitación madera" realizados en espumas de poliuretano rígidas (donde los moldes se encuentran reforzados en un bastidor metálico o de madera que absorbe los esfuerzos y tensiones), y en fin, cada vez se encuentran con más frecuencia en los diferentes procesos de fabricación de la pequeña y mediana industria.

IMP-ORITANTE: Es conveniente aclarar que los poliuretanos generalmente contienen Toluiden diisocianato (TDI) que produce vapores irritantes. Los vapores de TDI siendo más densos que el aire tienden a asentarse, por lo que se hace necesario, proveer el área de trabajo de una ventilación adecuada para evitar la inhalación de vapores; evite el contacto con los ojos y la piel, en caso de que esto suceda lavarse muy bien con agua y jabón.

A manera de referencia se citan algunos nombres comerciales de poliuretano con aplicación en moldes flexibles, así como sus distribuidores o fabricantes y algunos datos particulares de cada sistema; aclaramos que deberá obtenerse la información técnica indispensable y particular al momento de adquirir el sistema de poliuretano seleccionado, ya que, el proceso que se expone y ejemplifica, deberá servir como base y referencia para tener una idea general de la forma como se desarrollan éstos moldes y no debe tomarse como una regla general.

MATERIALES USADOS:

1): RU-2013 / H-C110

Fabricado por "HYSOL INDAEL DE MEXICO, S.A."
Calz. Atzacapotzalco-La Villa 774
México 16, D.F.

Tels: 587-08-00 587-07-44

DATOS PARTICULARES DEL SISTEMA:

	RU-2013	H-C110	H-C111
Color:	Ambar	Verde	Ambar
Peso específico a 25°C	0.9-1.1	0.95-1.05	0.9-1.0
Viscosidad C.F.S. 25°C	15000-25000	80-150	50-80
Vida en almacén (años):	1	1	1

Dureza Shore "A": 45-50, 60-65 y 70-75 agregando 50, 25 y 0 partes en peso respectivamente, por cada 100 de resina más 50 de endurecedor ejemplo:

Se requiere obtener una dureza de 60-65 Shore A:

Para preparar 175 gramos elastomero:

= 100 grs. RU-2013 + 50 grs. H-C110 + 25 grs. H-C111

Relación de mezcla: 50 partes en peso de

Endurecedor H-C110, por cada 100 partes de Resina RU-2013 + el porcentaje del aditivo H-C111 de acuerdo a la dureza por obtener.

CURADO: dos formas:

- 1) A temperatura ambiente (25°C)
 - = Gelado de 1 a 3 Hrs.
 - = Desmoldar a las 24 Hrs.
 - = Se alcanzan óptimas propiedades de 5 a 7 días.
- 2) Con aplicación de calor:
 - = Curado parcial a temperatura ambiente (25°C) durante 12-16 hrs.
 - = Después hornear a 100°C, 4 Hrs.

Nota: Cuando se adiciona 50 partes de aditivo H-C111, es indispensable efectuar el curado con calor.

Desmoldante recomendado: AC4-4365 vendido por Hysol también

II) UREOL 6414 "A" / UREOL 6414 "B"

Fabricado por CIBA GEIGY
Calz. de Tlalban 1779, 04220 Mexico D.F.
Tels: 544-11-15 544-11-35

Relación de mezcla: 64 partes de "B" por cada 100 de "A"
Viscosidad 25°C : A=2000 B=3000 (mPa s)

Pot Lite para 1 kg: 15-20 minutos
Tiempo mínimo de curado: 2-48 horas
Curado: 7 días a temperatura Amb.= 100% de sus prop.
o 14 Hrs a 40 °C alcanza 100% de sus propiedades.

Densidad: 1.1
Dureza Shore "D" 50-55
Temperatura de deflexión: 100-120 °C
Contracción lineal: 0.5-0.8 %

- 111) "ELASTOFFEL E-55"
"ELASTOFFEL E-40"

Fabricados por: Productos EIFFEL S.A.

En Guadalajara:

Refinería 151b, Tlaquepaque Jalisco

Tels. 39-23-01 35-53-86

En Mexico D.F.

Cordoba 13 Despacho 602 Col. Roma.

Tels. 5-84-16-11

Datos particulares del sistema:

Relacion de mezcla: Componente "B" 14 partes por cada 100 partes del componente "A"

Dureza: Shore "A": 55 ±5

Desmoldante recomendado: DESMOFFEL 74 NF

DESMOFFEL D-74, D-76, D-60, etc.

Cura a temp. Amb.

PROCESO

A manera de guía se exponen los pasos para la construcción de un molde flexible en resina de poliuretano, para la reproducción de una pieza sencilla; aclaramos que se pueden realizar moldes de dos o más piezas, siguiendo las indicaciones dadas en los temas anteriores.

Para la presente exposición se usó la resina RU-2013 con el endurecedor H-C110 y el aditivo H-C111, de la cual se tomaron los datos técnicos que se exponen, guiándose en el boletín informativo No. T4-711 de la información técnica de Hysol Incaei de México S.A.

PASOS:

1) Diseñar el Modelo, los moldes flexibles de poliuretano ofrecen la gran ventaja de poder salvar pequeños canchales o curvas inversas, incluso pueden reproducirse pequeñas piezas sin ángulos de salida.

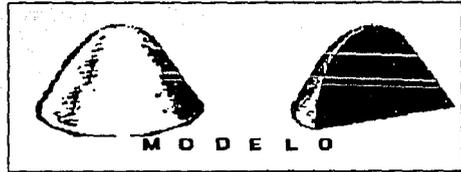
También es posible reproducir texturas, para lo cual es necesaria la aplicación de algún sellador o laca automotiva para tapar los posibles poros por donde se pueda introducir la resina provocando dificultades al desmoldar y daños a la superficie de la cavidad del molde.

El material usado para la construcción de modelos, depende de la forma como se prevea curar el molde, si se realiza a temperatura ambiente puede ser cualquier material que resista un precalentamiento de 25 a 35 °C; si el curado piensa realizarse con aplicación de calor es deseable que el material del modelo resista hasta 100 °C, por ejemplo: maderas secas, yeso, vidrio, etc.

2) En base a lo anterior, determinar el número de partes del molde para poder reproducir la pieza, así como la ubicación de las líneas de partición.

3) Una vez realizado lo anterior, si se trata de un molde de varias piezas, determinar los "diques" en las líneas de partición (plantillas o paredes de separación); para nuestro ejemplo realizaremos un molde de una cavidad producida en un solo vaciado, por esto no se requerirá

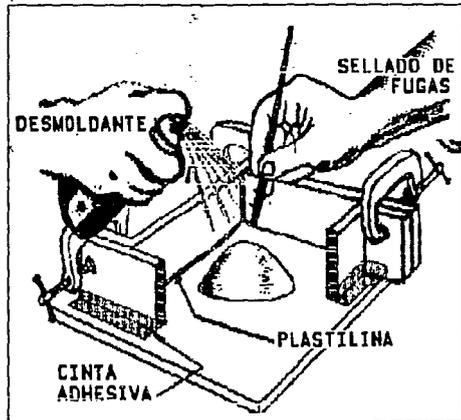
4) Se coloca el modelo previamente calentado entre 25 y 40 °C, (con el objeto de evitar un acabado libre de



burbujas de aire), fijándolo con algún pegamento provisional, sobre una superficie pareja y uniforme (puede ser un acrílico, madera o algún vidrio) procurando que se encuentre debidamente firme y nivelada.

5) Se aplica una capa de desmoldante en toda la superficie del modelo, ésta se puede realizar con brocha o por aspersión.

6) Se coloca la caja o bastidor previendo cierta distancia entre el modelo y las paredes de ésta; procurar sellar debidamente todas aquellas fugas con cera o plastilina.



7) Se aplica una segunda mano de desmoldante, procurando se realice esta vez en todas las superficies interiores de la caja o bastidor.

8) Pesar la cantidad necesaria de Endurecedor H-C110 en un recipiente limpio.

9) Si se requiere aditivo H-C111, determinar la cantidad de acuerdo a la dureza deseada y mezclar Aditivo + Endurecedor en el mismo recipiente auxiliándose de un abatelenguas de madera.

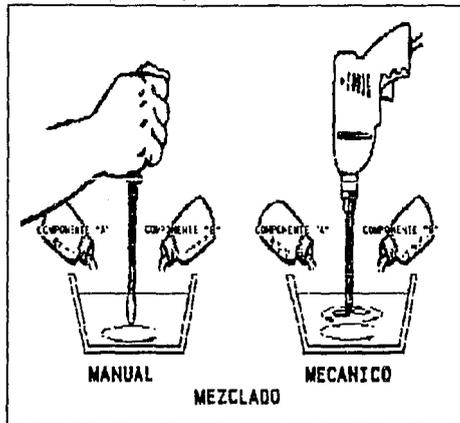
Para preparar la cantidad necesaria de material, se determina la dureza por obtener y en base a ella se calculan las proporciones de los elementos, ejemplo:

Se requiere lograr una dureza de 45-50 Shore "A", por lo que se prepara la cantidad necesaria para llenar la cavidad de la caja, en base a la siguiente proporción dada en los datos técnicos particulares de este sistema: Por cada 100 partes de resina RU-2013, agregar: 50 partes de endurecedor H-C110 y 50 partes de Aditivo H-C111

10) Agregue la cantidad requerida de "Resina" RU-2013, que debe ser un líquido de color claro; generalmente éste componente tiende a solidificarse o a cristalizarse, si esto ocurre, es recomendable calentar el recipiente de la resina entre 45-50 °C hasta que se torne clara, (agitarse lentamente para evitar un sobrecalentamiento); deberá enfriarse a 25°C antes de usarse.

Si se requiere almacenar la resina puede realizarse a este nivel, por varias semanas, en recipientes perfectamente cerrados y a temperatura ambiente (25-30 °C). Un almacenaje a temperaturas mayores o varios calentamientos, pueden dificultar el uso posterior de la resina, debido al aumento de viscosidad. En caso de la formación de nata o partículas gelatinosas, desalojarlas antes de su empleo. Un almacenaje prolongado de recipientes parcialmente llenos puede causar aumentos en viscosidad y curados parciales, debido a la humedad contenida en el espacio vacío; por lo que se recomienda reempacar en envases más pequeños o bien pasar una corriente de gas nitrógeno seco para desalojar el aire antes de cerrar el recipiente.

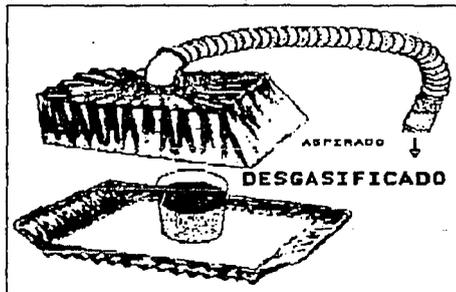
11) Mezclar la proporción adecuada de resina con el endurecedor y con el aditivo (en caso de que lo requiera), lenta y cuidadosamente auxiliándose de un abateleguas, evitando atrapar burbujas de aire.



A partir de este momento se disponen de un tiempo de trabajo (pot life) de 30 a 60 minutos, con una viscosidad

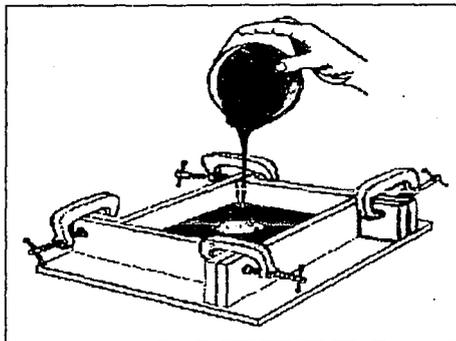
de 2000 a 5000 cps. a 25 °C.

Si durante el mezclado se atrapo aire en exceso, es recomendable extraerlo de cualquiera de éstas dos formas: a) agregando sobre la superficie de la mezcla una capa delgada de agente desmoldante AC4-4368 y dejar reposar por unos minutos o, b) aplique succión con una bomba de vacío o en su defecto con una aspiradora durante 5 min., procurando sellar bien el recipiente.



EXTRACCION DE AIRE ATRAPADO EN EL MEZCLADO

12) Vaciar lentamente la mezcla, sobre el modelo previamente preparado, procurando formar un pequeño hilo de material y dirigirlo a las partes más profundas de la caja para que al ir llenando la cavidad, el aire pueda ser desplazado hasta tapan el modelo con cierto excedente que será el fondo de nuestro molde.



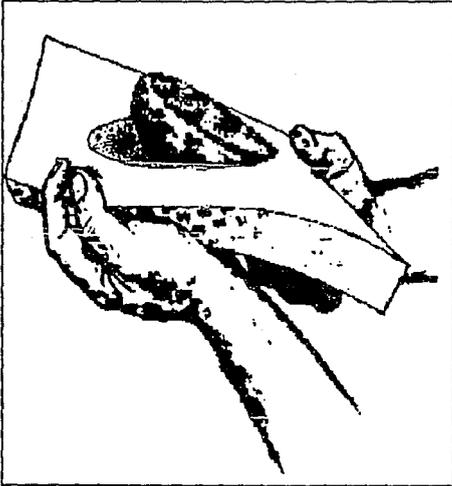
VACIADO DE LA PREPARACION

13) El curado de la resina se realiza de cualquiera de las dos formas siguientes:

a) Dejar gelar a temperatura ambiente (25 °C) entre 1 a 3 horas; posteriormente dejar reposar 24 hrs., tiempo en el cual se puede extraer el modelo del molde y puede ser

usado desde este momento, sin embargo sus propiedades óptimas se obtienen curando a temperatura ambiente hasta los 5 o 7 días.

b) Dejar reposar la resina de 12 a 16 hrs., a temperatura ambiente (puede extraerse el modelo, sin embargo si el material del modelo resiste la temperatura, se recomienda no hacerlo); después, hornear a 100 °C durante 4 Hrs. tiempo en el que habrá logrado sus propiedades óptimas. En esta forma de curado, se puede hornear inmediatamente después de realizar el vaciado para obtener el curado solamente en 4 Hrs., pero se corre el riesgo de provocar contracciones.



EXTRACCIÓN DEL MODELO

REPARACIÓN DEL MOLDE:

Con el uso pueden llegar a dañarse las paredes interiores del molde, sobre todo si se están reproduciendo texturas, también por el manipuleo al moldear y desmoldear pueden llegarse a rasgar; sin embargo, los moldes de poliuretano dañados pueden ser reparados, reconstruyendo nuevamente tanto paredes internas como rasgaduras usando nuevamente el mismo material y el proceso de curado.

Para reparar las paredes internas del molde, es recomendable desbastarlas aun más y, posteriormente hacer una perforación en la parte trasera del molde por donde se introducirá el poliuretano que reconstruirá la pieza.

Se limpian las caras por adherir para evitar polvo y grasa.

El modelo se fija sobre una superficie bastante lisa y se le aplica separador.

Después se coloca el molde sobre el modelo como si se estuviese tapando o escondiendo y se sellan todas las ranuras por donde podría escapar el material al ser vaciado, procurar que la perforación por la que se llenará quede en la parte superior.

Preparar nuevamente la resina en la misma proporción que fue mezclada y vaciar formando un pequeño hilo de material, dentro de la cavidad del molde a través de la perforación realizada, una vez llena nuevamente la cavidad se cura de la misma forma como se expuso anteriormente.

El molde se encuentra reparado.

II-B.15: MOLDES FLEXIBLES EN SILICON

NOTA: Para la presente exposicion, se tomo como base el manual: "Moldes de Silicon" del Ing. J.A.G. Rosillo/H. Trejo" (Bd. # 43)

Al igual que las resinas de poliuretano, las resinas de silicon se usan para construir moldes flexibles; el hule o caucho de silicon, consiste en un liquido viscoso (parecido a la consistencia de la miel de abeja), con un color que puede ir del gris al blanco o del amarillo al rojo, dependiendo del tipo y fabricante.

A la resina se le agrega un catalizador que provoca un entrecruzamiento molecular (vulcanizado) a temperatura ambiente, además algunos tipos de silicon pueden disminuir su viscosidad mediante la incorporacion de un diluyente, para lo cual es necesario consultar la informacion tecnica del fabricante o distribuidor.

Dentro de las categorias de los moldes flexibles, el Silicon ha ganado un lugar preferente porque:

* Es tan exacto, tan fiel en sus reproducciones (es posible reproducir en el, los relieves imperceptibles de un billete).

* No daña las piezas o modelos originales que reproduce.

* Posee la propiedad de no pegarse a ningun material (solo es posible pegar silicon, con mas silicon), por lo mismo no requiere de ningun agente desmoldante (como la cera o el alcohol de polivinilo, etc.).

* El curado o vulcanizado se realiza a temperatura ambiente con equipo muy sencillo y barato.

* Es muy resistente al desgarre.

* Posee muy buena resistencia quimica (por lo mismo no son atacadas por las resinas, solventes o productos usados para hacer el vaciado de las piezas). Pueden usarse tanto resinas termofijas (poliester, epoxicas, poliuretano, etc.), como termolasticas (polietileno, polipropileno, etc.), y otros productos colables como la cera, el yeso, etc..

* Incluso es posible colar aleaciones metalicas de bajo punto de fusion, que no sobrepasen los 300 °C (por ejemplo el estaño).

Su importancia se ha acrecentado a traves de los años ya que, ha sido muy usada por los historiadores para la reproduccion de joyas arqueologicas y en la actualidad es una herramienta valiosa para la pequena y mediana industria.

Entre las ventajas que poseen los moldes flexibles, comparados con los rigidos, se encuentra su elasticidad que permiten desmoldar piezas sin angulos de salida. Incluso pueden saivarse pequeños "canales" (curvas inversas o angulos opuestos); es por eso que en la generalidad de los casos se construyen moldes de una sola pieza, sin embargo si la complejidad del modelo requiere de un molde compuesto (constituido de dos o mas secciones), pueden fabricarse pequeñas partes independientes realizadas con el mismo material o incluso, combinar partes rigidas (a base de epoxicas, poliester, etc.), con flexibles.

CONSIDERACIONES PARA LOS MODELOS:

Los modelos pueden construirse en cualquier material que mantenga una consistencia lo suficientemente rigida para conservar la forma original, sin tener propiedades especiales, ya que como se menciono anteriormente, el curado no requiere de temperatura ni de altas presiones, es por eso que pueden usarse: cera, yeso, plastilina, madera, metal, ceramica, vidrio, parafina, papel, etc., cuyo unico requisito es mantener su forma mientras la resina pasa del estado liquido al solido.

«En algunos materiales (madera, yeso, madera, etc.), que no tienen superficie lisa, sino porosa o rugosa, puede haber una penetracion capilar que produzca una adherencia mecanica en su superficie, para lo cual es conveniente aplicar una solucion concentrada de jabon de pastilla, como el jabon de coco, este ha dado mejores resultados aun, que otros desmoldantes. Se recomienda no usar como jaca como separador».

MATERIA PRIMA:

Entre los fabricantes de silicon para desarrollar moldes flexibles podemos citar a:

DowCorning de Mexico S.A. de C.V.
Campos Eliseos # 345-59 disco
Col. Polanco, Mex. D.F.
Tels. 202-24-30 y 202-04-65.

Wacker Mexicana S.A. de C.V.
Av. Periferico Sur # 3343-PH
C.P. 10200 Mex. D.F.
Tels: 595-00-61 y 595-75-77

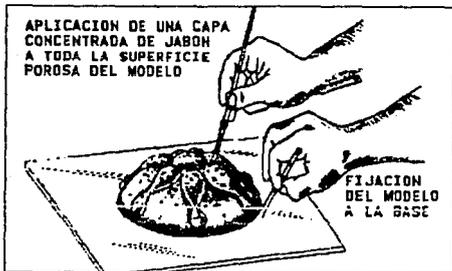
11-B.15.1: PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE UN MOLDE EN SILICON

A continuación se expone la construcción de un molde del tipo bloque, mediante "colado o vaciado", debido a que este es el proceso más común y fácil para desarrollar este tipo de moldes. Existe otro proceso, conocido como "Proceso de Pintado", que consiste en utilizar solo una película de silicon sobre toda la superficie del modelo. En la presente exposición nos limitaremos a dar los pasos comunes para la fabricación de moldes del tipo "bloque", mediante "Vaciado": en el siguiente Tema (11-B.16), se expone la fabricación del segundo tipo.

PASOS:

1) Como se mencionó anteriormente, el hueco de silicon es tan fiel en la reproducción de detalles, que el modelo deberá estar completamente libre de grasa, aceite, polvo, astillas, virutas o cualquier otra materia extraña que pudiese registrarse.

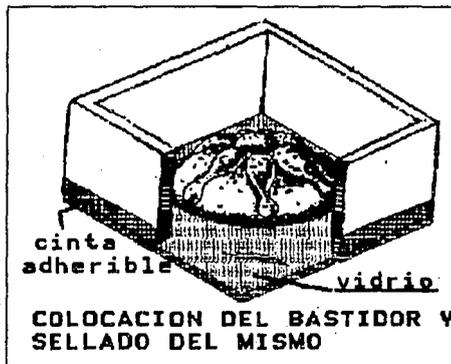
2) Debe preverse que la mesa sobre la que se vaya a trabajar se encuentre debidamente nivelada; coloque el modelo sobre una superficie lisa y plana (vidrio, acrílico grueso, formica, etc.), tratando de que asiente bien y quede fijo, para lo cual se puede auxiliar de plastilina, parafina, cera, etc.; la base debe ser como mínimo, 5 cm más grande alrededor del modelo.



Es importante tener presente que, la densidad del silicon es de 1.75 grs/cm^3 , si el modelo tiene una densidad menor que el silicon (como en el caso de algunas maderas), y dicho modelo no es debidamente sujetado a la base, este flotará cuando se realice el vaciado; el problema podría solucionarse adhiriendo provisionalmente el modelo a dicha base.

3) Se construye un marco o bastidor alrededor del modelo, utilizando tiras de acrílico, madera, vidrio, carton grueso, etc., las que pueden ser unidas con cinta

adhesiva (masking tape, cinta médica, etc.), tanto en las esquinas, como para fijar las paredes a la base.



Dejar un margen mínimo de 2 cm entre el perímetro del modelo y el marco; las paredes de éste deben ser 1/2 cm más altas que la parte más sobresaliente del modelo con el fin de asegurar un espesor adecuado para el fondo de nuestro molde.

Es recomendable sellar tanto las esquinas de unión del marco, como toda la base del bastidor, usando plastilina, cera, parafina, etc.

4) Si los materiales usados tanto en el modelo como en la base y el bastidor son porosos, es conveniente aplicar una solución concentrada de jabón de pastilla sobre el modelo y todas las áreas interiores. La solución de jabón que actúe como separador, es la más recomendable sin embargo, pueden usarse otros desmoldantes tales como: aceites de silicon, película separadora (alcohol de polivinilo), etc.

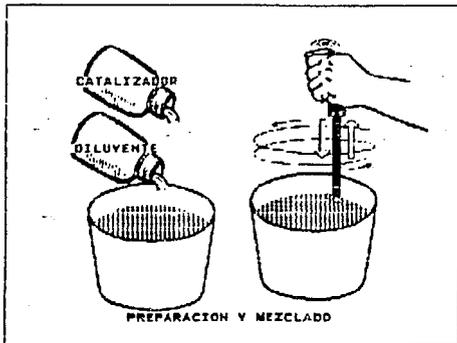
Si los materiales usados no son porosos, el silicon puede aplicarse sin la solución antes mencionada, ya que no requiere de éste.

5) En un recipiente de plástico, vidrio, metal, etc., vaciar la cantidad necesaria para llenar el marco o bastidor, procurando evitar desperdicios (consultar "cálculo del material necesario" en 11-B.3 de este mismo trabajo), ya que el silicon preparado, jamás deberá revolverse con material nuevo.

6) Agregar el diluyente (en caso de que el sistema adquirido lo requiera), y auxiliándose de una següeta, abatelenguas de madera, o simplemente un desarmador plano,

el mezclado debe realizarse primeramente con movimientos circulares tratando de raspar las paredes y el fondo del recipiente y después combinarios con movimientos verticales (de arriba hacia abajo), para finalmente terminar con solo los movimientos verticales. La manera anterior de revolver el material, genera el menor número de burbujas de aire que son atrapadas durante el mezclado.

La resina ha disminuido su viscosidad haciéndose más líquida, en esta etapa puede ser almacenada por un tiempo prolongado, ya que, mientras no se le agregue el catalizador esta no vulcanizará.



7) Agregar el catalizador de acuerdo a la proporción indicada en las especificaciones técnicas del fabricante y realizar el mezclado de la misma forma expuesta en el inciso anterior.

NOTA: un dato importante que debe tenerse presente, es el tiempo de vida útil durante el cual se puede aplicar el material, ya que algunos tipos endurecen tan rápidamente que, no permiten ser realice la aplicación de la siempre recomendable "capa de superficie", por lo que se procede a realizar el vaciado directamente sin aplicar dicha capa; por la razón anterior es preferible la utilización de sistemas que tengan un "Pot-Life" o tiempo de aplicación no menor a 30 minutos.

8) La aplicación se inicia con una ligera capa, auxiliándose de un pincel o brocha delgada tratando de rellenar perfectamente todas las texturas y detalles; después vaciamos suavemente la mezcla de silicon sobre el modelo tratando de formar un pequeño hilo que debe ser dirigido a la parte más profunda de la caja para que, al momento de ir cubriendo todas las áreas, el material vaya desplazando el aire que pudiera quedar atrapado.

Cuando se haya llenado hasta la mitad, es



recomendable dejar que la mezcla se nivele para después proseguir con el vaciado cubriendo entonces, además del modelo, 1 cm. más del punto más alto.



Se obtienen mejores resultados si el material se somete a una desgasificación (consultar 11-3.12 en este trabajo). El silicon mezclado debe dejar de aplicarse en el momento que pierde su fluidez y deja de escurrir.

La aplicación de la capa inicial con pincel o brocha delgada tiene como fin evitar la formación de burbujas -c detectarias inmediatamente y romperlas-, porque de otra manera, se corre el riesgo de producir posteriormente cavidades y porosidades en la superficie de la cavidad del molde.

9) La base debe colocarse sobre la mesa o superficie bien nivelada en la cual debe dejarse reposar el material por lo menos 24 hrs. antes de proceder a extraer el modelo.

Se puede obtener una mejor resistencia de los moldes si son sometidos a una temperatura de 100 °C por lo menos durante 2 hrs.

10) Para desmoldar debe removerse ligeramente la pieza y luego desorender "el molde del modelo" nunca el modelo del molde- presionando uniformemente .

Una vez extraido el modelo, el molde ha quedado listo para reproducir copias fieles de la pieza original.



Algunos fabricantes recomiendan aplicar diluyente (aceite de silicon) despues de varios ciclos de uso, con lo que se prolonga la elasticidad del caucho y se facilita el desmoldo de las piezas, así mismo recomiendan también calentar los moldes entre cada colado o vaciado prolongandose así la vida de los mismos. Algunos modelistas refuerzan los moldes de silicon, con bloques adicionales superpuestos hechos con yeso o con resina políester de uso general, permitiendo además del ahorro del material, aumentar su rigidez y resistencia a diferentes presiones (consultar "II-6.16").

REPARACION:

Como anteriormente se menciona, la forma de pegar el silicon, es con el mismo material, para lo cual damos las siguientes recomendaciones:

Cuando el molde se ha rasgado, solamente se tiene que limpiar muy bien las partes internas de la rotura usando thinner o acetona, posteriormente agregue un poco de silicon previamente preparado como se expuso anteriormente

dentro de la ranura y ciérrela manteniéndola así ya sea con cinturones de cinta adhesiva o con alguna liga; posteriormente deje que vulcanice 24 Hrs. y el molde se encuentra reparado.

También es posible reparar la cavidad del molde dañada para lo cual siga las siguientes recomendaciones:

- + El modelo se fija a una base con adhesivo provisionalmente.
- + Si el molde es de una pieza, se secciona en dos.

- + Con una navaja bien afilada o algun cuchillo, se desbasta la parte dañada, rebanandola y removiendo los sobrantes.

- + Se limpia perfectamente con thinner o con acetona las partes por unir para eliminar posibles residuos de grasa o polvo.

- + Se le aplica una capa de separador al modelo (solucion concentrada de jabon).

- + Se aplica una capa de huie de silicon al modelo, ya sea pintandolo o con alguna espátula; procurando que no quede ninguna parte sin aplicacion.

- + Se aplica igualmente una capa de silicon a las caras o partes por reparar, e inmediatamente se procede a unir las, procurando que el modelo tenga cierto exceso, para que al unir las y encerrar el modelo, escurra un poco de material, señal de que la cavidad se ha llenado.

- + Con la ayuda de ligas o con cinta adhesiva (evitando de que se embarren por la parte del pegamento, en las puntas), se mantiene el molde cerrado hasta que vulcanice, retirando el material escurrido o excedente con alguna espátula o cuchillo.

- + El molde ha quedado reparado. Si el molde es de una pieza, con una navaja se hace una abertura longitudinal y nuestro molde se encuentra listo para reutilizarse.

II-B.16: MOLDES COMBINADOS (RÍGIDOS/FLEXIBLES):

Por razones de costo y para aumentar la versatilidad, posibilidades y alcances de los moldes, superando las posibles limitaciones que pudiesen presentar los moldes realizados en un solo material, se pueden hacer combinaciones de los diferentes moldes que se han expuesto a lo largo del presente trabajo.

Es muy deseable poder combinar las características admirables de los moldes flexibles, que facilitan la extracción de las piezas, con las de estabilidad dimensional y resistencia de los moldes rígidos.

A continuación se exponen algunos casos que podrían tomarse como guía, donde se han combinado dos o más materiales usados en la construcción de moldes, recordando que para profundizar en la forma de trabajo específica de cada uno, deberá consultarse la sección correspondiente, teniendo como limitante la imaginación del modelista:

II-B.16.1: MOLDE SILICON REFORZADO CON POLIÉSTER/FIBRA DE VIDRIO.

NOTA: Esta exposición está basada en "Moldes de Silicon" Bib. # 45.

Se expone la realización de un molde compuesto de dos partes o mitades, a base de resina de silicon, mediante el proceso de "fintado", reforzado con un contrarolado a base de resina poliéster con fibra de vidrio; debido al costo del silicon, este tipo de moldes es quizá el más económico y el más práctico para su elaboración, tanto si se trata de un molde sencillo como de un molde compuesto, bien sea de pequeñas, medianas o grandes dimensiones.

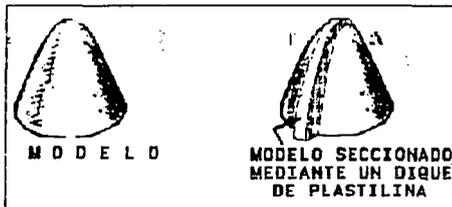
Para la realización de este tipo de moldes, es conveniente la utilización de silicon con un vulcanizado o tiempo de endurecimiento (geiado), un poco más corto que el usado en el caso de moldes de silicon en dique (III-B.15), ya que el método consiste en la aplicación sucesiva de varias capas, hasta lograr el espesor deseado.

PROCESO:

1) Primeramente se estudia el modelo para determinar de cuántas piezas se puede desarrollar y poder ubicar la línea de partición.

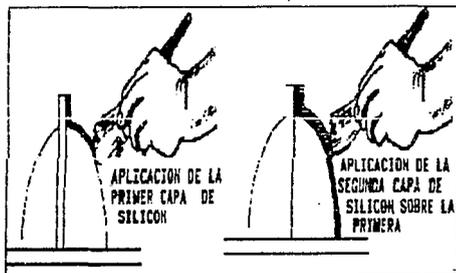
2) Seccionar el modelo, formando un "dique" o plantilla de plastilina, o sea, la construcción de una pared a todo

lo largo de la línea de partición y que sirva para delimitar el área que tendrá cada sección del molde, además de formar la caja del mismo.



3) Preparación de la mezcla: preparar solamente la cantidad suficiente como para aplicar con brocha, una capa de silicon sobre toda la superficie del modelo (incluyendo la caja realizada con la plastilina), para lo cual, la mezcla se realiza siguiendo las indicaciones expuestas en "Moldes vaciados de silicon" (III-B.15); se requiere que no se diluya mucho, ya que es necesaria cierta viscosidad para evitar escurremientos excesivos así como provocar que la capa quede muy delgada en ciertas partes y muy gruesa en otras.

4) Se aplica una capa como si se estuviese pintando, sobre toda la superficie del modelo, procurando presionar un poco al deslizar la brocha para evitar la formación de burbujas.



Se deja endurecer y posteriormente se aplica una segunda capa de la misma forma, como la primera vez y así, sucesivamente hasta lograr un espesor mínimo deseado de 3 a 5 mm, dependiendo del tamaño y complejidad del modelo.

Es importante determinar si se desea que la capa de silicon flexible quede adherida al contramolde o sean piezas separables; para el primer caso, es deseable que la superficie quede rugosa y con ciertas "mechas" salidas de fibra, para que puedan introducirse y mezclarse en el contramolde; en el segundo caso es deseable una superficie lisa que facilite la separacion del contramolde, para lo que es deseable la aplicacion de una capa adicional de silicon que alise la superficie; para nuestro ejemplo seguiremos la segunda opcion,

5) Ya logrado el espesor deseado, se aplica una capa mas de silicon y mientras se encuentra fresco, se deposita un refuerzo a base de fibra de vidrio desmenuzado, tratando de que quede intercalado entre la resina; posteriormente se aplica mas silicon encima de la fibra, impregnando y asentandola perfectamente tal y como si se estuviera picando, mas bien que pintando y se deja endurecer. (ver III-B.13).



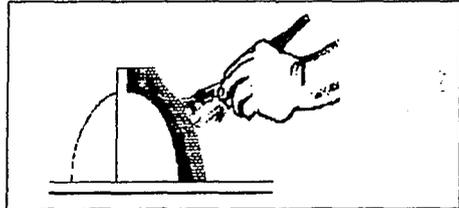
Con el refuerzo de fibra de vidrio, el silicon ha incrementado notablemente su resistencia quedando aun flexible.

Construccion del Contramolde: el siguiente paso consiste en elaborar un contramolde rigido (consultar moldes de resina poliéster III-B.13),

6) Si bien el silicon es un material que no se adhiere a ningun otro material, es deseable adicar una capa de desmoldante que bien puede ser: pelicula separadora, cera o simplemente jabon concentrado sobre la ultima capa de silicon reforzado con fibra de vidrio, cuya funcion sera la de evitar que el contramolde se adhiera a la capa de silicon reforzado,

7) Con pasta a base de resina poliéster, tambien conocida como rellenoador automotriz (usado en los talleres de laminado y pintura, consultar II-B.10.2), se rellenan todos los posibles huecos con el fin de lograr una superficie mas uniforme,

8) Enourecida la pasta, se aplica una capa de resina poliéster previamente preparada, sobre toda la superficie, y se coloca una capa de fibra de vidrio -esta vez sin desmenuzar-, se le aplica mas resina para impregnarla, como si se estuviera picando, procurando asentar bien la fibra (consultar II-B.13),

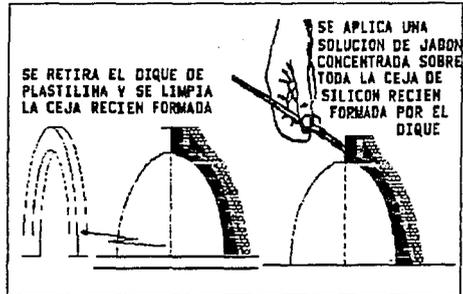


APLICACION DE LA FIBRA DE VIDRIO IMPREGNADA CON RESINA POLIÉSTER. (CONSULTAR MOLDES EN RESINA POLIÉSTER)

9) Cuando se encuentre gelando la resina, cortar todos los excedentes que sobresalen de todo el perimetro del molde, (incluyendo los que sobresalen de la ceja) con una navaja bien afilada (cutter) y se deja endurecer,

10) Ya enourecida y terminada la primer parte de nuestro molde, se procede a desarrollar la segunda parte:

Sin mover el modelo, se retira el dique o pared formada con la plastilina, pudiendose observar la formacion de una orilla o ceja, que marca la linea de particion de la primera seccion del molde,



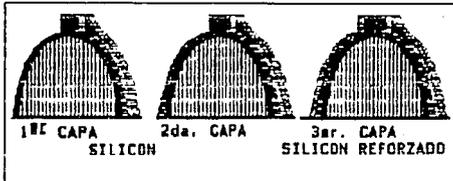
11) Se limpia perfectamente todo residuo de plastilina y polvo, y se aplica una capa de desmoldante a base de "solucion de jabon concentrado" sobre toda la ceja reciente formada, la cual evitara que la siguiente capa de silicon se adhiera a la primera (consultar desmoldantes II-B.5),

12) Repetimos nuevamente el mismo procedimiento, aplicando las capas sucesivas de silicon hasta lograr un grosor entre 3 a 5 mm

13) Se aplica un refuerzo de fibra de vidrio desmenuzada sobre el modelo, impregnandola y asentandola muy bien y se le agrega una capa adicional de silicon.

14) Se aplica una capa de desmoldante sobre el silicon reforzado con fibra de vidrio.

15) Se rellenan los huecos, hendiduras o cavidades que pudiesen frenar la salida de las piezas con pasta automotriz a base de resina poliester y finalmente, se construye el contramolde a base de resina poliester reforzada con fibra de vidrio, tal y como se exouso en la elaboracion de la primera parte del molde.



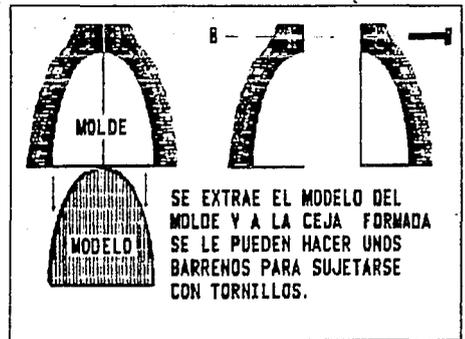
APLICACION DE CAPAS DE SILICON



REALIZACION DEL REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO

16) Ya terminado el molde, la caja formada servira para sujetar ambos mitades para lo cual se pueden realizar unos barrenos para sostenerla con tornillos o bien utilizar broches de presion como los usados para presionar hojas de papel (se consiguen en las herrajerias); con esto se mantendra sellado el molde mientras se encuentre cerrado.

El molde esta listo.



11-B.16.2: MOLDE FLEXIBLE DE SILICON DEL TIPO BLOQUE CON REFUERZO

Los moldes a base de silicon del tipo bloque tambien pueden ser reforzados con un contramoldo solido y rigido dejando un centro flexible, esto permite aumentar las propiedades y caracteristicas tanto de desmoldo como de rigidez y estabilidad dimensional, ademas de que pueden abaratar el costo considerablemente.

FASOS:

1) Primeramente determinar si el modelo puede ser formado a partir de un molde de una sola pieza construido mediante el metodo de "vaciado".

2) Fijar el modelo a una base nivelada, mediante algun adhesivo provisional procurando dejar un espacio suficiente entre el perimetro del modelo y las dimensiones de la tabla.

3) Aplicar una capa provisional y uniforme de plastilina, cera, parafina, o algun otro material que pueda posteriormente ser retirado, con un grosor que sera el que despues formara la capa de silicon que la sustituiria,

4) Ya formada la capa sobre el modelo se coloca un marco o bastidor que marcara las dimensiones exteriores que tendra nuestro molde, recordando que debe ser sellado para evitar posibles fugas y oebra aplicarse desmoldante a todas las paredes interiores; la altura de sus paredes debera sobrepasar la parte mas alta del modelo estando cubierto; el bloque reforzante sera removido para retirar la capa provisional de plastilina, posteriormente se colocara en el mismo lugar, sobre el modelo, para realizar

el vaciado de silicon; por lo mismo deberán adaptarse unos registros o guías de coincidencia que permitan realizar esta operación con la mayor precisión posible.

5) Se prepara el material de refuerzo que bien puede ser yeso, resina poliéster de uso general, resina epoxica, espuma de poliuretano rígida o cualquier otro material que estructure a la capa flexible que contendrá la cavidad del molde; para preparar la sustancia seleccionada, se aconseja tomar como referencia lo expuesto en el tema correspondiente (referirse al índice).

Se recomienda conocer el comportamiento de las sustancias utilizadas para elaborar el bloque reforzante, ya que algunas desarrollan altas temperaturas durante el "curado", debido a la reacción exotérmica que producen la mayoría de ellas, y si no se toman las medidas necesarias, esta puede detener antes de tiempo la capa provisional y llegar hasta la superficie del modelo.

6) Esperar a que haya endurecido y después, retirar el marco y desprender el bloque reforzante, quedando sobre la tabla el modelo con la capa provisional.

7) Se retira o desprende la capa provisional de plastilina, procurando quitar todo excedente que pudiera alterar los detalles y texturas de nuestro modelo.

8) Al bloque de refuerzo se le maquinan unos orificios que, se destinaran de la siguiente manera: uno de ellos servirá como canal de alimentación y el otro o los otros servirán como respiraderos y para indicarnos el momento en que se haya llenado la cavidad.

9) Se coloca nuevamente el bloque de refuerzo guiándose para ello en los registros previamente marcados, sellando todas las posibles fugas que se encuentren en el perímetro del bloque reforzante con la tabla.

10) Auxiliándose de un embudo se vierte a través del canal de alimentación la cantidad suficiente de silicon (previamente catalizado), que ocupara el espacio vacío que dejó la capa provisional de plastilina, hasta que se llenen los orificios de respiración, los cuales indican el nivel de llenado de la cavidad.

11) Una vez que haya vulcanizado el silicon (transcurrido por lo menos 24 hrs.), se retiran el bloque reforzante y después el modelo del silicon vulcanizado.

12) Se coloca el silicon vulcanizado dentro del bloque reforzante y el molde se encontrará listo.

II-B.16.3: MOLDE FLEXIBLE DE POLIURETANO CON REFUERZO A

BASE DE RESINA EPOXICA TIPO BLOQUE:

Los moldes con cavidad flexible a base de resina de poliuretano y un contramolde sólido y rígido a base de resina epoxica, permiten sumar características y ventajas de ambos.

La diferencia que encontramos comparándolos contra los moldes flexibles de silicon reforzado anteriormente expuestos, radica en que aquellos, por tratarse de silicon, puede separarse la parte flexible del bloque rígido, en cambio, debido a la muy buena compatibilidad de las resinas de poliuretano con las epoxicas, ambas quedaran adheridas formando un solo bloque, logrando una parte flexible y otra rígida.

El poliuretano requiere el uso de desmoldantes para la fabricación de las piezas, además posee la ventaja de que el tiempo de curado de este puede desarrollarse en unos cuantos minutos.

MATERIALES: Los materiales que puedan usarse para la fabricación de este tipo de moldes, pueden citarse en las secciones correspondientes: II-B.7, II-B.12 y II-B.14.

PASOS:

Debido a que la mayoría de los pasos son muy parecidos a los procesos anteriormente expuestos, solo se profundizará en aquellos en los que difieran:

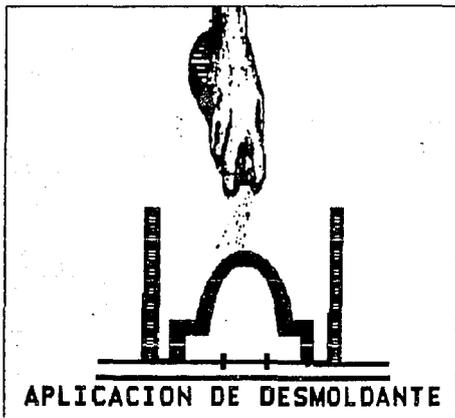
1) Fijar el modelo a una base nivelada, mediante algun adhesivo provisional.

2) Aplicar una capa provisional y uniforme de plastilina, cera, o parafina, etc., cuyo grosor despues formará la capa de poliuretano que la sustituirá.



3) Colocación del marco o bastidor, sellando todas aquellas posibles fugas; la altura de sus paredes deberá sobrepasar la parte más alta del modelo al ser cubierto.

- 4) Aplicar una capa de desmoldante a las paredes e interiores de la caja o bastidor, ya que las resinas epoxicas poseen muy buenas propiedades de adherencia.



APLICACION DEL DESMOLDANTE A LAS PAREDES INTERIORES DE LA CAJA, YA QUE LA PLASTILINA POR SER GRASOSA NO LO NECESITA

Recordamos que el bloque reforzante sera removido para retirar la capa provisional de plastilina, despues se colocara en el mismo lugar sobre el modelo, para realizar el vaciado de silicon; por lo mismo deberan adaptarse unos registros o guías de coincidencia que permitan realizar esta operacion con la mayor precision posible.

- 5) Se prepara el material de refuerzo que sera, resinas epoxica (resumada, flexible o rigida, etc.), para preparar dicha resina, se aconseja tomar como referencia lo expuesto en los temas II-B.9 y II-B.12.

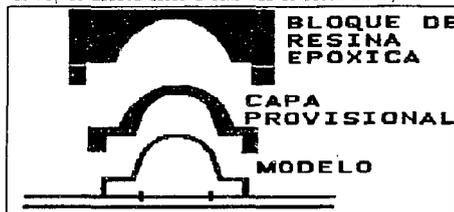
6) Despues de realizar la mezcla se procede a vaciarla directamente sobre el modelo envuelto en la capa de plastilina; deberan tomarse las debidas precauciones expuestas en el tema II-B.12, respecto al grosor permisible para evitar reacciones exotermicas violentas; por esta razon es deseable conocer el comportamiento de la sustancia seleccionada, teniendo a la mano sus propiedades tecnicas; algunas desarrollan altas temperaturas durante el "curado", y si no se toman las medidas necesarias, esta puede derretir antes de tiempo la capa provisional y llegar hasta la superficie del modelo.

- 7) Esperar a que haya endurecido y despues, retirar el



marco, desprender el bloque reforzante y nadra quedando sobre la tabla el modelo con la capa provisional,

- 8) Se retira o desprende la capa provisional de plastilina, procurando quitar todo excedente que pudiera alterar los detalles y texturas de nuestro modelo y se le aplica una capa de desmoldante a toda la superficie ya que si no, el modelo quedara adherido al poliuretano,



Ilustr. 12 EXTRACCION DE LA CAPA PROVISIONAL DE PLASTILINA

- 9) Al bloque de refuerzo se le maquinan el orificio o canal de llenado y otros para respiraderos que nos indicaran el momento en que se haya llenado la cavidad,

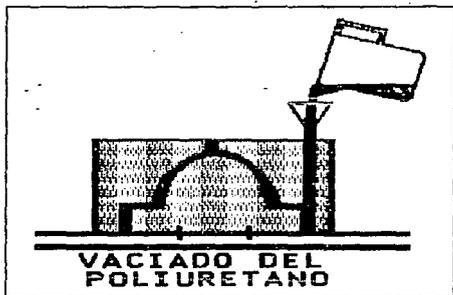
NOTA: Si se quiere que la parte flexible de poliuretano se desprenda del bloque reforzante, debe aplicarse una capa de desmoldante (consultar desmoldantes), a la cavidad del bloque antes de colocarla para realizar el vaciado del poliuretano; si se requiere que quede adherida al bloque, entonces deberá limpiarse muy bien con acetona o thinner y no aplicar la capa de

desmoldante.

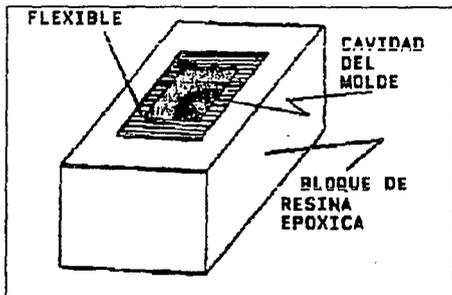
10) Se coloca nuevamente el bloque de refuerzo quitandose para ello en los registros previamente marcados,

Recordar que deben sellarse todas las posibles fugas que se encuentren en el perimetro del bloque reforzante con la tibia; así mismo debe considerarse que la mayoría de las resinas de poliuretano tienen un tiempo de curado muy rápido, es por ello que la siguiente operación debe realizarse lo mas preciso y rápida posible:

11) Auxiliandose de un embudo se vierte por el canal de alimentacion el poliuretano previamente preparado (consultar II-B.14), este ocupara el espacio vacío que dejó la capa provisional de plastilina, hasta que se llenen los orificios de respiracion que indican el nivel de llenado de la cavidad,



12) Una vez que haya curado el poliuretano, se retira el modelo dejando la cavidad lista para usarse.



TERCERA PARTE

ENTORNO A LOS MATERIALES PLASTICOS

CAPITULO III-A

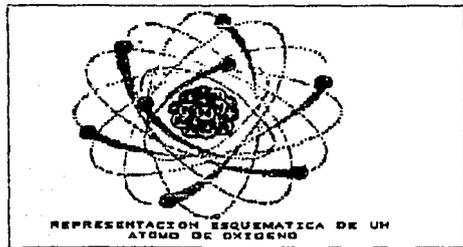
**!QUE! Y !COMO!
SON LOS
PLASTICOS**

III-A.1: INTRODUCCION AL CONOCIMIENTO DE LOS PLASTICOS

Para comprender ciertos terminos que se manejan dentro del tema de los materiales plasticos es conveniente recordar los siguientes conceptos basicos :

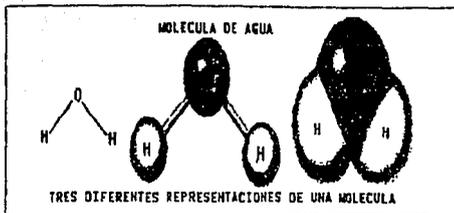
Cuando ocurre un cambio fisico, no se altera la naturaleza quimica fundamental de la materia, ejemplo de cambios fisicos son: el hielo (congelacion del agua), el vapor o el liquido. tienen basicamente la misma composicion quimica. (Bib. #27) En los cambios quimicos (reacciones quimicas), la naturaleza quimica fundamental de la materia es alterada, ejemplo de ello es la descomposicion del agua en dos gases diferentes, el oxigeno y el hidrogeno y que por medio de otra reaccion quimica estos dos elementos pueden volver a formar el compuesto llamado agua. (Bib. # 27)

En la actualidad los cientificos consideran que los seres vivos, las montañas, los oceanos, el aire e incluso las estrellas, se encuentran compuestos de sustancias simples que no pueden separarse o descomponerse en otras mas sencillas por ningun cambio quimico, estas sustancias simples son llamadas "elementos" y que, la partícula mas pequeña que puede existir como elemento es el "Atomo". (Bib. #27)



Cuando las sustancias se encuentran formadas por dos o mas elementos combinados, de tal manera que solo la accion quimica pueda separarlos y, que los elementos que componen cada sustancia no puedan ser ya identificados por sus propiedades individuales originales, se les conoce como "COMPUESTOS" y, a la partícula mas pequeña que puede existir como sustancia compuesta se le llama "MOLECULA". (Bib. # 27)

Es importante aclarar que una molecula puede ser



dividida en partes mas pequeñas, sin embargo, cuando se divide ya no continua siendo la misma sustancia, por ejemplo : si dividiéramos una molecula de agua dejaría de ser agua. Así pues:

Una molecula del compuesto agua (H_2O) = 2 atomos del elemento Hidrogeno + 1 atomo del elemento oxigeno unidos quimicamente.

Al material formado por dos o mas sustancias (o elementos) no combinados quimicamente, se le conoce como "MEZCLA" (Bib # 27).

Aclarados los conceptos anteriores podemos entrar en materia:

Los materiales que el hombre utiliza para crear su entorno los podemos agrupar de la siguiente manera :

MATERIALES CON LOS QUE EL HOMBRE VIVIERA SU ENTORNO			
	ORGANICOS		INORGANICOS
NATURALES	SINTETICOS (PLASTICOS)	METALICOS	NO METALICOS (MINERALES)
VEGETALES: Madera	Fibras Resinas	Ferrosos No Ferrosos	TIERRAS y PIEDRAS :
Algodon	Elastomeros	Aleaciones	Ceramica Cemento vidrio
ANIMALES: Piel Cuero Huesos Lana Seda			Gráfico etc. etc.

El diseñador cuenta actualmente con una gama muy amplia de materiales que transforma en un sinnúmero de objetos con los que satisface necesidades humanas y, con los que continúa creando el mundo artificial en el cual se desarrolla.

A lo largo del tiempo, el hombre se ha visto en la necesidad de utilizar instrumentos para satisfacer sus necesidades, estos fueron elaborados durante mucho tiempo con la materia prima que se extraía directamente de la naturaleza. Los plásticos naturales como la celulosa y el caucho fueron usados desde hace muchos siglos: en las antiguas culturas mexicanas, se jugaba el "juego de pelota" con bolas elaboradas con este material; no fue sino hasta el siglo XIX que se comenzó a trabajar con materiales propiamente sintéticos.

Los PLÁSTICOS son una amplia gama de materiales orgánicos (la mayoría son sintéticos, aunque existen algunos que son naturales, que se identifican por estar formados de una sustancia con alto peso molecular; en estado final se presentan como un sólido, pero que en alguna etapa de su manufactura mediante la aplicación de calor o presión (por separado o simultáneamente), son materiales lo suficientemente suaves o líquidos, que les permite ser moldeados en una ilimitada gama de formas y por medio de una gran variedad de procesos. (Bib. #22)

Los primeros plásticos surgieron de la modificación de los polímeros naturales como la celulosa, que es de las sustancias orgánicas más difundidas en la naturaleza, extraída de la madera; sin embargo los plásticos netamente sintéticos se generaron a principios de este siglo (como ejemplo la bakelita en 1906); en la actualidad se generan materiales plásticos a partir de la polimerización de otros elementos como lo son el carbono, silicio, nitrógeno, oxígeno, azufre, nitrógeno, cloro, etc.

Es conveniente destacar la importancia que tienen los materiales plásticos hoy en día, estos han alcanzado cifras de producción comparable a la de los metales, sin duda alguna nos encontramos en la "Era de los Plásticos", basta con observar nuestro alrededor y nos encontraremos inundados de objetos realizados con estos maravillosos materiales.

Un plástico es una sustancia polimérica a la que se le agregan una cierta cantidad de aditivos para modificar sus propiedades tanto físico-químicas como estéticas.

La mayoría de los plásticos se producen por síntesis de fuentes tales como: carbono, petróleo, agua y aire; en la mayoría son producto de la química orgánica, cuyo

elemento primordial es el carbono 'C'.

Se ha mencionado que los plásticos son sustancias poliméricas, o sea, estos materiales se caracterizan por estar formados de moléculas gigantes, con forma de cadenas largas, cuyos eslabones son moléculas más pequeñas llamadas monómeros, que han quedado unidas por medio de los procesos de polimerización; los polímeros son la base de los plásticos, o sea, es el material "puro".



REPRESENTACIÓN DE UN SEGMENTO DE UNA MOLÉCULA POLIMÉRICA

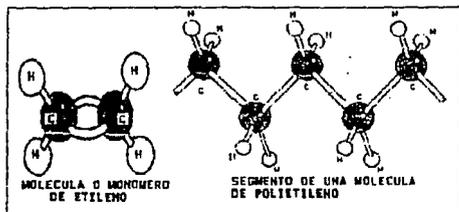
Los polímeros en forma pura son raramente usados y, para modificar sus características y propiedades se les agregan aditivos. Cuando los aditivos están presentes en el material se utiliza la palabra plástico para designar esta mezcla.

Por tradición se ha excluido a los mules naturales del caucho cuando se utiliza el término "plástico", esto se ha hecho extensivo incluso a los mules sintéticos; para designar a estos se utiliza el término elastómero cuando se refiere a dichos materiales.

En cuanto al término "resina" (líquidos muy viscosos o sólidos que se ablandan gradualmente por calentamiento) se utiliza comúnmente para designar a los materiales plásticos en general, debemos aclarar que este término debe utilizarse cuando la mezcla o la sustancia es amorfa e insoluble en agua (aunque soluble en algunos solventes orgánicos), asimismo la práctica común general, omite el término resina cuando se refiere a los celulósicos. (Bib. # 22 p.150).

Se menciono anteriormente que los plasticos son sustancias polimericas veamos mas detenidamente esto:

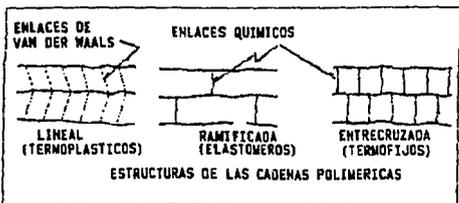
Un polimero (poli = muchos) es una sustancia formada por la union de miles de pequenas unidades moleculares conocidas como monomeros (mono = uno). esta union se realiza mediante un proceso llamado "polimerizacion" en el que, los monomeros se unen por medio de "enlace quimico covalente" y que en quimica se representa por medio de lineas.



SE MUESTRA UN SEGMENTO DE LA MACROMOLECULA DEL POLIETILENO

Para designar a los diferentes polimeros, se utiliza en la mayoria de los casos el nombre generico del monomero o monomeros que forman dicho polimero mas el sufijo "POLI", por ejemplo el "poliestireno" deriva su nombre del monomero de estireno.

La manera en que se unen los monomeros o unidades quimicas, determina las caracteristicas principales del polimero; esto es, si forman un encañamiento recto o filiforme (forma de hilo), el polimero se llama lineal; a veces a las cadenas del polimero se encuentran unidas otras mas cortas, llamadas ramificaciones, a este conjunto se le llama "de uniones cruzadas"; finalmente las cadenas pueden juntarse a otras e integrar redes tridimensionales, a esto se le llama "polimero entrecruzado".



ESTRUCTURAS DE LAS CADENAS POLIMERICAS

Cuando al polimero lo forman unidades moleculares iguales (monomeros de un mismo tipo), se designa como "homopolimero". en cambio si las unidades moleculares son diferentes se le designa "Copolimero"; conviene mencionar que cuando se utilizan tres unidades moleculares diferentes, se le llama "Terpolimero", sin embargo un copolimero puede estar formado por dos, tres, cuatro o mas monomeros en secuencia irregular (desordenada).

Los homopolimeros pueden formarse con un solo tipo de monomero o con dos o mas tipos quimicamente diferentes, pero ordenados en una secuencia regular en la cadena.

Se entiende por "grado de polimerizacion" al numero de unidades (monomeros) que componen la cadena y para saberlo, se utiliza el peso molecular, ejemplo:

Si una molecula gigante (cadena) de polietileno tiene un peso molecular de 28000, y sabemos que una molecula de etileno (monomero), tiene un peso molecular =28. entonces $28000/28 = 1000$, por lo que esta macromolecula de polietileno esta formada por 1000 eslabones o unidades moleculares de etileno.

La viscosidad del polimero esta directamente relacionada con el peso molecular, a mayor peso molecular, mayor viscosidad del material y mas eslabones contendra la cadena.

Es conveniente mencionar que los polimeros utiles son aquellas moleculas que logren formarse con un minimo de 700 unidades repetitivas de monomeros, ya que la resistencia mecanica y la dureza aumentan conforme aumenta la longitud de la cadena.

Al incrementarse el peso molecular se hacen cadenas polimericas mas largas y mejoran:

- +Las propiedades fisico-mecanicas:
 - tension, compresion, impacto, elongacion
- +Resistencia quimica a solventes, alcalis y acidos.
- +Estabilidad termica.
- +El punto de fusion
- +Resistencia al envejecimiento, etc.

Sin embargo al aumentar su peso molecular, aumentará su viscosidad y por consiguiente, disminuirá la procesabilidad, problema que se soluciona al incorporar modificadores de flujo en la formulación.

Para poder comprender mejor esto, ejemplificaremos un compuesto de PVC:

Una resina de PVC con peso molecular alto (PMA), se destina generalmente a productos flexibles como perfiles, mangueras, zapatos, recubrimientos de conductores eléctricos, bases de goma para instrumentos, tapetes flexibles, etc.

La misma resina con un peso molecular medio (PMD), se utiliza generalmente para la fabricación de tubería y perfiles rígidos, mediante extrusión, inyección, etc.

Cuando dicha resina tiene un peso molecular bajo (PMB), encuentra muy variados usos en productos como botellas, película, perfiles rígidos, conexiones, etc. (Sib. # 28)

Por último mencionaremos que durante el proceso de polimerización, controlar la temperatura de una forma eficiente determina tanto el tipo como la calidad de las macromoléculas.

Cuando se controla la temperatura se obtienen polímeros de un peso molecular muy particular, que reciben el nombre de "monodisperso". Cuando no se controla la temperatura adecuadamente, el producto será una mezcla de polímeros de muchos pesos moleculares que recibe el nombre de "polidisperso": debemos recordar que el peso molecular afecta las propiedades finales del plástico.

El control de la temperatura durante el proceso de polimerización es determinante, en términos generales se puede decir que: a mayor temperatura se obtendrá un polímero de peso molecular bajo; a temperaturas relativamente altas se obtiene un polímero de peso molecular alto; a continuación se cita un ejemplo:

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL PESO MOLECULAR EN LA POLIMERIZACION DEL CLORURO DE VINILO.

TEMPERATURA °C	PESO MOLECULAR (PM)
35	500 000
45	245 000
55	145 000
65	84 000
70	70 000

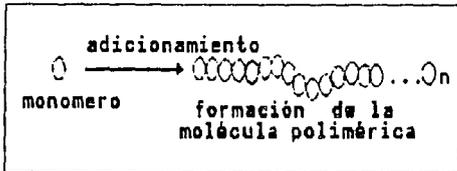
(Bib. # 26 V. 10 p.47)

Son los procesos por medio de los cuales se hacen reaccionar y unir los monómeros para poder formar las cadenas de los polímeros: estos pueden hacerse de dos formas:

Polymerización por Adición y
por Condensación.

III-A.3.1: POLIMERIZACIÓN POR ADICIÓN

También conocido como polimerización de radicales libres; este proceso consiste en ir uniendo un monómero con otro (los monómeros en este caso contienen enlace químico covalente doble), de manera muy parecida a lo que sería la formación de un tren, solo que éste tren tendría un número muy grande de vagones (700 mínimo); la unión es provocada por un elemento que se llama "iniciador", el cual como su nombre lo indica, inicia el proceso de unión de los monómeros para formar las cadenas (o trenes para nuestro ejemplo), este tren gigante acabado de formar sería tan solo una de las miles de moléculas largas que componen la sustancia polimérica.



Si los vagones que componen la cadena fueran todos iguales equivaldría a decir que se trata de un "Homopolímero por adición", si los vagones que forman el tren fueran de varios tipos diferentes, colocados en forma desordenada en la cadena, equivaldría a decir que se trata de un "Copolímero por adición": Los tipos de cadenas que se obtienen en la polimerización por adición son de forma lineal y, lo que mantiene unidas las grandes y largas moléculas son las fuerzas de Van der Waals.

En la polimerización por adición se distinguen tres etapas principales de reacción:

- Reacción de Iniciación
- Reacción de Propagación
- Reacción de Terminación



TIPO DE CADENA OBTENIDO EN LA POLIMERIZACIÓN POR ADICIÓN

En la "Etapas de Iniciación", se forma un radical libre por medio de un "iniciador" que, en general son moléculas o fracciones de molécula con radicales libres, las cuales contienen electrones que están en espera de enlazarse con otras moléculas que también contengan radicales libres (los monómeros). Para obtener monómeros con radicales libres dispuestos a aparearse con los iniciadores, se someten a un tratamiento que puede ser por calor, luz ultravioleta, descarga eléctrica u otras sustancias llamadas "promotores" (ejemplo los peróxidos, son los originales productores de radicales libres).

En la "Etapas de Propagación" se provoca y efectúa la reacción entre los monómeros previamente activados y los iniciadores, provocándose la polimerización propiamente dicha; para controlar el crecimiento de las cadenas durante esta etapa y por consiguiente, el peso molecular, dentro de ciertos límites establecidos (según el tipo de polímero a obtener), se utilizan "agentes de transferencia", que son sustancias almacenadas como el tetracloruro de carbono, mercaptanos, etc., los cuales regulan el crecimiento de la cadena sin afectar la velocidad de polimerización. (ibid. m.2o. vol. 15 p. 35).

En la "Etapas de Terminación", se consumen los radicales libres de los iniciadores y se detiene el proceso de polimerización, quedando formadas las cadenas; si se requiere detener la reacción, se agregan sustancias químicas llamadas "inhibidores", que reaccionan con los radicales libres para detenerla; entre estas sustancias podemos citar la benzoinona. Existen otras sustancias "los retardadores", que disminuyen la velocidad de polimerización. (ibid. m.2o. vol. 15).

Como ejemplos de homopolímeros reaccionados por adición encontramos: PVC, Polietileno, Poliestireno, Polimetacrilato de metilo, Polibutadieno, Poliacrilonitrilo, etc.; como ejemplos de copolímeros reaccionados por adición se encuentran: SAN acrilonitrilo - estireno, butadieno-estireno, butadieno-acrilonitrilo, acrilonitrilo-butadieno-estireno, etc. (Ib. #26 Vol. 15).

La mayoría de los polímeros de adición, son polimerizados por el fabricante de estas resinas y son distribuidos en el mercado para su utilización y transformación en polvo, granulos o grageas (pellets), incluso como productos semielaborados como laminas, tubos, barras, placas, etc.

III-A.3.2: POLIMERIZACIÓN POR CONDENSACION

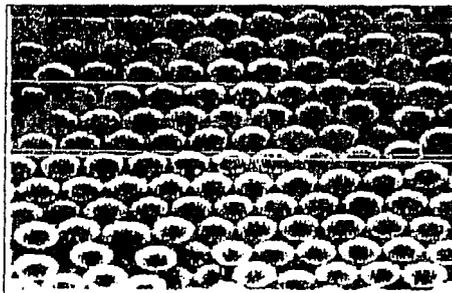
En este tipo de polimerización se utilizan monómeros con más centros activos que en el otro tipo: las cadenas son formadas por la unión molecular de monómeros con grupos funcionales orgánicos (por ejemplo: Hidroxilo, Carboxilo, etc.), si bien se utiliza el mismo principio que en la adición para formar las cadenas, en la mayoría de los casos estas no quedan del todo formadas, ya que muchos centros activos quedan sin reaccionar y en una segunda etapa ya sea por la acción del calor o por la acción de algún elemento catalizador, se realiza la polimerización completa. Lo anterior se resume en la obtención primeramente de prepolímeros lineales, que posteriormente se pueden entrecruzar: así se llama "prepolímero" a las cadenas lineales formadas por monómeros que todavía tienen centros potencialmente activos (aun sin unión).

En la polimerización por condensación, no existen las etapas de iniciación, propagación y terminación, de tal manera que el crecimiento del polímero se lleva a cabo de forma desordenada. El tipo de polímero que se obtiene depende de la "funcionalidad" de las moléculas reactivas (Ib. #26 vol. 15 p. 20), por ejemplo, las moléculas monofuncionales, producen polímeros de bajo peso molecular; de las moléculas bifuncionales se obtienen generalmente polímeros lineales muy utilizados en el proceso por adición mientras que, las moléculas polifuncionales dan lugar a entrecruzamientos en las cadenas y que son muy comunes en el proceso por condensación.

La reacción por condensación es muy parecida a una explosión en cadena: se hace polimerizar al prepolímero por medio de un suministro de reacciones químicas provocadas por algún elemento iniciador (calor o catalizador), de forma muy parecida a lo que ocurre cuando

se inicia un juego de billar y una bola golpea a las demás que se encuentran en estado inactivo, una vez comenzada la polimerización (reacción en cadena), no se puede detener sino hasta terminar la reacción y el resultado es la formación de moléculas poliméricas (cadenas) en forma entrecruzada una con otra.

La forma de la sustancia polimérica obtenida por este proceso tiende a ser ramificada y no lineal como en el caso de la polimerización por adición y las moléculas poliméricas, tienden a tomar la forma de un árbol sin hojas y con el mismo grueso desde el tronco a las ramas: así entonces al unir una macromolécula con otra macromolécula se comienza a formar la sustancia polimérica, dando como resultado materiales duros y más resistentes a altas temperaturas.



EN LA POLIMERIZACIÓN POR CONDENSACION, EL TIPO DE ESTRUCTURA DE LA CADENA TIENDE A SER RAMIFICADO O ENTRECERZADO

Las fuerzas que mantienen unidas las cadenas ramificadas y entrecruzadas de este proceso son enlaces químicos covalentes, más resistentes que las fuerzas de Van der Waals, que predominan en la "adición"; durante la condensación se desprenden subproductos tales como agua, metanol, etc., dependiendo de los monómeros utilizados en el proceso. Los polímeros por condensación generalmente se distribuyen en forma de líquidos viscosos, polvos y pellets. Como ejemplos de polímeros elaborados por condensación tenemos: Poliéster (tamborito), Epoxicos, Poliamidas (Nylon), Fenólicos, Poluretanos, Policarbonatos, Poliacetatos, etc.; en la actualidad se han desarrollado sistemas que durante la polimerización por condensación no desprenden subproductos, tal es el caso de ciertas resinas epoxicas y poliéster para encapsuados. Por último, mencionamos que entre las resinas soportadas por la naturaleza, de estructura ramificada o entrecruzada se encuentra el "Caucho".

A continuación exponeremos los procesos por medio de los cuales se elaboran los polímeros, al final de esta se tratará algo sobre los reactores donde se realizan estos procesos; si bien esta etapa es más utilizada por los químicos y formulistas de los compuestos, es necesario que el diseñador tenga una idea del proceso y de la maquinaria utilizada.

Los sistemas reaccionantes utilizados en la industria para la polimerización, los clasificaremos en la siguiente forma: **HOMOGENEOS:** a) DIRECTA O EN MASA

b) EN SOLUCION

c) GASEOSA

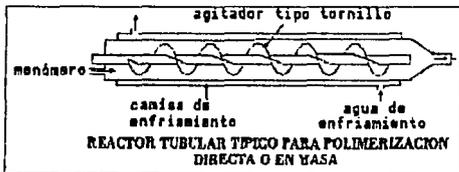
NOTA: Los sistemas homogéneos producen por lo general los polímeros más puros.

HETEROGÉNEOS: a) EN SUSPENSION

b) EN EMULSION

Los sistemas heterogéneos, implican la inclusión de una fase acuosa, donde se dispersa el monómero; estos procesos resultan ser muy económicos dado que la separación del polímero de la fase acuosa es muy sencilla. A continuación describiremos cada uno de ellos:

III-A.4.1: POLIMERIZACION DIRECTA O EN MASA

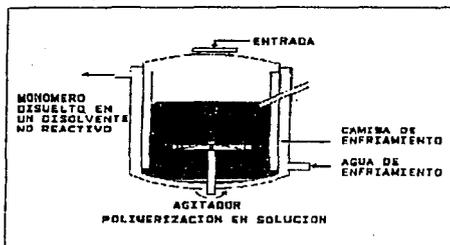


Recibe este nombre por la forma directa como se realiza la mezcla de los monómeros y activadores en el reactor, el cual es agitado durante todo el proceso; el proceso se lleva a cabo de la siguiente manera: primeramente se deposita un monómero dentro del reactor, posteriormente se le agrega el activador o iniciador (elemento que comienza a hacer reaccionar el monómero); en el caso de que la formulación incluya un segundo monómero, este se agregará gradualmente y con lentitud para evitar una reacción violenta; la mezcla es calentada o enfriada según se requiera, posteriormente se agregan dentro del reactor los aditivos directamente al monómero que se encuentra en reacción.

Se pueden producir materiales de buena calidad con las propiedades del polímero puro. Este proceso se utiliza frecuentemente en la polimerización por condensación, ya que el calor de la reacción es bajo y puede ser controlado; para la polimerización por adición se toman precauciones mayores debido a que, en este tipo de proceso el calor generado o liberado es mayor, corriéndose el riesgo de que se pierda el control sobre la reacción y se dificulte la eliminación del calor del reactor. (BIO. #3 p.30)

III-A.4.2: POLIMERIZACION EN SOLUCION

En este proceso, como el nombre lo indica, se mezcla el monómero con un solvente (o disolvente) inerte que no reacciona con el agente catalizador; primeramente se agrega el monómero, después se introduce al reactor el solvente y finalmente se agrega el catalizador y los aditivos; comienza a reaccionar exclusivamente el monómero



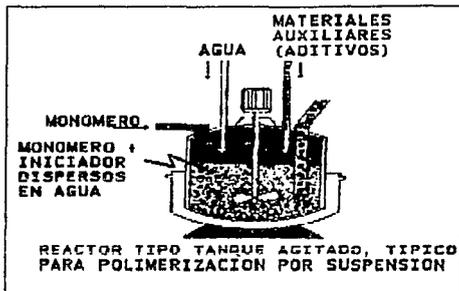
Como se encuentra disuelto, el calor generado es muchísimo menor que en el caso de la polimerización directa; este proceso se recomienda cuando el polímero se va a utilizar en forma líquida como en el caso de los recubrimientos (pinturas, esmaltes, adhesivos líquidos, etc.); en el momento en que el solvente se extrae (o se volatiliza en algunos casos), el polímero endurece y forma una película.

Este proceso es muy riesgoso y exige extremas precauciones para evitar toxicidad y inflamabilidad debido a que se manejan muchos solventes; sin embargo se obtienen polímeros de peso molecular bajo y medio; además esto es indispensable si se quieren fluidos no muy viscosos y por consiguiente se debe mantener bajo el peso molecular promedio.

La polimerización en solución tiene el grave problema de la eliminación del solvente, lo que encarece el producto.

III-A.4.3: POLIMERIZACIÓN EN SUSPENSIÓN

El proceso consiste en mantener suspendidas y dispersas las moléculas durante la polimerización. Esto se logra utilizando elementos inorgánicos como el agua (debido a que los monómeros utilizados son orgánicos y no se mezclan con el agua); se agrega el monómero y el



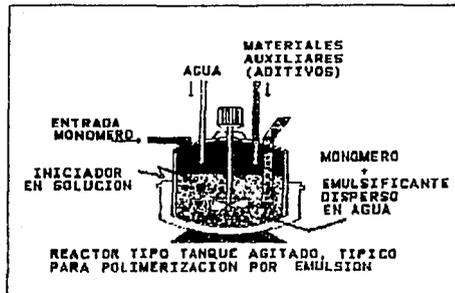
iniciador dispersos en agua, se calienta o se enfría según se requiera y se mantiene una agitación o mezclado constante durante todo el proceso debido a que, se necesita mantener suspendidas las gotas pequeñas a lo largo de la reacción ya que de otra forma, al estar inactivos los elementos tienden a juntarse, en este caso además de comenzar a generar exotermia es muy difícil volver a separarlos durante el mismo proceso.

Como agentes auxiliares de suspensión también se pueden utilizar talco, alcohol polivinílico, gelatina, etc.; además, por el proceso de suspensión, se pueden producir partículas que tienen un diámetro entre 10 y 1000 μm (micras), siendo además estas partículas muy porosas. Una vez terminado el proceso, el polímero obtenido puede separarse y secarse; el producto final tiene la apariencia de pequeñas perlas que posteriormente se transforman en el producto de distribución (povos, pellets, etc.); una gran cantidad de termoplásticos se preparan utilizando este proceso entre ellos encontramos al PVC, poliestireno, acrílico, etc.

III-A.4.4: POLIMERIZACIÓN EN EMULSIÓN

Se entiende por emulsión, a la suspensión de pequeñas gotas de un líquido en otro; este proceso es muy parecido

al de suspensión ya que igualmente se necesita de un medio acuoso y de agitado o batido mecánico durante todo el proceso. Incluso se realiza este proceso sin batido, utilizando elementos que no interactúan químicamente o que son inmiscibles.



En este proceso se deposita el monómero con un elemento emulsificante (generalmente es jabón), cuya función es la de romper el monómero en pequeñas partículas, posteriormente se vierte el iniciador disuelto en agua; este polimeriza las pequeñas partículas sin generar exotermia, debido a la función del emulsificante que las mantiene dispersas; al terminar el proceso la diferencia de densidades hace que las partículas polimerizadas se depositen en el fondo separándose de los otros líquidos; posteriormente se lava el polímero obtenido, se seca y se transforma en el producto que se distribuirá.

Con este proceso se fabrican polímeros de peso molecular muy alto y, en cambio se obtienen viscosidades mucho más bajas que las que se obtienen en la polimerización por solución. (Bib. #30) Generalmente se obtienen partículas de 0.1 a 5 μm micras) de diámetro, teniendo una superficie más lisa que la obtenida por el proceso de suspensión.

Este proceso tiene el inconveniente de que al utilizar jabón, puede afectar las propiedades eléctricas y transparentes del polímero.

Mediante los sistemas heterogéneos no se obtienen polímeros tan puros como en el caso de los homogéneos ya que, el producto obtenido se encuentra mezclado con los aditivos (iniciadores, agentes suspensantes o emulsificantes). (Bib. # 2o V. IV p. 45.)

III-A.4.5: POLIMERIZACIÓN GASEOSA

Aquí el monómero es alimentado en fase de gas a un reactor tubular que se encuentra relleno con partículas de catalizador, los monómeros reaccionan debido al calor y al catalizador y dan como resultado polímeros de alta uniformidad; generalmente utilizado en polímeros por adición. (Bib. #3 p.32); este proceso no es muy común dentro del país, por lo que solo se consideran los cuatro anteriores.

III-A.4.6: ACERCA DE LOS REACTORES DE POLIMERIZACIÓN

Por lo general los procesos de polimerización utilizan "Reactores", "Intercambiadores de calor", "Mezcladoras", gran cantidad de "tanquería" y equipo de mezclado y homogeneizado para la realización de los compuestos; también utilizan secadoras y maquinaria para transformar esta materia en los productos y presentaciones bajo los cuales aparecerán en el mercado.

En el proceso de polimerización se manejan dos alternativas diferentes de reactores para polimerización: los tubulares y los tipo tanque agitados, estos pueden trabajar en proceso de polimerización continua o discontinua; "El reactor discontinuo por excelencia es el tipo tanque agitado, mientras que de los continuos se puede tener el tubular o el tanque continuo agitado.

La selección de un tipo de reactor depende de muchos factores tales como: la cinética de la reacción, los requerimientos de altas conversiones, etc.; quizá la parte más decisiva de la selección del reactor está en las condiciones del sistema o proceso reaccionante (Directa, Suspensión, Emulsión, etc.), y las condiciones de operación.

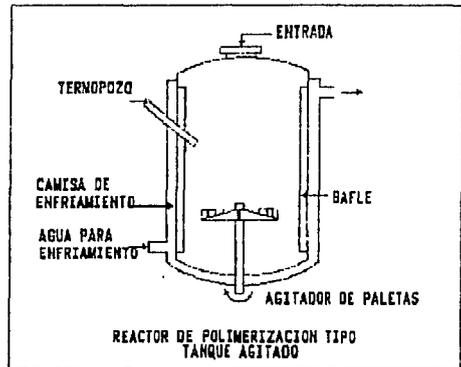
Las características de alta exotermicidad de las reacciones de polimerización por radicales libres hace necesario un eficiente equipo de eliminación de calor (anteriormente ya se mencionó el efecto de la temperatura en el peso molecular del producto.. (Bib.# 26 V.10 p. 47)

Desde este punto de vista los reactores tipo tanque agitados tienen una mayor eficiencia para la eliminación del calor de reacción, sin embargo, si se requieren altas presiones (como en la polimerización del etileno) o se requieren catalizadores sólidos, es más conveniente el reactor tubular. Asimismo cuando los elementos integrantes del compuesto son en su mayoría sólidos o en masa generalmente se utilizan los reactores tubulares.

El reactor tipo tanque agitado (continuo o

discontinuo), es el más recomendado en los procesos de reacción de dos o más fases como en el caso de la polimerización en emulsión o en suspensión donde el monómero debe penetrar la fase acuosa y dispersarse en ella. La agitación aquí es importante por que, además se requiere que el tamaño de la partícula polimérica sea lo más pequeño posible, esto se logra con una adecuada agitación en combinación de los adecuados agentes suspensantes o emulsificantes según sea el caso. (Bib. # 26 V.10 p.47)

Desde un punto de vista general, se puede afirmar que las reacciones cuya ecuación de reacción sea de orden positivo (como la mayoría de las polimerizaciones), es recomendable el uso de reactores tubulares porque en estos se tiene el menor volumen para el mismo grado de conversión, si se compara con los otros reactores.



Por último mencionaremos que la utilización de un proceso continuo o discontinuo se basa en el volumen de producción: los procesos continuos son más caros ya que requieren que el reactor y todos los equipos auxiliares funcionen adecuadamente mediante sistemas automáticos de control. En los sistemas discontinuos se opera con tiempos muertos (cuando el reactor no opera por estar en etapa de llenado, vaciado o limpieza), requieren de más mano de obra y son los más utilizados en países no desarrollados como el nuestro. (Bib.#26 V.10 p.44).

CAPITULO III-B

LOS ADITIVOS EN LOS MATERIALES PLASTICOS

III-B.1: LOS ADITIVOS

Los polímeros en forma pura son raramente utilizados, actualmente no hay muchos que tengan aplicación en su forma original ya que, sus propiedades se encuentran muy limitadas; para modificar sus propiedades tanto físicas como químicas, se le agregan una serie de materiales y sustancias que dependen de los requerimientos del producto final por obtener; éstos materiales o sustancias añadidas al polímero original reciben el nombre de "aditivos". Un aditivo es cualquier material que se le agrega a otra sustancia (Bib. # 22 p. 13).

La incorporación de aditivos a la sustancia polimérica, persigue una serie de finalidades determinadas por los requerimientos del producto a obtener.

Un plástico se compone de una sustancia polimérica básica, compuesta a su vez por uno o más monómeros diferentes e incluso de varios polímeros en combinación con uno o más materiales (aditivos), tales como cargas, modificadores, pigmentos, etc.

Existen muchas formas de incorporar estas sustancias a los polímeros, dependiendo del tipo de aditivo que se trate, por lo general la mayoría de éstos se agregan durante una etapa del proceso llamada "formación", en la cual el aditivo se mezcla de forma homogénea una vez realizada la polimerización; aunque existen aditivos que se agregan durante la etapa de transformación.

Los aditivos se pueden clasificar como:
BÁSICOS y
COMPLEMENTARIOS.

Los primeros son aquellos estrictamente indispensables para obtener un compuesto, ejemplos de éstos son: estabilizadores térmicos, lubricantes, etc.; muchos de estos aditivos básicos se utilizan durante el proceso de polimerización.

Los aditivos complementarios se consideran a todos aquellos que se incorporan en un compuesto para conferir determinadas características o propiedades y son entre otros: Modificadores de impacto, Cargas, estabilizadores UV, retardadores de flama, pigmentos, etc.

III-B.2: CARGAS:

Son materiales que se agregan a los polímeros para modificar sus propiedades originales, aumentar el volumen de ciertas mezclas y/o reducir costos. Es conveniente mencionar que en compuestos rígidos se agregan en menor cantidad que en compuestos flexibles.

Las cargas son probablemente los aditivos más usados en los polímeros, se usan en casi todos los plásticos tanto termoestables como termoplásticos, en hules naturales y sintéticos así como en recubrimientos. (En el caso de recubrimientos, a las cargas se les conoce como "Pigmentos extensores"). (Bib. #26, V.29 p.34).

La cantidad de cargas en un compuesto es muy variable por lo general se encuentran entre un 10 y 50 % del peso de la mezcla plástica, (Bib. # 24 p.193) sin embargo esto es muy relativo, ya que, existen compuestos con el 100 % o más.

Entre los factores importantes que se toman en cuenta en la utilización de cargas, encontramos en primer lugar el análisis de la relación existente entre la propiedad que se desea modificar y la selección correcta de la carga a utilizar.

Otro factor importante consiste en la maquinaria y equipo necesario para la incorporación de cargas al compuesto en forma homogénea.

El tercer factor importante para el empleo de las cargas y que está íntimamente relacionado con los dos anteriores, es la reducción de costos que trae consigo la selección de las cargas adecuadas, ya que se dan casos en los que la carga llega a costar más que el polímero base.

Las cargas pueden ser orgánicas (naturales y sintéticas) e inorgánicas o minerales y entre las cargas más comúnmente utilizadas encontramos:

III-B.2.1: CARGAS INORGANICAS

SILICATOS:

CAOLÍN (ARCILLA).- Alúmino Silicato Hidratado de bajo costo, carga reforzante que da rigidez y mejora las propiedades eléctricas. (LA ARCILLA DE CHINA, ALUMINO-FELDESPATO NATURAL O SIMPLEMENTE FELDESPATO TIENE PROPIEDADES MUY PARECIDAS A EL CAOLÍN).

ALCO: carga reforzante y abarataste, los compuestos cargados con talco son mas tiesos y mas duros que aquellos cargados con carbonato de calcio, es la carga mas suave que se conoce, tiene una dureza en Mohs de 1; no es conductor de electricidad y se usa en la manufactura de aislamientos electricos, su conductividad calorifica es muy baja; su peso especifico es de 2.75.

MICA: Aluminio Silicato puro en forma de hojuelas finas transparentes, de bajo costo, muy resistente a la intemperie y a bastantes productos quimicos, baja conductividad termica y excelentes propiedades dielectricas, muy estable a altas temperaturas, el diametro de las hojuelas varia entre 45 y 500 micras mientras que, el producto laminado puede ser tan delgado como una decima micra. Las cargas de hojuelas proveen un reforzamiento en plano mientras que, las fibras de vidrio lo hacen sobre un eje sencillo, su dureza es de 2.5 a 3 Mohs. en muchas aplicaciones la mica reemplaza la fibra de vidrio y se usa como carga en una gran variedad de metodos como inyeccion, extrusion, termoformado y rotomoldado. El modulo de la mica es de 25 millones de libras por pulgada cuadrada. (MODULO= Constante que denota la relacion entre un efecto fisico y la fuerza que lo produce.) (Bib.#26 V.11 p.35). (La VERMICULITA es uno de los agregados del grupo de la mica usado en la fabricacion de plasticos).

ASBESTO: Carga reforzante, no combustible, es una fibra natural considerada nociva a la salud, capaz de resistir altas temperaturas sin sufrir cambios, es muy usado como carga en las resinas Fenolicas y de Melamina para impartirles una mayor resistencia al calor. Los productos de asbesto en forma de telas son muy usados en la produccion de plasticos laminados para impartirles resistencia a muy altas temperaturas, buena resistencia a los agentes quimicos y un mayor coeficiente de friccion; es muy usado como carga para aislacion termica.

TIERRA DE DIATOMEAS: Es un polvo blanco y siliceo, es muy usado como carga en los materiales de molde, para aumentar su dureza, resistencia al calor y propiedades dielectricas. (Bib.#22)

OXIDOS:

ALUMINA HIDRATADA: Se contiene como paso intermedio en la fabricacion del metal de Aluminio produciendose en grandes cantidades, se usa ademas de carga como retardante a la flama y supresor de humo. No es "Higroscopica" (o sea no tiene tendencia a absorber la humedad) y mantiene niveles del 0.3% de humedad unicamente, su indice de retraccion es de 1.57, lo que permite cierto grado de

traslucidez, inclusive con altos porcentajes de carga; su peso especifico es de 2.42, su dureza en Mohs es parecida a la del carbonato de calcio, varia de 2.5 a 3.5, se considera no abrasiva en particulas mas pequenas de 44 micras (malla 325). Cuando un compuesto cargado con Aluminio hidratada esta expuesto a la flama, se desprende el agua de la alumina formando un vapor que extingue la flama, sumado a todo esto, se considera como una carga de bajo costo.

OXIDO DE MAGNESIO (MAGNESIA) MgO, es un polvo blanco preparado por la calcinacion de carbonato de magnesio, utilizado para dar volumen y como aislante termico.

SILICA: Carga espesante para sistemas liquidos, es una carga reforzante que aumenta la dureza a los productos terminados; tiene un peso especifico de 2.55.

CARBONATOS:

CARBONATO DE CALCIO: Es la carga mas ampliamente utilizada en los compuestos de plastico con las siguientes propiedades fisicas:

- +Peso especifico 2.71.
- +Malla 325.0.
- +Porcentaje de agua 0.0.
- +Dureza en Mohs 3.0.

En el mercado se encuentran basicamente tres tipos de carbonato de calcio: Micronizado, Precipitado y Tratado. Por lo general los plasticos cargados con Carbonato de Calcio, tienen mejor resistencia a la traccion, a la flexion, al impacto y una mejor resistencia a la degradacion por acidos y agua. (Bib.#26 V.11 p.30); se utiliza como blanqueador y para aumentar el volumen del plastico, es facilmente pigmentable; en los termoplasticos se le usa mucho pues les confiere mayor dureza, su costo es bajo, no disminuye las propiedades fisicas de los polimeros base y tiene buen indice de flujo; mejora el procesamiento al presentar una accion licpicadora al equip durante el proceso.

CARBONATO DE MAGNESIO: Es un polvo blanco liviano, formado por la mezcla de particulas amorfas y cristalinas, muy usado como modificador de resinas fenolicas, se utiliza para refuerzo y para aumentar el volumen. (Bib.#26 V.29)

SULFATOS:

SULFATO DE CALCIO: es un polvo que aumenta la resistencia al impacto, se utiliza para abaratar costos y es muy buen reforzante.

SULFATO DE BARIO (BARITA) es un sulfato de bario natural usado en la composición de materiales plásticos, para aumentar el volumen, reducir costos y es buen reforzante.

CARBÓN:

NEGRO DE HUMO: Es un pigmento negro, producido por la combustión incompleta del gas natural, es ampliamente usado como carga particularmente en la industria del caucho, aunque también se utiliza en la mayoría de los plásticos. A causa de poseer útiles propiedades protectoras contra los rayos ultravioleta es ampliamente usado en la fabricación de compuestos de polietileno tales como cañerías de agua fría y laminados negros utilizados para protección de los cultivos. Se utiliza mucho como carga que da apariencia y refuerzo.

GRAFITO: Es un material negro, relativamente blando, que puede encontrarse en forma natural o producirse sintéticamente. Es muy usado como ingrediente (lubricante) en la fabricación de plásticos termoestables; también en las fórmulas de pinturas y recubrimientos, como carga aumenta la resistencia química y la dureza. (Bib. #22)

METALES:

ALUMINUMOS Y POLVOS DE COBRE, ALUMINIO, BRONCE, PLATA, ZINC, ACERO, ETC.: Aumentan la dureza, y en general le confieren propiedades que poseen en particular cada uno de los metales por ejemplo, conductividad térmica, resistencia química, apariencia además de ser muy buenos reforzantes.

MISCELÁNEOS:

FERRITA DE BARIO: carga utilizada para compuestos plásticos imantables.

ESFERAS DE CRISTAL: son buenos reforzantes, incorporan estabilidad dimensional al compuesto y el tipo hueco aligera el peso y aumenta el volumen.

FIBRA DE VIDRIO: Es la carga reforzante de mayor uso, son filamentos o productos filiformes, producidos licuando la materia prima (soro silicato) y luego haciendo pasar el líquido a través de orificios, convirtiéndose inmediatamente al estado sólido los compuestos filiformes obtenidos. Estas fibras son ampliamente usadas en cantidad en la industria del plástico; básicamente encuentran hasta aplicación en la fabricación de plásticos reforzados y en ciertos tipos de molde de termoplásticos. La resistencia a la tensión de las fibras de vidrio es de hasta 500 000 p.s.i. (35133 kg/cm²). Su relación peso/resistencia es más alto que para cualquier otro material estructural. Además

tiene una dureza de 4.5 a 6.5 Mohs; Tienen excelente estabilidad dimensional, resistencia a la temperatura y propiedades eléctricas y, no son afectadas por la mayoría de los agentes químicos; los diámetros de los filamentos varían generalmente entre 9 y 19 micras, prácticamente toda la fibra de vidrio se entrega con un tratamiento de apresto (emulsiones acuosas de acetato de polivinilo, foliester y Epopi), que provee una lubricación y una compatibilidad con resinas orgánicas. La fibra de vidrio utilizada en compuestos inyectados de plástico tiene una relación de largo a diámetro que varía de 3:1 a 20:1. (Bib. #26 y 29)

FIBRA CERÁMICA: son cargas altamente reforzantes pero de un costo elevado.

III-B.2.2: CARGAS ORGÁNICAS:

NATURALES:

HEBRAS DE LA MADERA: estas fibras son de origen celulósico, tienen un carácter fibroso, se utilizan para refuerzo y para dar volumen, generalmente provienen de maderas suaves como el Abeto y el Pino; poseen baja densidad.

SISAL: Fibra de la hoja de la planta "Agave Sigalana", estas fibras se cortan en longitudes pequeñas para usarlas en polvos de moldeo a los cuales les imparte moderada resistencia al impacto. A menudo se les usa con los agregados de harina de madera para polvos de moldeo baratos. (Bib. #22)

JUTE: Es una fibra de liber obtenida de los tallos de varias especies de la planta del "Cochorus" encontrada principalmente en la India y en Pakistán. Es muy usado como carga que imparte volumen en los plásticos de moldeo, o más recientemente como refuerzo para resinas poliéster en la fabricación de los "plásticos reforzados" (Bib. #22)

HEBRAS ORGÁNICAS DE SOJA, ARROZ, GLOTE, CÁSCARA DE CACAHUATE: no son del tipo fibroso, son cargas no celulósicas (como el algodón y la madera) pero poseen propiedades parecidas a los anteriores; todas ellas son muy buenos reforzantes con baja densidad, lo que baja el peso del producto conservando el mismo volumen, son muy usadas como relleno.

HEBRAS DE CÁSCARA DE NUEZ: Este material no celulósico, además de poseer las propiedades anteriores, se utiliza mucho para conferir al producto propiedades antiderapantes.

HEBRAS DE ALGODÓN: esta carga celulósica se obtiene

por maceración y desfibrado de material para confección y desperdicio (ropa en desuso o trapos), a menudo se trata para reducir la absorción de agua por el plástico. Se utiliza ampliamente en el moldeo de plásticos termoestables como refuerzo; es usado para mejorar la resistencia al impacto y reducir el rechuce del moldeado. (Bib. # 22)

CARGAS ORGÁNICAS SINTÉTICAS:

Las cargas sintéticas son polímeros sintetizados algunos a partir de la celulosa, otros a base de nylon:

RAYÓN: Término genérico para fibras y filamentos continuos, compuestos de Celulosa Regenerada, frecuentemente usados para nombrar las fibras contenidas a partir del acetato de celulosa o del tri-acetato de celulosa. Las fibras de Rayon son similares en su estructura química a las fibras celulósicas naturales (de algodón), excepto que las fibras sintéticas contienen unidades poliméricas más cortas, generalmente se producen por extrusión; son muy usadas como cargas de refuerzo y como cargas que incorporan resistencia química. (Bib # 22)

NYLON: Las cargas a base de Nylon, aportan resistencia química, resistencia al calor, son livianas, duras y resistentes a la abrasión.

III-B.3: MODIFICADORES DE IMPACTO:

Son materiales o sustancias que se incorporan al polímero para mejorar la resistencia al impacto, sin impartir blandura o flexibilidad, básicamente se tienen dos tipos de modificadores:

- A) Poliméricos como el hule que se agrega a ciertos polímeros,
- B) Cargas o refuerzos que aumentan la flexibilidad del material.

Entre los modificadores poliméricos (hules básicamente) encontramos copolímeros (ABS, MBS, CPE, EVA), estireno-butadieno y polibutadienos; es muy conocido que la energía de un impacto es absorbida por el hule.

Entre los modificadores de impacto a base de cargas y refuerzos de ellos básicamente los materiales fibrosos, lo más común en la actualidad es el uso de fibra de vidrio como carga y modificador de impacto tanto para termoplásticos como para termofijos, también se utilizan otros materiales fibrosos como lo son el Nylon y el Yute, los cuales se disponen en diferentes formas comerciales.

III-B.4: MODIFICADORES DE FLUJO

Son sustancias que influyen directamente sobre la viscosidad del plástico (básicamente utilizados durante el proceso de transformación), cuya función es mejorar la procesabilidad de un compuesto (sobre todo de los rígidos); cuando los modificadores de flujo disminuyen la viscosidad se les llama "DEFRESORES DE VISCOSIDAD".

Los defresores de viscosidad utilizados son básicamente "Ácidos grasos etoxilados".

Para aumentar la viscosidad se agregan cargas compuestas de partículas pequeñas como carbon, talcos y tierras diatomáceas, algunos de estos agentes interactúan químicamente con los polímeros; muchos líquidos pueden transformarse en pastas al agregar del 3-20 % de estos productos. Comúnmente a los agentes que aumentan la viscosidad se les conoce también como "TIADTRÓPICOS" (Bib. #26 V.27)

Cuando se agregan plastificantes al compuesto, mejora su resistencia al impacto, ya que reblandecen al compuesto aunque provocan que pierda rigidez. Esto es abaten la temperatura de transición vítrea).

III-B.5: ESTABILIZADORES

La estabilización se refiere a los tratamientos, manipulaciones y manejos de los polímeros, ya sea desde el proceso de fabricación, de transformación y de uso de la vida útil del producto.

El objetivo de la estabilización es mantener las características originales del polímero.

Se tienen tres clases principales de estabilizadores:

- + Estabilizadores antioxidantes
- + Estabilizadores al calor
- + Estabilizadores a las radiaciones ultravioleta.

III-B.5.1: ESTABILIZADORES ANTIOXIDANTES:

Son compuestos que inhiben o retardan la oxidación atmosférica y previenen la degradación del material; son de mucha importancia por que minimizan la degradación durante la fabricación, almacenamiento y uso.

Lo que generalmente se busca en un antioxidante es que sea efectivo en bajas concentraciones, tenga bajo costo, sea seguro en su manejo y no imparta características indeseables al plástico.

Segun sea el plastico, el antioxidante puede variar, ejemplo:

PLASTICO	ANTIOXIDANTE
Polietileno BD	Butil-para cresol di-terciario
PVC	Organometalicos de plomo, bario, cadmio, zinc, etc.
Nylon	Sales de cobre y/o magnesio.

III-B.5.2: ESTABILIZADORES AL CALOR:

Estas sustancias evitan la degradacion por calor durante el proceso y retardan la degradacion futura; son comunmente aplicados al PVC, ya que este material es extremadamente sensible al calor.

Como ejemplos de estabilizadores al calor tenemos: los sistemas Bario/cadmio, estabilizadores de plomo y estaño- organicos (por ejemplo los estaño-alquilicos).

III-B.5.3: ESTABILIZADORES DE RADIACION ULTRAVIOLETA

Estas sustancias protegen al producto de la degradacion por efecto de la exposicion a la intemperie, ocasionada basicamente por la luz solar.

Todas las sustancias organicas son afectadas cuando son expuestas a la luz solar, debido a que de todos los rayos que emergen del sol, los rayos ultravioleta son los mas destructivos. Entre los estabilizadores UV mas comunmente utilizados encontramos:

- = 2 hidroxi-4 octoxibenzofenona
- = 2 hidroxi, 4 metoxibenzofenona.
- = benzotriazoles, etc.

El estabilizador UV debe cumplir con las siguientes condiciones:

- + Absorber fuertemente las longitudes de onda de maxima sensibilidad del polimero
- + Ser compatible con el polimero
- + Ser estable a las temperaturas de procesamiento
- + Tener baja volatilidad para que no sea eliminado en el procesamiento. (Bib. #26 V.29)

III-B.6: LUBRICANTES

Estas sustancias tienen basicamente dos funciones:

- + Disminuir la viscosidad del plastico fundido.
- + Reducir la adhesión, así como la fricción entre la maquina de procesamiento y el plastico. A los primeros se

les conoce como lubricantes internos, mientras que a los segundos se les conoce como lubricantes externos.

III-B.6.1: LUBRICANTES INTERNOS

Este tipo de sustancias mejoran la procesabilidad y bajan el índice de flujo; este tipo de sustancias deben tener compatibilidad con la resina.

Los tipos de lubricantes que se usan son:

- +Acidos grasos
- +Esteres y amidas
- +Ceras con polietileno
- +Estereatos metalicos y
- +Ceras de hidrocarburos.

(Bib. #26 V.29)

III-B.6.2: LUBRICANTES EXTERNOS

Evitan que la resina se pegue al metal durante el proceso, forman una capa lubricante entre las superficies de la resina y el metal de la maquinaria de procesamiento.

III-B.7: AYUDAS DE PROCESO

Estos compuestos ayudan a facilitar el procesamiento de los plasticos:

III-B.7.1: AGENTES DESMOLDANTES

Son sustancias que se aplican a la superficie de un molde para evitar que la pieza se pegue a esta, con lo cual se facilita su remocion, sin que sufra ningun daño.

No se tiene un agente desmoldante universal; los factores que deben considerarse para su seleccion son:

- +Temperatura
- +Compatibilidad con el articulo a desmoldar
- +Uso Final del producto.

Estos agentes se aplican a los moldes en formas diferentes: aspersión, pintado, etc. y entre otros encontramos: talcos, ceras, silicones, fluoro-plasticos, jabones, polietileno, etc. (Bib. #26 V.29)

III-B.7.2: EMULSIFICANTES:

Son agentes promotores de emulsion, este es un sistema heterogeneo que consta al menos de un liquido que permanezca disperso en otro en forma de gotas de diámetros pequeños; son muy usados en la polimerizacion por emulsion; se clasifican generalmente en tres tipos:

Aniónico = derivados de los ácidos sulfúrico y sulfónico.

Cationico = derivados de grupos amino que combinan con aminas primarias, secundarias, etc.

No-iónico = Se incluyen aquí compuestos como el etileno glicol, alcohol polivinílico, etc. (Bib. #26 V.29)

III-B.7.3: AGENTES DESLIZANTES:

Son aditivos empleados en los plásticos para dar lubricación a la superficie durante e inmediatamente después de su procesamiento. Estos agentes se agregan durante el proceso y engrasan el plástico internamente con lo cual se minimiza la pegajosidad.

Por lo general se trata de ésteres de ácidos grasos modificados y son efectivos en concentraciones de 1-3 partes por 100 de resina, en muchos casos son aceptados en aplicaciones para alimentos. (Bib. #26 V.29)

III-B.7.4: AGENTES ANTIADHERENTES

Evitan que las películas de plástico se peguen unas con otras, se emplean en plásticos que debido a su característica de carga estática, tienden a adherirse fuertemente entre sí. Estos compuestos deben presentar una cierta tendencia a migrar a la superficie del plástico.

Entre los materiales de este tipo se encuentran: ceras naturales y manufacturadas, sales metálicas de ácidos grasos y varios polímeros como el alcohol polivinílico, poliamidas, polietileno, fluorocelásticos, etc. (Bib. #26 V.29)

III-E.7.5: AGENTES ANTIESTÁTICOS:

Son compuestos que evitan la formación electrostática en la superficie del producto, debido a que la mayoría de los plásticos están en contacto con otros materiales durante su procesamiento, pueden llegar a adquirir carga eléctrica estática; ya que no son conductores, no es fácil retirarles dicha carga, ahí es donde entran en acción los antiestáticos, estos agentes pueden ser de dos tipos: externos e internos.

III-B.7.5.1: AGENTES ANTIESTÁTICOS EXTERNOS

Se aplican por aspersión sobre la superficie del plástico o por inmersión, sumergiendo los plásticos en sustancias diluidas (0.1 a 2 %) de antiestático.

III-B.7.5.2: AGENTES ANTIESTÁTICOS INTERNOS

Son sustancias que se añaden desde el momento en que se formula un plástico, tienen un cierto carácter compatible con este, pero también una cierta incompatibilidad, lo que se aprovecha ya que estos materiales tienden a migrar hacia la superficie, donde también absorben una capa conductora de agua.

Aunque se requiere algún tiempo -días o hasta semanas- para que estas sustancias se desplacen a la superficie, estos agentes dan protección permanente y son muy populares por ello.

Algunos factores que se deben tener presentes en su uso son: aplicabilidad y licencia para uso alimenticio, estabilidad antiestática interna que resista las condiciones del procesamiento, comúnmente causa opacidad o decoloración en ciertas aplicaciones, posibles problemas causados en el sellado térmico o, capacidad para la impresión y sobre todo ver si se justifica económicamente. (Bib. #26 V.29) son ejemplos: Sales cuaternarias de amonio sorbitol, la glicerina, etc.

III-B.7.6: AGENTES DE ACOPLAMIENTO O ACOPLADORES

Estas sustancias proveen la adhesión de la carga a la resina, desagregan y dispersan la carga. Son compuestos que ayudan a unir las cargas inorgánicas con la matriz orgánica del polímero; además coadyuvan a la retención de las propiedades originales, después de una exposición prolongada a la humedad. (Bib. #26 V.29)

Se tienen dos tipos principales de agentes de este tipo: Silanos y Titanos.

Silanos= contienen grupos funcionales como amina, metacrilato, epoxi y otras.

Titanos= como ejemplo se encuentra diisobutirofosfato

III-B.8: RETARDANTES A LA FLAMA

Son compuestos que se agregan a los plásticos para conferirles propiedades particulares en presencia de calor, pueden servir para dar al producto características de resistencia a la flama. Estos compuestos actúan en la fase flamable, reduciendo la temperatura y deteniendo la generación de estas.

Otros sistemas actúan en la fase polimérica, durante la cual producen carbón, reduciendo la transferencia de calor y bloquean la fase mencionada, para evitar que se llegue a la interfase de las flamas.

Los compuestos químicos más importantes que ofrecen características retardantes a la flama en formulaciones de polímeros, incluyen compuestos halogenados, compuestos fosforados, óxidos metálicos, sales metálicas, etc.

Los compuestos orgánicos incluyen el uso de PVC y el óxido de carbonodifenilo. Estos compuestos son principalmente usados en políesteres insaturados, resinas epoxi y espumas de poliuretano. (Bib. #26 V.29)

III-B.9: PLASTIFICANTES

Estos compuestos dan flexibilidad, bajan la dureza, aumentan la resistencia al impacto, mejoran el índice de flujo, hacen más agradables al tacto, etc. En el caso de los elastómeros, un plastificante disminuye la dureza, permite un procesamiento más fácil y aumenta la temperatura útil. Los plastificantes pueden ser internos y externos:

III-B.9.1: PLASTIFICANTES INTERNOS:

Es básicamente un copolímero en que el efecto de alteración de las propiedades originales, estará relacionado con la estructura y concentración del co-monomero, ejemplos: Cloruro de Vinilo, Acetato de Vinilo, Estireno-butadieno.

III-B.9.2: PLASTIFICANTES EXTERNOS

Por lo general son compuestos orgánicos, usualmente líquidos, que interactúan sin reacción química con el polímero (principalmente a temperatura elevada) en proporción directa a su poder de solvatación.

Aproximadamente un 85 % del uso de los plastificantes se encuentran en los vinílicos y son sustancias llamadas ésteres, producto de la reacción de ácidos y alcoholes. (Bib. #26 V.29)

III-B.10: AGENTES PRESERVATIVOS O BIOCIDAS

Son compuestos que protegen a los plásticos del deterioro causado por el ataque de hongos, bacterias y levaduras.

En el aire, el suelo y el agua se encuentran estos micro-organismos que secretan sustancias -enzimas- capaces de atacar moléculas complejas para obtener sustancias más simples, útiles como alimento para el crecimiento de los mismos.

Los plastificantes, lubricantes y otros aditivos usados para obtener flexibilidad, estabilidad química y

ayuda de proceso, son muy buenas fuentes de nutrientes para estos microorganismos.

El ataque es más severo a temperaturas de 16-32°C, cuando las superficies plásticas tienen humedad condensada.

Entre los preservativos básicos utilizados y que han demostrado buenas características de compatibilidad, estabilidad al calor hasta los 171°C y efectividad en el control de crecimiento de hongos y bacterias se encuentran:

+Derivados de Tributill estaño
+10,10 Oxobisfenoxarsina. (Bib. #26 V.29)

III-B.11: SUPRESORES DE HUMO

Estos compuestos como su nombre lo indica aminoran la producción de humo cuando el plástico es sometido al fuego. Al menos un 50% de las fatalidades en el fuego se producen por humo y gases tóxicos, no debidos a la combustión. Aunque el uso de retardantes a la flama reduce la facilidad de ignición de los materiales, no los hará incombustibles. Como supresores de humo encontramos:

+Compuestos de molibdeno
+Compuestos de Zinc
+Compuestos de aluminio
+Compuestos organometálicos, etc.
(Bib. #26 V.29)

III-B.12: AGENTES ANTIESPUMANTES

Estos compuestos evitan la formación de espuma provocada por el aire atrapado que se produce en los procesos de mezclado, incluso ayudan a la eliminación más rápida del aire atrapado.

III-B.13: AGENTES CLAREANTES

Son compuestos comúnmente utilizados en la elaboración de películas cristalinas y evitan la opacidad de los productos terminados.

III-B.14: AGENTES ESPONJANTES O ESFLUMANTES

Son compuestos que mezclados con los plásticos durante el proceso de generación o de transformación, generan gas para producir artículos microcelulares y esponjosos.

III-B.15: COLORANTES

Son sustancias que hacen posible que una gran variedad de materiales plásticos puedan ser coloreados en diferentes matices que van del pastel a profundos, y de

colores puros a mezclados.

La sensación del color resulta de la respuesta del cerebro a la luz que llega a los ojos del individuo. Cuando la luz ilumina un objeto, una parte de ella es absorbida o transmitida y otra parte reflejada. El que un objeto se perciba de un cierto color específico se debe a la absorción de una cierta longitud de onda característica por parte del objeto, mientras que las demás longitudes de onda del espectro visible son reflejadas. (Bib. #26 V.29, p.39).

Existen dos tipos de colorantes: tintes y Pigmentos; la diferencia entre los dos es la solubilidad; los tintes son bastante solubles e incluso, en algunos casos, reactivos en la composición plástica, mientras que los pigmentos, siendo insolubles, son dispersados a través de toda la masa plástica. Los plásticos coloreados con tintes a menudo retienen mejor su color contra el decaimiento, comparados con los plásticos pigmentados.

Los tintes tienen una estabilidad térmica mucho más baja que los pigmentos, en particular que los pigmentos inorgánicos. Los tintes son solubles, transparentes y dan los colores más brillantes de todos, siendo usados principalmente en los plásticos claros, sin embargo, son mucho más sensibles a temperaturas de moldeo y condiciones de uso y pueden ser decolorados con facilidad bajo calores altos. Los pigmentos se venden en forma de polvos secos y debido a esto generalmente las partículas se encuentran aglomeradas.

El proceso para la dispersión de los pigmentos considera:

- 1) Mojado de las superficies del pigmento
- 2) Separación de aglomerados
- 3) Distribución de las partículas en el sustrato y
- 4) Estabilización que da como producto la dispersión

ejemplos de pigmentos inorgánicos:

+BLANCO (Dióxido de titanio)

ejemplo de pigmentos orgánicos:

+ROJOS ORGANICOS CLASICOS

(pigmentos con uno o dos grupos azo, así como sales metálicas).

CAPITULO III-C

CLASIFICACION Y ENSAYOS DE LOS PLASTICOS

III-C.1: CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS:

Los materiales plásticos (polímeros) al igual que muchos otros materiales se pueden clasificar de diversas maneras:

FOR SU APLICACION Y USO:

PLASTICOS.- pueden ser quebradizos o blandos, según las fuerzas de cohesión molecular, poseen alta resistencia al esfuerzo, carencia de movilidad en los segmentos de las cadenas poliméricas y propiedades parecidas al vidrio; en esta clasificación se consideran los termoplásticos y termoestables, excluyendo a aquellos de comportamiento elastomérico; como ejemplos de plásticos tenemos: Polietileno, Poliisopreno, PVC, Resinas poliéster, Epóxicos, etc.

FIBRAS TEXTILES.- Blandas o duras, con gran resistencia al esfuerzo, por ejemplo: Nylon, Poliéster, Sarán, etc.

ELASTOMEROS (Hules): Estos materiales poseen relajabilidad en los segmentos formadores de la cadena principal, con baja resistencia al esfuerzo, poseen la propiedad de recuperar la figura y el tamaño original después de una deformación; existen tanto naturales como sintéticos así como termoplásticos o termoestables; ejemplos de éstos podemos citar: Hule natural, neopreno, butadieno acrilonitrilo (buna N), estireno-butadieno (buna S), etc.

PINTURAS, BARNICES Y RECUBRIMIENTOS: existe una gama de estos materiales muy diversa; pero podemos citar sus características principales como blandos, flexibles y resistentes a la intemperie, ejemplo: esmaltes acrílicos, recubrimientos a base de poliuretano, etc.

ADHESIVOS: Son mezclas de polímeros y solventes con propiedades especiales que facilitan la adhesión, ejemplo: resinas epoxicas, poliuretano, polimetacrilatos, acetato de polivinilo, etc.

Actualmente es muy conocida la clasificación en base a su estructura molecular, misma que le confiere sus propiedades mecánicas y comportamiento frente al calor; en esta segunda clasificación encontramos:

- For su origen de procedencia en: Naturales y Sintéticos
- For la Estructura Molecular como: Homopolímeros, Copolímeros, Terpolímeros, Tetrapolímeros, Pentapolímeros, Multipolímeros, (DNA) Etc.
- For la Configuración de sus cadenas en: Atácticos, Isotácticos, Sindiotácticos, Etc.
- De acuerdo a su mecanismo de síntesis: Por adición, Por condensación, Adición no Radical Etc.
- For su Comportamiento frente al Calor: Termoplásticos, Termoestables
- For su aplicación y uso como: Plásticos, Fibras Textiles, Elastomeros (hules), Pinturas, barnices y recubrimientos, Adhesivos

Como se observa son muchas las formas como podemos clasificar a los materiales plásticos, sin embargo, desde un enfoque más hacia el diseño, es conveniente el manejo de una clasificación en base a su: aplicación, propiedades mecánicas y comportamiento frente al calor así entonces:

A) TERMOPLASTICOS:

- * de comportamiento ELASTOMERICO
- * de comportamiento no Elastomérico

B) TERMOESTABLES o TERMOFIJOS:

- * RESINAS
- * HULES: +Naturales
- +Sintéticos

III-C-1.1: TERMOPLÁSTICOS

En estos materiales las cadenas macromoleculares se encuentran sostenidas por las relativamente débiles fuerzas de Van der Waals; cuando el material es calentado las fuerzas intermoleculares llegan a ser debilitadas por la misma acción del calor; a tal extremo que, el material se reblandece y, si se continúa calentando, el material se convierte en un líquido viscoso (se funde); cuando el material es retirado del calor, al enfriarse se solidifica nuevamente, recuperando sus propiedades y características propias; este ciclo de reblandecimiento por calor y endurecimiento por frío, en teoría, puede ser repetido indefinidamente, esto se aprovecha y es la base de la mayoría de los procesos de manufactura de los termoplásticos.

Los artículos fabricados con estos materiales son factibles de poder recuperarse o reutilizarse sometiendo a un reprocesamiento o combinándose con materiales "virgenes" (puros).

Los materiales termoplásticos podemos clasificarlos basándonos en su comportamiento mecánico como:

*Termoplásticos de comportamiento ELASTOMERICO
 *Termoplásticos de comportamiento no Elastomérico Los Termoplásticos de comportamiento elastomérico, cumplen con la definición de los termoplásticos, sin embargo se comportan como un hule; ejemplo de ello es el Caucho termoplástico de Butadieno-Estireno o algunos nules de PVC flexible. Aclaremos que para los fines de este trabajo cuando se utilice el término "Termoplástico" y no se especifique "de comportamiento elastomérico", nos estaremos refiriendo a los materiales de comportamiento no elastomérico, como el poliestireno, el PVC (rígido), Policarbonato, etc.

ENTRE LOS MATERIALES TERMOPLÁSTICOS ENCONTRAMOS:

- *Acetalicos:
 - +Polioxiacetilénicas (POH)
- *Acrylicos:
 - +Polimetilmetacrilato (PMMA)
 - +Polimetacrilatos
 - +Poliacrilatos
 - +Polímeros de Acilonitrilo
 - +Acilonitrilo Metilmetacrilato (AMMA)
- *Celulósicos:
 - +Acetato de Celulosa (CA)
 - +Propionato de Celulosa (CP)
 - +Propionato Acetato de Celulosa (CAP)
 - +Butirato Acetato de Celulosa (CAB)
 - +Etilcelulosa (EC)
- *Fluorocarbonos:
 - +Politetrafluoroetileno (PTFE) (Teflon)
 - +Etileno Propileno Fluorinado (FEP)
 - +Policloro-trifluoro-etileno (PCTFE)
- *Poliamidas:
 - +Nylon 6/6
 - +Nylon 6
 - +Nylon 6/10, etc.
- *Policarbonatos: (Lexan y Marlón) (PC)
- *Policloroeter: (Pentón de química "Hercules")
- *Polioléfinas:
 - +Polietileno Baja Densidad (ramificado) (LDPE)
 - +Polietileno Alta Densidad (lineal) (HDPE)
 - +Polietileno Media densidad (MDPE)
 - +Polipropileno (PP)
- *Polioxido de fenileno (PFU)
- *Poliestirenos:
 - +Para uso general (PS)
 - +Poliestireno cristal (PS)
 - +Poliestireno de Alto impacto (PS)
 - +Poliestireno expandible
 - +Copolímero de Estireno Acilonitrilo (SAN)
 - +Copolímero de Butadieno Estireno "Resina K" (ABS)
 - +Acilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)
- *Vinílicas:
 - +Cloruro de Polivinilo (PVC)
 - +Copolímero de etileno-vinilo-acetato
 - +Polivinil acetato (PVAC)
 - +Polivinil alcohol (PVAL)
 - +Polivinilbutiral (PVB)
 - +Copolímero de cloruro de vinilo y acetato de vinilo (PVCA)
 - +Polivinilideno Fluorado (PVDF)
 - +Polivinil Fluorado (PVE)
 - +Polivinil Formal (PVFO)
- *Políester termoplástico:
 - +Polietilentereftalato (PET)
 - +Polibutilentereftalato (PBT)

III-C.1.2: TERMOFIJOS

Como anteriormente se expuso, los materiales termofijos podamos clasificarlos como:

- * RESINAS
- * ELASTOMEROS O HULES: +Naturales
+Sinteticos

Los materiales termoestables o termofijos, son materiales producidos en dos etapas, en la primera se forman moléculas (unión de cadenas largas de monómeros), muy parecidas a las de los termoplásticos, pero todavía capaces de reaccionar (o sea que, estas cadenas están formadas por monómeros potencialmente activos). La mayoría de estos materiales se distribuyen para su manufactura durante la primera etapa, la segunda y última etapa ocurre en el moldeo o transformación durante el proceso de manufactura, durante esta segunda etapa el material es endurecido bajo la acción de presión y calor o por medio de algún catalizador.

En la segunda etapa se provoca una nueva reacción química que activa los monómeros que forman las cadenas (o moléculas poliméricas gigantes), al terminar la reacción, el resultado es una nueva estructura de cadenas entrecruzadas que se encuentra fuertemente unida mediante enlaces químicos (principalmente covalentes), que son más resistentes a la acción del calor que las fuerzas de Van der Waals.

Así, estos materiales una vez que han sido endurecidos o "curados", no se ven afectados por la temperatura, esto significa que no pueden ser reblandecidos, refundidos o reutilizados nuevamente como en el caso de los termoplásticos.

La palabra "curado" se refiere al proceso de endurecimiento de los materiales plásticos, más específicamente se refiere al cambio de las propiedades físicas de un material a causa de reacciones químicas (usualmente por la acción del calor o de una catálisis) y que se producen con o sin presión. (Bib.#22 p.49).

Si se someten a un calentamiento excesivo (que rebase sus especificaciones), el material termofijo puede descomponerse e incluso destruirse.

Asimismo para los objetivos del presente trabajo los términos "termofijo" o "Termoestable" se utilizarán para diferenciar este tipo de plásticos, de los Hules propiamente dicho.

Si bien los "Hules" poseen una estructura entrecruzada, en la práctica se han estudiado en forma separada de las resinas termoestables; para nuestra finalidad, se ha usado la clasificación que las incluye.

ENTRE LOS MATERIALES TERMOFIJOS COMUNES ENCONTRAMOS

- +Fenol-Formaldehído (Fenolicos) (bakelita) PF
- +Melamina-Formaldehído MF
- +Urea-Formaldehído SMS
- +Poliésteres Termofijos
- +Resinas Epoxicas EP
- +Uretanos Rígidos (Espumas)
- +Poliimidas

III-C.1.3: LOS ELASTOMEROS O HULES

Debido al gran avance tecnológico que poseen -generalmente- y a la importancia económica que han adquirido a través de los años, se estudian independientemente de los materiales plásticos.

Estos materiales poseen un menor grado de entrecruzamiento que los termorrijos, por lo que algunos se reblandecen por la acción del calor, pero sin llegar a fundirse como en el caso de los termoplásticos. (Bib. # 26 p.23)

En la industria de los plásticos, el término "elastómero" se utiliza usualmente para referirse a los cauchos sintéticos, naturales o plásticos de éste tipo. (Bib. #22 p.54)

Un elastómero es un material polimérico macromolecular, el cual, cuando ha sido estirado a temperatura ambiente hasta una longitud doble de la que posee originalmente puede volver a aproximadamente su longitud inicial una vez que la tensión aplicada ha sido eliminada. (Bib. #22 p. 54)

Un hule es un material que en forma cruda es termoplástico y al ser vulcanizado se convierte en termorrijo. (Bib. #26 p. 23).

Se entiende por vulcanizado al proceso de endurecimiento del caucho mediante la mezcla de este con azufre, al calentarse se forman enlaces entre las cadenas que dan lugar a la integración de redes tridimensionales unificadas (Bib. #26 p. 27), erróneamente, en la práctica popular, se ha generalizado este nombre para indicar el endurecimiento de los plásticos.

Dependiendo del entrecruzamiento logrado, el hule varía sus propiedades mecánicas y por consiguiente su comportamiento frente al calor; mientras más entrecruzamientos tengan los elastómeros, tienden a ser más rígidos.

ENTRE LOS MATERIALES PLÁSTICOS PERTENECIENTES A LOS ELASTÓMEROS QUE SE MANEJAN COMERCIALMENTE HOY EN DÍA ENCONTRAMOS:

+Caucho Natural (Látex)	NR
+Caucho Isopreno (Caucho natural y sintético)	IR
+Caucho butadieno	BR
+Caucho butilo	IIR
+Butilo modificado (Caucho-bromo-butilo)	-
+Butilo modificado (Caucho-clorobutilo)	-
+Caucho de butadieno-estireno	SBR
+Caucho de etileno-propileno	EPDM
+Caucho EPT	EPDM
+Caucho cloropreno (NEOPRENO)	CR
+CFE (Poli-etileno Clorado)	CPE
+Caucho acrílico	ACH
+Caucho Poliacrílico	ANM
+Caucho Butadieno-acrilonitrilo	NBR
+Hypalon	CH
+CAUCHO DE SILICONA	HQ
	VHQ
	PVHQ
	-
+Caucho polisulfuro Thiokol	-
+Caucho Carbolfuorado (Fluoeelastómero)	FKM
+Fluorelastómero	CFM
+Fluorosiliconas	FVMQ
+ELASTOMEROS DE POLIURETANOS	AU
	EU
+Caucho carboxílico	NBR
+Caucho de Epicloridrina	CO
+Epicloridrina y oxietileno copolimerizado	ECO

III-C.2: ENSAYOS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

Los plásticos son una gran familia de materiales con características y propiedades diferentes, inclusive de entre los miembros de un mismo tipo se obtienen propiedades tan distintas y variadas que parecería tratarse de otro material diferente. Para el diseñador es de gran importancia el conocimiento y entendimiento de las propiedades y características de los materiales puesto que, son la base para la propuesta y nueva aplicación de los mismos. Por esta razón exponemos a continuación una breve explicación de los ensayos, términos y conceptos que se manejan cuando de estos materiales se habla.

III-C.2.1: PESO ESPECÍFICO Y DENSIDAD:

Es el peso de un volumen de cualquier sustancia, comparado con el peso de un volumen igual de agua, estando especificadas las temperaturas de ambos elementos (agua y la sustancia dada). Un valor menor que 1.0 indica que el material flotará. (Bib. #22)

La densidad se define como: «masa de una sustancia por unidad de volumen», se expresa en Kg/m³ o g/cm³; el peso específico también se define como «la relación entre el peso de un cuerpo y su volumen», se puede decir que en términos prácticos, hablar de densidad y del peso específico es lo mismo, ya que se encuentran íntimamente relacionados. (Bib. # 33) Para finalizar, en la mayoría de los casos la densidad disminuye al aumentar la temperatura de un cuerpo o una sustancia. (Bib. # 33).

III-C.2.2: INDICE DE REFRACCION:

Se entiende por refractar "hacer cambiar de dirección un rayo luminoso o de otro movimiento ondulatorio que pasa oblicuamente (formando un ángulo diferente de 90 °), de un medio a otro de distinta densidad". (Bib. # 14)

El índice de refracción (n), es una constante resultado de la razón o cociente entre el seno del ángulo de incidencia de la luz (Sen i) y el seno del ángulo de refracción de la misma (Sen r), del segundo medio (o material) respecto del primero"; esto lo podemos expresar como:

índice de refracción = $\frac{\text{seno del ángulo de incidencia}}{\text{seno del ángulo de refracción}}$

ó también: Velocidad de la luz en el aire o vacío
Velocidad de la luz en el medio

Como la velocidad de la luz en el aire es casi igual a la velocidad en el vacío, para efectos prácticos, se puede sustituir la velocidad de la luz en el vacío por la que tiene en el aire.

Para simplificar las cosas, como la velocidad de la luz en el vacío es su velocidad máxima, el índice de refracción siempre es mayor que la unidad; cuanto mayor sea el índice, menor será la velocidad de la luz al pasar del vacío a la sustancia (o material plástico para nuestro caso).

A continuación se dan algunos índices de refracción de varias sustancias que pueden servir de referencia:

Aire	1.00029
Agua	1.33
Vidrio	1.5-1.9

III-C.2.3: RESISTENCIA DIELECTRICA:

Se entiende por DIELECTRICO, toda sustancia o material que no conduce la corriente eléctrica o que la conduce mal.

La resistencia dieléctrica, es la propiedad de los materiales plásticos aislantes que les permite resistir la tensión eléctrica y se expresa generalmente en Volts por mil (V/mil), medida normalmente a 60 ciclos. (Bib. #22)

Algunas veces darán como dato la constante dieléctrica de los materiales, a manera de referencia se dan algunas constantes dieléctricas:

Aire	1.000592
Aceite de transformadores	2,2-2,5
Agua	82
Papel	1,6-2,6
Baquellita	3-5
Porcelana	4,4-6,8

III-C.2.4: RESISTENCIA A LA TENSION O RESISTENCIA A LA TRACCION:

Es el término usado para describir:

*La habilidad de un material para resistir la tensión de estirado o, la medida del grado de tensión en la cual el material falla por acción de estirado (Bib.#22)

Se expresa como la carga o esfuerzo aplicado sobre la superficie del material: lb/pulg² o Kg/cm².

III-C.2.5: RESISTENCIA A LA COMPRESION:

Es la mayor carga que un material sujeto a compresion o aplastamiento puede soportar sin fractura; se expresa como la carga o esfuerzo aplicado sobre la superficie del material: lb/pulg² ó Kg/cm². (Bib.#22)

III-C.2.6: RESISTENCIA AL IMPACTO, CHOQUE, GOLPE O RESILIENCIA:

Es la cualidad de los materiales plasticos de resistir la fractura por choque o golpe, o también la fuerza que se requiere para romper una muestra de ensayo de una manera especificada; generalmente se hace mediante el "Ensayo de Impacto de IZOD", se utiliza una probeta o muestra con entalladura (o sea con garganta), que se coloca entre las mordazas de la máquina y que es golpeada por un péndulo pesado. Los resultados se expresan en carga o esfuerzo a cierta distancia sobre la dimensión del material m-Kg/cm² (Bib.#22)

En Alemania, se utiliza el metodo de ensayo CHARPY (DIN 53453) el cual se expresa en cm-Kg/cm².

NOTA: Para efectos de conversión del sistema inglés al métrico-decimal:

$$1 \text{ m-Kg} = 0.1363 \text{ pie-lb}$$

$$1 \text{ pie-lb} = 7.233 \text{ m-Kg}$$

ejemplo: Resist. al impacto del Nylon 6
= 1.2 pie-lb/pulg

$$(1.2) \text{ pie-lb/pulg} (0.1383) = 0.16596 \text{ m-Kg /pulg}$$

$$(1 \text{ pulg.} = 2.54 \text{ cm}) = 0.16596 \text{ m-Kg/2.54 cm}$$

$$= 0.06533 \text{ m-Kg/cm}$$

$$= 0.006533 \text{ m-Kg/mm}$$

III-C.2.7: DUREZA:

Se ha definido como la resistencia que opone un cuerpo sólido a la penetración de otro; entre los metodos más importantes para medir la dureza de los plasticos se encuentran: "Dureza Brinell", "Dureza

Rockwell" y "Dureza Shore". En el caso de los plásticos a diferencia de los metales, se emplea más la resistencia a la abolladura, en vez de la dureza de la superficie; el metodo común Rockwell, utiliza como referencia nueve escalas diferentes que corresponden a nueve letras que se indican como prefiijos, estas letras denotan el tipo de penetrador usado y el peso que se aplica como carga mayor. La escala Rockwell "H" es usada para los materiales plásticos más duros, la escala "K" para los más blandos. (Bib.#22)

III-C.2.8: RESISTENCIA AL AGUA O ABSORCIÓN DE AGUA:

Es la cantidad de agua absorbida por una muestra para ensayo en condiciones especificadas (puede ser tiempo de inmersión). Puede expresarse: a) en base al peso, o b) en base a un porcentaje de absorción; en ambos casos se compara el peso o el porcentaje, con el peso o porcentaje de absorción de la muestra antes de ser sumergida. (Bib.#22)

III-C.3.9: RESISTENCIA QUIMICA:

Es la propiedad de los materiales plasticos para resistir el ataque de los ácidos, álcalis, solventes y otros agentes químicos. En general puede decirse que los plásticos tienen buena resistencia química. (Bib.#22)

III-C.2.10: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN o RESISTENCIA AL DOBLADO:

Es un término usado para indicar la resistencia de un material a las tensiones de doblado. Se somete la pieza ensayada del material a la acción de una serie de pesos colocados en el centro de la misma. Se define como resistencia máxima al doblado al mayor peso que pueda soportar la muestra sin sufrir distorsión permanente o daño, se expresa en Kg/cm². (Bib.#22)

III-C.2.11: RESISTENCIA A LA ROTURA (Transversal):

Es la habilidad de los materiales plásticos para resistir pesos perpendiculares a su superficie, se expresa en Kg/cm² (Bib.#22)

III-C.2.12: RESISTENCIA A LA LUZ:

Es la cualidad de los materiales plásticos para resistir la decoloración o degradación, después de ser expuestos a la luz del sol o rayos ultravioleta. Casi todos los plásticos tienden a oscurecerse cuando son sometidos a estas condiciones.(Bib.#22)

III-C.2.13: RESISTENCIA A LA CORROSION:

$$= 300 \text{ cal} / 100 \text{ cm} / 3600 \text{ seg} / ^\circ\text{C}$$

$$= 0.000833 \text{ cal/cm/seg/}^\circ\text{C}$$

Es la habilidad del material plástico para resistir el desgaste o degradación provocado por agentes químicos. Como los plásticos no presentan corrosión electrolytica son ampliamente usados en casos en los que se requiere esta propiedad. ejemplo: recubrimientos y capas protectoras para plantas químicas. (Bib. #22)

III-C.2.14: RESISTENCIA A LA ABRASION:

Es el grado de resistencia de un producto al desgaste superficial y al frotamiento. se puede expresar en gramos gastados por ciclo o simplemente un comparativo (Bib. #22)

III-C.2.15: MODULO DE ELASTICIDAD:

Es la relación entre la tensión aplicada a un material y la deformación sufrida por el mismo. Comúnmente es el cociente obtenido de dividir la tensión por cm^2 (o pulgada²) y la elongación por cm (o pulgada) de longitud causada por la tensión aplicada. Algunas veces se le llama también Coeficiente de elasticidad. (Bib. #22)

MODULO: Es una constante que denota la relación entre un efecto físico y la fuerza que lo produce.

III-C.2.16: RESISTENCIA AL CALOR:

Es la propiedad de los materiales plásticos para resistir condiciones de calor. Generalmente se especifican los rangos de temperatura dentro de los cuales pueden usarse los materiales plásticos sin afectar sus propiedades mecánicas. (Bib. #22)

III-C.17: ELONGACION:

Es el aumento de longitud de un material deformado bajo esfuerzos de tensión (Bib. #22) se puede expresar en porcentaje.

III-C.2.18: CONDUCTIVIDAD TERMICA o CONDUCTIVIDAD CALORIFICA:

Habilidad de un material para conducir el calor, es una proporción que nos indica la cantidad de calor que va a ser conducida, a través de una capa de un espesor dado (generalmente es de 1 cm)

Para efectos de conversión: 1 cal. = 4.18 J.
1 Kcal. = 1000 cal.
1 Joule = 0.24 cal

Ejemplo: Conductividad térmica del Polietileno HD:
0.3 Kcal/m/h/°C

III-C.2.19: CALOR ESPECIFICO:

Es la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 gr. de una sustancia para elevar en 1°C su temperatura (generalmente usamos °C), se expresa en calorías (cal.). Ejemplos: hielo 0.5, algodón 0.304, cera 0.7, cobre 0.0918, etc.

III-C.2.20: TEMPERATURA DE AUTOIGNICION:

Nos indica la temperatura bajo la cual el material, al llegar a ésta, se quemará por sí mismo.

III-C.2.21: CONTRACCION EN MOLDES:

Los materiales se contraen al entriarse; es la diferencia de dimensiones de la pieza con respecto a la dimensión de la cavidad del molde, tomada al endurecer, enfriar y extraerla de éste, se expresa en unidad de longitud contraída por unidad de longitud, o en base a un porcentaje.

III-C.2.22: PLASTODEFORMACION:

Es la deformación plástica ocurrida en el material sometido a ciertas condiciones específicas: calor, carga, tensión, etc.

III-C.2.23: COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA:

Los materiales aumentan de dimensiones al calentarse; se define como el aumento de longitud por unidad de longitud por °C y no es otra cosa mas que la variación de la masa de una muestra especifica de material plástico cuando está sujeta a un aumento especifico de temperatura; puede ser expresado en $\text{pulg/pulg/}^\circ\text{C}$, $\text{cm/cm/}^\circ\text{C}$, o $1/^\circ\text{C}$.

TEMPERATURA DE TRANSICION VITREA: (T_g)

Los materiales plásticos poseen una propiedad conocida como temperatura de transición vítrea, por debajo de la cual dichos materiales pueden experimentar fractura o fragilización. (Bib. # 28 p.33)

CAPITULO III-D

DESCRIPCION Y PROPIEDADES DE LOS PLASTICOS

TERMOPLASTICOS

III-D.1: POLIACETALICOSIII-D.1.1: POLIOXIMETILENICAS PON

NOMBRES COMERCIALES: DELRIN (homopolímero de DUPONT)
 CELCON (Copolímero de CELANESE)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Son los materiales más duros y fuertes de los plásticos no reforzados; Aunque tratándose de un termoplástico, en estos compuestos se dan los mayores valores para: la dureza, rigidez, tenacidad, resistencia al descascaramiento y a la fatiga, la humedad tiene poco efecto en la estabilidad dimensional; presentan magnífica resistencia a la "Plastoderformación" bajo cargas (o sea, resistencia a los esfuerzos permanentes), bajo coeficiente dinámico de rozamiento (se considera auto lubricante).

PESO ESPECÍFICO:	1.41-1.44
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	ENTRE -40 A 110
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	ENTRE 160-240
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm ²)	650-800
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	650-1050
RESISTENCIA DIELECTRICA: BUENA	480 Volts por mil aproximada en aplicaciones eléctricas)
RESIST. A LA ABRASIÓN (mg perdidos):	6 a 20
RESISTENCIA AL IMPACTO (m-Kg/cm)	0.3174
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C)	0.00008 a 0.000105
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.)	0.00055
MÓDULO DE ELASTICIDAD: A 27°C	263.6 (Kg/cm ²)
DUREZA:	MUY Duros
COEFICIENTE DE FRICCIÓN (en seco):	.15 a .35
CONTRACCIÓN EN MOLDES (mm/mm)	0.508-0.635
ABSORCIÓN DE AGUA (PESO en %)	0.22 - 0.40
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	BUENA
EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR:	Relativamente inestable
CLARIDAD:	de Translúcidos a opacos

RESISTENCIA QUÍMICA: Altamente resistente a compuestos orgánicos; solventes comunes a temperatura ambiente no lo atacan; no se recomienda el contacto con ácidos o bases fuertes fuera del rango PH 4 - 9.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se suministra al mercado en forma de gránulos (Pellets) incoloros, blancos opacos o bien, pigmentados de origen en una gran variedad de colores.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Inyección, Extrusión y Extrusión sople, pueden ser maquinadas más fácilmente que el latón, con las mismas herramientas empleadas para el trabajo con ese metal.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: son altamente inflamables debido a su alto contenido de oxígeno, su llama es azul, desprenden poco humo y un olor irritante a formal.

APLICACIONES COMUNES: HERRAMIENTAS (mangos y agarraderas, manijas para extintores de fuego), AUTOMOTRIZ (cubiertas para hebillas del cinturón de seguridad, manijas para cristales y varias piezas del tablero), PLOMERÍA (regaderas, cartuchos para sanitario y lavabo reemplazando a las piezas de latón y zinc), OTROS contenedores para encendedores de butano, cuerpos de contactos eléctricos, juguetes mecánicos y sus componentes, cuerpos de cassettes de audio y video, etc.

III-D.2: ACRÍLICOS

Incluidos en esta clase se encuentran los Polimetilmetacrilatos, los polimetacrilatos, poliácridatos y los copolímeros de Acrilonitrilo.

NOMBRES COMERCIALES: PLEXIGLASS (Rohm & Haas),
LUCITE (de DuPont), PERSPEX, ETC.

Nota: Para facilitar la exposición, en éste tema:

PMMA significa: Polimetilmetacrilato y

AMMA significa: Poliácridonitrilo-metilmetacrilato

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Los productos son facinantes ya que poseen una claridad excepcional, amplio rango de colores y muy buenas propiedades ópticas, los polímeros tienen baja gravedad específica, baja absorción de agua, buena resistencia eléctrica, excelente resistencia al tiempo, aceptable resistencia a la tensión y excelentes propiedades a bajas temperaturas; las placas presentan muy buena homogeneidad óptica.

Su uso principal es en estado sólido como materiales semiacabados y piezas moldeadas, aunque también son ampliamente usadas como resinas en lacas y barnices.

PESO ESPECÍFICO: 1.17-1.20
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 70 - 90
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C) 120 - 230
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm²) PMMA: 1100-1180
AMMA: 1750-1900
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²) PMMA: 700-800
AMMA: 1020-1180
RESISTENCIA DIELECTRICA 500 volts por mil
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) de 0.125
a 0.016
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C) 0.00008
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.) 0.0005
ÍNDICE DE REFRACCIÓN: 1.49
DUREZA: ROCKWELL M: 85-105 ; son fácilmente rayables.
CONTRACCIÓN EN MOLDES % : 0.4 - 0.7; en el caso del "vidrio acrílico", realizado por vaciado, sufre un encogimiento importante (20-25%)
ABSORCIÓN DE AGUA: menor del 0.5 %
ESTABILIDAD DIMENSIONAL: EXCELENTE abajo de 110°C
EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Excelente comportamiento
CLARIDAD: transmisión directa de luz blanca 93%, son transparentes, translúcidos y opacos; tiene uso en lentes y otras aplicaciones ópticas.

RESISTENCIA QUÍMICA: soluble en bicloruro de etileno y en tricloroetileno; Relativamente estable en presencia de alcohol; ESTABLE es aceites, grasas, ácidos y álcalis débiles; INESTABLE frente a ácidos y álcalis concentrados. bencina, carburantes, cetonas y ésteres.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: abarca láminas, tubos, placas y barras, polvos y granulos transparentes y en todas tonalidades y colores e incluso líquidos de vaciado conocidos como jarabes; estos son líquidos espesos semiviscosos, preparados a partir de los monómeros (ya sea por una polimerización parcial con una cantidad limitada de catalítico, o disolviendo el polímero molido en el monómero).

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: son altamente maquinables y se transforman mediante inyección, extrusión, extrusión sople, termoformado, modelado y prensado en caliente, etc. Los jarabes se vacían en moldes y se curan a temperaturas de 70 a 115 °C para convertirlos en sólidos duros y rígidos.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: es flamable, al retirarse la llama continúa ardiendo con una velocidad de quemado alta, su llama es muy luminosa y presenta chispoteos.

APLICACIONES COMUNES: AUTOMOTRIZ (calaveras, domos, cubiertas del tablero, etc); CASA, OFICINA Y OTROS: anuncios luminosos, aditamentos para la iluminación, guardas de seguridad, techos, muebles, componentes de máquinas de oficina, contenedores, juguetes, joyería de fantasía, ventanas para aviones, vidrios de reloj, lentes para el sol, dentaduras postizas, instrumentos quirúrgicos, modelos, etc.

En forma de emulsiones acrílicas se utilizan mucho como: recubrimientos, acabados de alto brillo, agentes promotores de adhesión para papel y piel, recubrimientos de interiores y exteriores en el hogar, etc.

111-D.3: CELULÓSICOS

La celulosa es un polímero natural obtenido a partir de la madera y el algodón con un comportamiento muy interesante, al calentarlo se carboniza en vez de fundir debido a que, las fuerzas de Van der Waals de este polímero lineal son de gran intensidad y resistencia. La celulosa puede obtenerse en forma de fibras o películas; los productos se comercializan como CELOFAN o RAYON, generalmente conocidos como celulosa regenerada.

Para poder formarse o moldearse con diversos procesos, es necesario modificarla, esto es, se sustituye uno de sus grupos oxhidrilo; la primera celulosa modificada fue el nitrato de celulosa, que a la fecha ha sido desplazada por otros celulósicos modificados de estructura similar, entre los más usados se encuentran el Acetato de Celulosa, el Acetato butirato de celulosa, el Propionato de celulosa y el etilcelulosa.

111-D.3.1: ACETATO DE CELULOSA

NOMBRES COMERCIALES: FIBESTOS (DE MONSANTO),
TENITE A (de EASTMAN CHEMICAL)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Es un material muy tenaz, muy duro, rígido y resistente, con la limitante de perder plasticidad con el tiempo, se pueden hacer insertos metálicos en el material, los productos son agradables al tacto y de acabado brillante, sus posibilidades de pigmentación son prácticamente ilimitadas y se logran efectos como el nacarado o el metalizado.

PESO ESPECÍFICO: 1.30
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 70
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C) 180-220
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 200-530
FLEXIÓN: Los del tipo suave son muy flexibles.
LÍMITE DE ELASTICIDAD: 300-500 Kg/cm²
ALARGAMIENTO EN EL LÍMITE DE ELASTICIDAD: 5 - 7 %
RESISTENCIA DIELECTRICA: 600 Volts por mil
PROPIEDADES ELÉCTRICAS: son buenos aislantes
ÍNDICE DE REFRACCIÓN: 1.48
RESISTENCIA A LA FATIGA: BAJA
CALOR ESPECÍFICO (cal) 0.40
DUREZA: ROCKWELL R 85-120 EN LÁMINAS
34-125 EN PIEZAS MOLDEADAS
SHORE "D" 70-83
COEFICIENTE DE FRICCIÓN: NO RECOMENDABLE PARA USO BAJO FRICCIÓN
RESISTENCIA AL IMPACTO (I20D) (m-Kg/cm) 0.12
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C) de 0.000085 a 0.00016
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.) de 0.000611 a 0.000638
CONTRACCIÓN EN MOLDES 0.5-0.7 %
ABSORCIÓN DE AGUA: 120-135 mg ó 3.80 %
ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Limitada por influencias de calor y humedad.

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: La exposición continua de luz solar o rayos UV, lo afectan ligeramente, por eso, no se recomienda su uso a la intemperie.

CLARIDAD: Altamente transparentes, translúcidos y opacos

RESISTENCIA QUÍMICA: BUENA en ácidos y álcalis débiles POBRE en álcalis fuertes y es atacado por alcoholes.

SE DISUELVE EN: acetona, acetato de etilo, acetato de metilo, ácido acético glacial, benceno a 30°C, Cloro de metileno, Dioxano, Piridina, etc.

INSOLUBLE EN: Aceites minerales, Xileno, Aceites animales, tolueno, gasolina, éter, agua, etc.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Existen en el mercado láminas gruesas y delgadas, muy usadas en empaque, barras duras maquinables, polvos y granulos con diversidad de aditivos que les permiten los tipos

SUAVES: generalmente son flexibles

MEDIOS: son los de uso común y general

DUROS: poseen muy buena resistencia al calor

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Los tipos duros son fácilmente maquinables, las láminas son modeladas por calor y termofomadas, los polvos y granulos se pueden inyectar, extruir y también transformarse por soplado.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: son productos flamables, su llama es de color verde-amarillenta, desprende algo de humo negro con hollín, chispea e incluso llega a gotear y se percibe un olor a ácido acético (picante como a vinagre) y a papel quemado.

APLICACIONES COMUNES: cubiertas de volante, mangos de cubiertos y herramientas, teclas para máquina de escribir, armazones para lentes, juguetes, viseras, película fotográfica, cinta adhesiva, plumas, recipientes para cosméticos, piezas de dominó, etc.

III-D.3.2: ACETO-BUTIRATO DE CELULOSA

NOMBRES COMERCIALES: CELLIDOR "B" (de BAYER), TENITE (Eastman Chemical), TELCACELL (Telcel Plastics)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: tiene una flexibilidad excepcional, buena resistencia al impacto y es más ligero en peso que el acetato de celulosa, su resistencia a la intemperie, envejecimiento y su estabilidad dimensional son mejores; por tener reducida carga electrostática, casi no atrae polvo.

PESO ESPECÍFICO: 1.19 - 1.22
 TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 80
 TEMPERATURA DE FUSION (°C) 138-172
 RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 210-429
 RESISTENCIA AL IMPACTO (Prueba IZOD) 0.12 a 0.6 m-Kg/cm
 RESISTENCIA DIELECTRICA : 600 Volts por mil
 RESIST. A LA ABRASION (seg perdidos/ciclo)
 INDICE DE REFRACCION : 1.48
 COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) 0.00011 a 0.00017

CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) 0.000555 a 0.000611

DUREZA: ROCKWELL R : DE 16 A 115
 CONTRACCION EN MOLDES: 0.4-0.7 %
 ABSORCION DE AGUA: 0.9-2.2 %
 ALARGAMIENTO EN EL LIMITE DE ELASTICIDAD : 6 - 7 %
 PROPIEDADES ELECTRICAS: son buenos aislantes
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL: BUENA
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: mejores que el "CA" y el "CAP"
 CLARIDAD: Transparentes, translúcidos y opacos

RESISTENCIA QUÍMICA: estable frente a grasas, aceites, bencina, ácidos y álcalis débiles. Relativamente estable en presencia de alcoholes e inestable en presencia de bencol, carburantes, hidrocarburos clorados, ésteres, álcalis y ácidos concentrados; se disuelve en acetona y se ablanda e hincha en xileno y tolueno.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Se encuentra disponible en láminas, barras, tubos, pellets y como recubrimiento.

COLOR: Pueden ser coloreados a cualquier matiz, en cualquier color, pueden ser brillantes, e incluso se pueden dar efectos de color para imitar acabados naturales de la madera, etc.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: recubrimientos, laminación y formado en caliente, inyección, extrusión, termoformado, extrusión sople, etc.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Arde y al separar la llama continua quemándose, su flama es de color amarilla con bordes azules, desprende algo de humo negro pero sin hollín, gotea continuamente al quemarse y desprende un olor como a mantequilla rancia y papel quemado.

APLICACIONES COMUNES: Cilindros para lapiceros y bolígrafos, empaque con burbujas, complementos para aspiradoras, agarraderas para maletas, carcasas de aparatos eléctricos, herramientas manuales, flotadores y avíos de pescadores, lentes para luces traseras de autoavión, señales exteriores.

LACAS de BUTIRATO para papel, madera, metal y plástico.

III-D.3.3: ACETATO PROPIONATO DE CELULOSA

NOMBRES COMERCIALES: CELADEX, FORTICEL (DE CELANESE),
TENITE PROPIONATE (DE EASTMAN CHEMICAL)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Es bastante similar al acetato butirato de celulosa "CAB". Tiene excelentes características de tenacidad, transparencia y estabilidad, pese a que es un poco higroscópico (que absorbe humedad), es inodoro y resiste al agua caliente casi en ebullición. Durante la transformación, a cierta temperatura, su flujo es considerablemente rápido y esto, provee excelentes soldaduras en las piezas moldeadas.

Su uso se recomienda para aplicaciones en las que intervienen cargas relativamente bajas.

PESO ESPECÍFICO: 1.20 - 1.22
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 85
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C) 190-225
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm²) 232-420
RESISTENCIA DIELECTRICA: 600 Volts por mil
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²): 281-550
ÍNDICE DE REFRACCIÓN: 1.48
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) de 0.125 a 0.6
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C) 0.000145
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.) 0.00055 a 0.000611
DUREZA: ROCKWELL R: DE 58 A 110
CONTRACCIÓN EN MOLDES: 0.4-0.7 %
ABSORCIÓN DE AGUA: 1.9-2.3 %
ALARGAMIENTO EN EL LÍMITE DE ELASTICIDAD: 6 - 7 %
PROPIEDADES ELÉCTRICAS: Son buenos aislantes
ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Ligeramente afectada por la acción de la humedad y el calor
EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Ligeramente afectado por los rayos UV al igual que el "CA"
CLARIDAD: Transparentes, translúcidos y opacos

RESISTENCIA QUÍMICA: Resiste a la mayoría de los detergentes, es estable frente a grasas, aceites, bencina, ácidos y álcalis débiles. Relativamente estable en presencia de alcoholes e inestable en presencia de benzol, carburantes, hidrocarburos clorados, ésteres, álcalis y ácidos concentrados. Lo ataca la acetona.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se presentan básicamente como gránulos o pellets en cualquier matiz de color o grado de translucidez desde claros-transparentes, incluyendo perlas o moteados a opacos.

Hay que tener en cuenta la limitada resistencia al flujo frío y ligeros cambios dimensionales que son esperados en el artículo acabado.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Modelado en caliente, extrusión, compresión e inyección; los productos obtenidos pueden ser estampados, taladrados o aserrados, resisten el estampado en relieve de adornos metálicos y el remachado, las piezas pueden ser unidas con cemento para dar una ligazón tan fuerte como el material mismo.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: se quema, al retirar la flama continúa ardiendo con una llama color amarillo oscura y con algo de humo negro, desprende un olor a azúcar quemada y gotea mientras continúa quemándose.

APLICACIONES COMUNES: típicas se encuentran en la INDUSTRIA DE LAS COMUNICACIONES en forma de teléfonos, piezas de radio y televisores, bloques de conexión, INDUSTRIA AUTOMOVILÍSTICA: volantes, botones, placas grabadas, brazos de descanso. HERRAMIENTAS: cubiertas y otros componentes, OTROS: pluma, lapiceros, equipo de seguridad, partes de máquina para oficina, cascos atléticos, electrodomésticos, mangos de cepillos de dientes y películas para empaque tipo "BLISTER," en la industria del calzado y como barniz especial para aviones y planeadores.

III-D.3.4: ETILCELULOSA

NOMBRES COMERCIALES: ETILCELULOSA (de HERCULES POWDER).
GRANUBEL (LA BELLIGNITE S.A.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Es un plástico flexible y fuerte, químicamente diferente a los otros celulósicos, sin embargo parecido en propiedades con excepción de ser más ligero y poseer extraordinaria resistencia química a los álcalis. Poseen propiedades físicas extraordinarias, libertad de olor, posee las mejores propiedades aislantes entre los celulósicos, se puede formular para poner en contacto con alimentos, a bajas temperaturas es muy dura y resistente.

PESO ESPECÍFICO:	1.15
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	70
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	121 - 135
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm ²)	211 - 352
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	211 - 562
RESISTENCIA AL IMPACTO (I20D) (m-Kg/cm)	de 0.6
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C)	0.00012
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.)	0.000611 0.00063
PROPIEDADES ELÉCTRICAS:	extraordinarias como aislantes
ELONGACIÓN BAJO TENSIÓN :	5 - 40 %
DUREZA : ROCKWELL "R" :	90
CONTRACCIÓN EN MOLDES :	0.4 - 0.7 %
ABSORCIÓN DE AGUA:	0.9 - 1.7 %
ESTABILIDAD DIMENSIONAL :	BUENA, ligeramente afectada por acción del calor y humedad.
EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR :	Excelente resistencia "UV"
CLARIDAD :	transparentes, translúcidos y opacos.

RESISTENCIA QUÍMICA: ciertas formulaciones son usadas en contacto con propelentes que contienen nitroglicerina.

La resina puede ser soluble en agua o en un gran número de disolventes. Los productos moldeados tienen buena resistencia al agua, estable frente a álcalis débiles y fuerte, relativamente inestable frente a ácidos, e inestable a ésteres, bencina y bencol.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se expende en líquidos para revestimientos y cubiertas, y en forma de gránulos de color ligeramente amarillos, opacos claros y oscuros.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: inyección y extrusión, las lacas y barnices por aspersión o inmersión.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: sometida a un tratamiento con agentes ignífugos, se convierte en un material ininflamable, sin tratamiento al aplicar la llama y retirarla sigue ardiendo, su llama es de color amarilla y tiene un clásico olor a papel quemado.

APLICACIONES COMUNES: variedad de aplicaciones militares (Usado específicamente en la construcción de cohetes), correderas de paraguas, envases de cubitos para refrigerador, acabados para maletas, aislación de alambre, cubiertas de tela de fusión caliente, gabinetes para radio, utensilios para cocina extruidos y juguetes. Tiene importante aplicación por su solubilidad en una variedad de solventes baratos como lacas para recubrimientos y cubiertas (ejemplo: cubiertas endurecidas de los pinos para boliche y en varias partes eléctricas.

III-D.4: POLIFLUOROCARBONOS

Es un gran grupo que complementan principalmente al Politetrafluoroetileno PTFE "TEFLON", entre las que se encuentran: Fluoroetilpropileno "FEP", Polifluorocloroetileno PCFE, Politrifluorocloroetileno PCTFE y el Fluoruro de polivinilideno PVF.

Con estos materiales, se generan una larga lista de Fluopolímeros con una variedad de propiedades, para una multitud de aplicaciones, donde se desee la combinación de:

Alta resistencia al calor
Alta resistencia a sustancias corrosivas y
Alta resistencia a la electricidad.

Otra de sus propiedades únicas es su bajo coeficiente de fricción, lo que las hace excelente para cojinetes, forros delgados para sartenes y engranes de autolubricación.

III-D.4.1: POLITETRAFLUORETILENO "PTFE"

NOMBRES COMERCIALES: TEFLON TFE, (de DUPONT)
HOSTAFLOX (DE FARBERKE HOCHST)
PESO ESPECIFICO: 2.13-2.20
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) menos 27 hasta:
260 (serv. continuo)
326 (para periodos cortos de exposición)
PROPIEDADES MECANICAS excelentes en altas y bajas temp.
TEMPERATURA DE FUSION (°C) 380°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO (°C) 326,6
RESISTENCIA A LA TENSION (kg/cm²) 141-422
RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm²) 120
RESISTENCIA DIELECTRICA 400-600 Volts por mil
RESIST. A LA ABRASION (mg perdidos/ciclo)
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) de 0.2178
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) de 0.0008
a 0.00014
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) de 0.00052 a 0.0006
MODULO DE ELASTICIDAD Kg/cm² 40,800
CONDUCTIVIDAD TERMICA 6.0
DUREZA (ROCKWELL R) 70
COEFICIENTE DE FRICCION: EL MAS BAJO 0.02
CONTRACCION EN MOLDES: 1-2 %
CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos) 2.2
EFECTOS DE LUZ SOLAR: NINGUNO, No lo afectan
ABSORCION DE AGUA 0.01 %
ESTABILIDAD DIMENSIONAL: EXCELENTE
CLARIDAD: OPACAS
COMPORTAMIENTO A LA FLAMA : NO ARDE

dades mecánicas, térmicas y eléctricas, junto con su calidad de inertes a sustancias químicas, durabilidad a temperaturas extremas tiene excelente resistencia de arco debido a la tendencia a vaporizar bajo esfuerzo eléctrico extremo en lugar de formar un recorrido carbonizado; Las superficies de los productos terminados son resbaladizas y agradables al tacto.
NOTA: debido a su elevado precio el PTFE sólo se utiliza en aquellos casos en los que las superiores cualidades justifican el gasto y la elaboración más dificultosa.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Es opaco y blanco pero puede colorearse, se distribuye en polvos de partículas muy finas y gránulos pequeños para moldear, perfiles redondos, barras y tubos.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: En general, difieren de los métodos tradicionales de transformación de termoplásticos, todos consisten de una operación de preformado o formado en frío, seguida de sinterización a una temperatura mayor de 380°C, asumiendo una forma viscoelástica parecida a la del vidrio casi fundido; el preformado se puede hacer por extrusión con pistón, extrusión con tornillo, compresión, etc. los productos terminados pueden ser mecanizados; otra forma de aplicarse es por baño o inmersión, con aplicación de calor posterior.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: NO son inflamables y arriba de los 400°C se produce una descomposición con despreñamiento de gases fluorados venenosos.

APLICACIONES COMUNES: Empaques, empaquetadura (asientos) de válvulas, Aislantes en circuitos eléctricos, tuberías para corrosivos, engranes y baleros (no necesitan lubricación), para envoltorio de materiales pegajosos, recubrimiento interno para envases de pegamentos y adhesivos, recubrimientos de sartenes y utensilios de cocina, elementos telemétricos, equipos de radar, computadores, equipo médico, prótesis, etc.

RESISTENCIA QUIMICA: Altamente resistentes a los reactivos químicos, prácticamente es insoluble en todos los solventes comunes, de las sustancias químicas encontradas en la práctica comercial, solamente el sodio activo y el flúor son capaces de atacarlas, y sólo bajo la aplicación de calor y presión extremos.

CARACTERISTICAS GENERALES: Son los más pesados de los termoplásticos, tienen el menor coeficiente de fricción de todos los plásticos, tienen extraordinarias propie-

III-D.4.2: POLIETILEN-PROPILENÚ FLUORADO "PFEP"

NOMBRES COMERCIALES: TEFLON FEP (DUPONT)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Poseen esencialmente todas las propiedades del PTFE, proveyendo al mismo tiempo una viscosidad en la fusión lo suficientemente baja para el moldeo convencional de los termoplásticos.

PESO ESPECÍFICO: 2.14-2.17
 TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 205 servicio continuo
 287 (periodos cortos de exposición)
 PUNTO DE ABLANDAMIENTO: (°C) 170
 RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 211
 RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil) 500-600
 MODULO DE ELASTICIDAD Kg/cm² 35,155
 RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) NO HAY FRACTURA
 COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) de 0.00008
 a 0.00014
 CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) de 0.000527 a 0.000583
 DUREZA (ROCKWELL R) 60
 CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos) 2.2
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN: de los más bajos 0.02
 CONTRACCION EN MOLDES : 1-2 %
 ABSORCION DE AGUA : 0.01 %

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: EXCELENTE
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: no la afectan
 CLARIDAD: son opacos
 RESISTENCIA QUIMICA: la misma que el PTFE.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Es opaco y blanco pero puede colorearse, se distribuye en polvos de partículas muy finas y granulos pequeños para inyección, extrusión y transferencia; perfiles tubulares, y barras maquinables.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Se transforman por las técnicas convencionales: inyección, extrusión, compresión, transferencia, revestimiento por baño, etc.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: NO son inflamables arriba de los 400°C se produce una descomposición con desprendimiento de gases fluorados venenosos.

APLICACIONES COMUNES: por lo general se utiliza en los mismos campos que el PTFE, pero cuando se requiere de temperatura de servicio menor. (ver PTFE.)

III-D.4.3: "POLITRICLOROFLUOROETILENO PCTFE"

NOMBRES COMERCIALES: DAIFLON (de DAIKIN KOGYO)
 HOSIFLON C (de FARBERGKE HOCHST)
 KEL-F (de 3 M. Co.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Este polímero se comporta de modo muy parecido al PTFE, si bien resiste menos temperatura, sus demás propiedades son muy parecidas.

PESO ESPECÍFICO: 2.12-2.14
 TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 190 - 200
 TEMPERATURA DE ELABORACION (°C) 250-285
 RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 352
 RESISTENCIA DIELECTRICA 490 Volts/mil
 RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) No hay fractura
 COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) de 0.00005
 a 0.000075
 CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) de 0.000375 a 0.000416
 MODULO DE ELASTICIDAD 14,062
 DUREZA ROCKWELL R 75
 CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos) 2.6
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN: 0.30
 CONTRACCION EN MOLDES : 1-2 %
 ABSORCION DE AGUA : 0.01 %
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL: EXCELENTE
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: no la afectan
 CLARIDAD: son opacos

RESISTENCIA QUIMICA: su comportamiento químico es muy parecido al PTFE.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Generalmente se encuentra en forma de granulos, en polvos finos o en dispersión para recubrimientos; en diversas tonalidades, desde incoloro hasta oscuro.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: a diferencia que el PTFE, con el PCTFE, son posibles todos los procedimientos de elaboración termoplástica : inyección, extrusión, soplado, termoformado, modelado en caliente, transferencia; los recubrimientos se aplican por aspersión e inmersión.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: NO son inflamables arriba de los 300°C se produce una descomposición con desprendimiento de gases fluorados y cloro, que además de ser tóxicos, pueden ocasionar deterioros en la herramienta de transformación.

APLICACIONES COMUNES: son muy usados y convenientes para la fabricación de una gran variedad de piezas para equipos eléctricos, además de sustituir al PTFE en algunas aplicaciones donde no es muy alta la temperatura.

III-D.4.4: POLIFLUORURO DE ETILENO PTFE

NOMBRES COMERCIALES: KEL F-81 (de 3 H. Co.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Poseen esencialmente todas las propiedades del PTFE, proveyendo al mismo tiempo una viscosidad en la fusión lo suficientemente baja para el moldeo convencional de los termoplásticos; esta resina tiende a ser menos resistente que el PTFE sometida a la fricción y a la temperatura.

PESO ESPECÍFICO	2,13
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 205 servicio continuo	
PUNTO DE ABLANDAMIENTO:(°C)	252
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	352
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil)	400-600
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm)	de 0.1688
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) de 0.000048	
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) de 0.00063	
MODULO DE ELASTICIDAD Kg/cm ²	13,007
DUREZA (ROCKWELL R)	85
CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos)	2.5
COEFICIENTE DE FRICCIÓN:	0.25
CONTRACCION EN MOLDES :	1-2 %
ABSORCION DE AGUA :	0.01 %
ESTABILIDAD DIMENSIONAL:	EXCELENTE
EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: no la afectan	
CLARIDAD: son opacos	

RESISTENCIA QUÍMICA: la misma que el PTFE.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Es opaco y blanco pero puede colorearse, se distribuye en polvos de partículas muy finas y gránulos pequeños para inyección, extrusión y transferencia; perfiles tubulares, y barras maquinables.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Se transforman por las técnicas convencionales: inyección, extrusión, compresión, transferencia, revestimiento por baño, etc.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: NO son inflamables arriba de los 300°C se produce una descomposición con despreñamiento de gases fluorados y cloro, que son tóxicos y pueden perjudicar la maquinaria.

APLICACIONES COMUNES: por lo general se utiliza en los mismos campos que el PTFE, pero cuando se requiere de temperatura de servicio menor.

III-D.4.4: FLUORURO DE POLIVINILIDENO

NOMBRES COMERCIALES: KYNAR (de PENNVALT CHEMICALS Co.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Poseen esencialmente todas las propiedades del PTFE, proveyendo al mismo tiempo una viscosidad en la fusión lo suficientemente baja para el moldeo convencional de los termoplásticos; esta resina tiene bajo coeficiente de fricción, lo que se aprovecha en piezas de aparatos sometidas a esfuerzos sin temperatura.

PESO ESPECÍFICO	1.76
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 162 servicio continuo	
PUNTO DE ABLANDAMIENTO:(°C)	175
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	492
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	703
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil)	300-500
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm)	de 0.2069
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) de 0.000085	
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) de 0.00048	
MODULO DE ELASTICIDAD Kg/cm ²	14,062
DUREZA (ROCKWELL R)	80
CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos)	8.4
COEFICIENTE DE FRICCIÓN:	0.16
CONTRACCION EN MOLDES :	1-2 %
ABSORCION DE AGUA :	0.04 %

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: EXCELENTE

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: no la afectan

CLARIDAD: son opacos

RESISTENCIA QUÍMICA: la misma que el PTFE.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Es opaco y blanco pero puede colorearse, se distribuye en polvos de partículas muy finas y gránulos pequeños para inyección, extrusión y transferencia; de este material se hacen preformas que posteriormente pueden ser maquinadas, termoformadas, dobladas o sopladadas.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Es maquinable y se transforman por las técnicas convencionales: inyección, extrusión, compresión, transferencia, termoformado, soplado; los revestimientos se aplican por inmersión o aspersión.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: NO son inflamables arriba de los 250°C se produce una descomposición con despreñamiento de gases fluorados tóxicos.

APLICACIONES COMUNES: por lo general se utiliza en los mismos campos que el PTFE, pero cuando se requiere de temperatura de servicio menor.

POLIAMIDAS "NYLON"

Pertenecen a la subfamilia de los plásticos llamada "plásticos de ingeniería" debido a que poseen: una capacidad de carga considerable a temperaturas elevadas, propiedades de fricción bajas, buena resistencia química y mecánica. Existen básicamente dos tipos de nylon el "cristalino" que tiene por característica ser opaco en su estado natural y el "amorfo" cuya característica es ser translucido.

Estos materiales se designan por el nombre genérico de poliamidas o "nylon" y son seguidos de uno o dos números que pueden ir separados por una coma o una diagonal; a continuación se mencionan los más importantes y comunes comercialmente:

T I P O	NOMBRE QUÍMICO O MAT. PRIMA:
NYLON 6.....	POLI(APROLACTAMA)
NYLON 6,6.....	PRODUCIDO CON HEXAMETILENDIAMINA Y ACIDO ADIPICO
NYLON 6,10.....	PRODUCIDO A PARTIR DE HEXAMETILEN DIAMINA Y ACIDO SEBACICO
NYLON 11.....	A PARTIR DE ACIDO 11 AMINO-UNDECANÓICO
NYLON 12.....	POLI(LAURIL-LACTAMA)

El número anotado a continuación del nombre genérico se refiere a la cantidad de átomos de carbono que se encuentran entre cada dos átomos de nitrógeno en el polímero o en medio de cada unión diamina.

Ejemplo: NYLON 6/10 : el primer número (6) designa los átomos de hexametildiamina y la segunda cifra (10) designa a los átomos de ácido sebácico.

Estos materiales son higroscópicos (que absorben humedad), actualmente se han desarrollado tipos menos higroscópicos, pero que sacrifican otras propiedades; entre las poliamidas, el que menos absorbe humedad o sea presenta la menor higroscopicidad y marcada elasticidad es el nylon 11.

Los nylon son llamados algunas veces "Los plásticos mecánicos" debido a su alta resistencia, su completa tenacidad y buena resistencia al calor, sustancias químicas y a la electricidad, compitiendo así con los metales en muchas aplicaciones, debido a que es posible obtener productos con muy buena precisión.

APLICACIONES Y USOS COMUNES:

ELECTRODOMESTICOS: Equipos de: lavandería, de cocina, de entriamiento, de limpieza del hogar, equipos

electrónicos para el hogar, pequeños aparatos de cocina, máquinas de coser, aparatos de uso personal, envoltentes y engranes de aparatos electrodomésticos, lavadoras de platos, etc.

COMPONENTES: Engranes, levas, poleas, cojinetes, empaques, rondanas, aerosoles.

AUTOMOTRIZ: Partes de chasis, partes decorativas de carrocería, partes funcionales, partes eléctricas, sistema de combustible, instrumentos, accesorios de calentamiento, ventilación y aire acondicionado.

DE CONSUMO: Utensilios de cocina, juguetes, artículos deportivos, accesorios personales, equipos fotográficos instrumentos musicales, cerdas para cepillo dental, cuerdas p/pesca, cierres, brochas, ropa, paracaídas, etc.

ELECTRICA: Controles industriales, recubrimientos de alambre, conectores industriales, baterías, partes de teléfono, interruptores, maquinaria agrícola minera y de perforación, procesamiento de alimentos, impresión, procesamiento textil, portarstiosoles, anillos aislantes, espirales y componentes de conmutador.

EQUIPOS COMERCIALES: máquinas registradoras, aparatos de exhibición, equipo de oficina.

PARTES DE MÁQUINAS: Bombas, válvulas, filtros, compresores para aire, equipos para manejo de materiales.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Se presentan en forma de polvo blanco finísimo o en granulos; también se hayan en forma de semielaborados para maquinado como son barras, tubos, placas y láminas. El color natural del nylon varía de crema ligero al abar, pero pueden tener un rango de colores por el uso de pigmentos y tintes especiales; sin embargo se reconoce el uso de material puro donde hay que aprovechar al máximo la resistencia mecánica, elasticidad, inercia química y las propiedades dieléctricas.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Se transforman con todas las tecnologías conocidas y aplicadas a los materiales termoplásticos: inyección, extrusión, sinterización, moldeo rotacional o rotomoldeo, soplado, termoformado, maquinado, etc. Al fundir forma un líquido muy viscoso, que hace un poco difícil el moldeo por inyección. El nylon 6 se puede fresar, enclavar, torneear, coser, soldar en caliente o con ultrasonido y encolar con adhesivos.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: al acercarle la flama se quema lentamente y con una flama azul con amarillo en la punta, al retirarle la flama se autoextingue, desprende un olor a pelo o lana quemada; hace espuma, se derrite y gotea.

III-D.5.1: POLIAMIDA 6/6

NOMBRES COMERCIALES: NYLON 6/6 (DUPONT)

CARACTERISTICAS PARTICULARES DE 6,6: Presenta mayor resistencia térmica, mecánica, tiene menor deformación bajo carga y un punto de fusión más alto; menor absorción de humedad y mejor resistencia química y al desgaste que la poliamida 6. Comparado con la mayoría de los plásticos tiene mejor resistencia al calor, y a la abrasión; además de poseer también la excelente resistencia eléctrica, buena resistencia al uso, operación silenciosa y bajo mantenimiento; el número siempre creciente de utensilios caseros contienen nylon en sus partes; estos materiales son fácilmente esterilizables a temperaturas de vapor.

PESO ESPECIFICO:	1.14
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	de - 73 a + 120
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	250-270
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	633-844
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	914
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	582-914
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (α-Kg/cm)	0.03267- 0.049
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C)	0.000025
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.)	0.00098
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil)	470
(Buena resistencia eléctrica)	
RESIST. A LA ABRASION: EXCELENTE	6-8 mg perdidos
(Elevadísima resistencia al desgaste)	
INDICE DE REFRACCION:	1.53
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	31,640
DUREZA ROCKWELL R	118
COEFICIENTE DE FRICCION: BAJO	0.15 a 0.40
(Se consideran autolubricantes)	
CALOR ESPECIFICO (cal)	0.40
CONTRACCION EN MOLDES	1.0 - 2.5 %
ABSORCION DE AGUA	1.5 %

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Los rayos UV reducen su resistencia, no se recomiendan para uso en la intemperie

ESTABILIDAD DIMENSIONAL. Se considera buena incluso a altas temperaturas pese a ser higroscópico.

CLARIDAD: se obtienen translúcidos y opacos

TENACIDAD EXTREMA aún en secciones delgadas

ALTA RAZON RESISTENCIA-/PESO

RESISTENCIA QUIMICA: Buena resistencia a grasas, aceites, álcalis, ácidos diluidos, a la mayoría de los solventes y sustancias químicas, con excepción de soluciones fuertes de ciertos ácidos minerales, compuestos fenólicos y oxidantes fuertes; no son atacados por hongos, insectos o roedores. Si se introduce una muestra en una solución 4.2 normal de ácido clorhídrico, el nylon 6,6 no se disuelve, el 6, si.

APLICACIONES PARTICULARES: El nylon 6,6 con fibra de vidrio, permite que se pueda utilizar como reemplazo directo de los metales en el área adyacente al múltiple del motor automotriz, y motores de aparatos eléctricos; lo encontramos en el engrane de la cadena de transmisión del automóvil.

III-D.5.2: POLIAMIDA 6 0 NYLON 6

NUMBRES COMERCIALES: PLASKON (de ALLIED CHEMICAL Co)
 PERLAMID (de INQUITEX España)
 ULTRAMID 6 (DE BASF)

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES este nylon representa un tipo diferente de nylon 6/6 (su predecesor), tiene mejor elasticidad y resiliencia que la poliamida 6/6, pero menor resistencia mecánica.

PESO ESPECÍFICO: 1.13
 TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) de - 73 a + 110
 TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C) 215-224
 RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 422-492
 RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm²) 914
 RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm²) 644
 RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) 0.0653
 COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) 0.000255
 CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) 0.00098
 RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil) 420
 RESIST. A LA ABRASION :EXCELENTE 6-8 mg perdidos
 (Elevadísima resistencia al desgaste)
 INDICE DE REFRACCION: 1.53
 MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) 24,608
 COEFICIENTE DE FRICCION: BAJO 0.15 a 0.40
 (Se consideran autolubrificantes)

DUREZA ROCKWELL R 119
 CALOR ESPECÍFICO : (cal) 0.40
 CONTRACCION EN MOLDES 1.0 - 2.5 %
 ABSORCION DE AGUA 2.8 %
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Los rayos UV reducen su resistencia, no se recomiendan para uso en la intemperie
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL Se considera buena incluso a altas temperaturas pese a ser higroscópico.
 CLARIDAD: se obtienen translúcidos y opacos
 TENACIDAD EXTREMA aún en secciones delgadas
 ALTA RAZON RESISTENCIA-A-PESO

RESISTENCIA QUÍMICA: Buena resistencia a grasas, aceites, álcalis, ácidos diluidos, a la mayoría de los solventes y sustancias químicas, con excepción de soluciones fuertes de ciertos ácidos minerales, compuestos fenólicos y oxidantes fuertes; no son atacados por hongos, insectos o roedores. Se disuelve en Fenol y Acido fórmico; si se introduce una muestra en una solución de ácido clorhídrico, el nylon 6 se disuelve y el 6,6 no.

III-D.5.3: POLIAMIDA 6/10

NUMBRES COMERCIALES: DECAPLAST (de MONTEFIBRE Milano)
 THERMOCOMP QF e QFL (de LNP Co. USA)

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES : Presenta propiedades mecánicas y térmicas parecidas a la poliamida 6, pero menor higroscopicidad.

PESO ESPECÍFICO: 1.08
 TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) de - 73 a + 100
 TEMPERATURA DE FUSION (°C) 207-221
 RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 633
 RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm²) 914
 RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm²) 422
 RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm) 0.1361
 COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) 0.000278
 CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.) 0.00098
 RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil) 400
 RESIST. A LA ABRASION :EXCELENTE 6-8 mg perdidos
 (Elevadísima resistencia al desgaste)
 INDICE DE REFRACCION: 1.53
 MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) 17,577.5
 DUREZA ROCKWELL R 111
 COEFICIENTE DE FRICCION: BAJO 0.15 a 0.40
 (Se consideran autolubrificantes)

CALOR ESPECÍFICO : (cal) 0.40
 CONTRACCION EN MOLDES 1.0 - 2.5 %
 ABSORCION DE AGUA 0.4 %
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Los rayos UV reducen su resistencia, no se recomiendan para uso en la intemperie
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL Se considera buena e incluso mejor que los dos nylon anteriores ya que posee menor higroscopicidad.
 CLARIDAD: se obtienen translúcidos y opacos
 TENACIDAD EXTREMA aún en secciones delgadas
 ALTA RAZON RESISTENCIA-A-PESO

RESISTENCIA QUÍMICA: Buena resistencia a grasas, aceites álcalis, ácidos diluidos, a la mayoría de los solventes y sustancias químicas, con excepción de soluciones fuertes de ciertos ácidos minerales, compuestos fenólicos y oxidantes fuertes; No son atacados por hongos, insectos o roedores. Se disuelve en Fenol y Acido fórmico.

III-D.6: POLICARBONATOS

NOMBRES COMERCIALES: LEXAN (de GENERAL ELECTRIC)
 MERLON (de MOBAY CHEMICAL)
 MAKROLON (de BAYER)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Se consideran inocuos (que no hacen daño), incoloros e insípidos; sus productos son difícilmente inflamales e irrompibles, son termoplásticos transparentes, con propiedades mecánicas superiores y resistencia a la alta temperatura. Las propiedades de los policarbonatos son extraordinarias en todos los aspectos, además de su ALTA RESISTENCIA AL IMPACTO, y resistencia a la alta temperatura, poseen resistencia eléctrica, buena estabilidad dimensional, buena moldeabilidad; clavos hechos de policarbonato pueden ser clavados en maderas pesadas, sin que se rompan; se tienen grados aceptados para el contacto con alimentos y para uso bio-médico.

PESO ESPECÍFICO:	1.20
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	135 a 143
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	220-230
TEMPERATURA DE DEFLEXIÓN:	
MARTENS, °C	115 a 127
VICAT, °C	164 a 166
TEMPERATURA DE FRAGILIDAD, °C	menor de -100
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm ²)	rango 562-703 normal: 625
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	1100-1200
RESISTENCIA DIELECTRICA : Volts por mil, (buen aislante eléctrico)	400 ALTA
CONSTANTE DIELECTRICA, (60 ciclos)	3.2
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	790-840
ELONGACIÓN, % AL EMPEZAR A CEDER	5 a 7
AL FALLO	mayor de 60
ÍNDICE DE REFRACCIÓN	1.59
MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	25,000-26,366
DUREZA: similar a la de ciertos metales: 118 Rockwell "R" 70 Rockwell "M"	
RESIST. AL IMPACTO (CHARPY) sin superficie marcada en cm-Kg/cm ² es 100 % irrompible	
RESIST. DE IMPACTO (CHARPY con superficie marcada) mayor de 20 cm-Kg/cm ²	
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm)	0.4356
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA LINEAL (1/°C): de 25 a 65 °C, por °C de 0.000059 a 0.000062	
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.)	0.000458 a 0.00048
CONTRACCIÓN EN MOLDES:	0.4-0.8 %
ABSORCIÓN DE AGUA:	0.35
CALOR ESPECÍFICO: KCal/kg °C	0.28
ESTABILIDAD DIMENSIONAL: muy buena	
EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: óptima resistencia a los rayos UV, a los agentes atmosféricos y al ozono	
CLARIDAD: tienen transparencia de un 90%, los hay claros, translúcidos y opacos.	

RESISTENCIA QUÍMICA: se pega con cloruro de etileno. Se disuelve dentro de acetona y tolueno. Son solubles en los hidrocarburos tratados con cloro. Son atacados por la mayoría de solventes aromáticos (thiner, ésteres y acetonas, causándoles degradación y rotura, la magnitud del daño depende del tiempo de exposición, esfuerzo y temperatura.

No son atacados por grasas, aceites y ácidos; la exposición continua al agua caliente lo vuelve quebradizo.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: disponibles en todos los colores y matices; se comercializa como polvos, pellets, láminas y películas.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Muy buena moldeabilidad por inyección, sobre todo entre 290-315 °C, pueden ser sellados por calor o por solventes para facilidad de fabricación, también se transforman por extrusión, soplado, fundición y torrado al vacío; se aconseja para la inyección un pre-tratamiento térmico de 2-3 horas a 120°C; las piezas moldeadas son maquinables.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Al acercarse la lumbre se quema con flama color anaranjada, desprende humo negro con hollín o tizne en el aire, al quemarse puede gotear y deja una pesada ceniza negra.

APLICACIONES COMUNES: Vajillas, biberones, vasos de licuadoras, envoltorios de máquinas y electrodomésticos, clavijas, componentes de cámaras fotográficas, lámparas para alumbrado público, tazones para filtros de gasolina, cascos de seguridad, ventanillas de bancos y vidrios de carros blindados, jeringas desechables, discos compactos (Compact disc), disco compacto-ROM, luces traseras, laterales, calaveras de autos, envases de leche retornable, trastos para hornos de microondas, etc.

III-D.7: POLICLOROETERES O POLIETER CLORADO "PCE"

NOMBRES COMERCIALES: PENTON (de HERCULES)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: presentan una combinación desusada de características, excelentes propiedades mecánicas, eléctricas y químicas, lo que hace a este plástico extremadamente estable bajo severas condiciones de temperatura y humedad; presenta alta tenacidad, resistencia mecánica y estabilidad térmica presentando muy buenas características de resistencia al envejecimiento (durabilidad).

PESO ESPECÍFICO:	1.40
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	120 - 150
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	422-492
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	352-422
RESISTENCIA DIELECTRICA (buenas propiedades eléctricas aún en presencia de humedad.	
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	8,788
DUREZA ROCKWELL "R"	100
COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA: (muy bajo)	
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m-Kg/cm)	0.0245
ABSORCIÓN DE AGUA	0.01%
ESTABILIDAD DIMENSIONAL:	ALTA
EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR:	no lo afecta
CLARIDAD: Películas de claras transparentes a opacas.	

RESISTENCIA QUÍMICA: Presenta excelente estabilidad química, excelente resistencia a los solventes y practicamente todos los tipos de soluciones químicas diluidas o concentradas en un amplio rango de temperaturas.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: gránulos de moldeo, planchas, varillas, tubos y las formas más diversas.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: debido a su viscosidad tan baja, puede ser moldeado por extrusión e inyección fácilmente.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: es autoextinguible, al acercarle la llama produce una flama verde con amarillo en la punta, desprende humo negro con hollín pero no gotea.

APLICACIONES COMUNES: Actualmente se construyen con este material válvulas, tubos, bombas, medidores, etc. y para piezas de exacta precisión en la industria; también se utilizan en plantas químicas donde las condiciones de servicio imponen temperaturas de hasta 120°C.

III-D.8: POLIIMIDAS

NOMBRES COMERCIALES: VESPEL y PYRALIN (de DUPONT)
 QX-13 (de ICI IMPERIAL CHEMICAL)
 KAPTON (POLIIMIDA TERMOPLÁSTICA)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Son resinas de estructura lineal como los termoplásticos pero su comportamiento es de resinas termofijas, su rasgo principal y sobresaliente es la extraordinaria estabilidad térmica que las hace idóneas para aplicaciones en la industria electrónica; se encuentran también en el mercado resinas de comportamiento termoplástico, que no son quebradizas como sus hermanas y son termosellables entre ellas mismas.

TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) de menos 200 a 480
 periodos prolongados 370°C
 periodos cortos 480°C

RESISTENCIA DIELECTRICA buenas propiedades eléctricas
 en un amplio rango de temperatura y frecuencia.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN muy bajo

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: No la afectan e incluso tiene
 óptima resistencia a otras radiaciones

CLARIDAD: En termofijo de translúcidos a opacos, en
 termoplásticos de translúcidos amarillentos a opacos.

RESISTENCIA QUÍMICA: extraordinaria, resisten a la mayor
 parte de los compuestos orgánicos y ácidos, no son
 afectadas por solventes pero son atacadas por las bases
 y los alcalis. Las del tipo termoplástico son solubles
 en dietil formamida.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se encuentran en el
 mercado bajo formas de semielaborados, polvos de moldeo
 de característico color marrón oscuro, como películas y
 de laminados reforzados, así como barnices y aditivos,
 de alto poder aislante, para cables y para aplicaciones
 aeroespaciales.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: presentan dificultad de
 moldeo, es difícil moldearlas por los métodos convencio-
 nales, requieren procesamientos especiales a veces de
 tipo metalúrgico; por esta razón son los mismos
 fabricantes de resinas los que colocan en el mercado
 este tipo de resinas en forma de semielaborados, los
 cuales se pueden transformar con máquinas herramientas.

Las del tipo entrecruzado se transforman por
 compresión y por transferencia, adoptando las normales
 tecnologías para los termofragables; las poliimidas
 termoplásticas son transformadas por extrusión,
 inyección y compresión.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO:

TERMOFIJAS: no se queman, sin embargo a muy altas
 temperaturas se degradan

TERMOPLÁSTICAS: tienden a adoptar el comportamiento
 del hule al exponerlos al calor o a la flama, su quemado
 y olores característicos no son distintivos.

APLICACIONES COMUNES: Las industrias interesadas en
 estas resinas son especialmente la aeronáutica, la
 espacial, la electrónica y la de barnices. Se usan para
 cojinetes autolubricantes, válvulas, aislamientos
 eléctricos que deban soportar altas temperaturas de
 ejercicios, partes de generadores y de motores, soportes
 de circuitos, condensadores, arandelas de acoplamiento
 con el sistema del cojinete de empuje, ruedas
 esmeriladoras, etc., las películas se usan para envolver
 cables, circuitos eléctricos y condensadores; los
 laminados se usan en la industria aeroespacial.

III-D.9: POLIOLEFINAS

También conocidos como parafinas, es un grupo de hidrocarburos no saturados, de los cuales los más representativos e importantes son el Polietileno PE y el Polipropileno PP. Estas resinas constituyen el grupo de plástico de mayor volúmen.

III-D.9.1: POLIETILENO PE

NOMBRES COMERCIALES:

VESTOLEN A (PEHD de CHEMISCHE WERKE HOLS)
 ALKATHENE (PELD de IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRI)
 AC Polyethylene (ALLIED CHEMICAL)
 DYLAN (de ARCO Polymers Co.)
 EPOLENE (de KODAK USA)

Esta disponible comercialmente en dos tipos específicos, un polietileno convencional ramificado de baja densidad o alta presión (0,910-0,925), el de mediana densidad (0,926-0,940) y un polietileno lineal de alta densidad o baja presión (0,941-0,965), además hay polietileno de bajo peso molecular, así como el tipo más común de alto peso molecular.

Notas PELD: Polietileno de baja densidad
 PEHD: Polietileno de alta densidad

CARACTERISTICAS GENERALES: Son materiales que se sienten cerosos al tacto; las propiedades del polietileno varían con el tipo y el peso molecular, es el óptimo aislante para altas y altísimas frecuencias; dichas propiedades no se alteran incluso en ambiente húmedo, las películas son ligeramente permeables al vapor de agua y a los gases; a medida que baja la densidad del plástico la fragilidad también se reduce.

PESO ESPECIFICO:	PELD : 0.915-0.930 PEHD:0.941-0.965	MUESTRA EN GENERAL BAJA ADHESION, si se requiere aumentar ésta, se somete a tratamiento de oxidación de "flama", o de irradiación de alta energía
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	PELD:85 y PEHD:110	TEMPERATURA DE IGNICION: 340°C
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	PELD: 180-220 PELD: 150-175	TEMPERATURA DE AUTOIGNICION: 349°C
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	PELD:85-95°C PEHD:110-135°C	COEFICIENTE DE FRICCION : PEHD: 0.3 en contacto con acero y para el PELD: 0.06, bajo las mismas condiciones.
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	PELD:105-246 PEHD: 211-281	CONTRACCION EN MOLDES: PEHD: 2.0-4.0 % y PELD: 1.5-3.0 %
RESISTENCIA DIELECTRICA	PELD:500 Volts por mil PEHD:525 Volts por mil	ABSORCION DE AGUA: PELD:0.04 % PEHD:0.03 %
RESISTENCIA AL IMPACTO (1200) (a-Kg/cm)	PELD de 0.0435 a 0.0871 PEHD de 0.0816 a 0.1851	ESTABILIDAD DIMENSIONAL: ES REGULAR
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C)	PELD de 0.00018 a 0.00022 PEHD de 0.00014 a 0.0002	EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: exposición prolongada produce la oxidación fotoquímica.
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal.)	PELD de 0.000722 a 0.000833 PEHD de 0.000972 a 0.00115	CLARIDAD: La transparencia del polietileno disminuye al aumentar la estructura lineal y su cristalinidad; de igual manera la transparencia tiende a aumentar con el peso; el polietileno PELD y PEHD son transparentes solo en films o películas delgadas, son translucidos y opacos en sus demás formas.
CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos)	PELD: 2.30 PEHD: 2.33	RESISTENCIA QUIMICA: no es atacado a temperatura ambiente ni por los ácidos, ni bases ni sales; resiste los ácidos inorgánicos concentrados; es resistente al agua y a soluciones acuosas diluidas; Los ácidos sulfúrico y nítrico concentrado atacan lentamente. Se considera que es resistente a los solventes comunes abajo de los 60 °C; A temperaturas mayores de 70°C el polietileno es atacado con mayor intensidad por los sulfuros alifáticos.
INDICE DE REFRACCION:	1.52	
MODULO DE FLEXION (Kg/cm ²)	914- 2953	
DUREZA ROCKWELL R	PELD:85 PEHD:35-40	
PORCENTAJE DE CRISTALINIDAD:	PELD: 40-50 PEHD: 75-90	
CALOR ESPECIFICO: (Cal.)	.55	

cos, aromáticos y clorinados; si las temperaturas se aumentan más aún, el polietileno puede disolverse; es soluble en tolueno o xileno caliente.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: es una resina termoplástica de color blanco translúcido, se encuentran en películas, hojas, polvos y gránulos, placas, barras y tubos es posible colorearlas en casi todos los colores comerciales.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: inyección, extrusión, extrusión sople, rotomoldeo, termoformado, termofusión, etc; Para la unión de piezas del mismo material, se puede realizar soldando con gas o aire caliente, con adhesivos a base de goma mediante una previa oxidación; ésta puede ser con aire caliente, flama o alguna sustan-

cia química cuando se trata de piezas moldeadas por inyección, sople o prensado; para piezas extruidas se recomienda por flama.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: al arder hace una flama azul con amarillo en la punta, si quemarse gotea, excepto los grados que son autoextinguibles.

APLICACIONES COMUNES: es muy familiar para el ama de casa, ya que más de la mitad del total producido se dedica a esta área; botellas plásticas y otros recipientes, tubería y entubado plástico, lavadero de platos, latas para basura, cestos de lavandería, recubrimiento de alambres para antena de TV y cables eléctricos, envases para crema, shampoo, jabón, tubería de agua fría, etc.

III-D.9.2: POLIPROPILENO PP

NOMBRES COMERCIALES: CARLONA P (de SHELL CHEMICAL)
HOSTALEN PP (de FARBERWERKE HOCHST)
NOPLEN (de MONTEDISON Milano).

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Aunque tiene una densidad más baja que el etileno, es mucho más rígido, más resistente al calor y tiene la misma resistencia eléctrica y química, su alta resistencia a esfuerzos de rotura y el ataque químico, lo hacen ideal para usarse en equipo médico y químico; posee buena resistencia a la abrasión y al rasgado que hacen posible obtener partes atractivas con este material. Sus propiedades como aislante eléctrico son excelentes y tienen mejores cualidades que el PE.

Se dispone actualmente de cuatro clases de polipropileno en el mercado:

- + Homopolimero
- + Copolimero al azar o Medio impacto
- + Copolimero en bloques o grado impacto
- + Polipropileno compuesto o cargado grado impacto

Los grados comerciales de polipropileno grado impacto están diseñados para soportar choques a -30°C sin romperse; además es posible metalizar el material por medio de electrodeposición de metales, que parece ser ahora el plástico más promisorio para competir con el ABS en el mercado del electroplateado.

PESO ESPECÍFICO: 0.900 a 0.910
TEMPERATURA DE SERVICIO ($^{\circ}\text{C}$): 150
TEMPERATURA DE FUSIÓN ($^{\circ}\text{C}$): 230-300
TEMPERATURA DE FRAGILIDAD ($^{\circ}\text{C}$): menos dieciocho (-18)
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm^2): 281-422
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm^2): 457-527
MÓDULO DE FLEXIÓN O DE RIGIDEZ (Kg/cm^2)
 homopolimero: 13358.9 a 15468.2
 copol. al azar: 9140.3 a 10194.95
 copol. y homopol. grado impacto: 9140.3 a 13358.9
RESISTENCIA DIELECTRICA: 550 Volts por mil
RESIST. A LA ABRASIÓN (mg perdidos/1000 ciclos): 25
ÍNDICE DE REFRACCIÓN: 1.49
MÓDULO DE ELASTICIDAD: 11,260 Kg/cm^2
MÓDULO DE FLEXIÓN: Kg/cm^2 10,546.5-15,468.2
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD) (m- Kg/ca) de 0.0272 a 0.1089

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA ($1/^{\circ}\text{C}$) de 0.00013 a 0.000190
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal.) de 0.00028
DUREZA ROCKWELL R: 95-100
SHORE-D: 70 a 75
CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS): 2.15
COEFICIENTE DE FRICCIÓN: bajo comparable al PEHD
RESILIENCIA (en Kg/cm^2): 10-15
CONTRACCIÓN EN MOLDES: 1.2 a 2.5 %
ABSORCIÓN DE AGUA: 0.01 a 0.03%
ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Soporta temperaturas de agua hirviendo o vapor.
EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Produce degradación a exposiciones prolongadas.
CLARIDAD: Es transparente sólo en forma de films y películas, por lo general estos materiales son translúcidos y opacos.

RESISTENCIA QUÍMICA: No es soluble en Tolueno caliente, pero sí en Alileno caliente; no es atacado a temperatura ambiente ni por los ácidos, ni bases, ni sales; resiste los ácidos inorgánicos concentrados; es resistente al agua y a soluciones acuosas diluidas; los ácidos sulfúrico y nítrico concentrado atacan lentamente. Se considera que es resistente a los solventes comunes abajo de los 60 °C.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: se suministra en forma de gránulos, en láminas, placas, tubos, perfiles tubulares, barras; además es posible pigmentarlo casi en cualquier color.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Extrusión-soplo, inyección, extrusión, termoforado, moldeado de semielaborados en caliente, etc. La orientación de película y el tratamiento de fibras se lleva a cabo a temperaturas mayores a las de cristalización y menores que las de fusión del polímero (120-150°C)

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: se quema lentamente produciendo una flama color azul con amarillo en los bordes o en la punta y gotea mientras se quema excepto los grados autoextinguibles; desprende un olor agrio irritante (como a diesel quemado) cuando se esta quemando, pero es dulce cuando se ha derretido.

APLICACIONES COMUNES: Debido a su resistencia a la temperatura y química es muy usado en forma de tubería, empaquetaduras de bombas y propulsores, forros para tanque y entubado. Debido a su excelente resistencia eléctrica, es usado ampliamente en aislación eléctrica y como cubierta para alambre; ventilador del radiador, en lavadoras de ropa se encuentra en el gabinete, agitadores, tuberías, filtros, perillas de radio y TV, sillas apilables, recipientes, envases, tacón para zapatos, recipientes con bisagra de plástico, etc.

El polipropileno de uso general se emplea en artículos domésticos y de servicio, etc.

Los copolímeros de grado impacto son transformados para su aplicación en la industria automotriz, de artículos de servicio, de equipajes y mueblera.

En la industria automotriz se utiliza principalmente en interiores: en paneles y tapicería de puertas, cubiertas para dispositivos mecánicos, respaldos para asientos de cubo y rellenos de densidad.

Su uso en artículos de servicio incluye: gabinetes para televisión, bombas para lavadoras, charolas para cubos de hielo (refrigeradores) ductos o tuberías.

Los polímeros rellenos o con cargas tienen mayor rigidez y distorsión al calor; por ello se emplean para ruedas de ventilador automotriz, conectores eléctricos y ductos de calentadores, en tuberías para aplicaciones de servicio y para otros propósitos en donde se requiere de una alta rigidez.

Las fórmulas retardantes a la flama se destinan a aplicaciones electrónicas, para televisión, artículos de servicio y aeronáutica.

Las cajas o contenedores para baterías se hacen ahora de polipropileno.

Los grados FDA (Food and Drug Administration) del gobierno de E.U. se usan en recipientes para alimentos, trastos y utensilios empleados en hospitales como jeringas, pinzas y objetos esterilizables.

El PP se emplea también en la actualidad para líneas de agua pura y salubre, para uso externo, líneas de flujo de aceite crudo, líneas para gas, y para gas a baja presión, ducto eléctrico subterráneo (Conduit) y líneas de sistemas de drenaje, drenaje y venteo.

El PP se usa también con éxito para el recubrimiento de tubos de acero donde se requiere resistencia a alta presión y a la corrosión; transporta agua de mar, petróleo crudo, etc;

NOTA IMPORTANTE: En la actualidad los fabricantes de plásticos adoptan el sistema internacional de unidades para expresar las propiedades físicas, debido a que la siguiente información es relativamente nueva, se dan los valores tal y como fueron investigados; al final del trabajo aparecen unas tablas con los diferentes factores para convertir los datos siguientes a las unidades que se han estado manejando.

III-D.10: POLIOXIDO DE FENILENO O POLIFENILENOXIDO PPO

NOMBRES COMERCIALES: PPO y NORYL (de GENERAL ELECTRIC)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Es uno de los más recientes y nuevos materiales que pasan a formar parte de la familia de los plásticos de ingeniería, el Noryl es un polímero modificado de PPO, de costo accesible pero de características inferiores al PPO.

Las temperaturas de deformación del material sometido a carga son superiores a las de la poliamida, el ABS y, de las acetálicas y, alrededor de 40°C mayor que el policarbonato; el polímero puede ser sometido a temperaturas de 175°C sin detrimento de su resistencia mecánica, el PPO mantiene su rigidez hasta por encima de los 120°C.

PESO ESPECÍFICO: 1.06-1.10
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) Noryl -40 a +120
 PPO de -60 a +175
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C) de 320 a 350.
TEMPERATURA DE DEFORMACIÓN (°C) 120 a 150
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (N/mm²)

Al límite elástico: 45-55
 A la rotura: 45-55
 al límite elástico: 2 - 7
 a la rotura: 30 - 50

ALARGAMIENTO (%)

2400-2500

MÓDULO DE TRACCIÓN (N/mm²)

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (N/mm²)

al límite elástico: 65 - 100 a la rotura no hay.

MÓDULO DE FLEXIÓN (N/mm²) 2500

RESISTENCIA DIELECTRICA: no se altera de los -60 a +160

RESISTENCIA AL IMPACTO (I20D) (J/m) A 23°C 200-250

A 40°C 140-150

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA LINEAL (1/°C) 0.00007

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C) 0.16 - 0.22

CONTRACCIÓN EN MOLDES: 0.5-0.7 %

ABSORCIÓN DE AGUA 0.07-0.08 %

ESTABILIDAD DIMENSIONAL PPO: muy buena

CLARIDAD: opacas, incluso en films.

RESISTENCIA QUÍMICA: El PPO es resistente a todos los solventes y más a los ácidos, bases y alcoholes; es soluble en los hidrocarburos aromáticos y clorados.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Existen semielaborados como laminas y barras, pero se encuentra generalmente en forma de gránulos y polvos de molde; tiene un color típico beige, mientras que el Noryl, normalmente se suministra en gránulos color gris, negro y en todos los colores opacos.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Se puede moldear por inyección, soplado y extrusión, transformar en hojas, conformar por depresión, espumar y soldar con ultrasonido; además es maquinable.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema con flama color amarillo, suelta humo negro con tizne u hollín, la flama puede ser muy difícil de encenderse y puede tener brotes naranjas, no grasosos, desprende ceniza negra y desprende un olor como a éter o fenol.

APLICACIONES COMUNES: Instrumentos quirúrgicos, vajillas y locas de hospitales y colegios, EL PPO y el Noryl se usan ampliamente para la construcción de piezas de máquinas calculadoras, máquinas de escritorio, componentes de radio y TV, piezas de lavadoras y lavavajillas, partes de máquinas de distribución automática de bebidas; las bombas y válvulas se realizan generalmente con PPO; con noryl se fabrican en el área automotriz: distribuidores de aire caliente, rejillas de aereación, piezas de equipo de acondicionamiento, para bastidores de bicicleta o cajones, recipientes para el transporte de películas cinematográficas.

III-B.11: POLIESTIRENOS

NOMBRES COMERCIALES: CARLNEK (de Shell Chemical U.K.)
 DIAREX (de Mitsubishi Monsanto)
 EDISTIR (de Montedison Milano)
 FOSTARENE (de Foster Grant Co.)
 LUSTREX (de Monsanto USA.)
 STYRON (de Dow Chemical Co.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: En muchas formas, se considera al poliestireno como el "plástico ideal", combinando atractivas propiedades de claridad, estabilidad a la luz, al calor y alta resistencia al impacto con bajo costo. El poliestireno es un material termoplástico rígido, inodoro e insípido, que tiene buena estabilidad dimensional, puede ser coloreado, cuenta con buenas propiedades como aislamiento eléctrico y resistencia a la mayoría de sustancias químicas ordinarias; Sin embargo presenta una resistencia relativamente baja a las radiaciones ultravioleta y es atacado por la mayoría de los hidrocarburos clorados aromáticos.

El polímero se presenta en diferentes grados:

- *Poliestireno cristal
- *Poliestireno resistente al calor
- *Poliestireno grado impacto
- *Poliestireno expandible.

Las resinas de poliestireno son producidas 60 % como homopolímeros, 30 % como copolímeros con acrilonitrilo, butadieno, poliésteres, benceno divinílico o éteres de acrilato y 10 % como terpolímeros con acrilonitrilo y butadieno. Alrededor de la mitad de la producción de monómero de estireno es convertida en resinas de poliestireno, la otra mitad entra en el hule sintético y en los latex con base de hule para pinturas.

La mayoría de estos polímeros son hechos por una técnica de polimerización en masa, donde es producido primero un jarabe o prepolímero en un tanque agitado, con una cantidad limitada de catalítico y en seguida la polimerización es completada, en una prensa de gran placa y marco; posteriormente el material ya solidificado es molido y convertido en polvos o gránulos. Los poliestirenos expandidos o espumados tienen un peso extremadamente ligero combinado con buena resistencia estructural, resistencia a la absorción de agua y a la transmisión de vapor de humedad, además de baja conductividad térmica, no soportan el moho o pelusilla, son a prueba de roedores y no imparten sabor ni olor a los alimentos.

PROPIEDADES FÍSICAS GENERALES:

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C) 0.00065
 CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (cal) 0.0003
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL: EXCELENTE abajo de la temperatura de reblandecimiento.

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Su exposición a la luz ultravioleta lo decolora y lo hace frágil. Se pueden usar estabilizadores, pero aún así no se recomienda para exposiciones muy prolongadas a la intemperie.

CLARIDAD: Se les puede encontrar desde altamente transparente, translúcidos y opacos.

RESISTENCIA QUÍMICA: Las sustancias que atacan al poliestireno son de dos tipos, aquellas que producen cambio aparente en la superficie, desfigurándola y disolviéndola (hidrocarburos aromáticos y clorados), y aquellas que debilitan o fragilizan el material sin cambios aparentes en la superficie (heptano, acetona), estas últimas reducen hasta en un 90 % su resistencia al esfuerzo.

Las sustancias que tienen poco o ningún efecto sobre el poliestireno son: agua, alcohol, ácidos, álcalis, aceites minerales de alta combustión y soluciones de agua y detergente, algunas de ellas pueden servir incluso como limpiadores.

Es soluble en benceno, tetracloruro de carbono, tricloroetileno, bisulfuro de carbono, tetralín, dioxano, éster acético, acetona metilética, tolueno percloroetileno, piridina, etilbenceno, monómero de estireno.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se encuentra comercialmente en forma de polvos y gránulos para moldeo y como productos semelaborados tales como perfiles, placas, láminas, barras, tubos, etc., en una gran cantidad y variedad de colores así como desde altamente transparentes (como el poliestireno cristal), translúcidos y opacos; en el tipo de espumados se encuentran en forma de novedades ostentosas, planchas, tabloncillos, trozos, y como pelotillas expandidas.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Se puede transformar prácticamente con todos los procesos utilizados en los materiales termoplásticos, como son: inyección, extrusión, soplado, rotomoldeo, termoformado e incluso se pueden maquinac.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema con flama amarilla, puede esta ser verde cerca de la base. suelta una nube densa de humo negro y partículas de carbono en el aire, se suaviza y burbujea pero no gotea al quemarse; su olor tiende a ser dulce pero un poco áspero como el de la goaa natural.

APLICACIONES COMUNES: La mayor aplicación de estos materiales se encuentra en forma de productos moldeados: equipos para refrigeración y acondicionamiento de aire, empaques, cierres, juguetes, enseres domésticos, placa para pared, gabinetes para radio y TV., novedades y joyería. empaques para cosméticos, cajas de refrigerador, plumas bolígrafo, artículos de imitación cristal, recipientes de comida (yoghurt, crema, carnes, ensaladas, etc.) envolventes de aspiradoras, cámaras, proyectores y discos, muebles, gabinetes de radio y TV, cubiertas para máquina de escribir, vasos charolas y cubiertos desechables para fiestas; en forma de espuma se utilizan como aislantes de construcción, materiales de empaque y embarque, aislación térmica de tuberías, recipientes, enfriadores, congeladores, refrigeradores, cuerpos de remolques; en la marina se les utiliza como salvavidas, balsas y botes.

III-D.11.1: POLIESTIRENO CRISTAL

CARACTERISTICAS PARTICULARES: Es un material termoplástico de alto peso molecular (entre 200,000 y 300,000) generalmente muy puro, es duro, rígido, inodoro e insípido.

Sus propiedades y características se toman a partir de los poliestirenos de uso común, los cuales se toman como estándares o referencia.

Su facilidad de transformación o procesamiento con calor, la estabilidad térmica, su gravedad específica baja y su costo reducido dan como resultado artículos moldeados, extrudidos o películas de precio unitario muy bajo. Además estos materiales tienen propiedades térmicas y eléctricas excelentes que los hacen muy útiles como aislantes de poco costo.

III-D.11.2: "PS" PARA PROPOSITO GENERAL O DE USO COMUN

CARACTERISTICAS PARTICULARES: Estos materiales se toman como estándares o referencia cuando se trata de elegir entre otros materiales. De los poliestirenos es el de mayor volumen producido, el cual es un material de costo relativamente bajo; el 40 % se da en grado cristal, pero su fragilidad no lo hace recomendable para muchas aplicaciones.

PESO ESPECIFICO:	1.06
PESO MOLECULAR :	50,000
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	75
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	210-220
TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO (°C)	110
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	492

RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	644
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil)	600
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	0.0207
CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS)	2.6
INDICE DE REFRACCION	1.59
MODULO DE ELASTICIDAD:(Kg/cm ²)	31,636.665
DUREZA ROCKWELL H	75
CONTRACCION EN MOLDES (%)	0.4-0.6
ABSORCION DE AGUA (%/24 hrs.)	0.03
ELONGACION (%)	2.0

APLICACIONES COMUNES PARTICULARES: Juguetes, recipientes y artículos caseros más baratos.

III-D.11.3: POLIESTIRENO RESISTENTE AL CALOR

PESO ESPECIFICO:	1.08
PESO MOLECULAR:	100 000
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	85-90
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	210-220
TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO (°C)	115.5
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	668
ELONGACION (%)	2.2
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	914
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	0.0228
DUREZA ROCKWELL "H"	80
RESISTENCIA DIELECTRICA (volts por mil)	500
CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS)	2.9
INDICE DE REFRACCION	1.58
MODULO DE ELASTICIDAD:(kg/cm ²)	35,151.85
CONTRACCION EN MOLDES (%)	0.5 - 0.6
ABSORCION DE AGUA (1/24 hrs.)	0.05

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Mantiene su estabilidad dimensional a temperaturas mayores que los demás tipos de poliestireno.

APLICACIONES COMUNES PARTICULARES: Generalmente son las mismas, pero se utiliza como su nombre lo indica cuando las requerimientos de temperatura son mayores

III-D.11.4: POLIESTIRENO ALTO IMPACTO

CARACTERISTICAS GENERALES: Para disminuir la debilidad del poliestireno de uso común, se disuelve hule polibutadieno en el estireno, durante el proceso de polimerización, así es como se logra el poliestireno grado impacto.

PESO ESPECIFICO:	1.05
PESO MOLECULAR:	20 000-50 000
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	75
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	210-220
TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO (°C)	105
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	457
RESISTENCIA A LA FLEXION (kg/cm ²)	598
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil)	500
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	0.05989
CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS)	2.8
INDICE DE REFRACCION	1.57
MODULO DE ELASTICIDAD:(kg/cm ²)	28,121.48
DUREZA ROCKWELL H	55
CONTRACCION EN MOLDES (%)	0.4-0.6
ABSORCION DE AGUA (1/24 hrs.)	0.17
ELONGACION (%)	30

III-D.11.5: COPOLIMERO BUTADIENO ESTIRENO (RESINA "K")

NOMBRES COMERCIALES: KR-01 KR-03,04 y 05 (de Phillips)

CARACTERISTICAS GENERALES: Estos materiales son el resultado de la mezcla de butadieno y estireno; son unicos ya que producen partes con transparencia del cristal y buena resistencia al impacto (propiedades que difícilmente se encuentran al mismo tiempo en algún otro polímero). Es posible esterilizar este material con óxido de etileno o radiación gáma y se recomienda para dispositivos medicos de clasificación IV, en la Farmacoepa de USA.

PESO ESPECIFICO:	1.01
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	-40 a 140
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	220-250
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	246-281
RESISTENCIA A LA FLEXION (kg/cm ²)	360-450
MODULO DE FLEXION: (kg/cm ²)	15116.65 - 16522.85
TEMPERATURA DE CALOR DE DEFLEXION:	77°C
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C)	
Para KR-01 de -50°C a +45°C:	0.00014
de 103 a 140 °C:	0.0012
Para las demás:	de -85°C a +40°C: 0.00012
	alrededor de 160°C: 0.00024
TRANSMISION DE LA LUZ %:	90-95
DUREZA SHORE D:	65-75
ABSORCION DE AGUA (%)	0.08-0.09
CLARIDAD: Es transparente, puede ser pigmentado en colores translucidos y opacos.	

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: muy buena

RESISTENCIA QUIMICA: Se pueden pegar con tolueno (del mejor resultado), setil etil cetona (HEK), acetato de etilo y el clorometileno. Deberá evitarse el contacto con solventes orgánicos tales como los hidrocarburos, alcoholes, ésteres y éteres, ya que pueden ablandar e incluso disolver la resina; las grasas y los aceites ablandan el material.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Láminas, pellets, etc.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Termoformado, inyección, extrusion, soplado, conformado en caliente.

APLICACIONES COMUNES: Actualmente están sustituyendo a los celulósicos, vinilo rígido, poliestireno orientado, y poliestireno cristal; se usan en empaque (como los "blister pack"), cajas y envases para alimentos no grasosos, juguetes, equipo médico, etc.

III-D.11.6: SAN COPOLÍMERO (ACRILONITRILLO, ESTIRENO)

NOMBRES COMERCIALES: ARDYLAN (de Ind. Petroquímicas Argentinas Kofers),
CEBIAN (de Daisel Osaka Japon),
NOVODUR (de Bayer).

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Comparados con el poliestireno, los materiales SAN son más fuertes, duros y rígidos. Los moldeados pueden tener un acabado muy brillante y pueden ser transparentes. Pueden cambiar de color con el tiempo y al exponerse a altas temperaturas.

Es resistente a los solventes de pintura y otros químicos de uso doméstico.

Los productos acabados poseen dureza, tenacidad, resistencia a las raspaduras y al desgaste de las superficies. Más estable al clima, a la intemperie y al envejecimiento comparado con los poliestirenos anteriores.

PESO MOLECULAR:	50,000-80,000
PESO ESPECÍFICO:	1.07
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	80
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	210-220
TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO (°C)	120-123
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm ²)	773
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	1195
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil)	450
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	0.0234
CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS)	3.0
INDICE DE REFRACCIÓN	1.57
MODULO DE ELASTICIDAD: (Kg/cm ²)	36,558
DUREZA ROCKWELL M	85
CONTRACCIÓN EN MOLDES (%)	0.4-0.6
ABSORCIÓN DE AGUA (%/24 hrs.)	0.25
ELONGACIÓN (%)	2.6

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Se puede transformar prácticamente con todos los procesos utilizados en los materiales termoplásticos, como son: inyección, extrusión, soplado, rotomoldeo, termoformado e incluso se pueden maquinar.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema con flama amarilla y puede ser verde cerca de la base, desprende una nube densa de humo negro y partículas de carbono en el aire, se suaviza y burbujea pero no gotea al quemarse, su olor tiende a ser más aspero que el del poliestireno (parecido al caucho).

APLICACIONES COMUNES: Tazas, charolas, vajillas para días de campo, mangos de cepillos de dientes, perillas de radios, componentes de refrigerador, empaques para cosméticos y alimentos, lentes, teclas para piano, etc.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se presenta en forma de gránulos y polvos de molde en diversos colores, también es posible conseguir láminas extrudidas.

[11-D.11.7: A B S TERPOLIMERO (ACRILONITRILU BUTADIENO ESTIRENO)

NOBRES COMERCIALES: EX'IR (de Montedison Milano)
 KRALON, KRALASTIK (de Unroyal USA)
 LUSTROPAK (de Monsanto USA)
 NOVOSUR (de Bayer)

CONTRACCION EN MOLDES (%) 0.4-0.6
 ABSORCION DE AGUA (1/24 hrs.) 0.23
 ELONGACION (%) 55
 RESIST. A LA ABRASION (mg perdidos/ciclo) ALTA
 COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C) 0.00003
 COEFICIENTE DE FRICCION: los grados de mayor dureza tienen excelente resistencia al desgaste
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Es una de sus características más sobresalientes lo que permite trabajar con tolerancias dimensionales muy cerradas.
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: La exposición prolongada produce una capa delgada quebradiza, causando un cambio de color, además se reduce el brillo de la superficie y la resistencia a la flexión.
 CLARIDAD: generalmente es opaco.
 RESISTENCIA QUIMICA: Resistencia a las sales orgánicas, álcalis y muchos ácidos, a la mayor parte de los alcoholes y de los hidrocarburos, pero le afectan las cetonas, los aldehídos, los ésteres y algunos hidrocarburos clorados. El ácido clorhídrico y sulfúrico concentrados y el ácido nítrico son letales para los ABS.

CARACTERISTICAS GENERALES: Sus propiedades dependen básicamente de las proporciones de los tres constituyentes. En la actualidad se han mejorado notablemente una serie de propiedades y características típicas del ABS, las cuales por algún tiempo presentaron dificultad para su transformación, entre estas se encuentran la fluidez de la masa fundida, la tenacidad, la estabilidad dimensional al calor, la dureza, la rigidez, la tonalidad del granulado, etc.

Estos materiales son el resultado de una de las más apreciadas mezclas entre dos polímeros, un elastómero y un teroplástico de comportamiento no elastomérico y deben su éxito precisamente a las excepcionales propiedades que nacen de esta unión; en la actualidad este material cumple en numerosas aplicaciones con las resinas poliasidas, el polipropileno, poliestireno antichoque y el policarbonato sobre todo por su precio mas bajo.

La síntesis de ABS se basa fundamentalmente sobre la preparación de un copolímero de tipo SAN (acrilonitrilo-estireno), que constituye la fase resinosa de la mezcla y de un copolímero AB (butadieno acrílonitrilo) que forman la fase elastomérica.

Las principales propiedades de estos materiales son: La tenacidad, la resistencia al impacto, la resistencia a la tracción, el módulo elástico, la dureza superficial, la conservación de sus propiedades mecánicas dentro de un vasto intervalo de temperatura. Resistencia de manera excepcional a las bajas temperaturas (-40°C) y bien a las temperaturas altas. La humedad no afecta sus propiedades eléctricas.

Las siguientes especificaciones, son en base a:
 Porcentaje de Butadieno en grado estándar 19.3
 Porcentaje de Acrilonitrilo en grado estándar 25.8

PESO ESPECIFICO: 1.05
 TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 85-90
 TEMPERATURA DE FUSION (°C) 210-220
 TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO (°C) 103-140
 RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) 422
 RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm²) 703
 RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil) 350
 RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm) 0.2984
 CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS) 3.8
 INDICE DE REFRACCION OPACD
 MODULO DE ELASTICIDAD: (Kg/cm²) 24,606.00 a 26,715.00
 DUPEZA ROCKWELL M 45

Es soluble en Tolueno y acetona.
 PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Al estado natural se presentan en granulos o en pilvos de color marfil pero se pueden pigmentar en cualquier matiz: los colores oscuros confieren a los materiales o productos mayor resistencia al envejecimiento. También es común encontrar productos semielaborados como láminas, películas, tubos, barras, etc.
 PROCESOS DE TRANSFORMACION: Se procesan fácilmente por inyección, extrusión, soplado, calandrado; es recomendable antes de procesarlos, someterlos a un desecado de algunas horas a 80°C. Los semielaborados se pueden termoformar, modelar en caliente e incluso los productos terminados se pueden aserrar, torneear, enclavar, pullir, soldar con ultrasonido. Es conveniente señalar que debido a su capacidad de adherencia, se pueden barnizar, metalizar o hacerles impresiones en caliente.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema y continúa ardiendo cuando la flama ha sido retirada, su flama es amarilla con humo negro, su olor es característico como agrio, su humo es negro con hollín suelto en el aire. Es también común que se encuentren en la actualidad grados autoextinguibles de ABS.

APLICACIONES COMUNES: Rejillas metalizadas, paneles, enjijas, rejas de aereación, calefacción para autoaviles, conos y bobinas para enrollar hilados, arcazones de televisores, radio, calculadoras, pulidoras de piso, secadoras de pelo, máquinas de oficina, aparatos telefónicos, sillas y muebles varios, tabiques en la industria de la construcción, mietas, envases y canastos, tacones para zapatos, etc.

III-D.12: VINILICOS

El término vinilo se deriva de su radical principal, el cual unido a un cloro se convierte en cloruro de vinilo, (PVC) unido a un grupo acetato se convierte en acetato de vinilo (PVA); en las formas de polímeros hay otros dos derivados: el alcohol polivinílico (PVAL), y los acetatos de polivinilo (PVAC); además otro miembro de esta gran familia es el "Cloruro de vinilideno" (PVD).

Además, estos materiales pueden mezclarse entre sí multiplicándose la variedad y generando nuevas y diferentes características y propiedades.

Los vinilos son una familia que constituyen uno de los grupos más versátiles de los plásticos. Tienen un rango de propiedades que van de hojas suaves flexibles a tubería dura y rígida. Se encuentran disponibles en el mercado muchos tipos distintos de resinas vinílicas; cada una de estas tiene características propias.

III-D.12.1: ACETATO DE POLIVINILO "PVAC"

NOMBRES COMERCIALES: EDIVIL (de Montedison Milano)
VINNAPAS (de Wacker-Chemie Alemania)

CARACTERISTICAS GENERALES: Entre las propiedades notables del acetato de polivinilo se encuentran: estabilidad a la luz, estabilidad al calor; es una resina muy importante aunque no apropiada para ser transformada mediante inyección o extrusión. Se usa únicamente para la fabricación de barnices, adhesivos y recubrimientos en general, sin embargo se encuentran películas de este material en el mercado; la película puede producirse como soluble al agua, destacando las apreciables características ecológicas del producto.

Las películas se utilizan para la fabricación de tubos extruidos, empaquetaduras y varias piezas de elevada resistencia mecánica.

Tienen excelente resistencia a la oxidación y son inertes a los rayos ultravioleta, por dicha razón se puede exponer tranquilamente a la luz solar y al aire libre.

PESO ESPECIFICO:	1.18
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	281
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)-----	---
RESISTENCIA DIELECTRICA (volts por mil)	300
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD a-Kg/cm) ---	---
DUREZA ROCKWELL R	40
ABSORCION DE AGUA	3.2 %
CLARIDAD: tiene claridad, puede ser translúcido y opaco.	

RESISTENCIA QUIMICA: Es soluble en varios disolventes como el benceno, tolueno, acetona, etc. Es insoluble en cambio en hidrocarburos alifáticos, grasas, ceras o agua las películas son insensibles a los agentes atmosféricos, resisten a los ácidos diluidos, sales, álcalis, aceites, grasas y ceras, pero son permeables al vapor de agua.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Es producido en varias formas y vendido en varios tipos diferentes como un fino polvo blanco o como una emulsión en agua con variaciones en el contenido de acetato y la viscosidad o el peso molecular, en forma de emulsificantes (recubrimientos), también se encuentra en forma de películas.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: La mayoría de resinas acetovinílicas se producen bajo forma de emulsión.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema con flama amarillo oscuro, le sale bastante humo negro no gotea y deja marcas de carbón más pequeñas que comparadas con el poliestireno) puede confundirse por poliestireno. algunas marcas contienen plastificadores que pueden quemar cuando son tocados con la punta de la lengua.

APLICACIONES COMUNES: Se utilizan en la industria de la madera (colas y masillas), cartotécnica (plastificación de cubiertas de libros, preparación de cintas termosoldables), papetera (tratamientos superficiales del papel), construcción, (pinturas al agua, al temple, conglomerados, revoques, etc.), Textil (aprestos, acabados).

11.-D.12.2: PVC POLICLORURO DE VINILO

NOMBRES COMERCIALES: EPICOR (de Electrochemical Ind.)
 GRACON (de Grace & Co. USA)
 HOSTALIT (de Farbwerke Hoechst)
 KYDENE (de Rohm & Hass Co.)

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: BUENA
 EFECTOS DE LA LUZ SOLAR: tiene por lo general buena resistencia a los efectos del medio ambiente principalmente al ozono.
 CLARIDAD: En películas son claras y moldeados son opacos

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Pueden ser de bajo, medio o alto peso molecular. En las mezclas plásticas de PVC son usados una variedad de plastificadores para impartir flexibilidad, resiliencia y moldeabilidad a las resinas.

La mayoría de estos materiales muestran resistencia a impacto, tenacidad y excelente resistencia a la corrosión, así como alta resistencia al calor y a la humedad. Las propiedades eléctricas de las resinas de PVC están entre las mejores y son usadas ampliamente en toda la industria eléctrica en una variedad de aplicaciones, principalmente en cubiertas para alambres.

La estabilidad dimensional, resistencia a la abrasión y buenas características de envejecimiento, posibles ahora con una variedad de estabilizadores, son responsables del gran uso de las resinas de PVC en campos donde anteriormente parecían limitadas y un gran número de aplicaciones similares donde las condiciones del medio circundante cubre un amplio rango de temperaturas y humedades; Además se les atribuyen las siguientes propiedades prácticas: libre de olor, autoextinguible, buena resistencia química, buena resistencia a la intemperie, excelente aislamiento eléctrico, ligeramente soluble en solventes orgánicos.

NOTA: PVC R= PVC RÍGIDO,
 PVC F= PVC PLASTIFICADO

PESO ESPECÍFICO: PVC R: 1.35 a 1.45
 PVC F: 1.15 a 1.35

TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 75
 TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C) Homopolímeros 170
 Copolímeros 130

RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Kg/cm²) PVC R: 400-650
 PVC F: 100-250

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²) PVC R: 914, PVC F: 562
 RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts/mil) PVC R:850, PVC F:600
 RESIST. A LA ABRASIÓN (mg perdidos/ciclo) BUENA
 RESISTENCIA AL IMPACTO (1200 m-Kg/cm) MUY BUENA
 COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C) 0.00005
 CALOR DE DISTORSIÓN (°C) PVC R:85, PVC F:62
 CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS) PVC R:3.5 PVC F:7.0
 MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm²) 27417-30230
 DUREZA RÖCKWELL R PVC R:120, PVC F:85
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN: PVC F:0.2-2.0 generalmente decrece con la rigidez, el coeficiente de fricción es bajo para los vinilos rígidos.
 ELONGACIÓN (%) PVC R: 10-100 PVC F:200-450
 CONTRACCIÓN EN MOLDES (%) 0.5-0.6
 ABSORCIÓN DE AGUA (%) PVC R: 0.25 PVC F:0.45

RESISTENCIA QUÍMICA: Es soluble en ciclohexanona y tetrahidrofurano; resiste líquidos corrosivos, soluciones básicas, ácidas y salinas y, otros solventes.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se encuentran en forma de pellets, polvos blancos, etc., después de ser formulados con aditivos auxiliares se convierten en una gran variedad de productos plásticos semielaborados: tubos, placas, láminas, perfiles extruidos, barras, etc, etc. También en el mercado se encuentra una gran variedad de resinas, compuestos rígidos, compuestos flexibles, compuestos semirígidos, plastisol, organosol, etc.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Extrusión, inyección, soplado, termoformado, calandreo, compresión, moldeado vaciado o "casting", rotomoldeo, los rígidos son maquinables y los polvos pueden disolverse o suspenderse y convertirse en recubrimientos; los procesos de vaciado y recubrimiento, utilizan vinilos líquidos, tales como los plastisoles y organosoles. Se pueden también obtener esponjas rígidas y flexibles mediante la introducción de gas en un dispersor. Las esponjas pueden ser de comportamiento elastomérico y rígidas, dependiendo del contenido de plastificante. Se pueden hacer recubrimientos por inmersión, depósito electrostático, recubrimiento por esparcido y el espumado químico o mecánico.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema con llama color amarillo resplandeciente, pueden brotar destellos verdes y un olor a ácido clorhídrico, difícilmente enciende y se apaga cuando la llama es removida.

APLICACIONES COMUNES: Las resinas de alto peso molecular son usadas principalmente en tubería flexible, cubiertas para alambre y película prensada con calandria o en hojas. Las resinas de PVC de peso molecular medio encuentran uso en telas revestidas, espumas vinílicas y artículos moldeados. En general se aplican en discos fonográficos, pisos, revestimientos para paredes, cortinas para baño, entubado rígido y flexible, botellas de aceite y cremas, suelas para tenis, recubrimientos de cable y alambre, discos, loseta vinílica, tapicería y telas plásticas, juguetes, recubrimientos de metales, gomas de borrar, rieles para cortinas, aditamentos para iluminación, displays y ítereros decorativos, etc.

111-D.12.3: PVDC POLICLORURO DE VINILIDENO

NOMBRES COMERCIALES: SARAN (de Dow' Chemical U.K.)

CARACTERISTICAS GENERALES: La mayoría de estas resinas son copolímeros de cloruro de vinilideno con cloruro de vinilo, acrilonitrilo y éteres de acrilato, están caracterizadas por su resistencia a la alta temperatura con puntos de ablandamiento que van de 70 a 180°C o más. Con el uso de plastificadores apropiados puede ser hecha una variedad de materiales suaves, flexibles a artículos sólidos. Las características notables de los saranes son su alta resistencia a los solventes y química, baja absorción de agua y permeabilidad a la humedad.

Estos plásticos también son no inflamables, inodoros, insípidos, no tóxicos, tenaces, resistentes a la abrasión y tienen excelente resistencia eléctrica. Posee bastante estática en films delgados.

PESO ESPECIFICO:	1.67
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	85
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	204
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	295
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	366
ELONGACION (%)	35
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	162
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts/mil)	465
CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos)	5.2
DUREZA ROCKWELL R	165
CONTRACCION EN MOLDES (%)	0.4-0.6
ABSORCION DE AGUA (%)	0.12

ESTABILIDAD DIMENSIONAL: Muy buena debido a su baja absorción de humedad

CLARIDAD: Sólo en películas y films.

RESISTENCIA QUIMICA: Se disuelve en acetona pero no en tolueno.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Se presentan comercialmente en polvos y gránulos de moldeo en diferentes colores.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Se pueden inyectar, extruir y las películas son termosellables.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Es muy difícil para quemarse y es autoextinguible, su flama es amarilla con verde en los bordes con frecuentes brotes verdosos, se suaviza al calentarse y deja ceniza.

APLICACIONES COMUNES: Films usados en envases, en general se puede decir que se utiliza en las mismas aplicaciones que el PVC, mejorando sus características generales.

III-D.13: POLIESTER TERMOPLÁSTICO

Las resinas políesteres forman una familia muy compleja de resinas con propiedades muy diferentes entre sí, abarca los compuestos macromoleculares derivados de la reacción entre alcoholes, polihídricos y ácidos polifuncionales. Debido a la gran variedad de materias primas que se utilizan en su elaboración se pueden obtener productos variados de estructura que van de la lineal y termoplástica de las fibras y películas de polietilenglicol tereftalato (PET) a la entrecruzada y termoestable de las resinas gliceroftálicas.

NOTA IMPORTANTE: En la actualidad los fabricantes de plásticos adoptan el sistema internacional de unidades para expresar las propiedades físicas, debido a que la siguiente información se relativamente nueva, se dan los valores tal y como fueron investigados; al final del trabajo aparecen unas tablas con los diferentes factores para convertir los datos siguientes a las unidades que se han estado manejando.

III-D.13.1: POLIBUTILENTEREFTALATO PBT

NOMBRES COMERCIALES: CELANEX (de Celanese Plastics)
DEROTON (de Imperial Chemical)
VALOX (de General Electric.)
SNIALEN (Sniá Viscosa Milano)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: En los últimos años esta resina se está afirmando en calidad de "plástico de ingeniería", se ha desarrollado rápidamente debido a sus excelentes características físico-mecánicas y su considerable versatilidad en el moldeo. El PBT es un material con buena resistencia a la abrasión, muy tenaz de buenas características eléctricas y baja absorción de humedad.

Posee buena resistencia a la deformación plástica, a la fatiga y a los agentes químicos, con un bajo coeficiente de fricción que lo hace adecuado para muchas aplicaciones mecánicas.

Una gran limitante que podemos citar de éste material, es su temperatura de distorsión al calor que es realmente baja, la cual se mejora considerablemente (del 35-40%) con un refuerzo de fibra de vidrio; y su baja estabilidad hidroeléctrica en inmersión continua a más de 38°C.

Actualmente existen en el mercado cuatro tipos: PBT normal, PBT reforzado, PBT autoextinguible y PBT reforzado autoextinguible.

FESO ESPECÍFICO:	1.31
RESISTE AL CALOR HASTA aprox.	163°C
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	de 230 a 270
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (N/mm ²)	
al límite elástico: 50	
a la rotura 35	
MÓDULO DE TRACCIÓN (o Tensión) (N/mm ²)	2200-2800
ALARGAMIENTO (%)	
al límite elástico 6	
a la rotura 300	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (N/mm ²)	al límite elástico 70
	a la rotura -----
MÓDULO DE FLEXIÓN (1/mm ²)	2300

RESISTENCIA AL IMPACTO:	EXCELENTE, más o menos constante en el intervalo de temperatura de -40 a +90 °C
Ensayo CHARPY con entalla	7 KJ/m ²
Ensayo IZOD con entalla	50 J/m
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TÉRMICA (1/°C)	0.00013
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m °C)	0.16
COEFICIENTE DE FRICCIÓN	BAJO
CONTRACCIÓN EN MOLDES (%)	1.7 a 2.3
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	0.2 a 0.4
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	ALTA
CLARIDAD:	Claro en fillos y opaco en pzas. moldeadas.

RESISTENCIA QUÍMICA: Resiste la mayoría de los solventes en cortas exposiciones, es atacado por bases débiles.

PRESENTACIÓN COMERCIAL Y COLORES: Se presenta básicamente en forma de gránulos o pellets para moldeo por inyección o extrusión.

PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN: Se moldea por inyección en inyectoras de tornillo-pistón, previa desecación de 4 Hrs. a 140 °C al vacío, temperatura del molde entre 40 y 80 °C. también se moldea por extrusión.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Sus características de quemado no son típicas.

APLICACIONES COMUNES: El sector automotriz utiliza el 40% de la producción de estos materiales (partes de carrocería, tapas del distribuidor, juntas), el eléctrico otro 40 %, se utiliza también en aplicaciones hidráulicas gracias a su baja absorción de agua.

El PBT reforzado tal como otros materiales de ingeniería se aprovecha en sustitución de algunos metales livianos (aluminio, zinc, magnesio), aprovechando su inercia química, resistencia a la abrasión y propiedades autolubrificantes.

III-D.13.2: POLIETILENTEREFTALATO "P E T"

NOMBRES COMERCIALES: TERCEL (de Celanese Mexicana)
 ARLASTIC, ARNITE (de Asko Plastics)
 Hostadur (de Farbwerke Hoechst)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Es un políéster termoplástico de estructura semi-cristalina, de cadena larga, de entre sus principales propiedades frente a otros materiales se encuentra su alta resistencia al impacto; apareció en los años 50's en la elaboración de fibras sintéticas, que fué la materia prima en la elaboración de telas, en los años 60's se emplea existosamente en la elaboración de películas flexibles, en empaques de diversos productos y cintas de cassettes, a mediados de los 70's, se utiliza en la fabricación de envases de dos litros para bebidas carbonatadas; en los 80's se da una diversificación de tamaños y aplicaciones de las resinas PET.

El PET grado botella tiene una viscosidad de 0.72 a 0.60, el Pet grado textil tiene una viscosidad más baja y el PET grado cuerdas para llanta tiene una viscosidad más alta (1.0).

Entre las principales ventajas del PET sobre vidrio, hoja de lata, cartón, PVC, etc. utilizados en el área de empaque convencionales, encontramos:

- Bajo peso (ahorro en fletes, empaque secundario)
 - Aprobación de FDA (Food and Drug Administration USA)
 - Excelentes propiedades de Barrera (oxígeno, CO₂)
 - Prácticamente irrompible
 - Ligero, económico, reciclable e impermeable a gases.
- Otra característica importante es que el PET grado botella no contiene en su formulación plastificantes, modificadores o estabilizadores.

PESO ESPECÍFICO:	1.4
PESO MOLECULAR NUMERO PROMEDIO	24,000
PESO PROMEDIO	28,000
TEMPERATURA DE DEFORMACION A 18.3 Kg/cm ² :	38 °C
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	60 a 70
TEMPERATURA MÁXIMA DE FUSION °C	245
TEMPERATURA DE PROCESAMIENTO (°C)	270
RESISTENCIA A LA TENSION (N/m ²)	45 000,000
RESIST. AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm) ALTA	0.0136 a 0.0354
MÓDULO DE ELASTICIDAD (MPa)	3,100

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: No le afectan en lo más mínimo, es un excelente conductor de la luz.

CLARIDAD: Transparente y cristalino, excelente transparencia, comparable con la del cristal, posee alto brillo superficial.

RESISTENCIA QUÍMICA: Resiste a la mayoría de los solventes comunes.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Se distribuye a los procesadores de botellas, como gránulos en forma de cubos, de aprox. 2.5 mm, en forma cristalina; sin embargo, pueden ser pigmentados en color azul o verde, o cualquier otro, sin perder su transparencia y buen brillo superficial.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Inyección, extrusión y soplado.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Parecida al PBT

APLICACIONES COMUNES: Envases que están en contacto con alimentos (aceitunas, crema de cacahuete, salsas, vinagre, aceite comestible), de refrescos, bebidas alcohólicas (Brandy, Ron, Tequila, Vodka) etc.

**TERMOFIJOS
O
TERMOESTABLES**

111-D.14: POLIÉSTER TERMOFIJO

NOMBRES COMERCIALES: LEGUVAL, LEGUPREN (de Bayer)
 VESTOPAL (de Chemische Werke Hüls)
 GABRASTER (de Montedison Milano)
 POLIÉSTER (de Políester S.A. Mex.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Son resinas no saturadas que se hallan en el comercio como líquidos más o menos viscosos de color amarillento y que se endurecen adicionándole oportunos catalizadores. Son resinas de fácil aplicación, rápido endurecimiento aún a bajas temperaturas y sin ejercer presiones; tiene óptima estabilidad dimensional, excelentes propiedades eléctricas y mecánicas, son muy livianas, con facilidad de pigmentación, barnizado posterior o tratamiento superficial; poseen buena resistencia a los agentes atmosféricos, buena estabilidad a la luz, excelente resistencia a la corrosión y posibilidad de realizar piezas de gran tamaño.

Cabe destacar que utilizando oportunos aditivos se puede modificar la robustez, la flexibilidad y la rigidez, así como mejorar el acabado superficial, las propiedades eléctricas y la contracción dimensional.

Las resinas poliésteres no saturadas, se usan casi siempre con materiales de refuerzo que aumentan su resistencia mecánica, dichos materiales son por lo general, fibra de vidrio (que puede ser en forma de hilo continuo, formado por hebras no retorcidas (ROBIN), fieltro o tejido de vidrio); la combinación de resinas poliésteres con refuerzos da lugar a la formación de los plásticos reforzados.

Propiedades del poliéster típico, rígido vaciado:

PESO ESPECÍFICO:	1.22
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	85
TEMPERATURA DE MOLDEO (°C)	de 30 a 120
TEMPERATURA DE DIGESTIÓN TÉRMICA	a 18,3 Kg/cm ² 88°C
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	desde 100 hasta 630 y es EXCELENTE en forma reforzada
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	de 250 a 1100
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	1617
RESISTENCIA DIELECTRICA (V/mil)	350
CONSTANTE DIELECTRICA (60 ciclos)	3.5 en contacto
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	no tiene, sin embargo con carga tiene de 0.016 hasta 0.4356 o más.
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C)	0.00004
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal)	de 0.000375 a 0.00043
MODULO DE FLEXION (Kg/cm ²)	576,542
DUREZA Rockwell M	95
CONTRACCION EN MOLDES	va de nada hasta 1%
ABSORCION DE AGUA (%)	0.18
CLARIDAD:	Desde altamente transparente a opaco
RESISTENCIA QUIMICA:	Excelente resistencia a la mayoría de los disolventes, ácidos, bases y sales.
PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES:	Líquidos viscosos amarillentos, polvos de moldeo y gránulos.
PROCESOS DE TRANSFORMACION:	Conformado a mano, conformado por rociado, moldeo bajo presión, laminación en continuo, conformado por centrifugación, conformado por enrollamiento; cuando la resina es pura se utiliza por colada y, cuando se utiliza como aglutinantes, se utiliza bajo forma de masilla o estuque.

Así también los polvos se moldean por transferencia, compresión e inyección.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Va desde quemarse lentamente hasta tener extinción propia, tiene flama amarilla con azul en los bordes, se continua quemando cuando la flama es removida (excepto en los grados autoextinguibles), hace pequeños estallidos en pausas y despiden un olor a gas casero.

APLICACIONES COMUNES: Se usan para fabricación de planchas para cubiertas, conductos para aire acondicionado, tabiques, piscinas, encofrados, paneles sandwich de laminado poliéster/fibra de vidrio con núcleo de espuma, partes de muebles y marcos de cuadros, para pupitres, escritorios, encapsulados, vidrieras policromas translúcidas, estatillas y esculturas; embarcaciones, flotadores, cajones para pescado, planchas, buques pesqueros, recipientes, carrocerías de los coches, partes de autobuses y máquinas agrícolas, vagones ferroviarios, antenas y radares, cascos para pilotos, piezas de fuselaje de aviones y helicópteros, aisladores eléctricos, tableros de mando, tubos y cisternas industriales, varas para salto de altura, esquís, trineos, botones, hebillas, carcajas y cuerpos para motos, barnices para madera aplicables tanto por brochado y rociado, brillantes, duros pero no frágiles que adhieren bien a la madera, etc.

III-D.15: POLIURETANOS P_U_R

NOMBRES COMERCIALES: PUR TEXIN, LUVIPREN (de Basf.)
ESTANE (de B.F. Goodrich USA)

Esta denominación se utiliza para describir una subfamilia de plásticos muy versátiles obtenidos por la poliación de isocianatos y de polioles.

Este plástico tiene múltiples posibilidades de producción, se pueden obtener materiales de densidades muy bajas, 9 Kg/m³ muy flexibles, hasta rígidos como piedra a densidades de 1000 Kg/m³.

El poliuretano puede espumar debido a que un gas se expande en el seno de la mezcla a la vez que se efectúa la reacción de poliación.

Entre sus propiedades destaca su gran versatilidad para sustituir con ventajas a otros materiales no sólo en cuanto a su uso, sino también imitando su apariencia y superando por mucho sus propiedades mecánicas y de estabilidad al envejecimiento.

Debido a su gran versatilidad y diversidad de aplicación, se utiliza convencionalmente la siguiente clasificación:

III-D.15.1: POLIURETANOS ESPUMADOS:

También conocidos como "celulares" pueden ser rígidos o flexibles, esto depende del peso específico, ya que éste determina sus propiedades físico-mecánicas tales como su elasticidad, resistencia a la compresión, la deformación permanente, la resistencia a la rotura, la resistencia a bajas temperaturas, el aislamiento térmico y acústico, la resistencia al envejecimiento y a la hidrólisis, se caracterizan también por su excelente resistencia a la oxidación, solventes y a la temperatura, etc.

Las espumas rígidas son estructuras hasta con un 90 % de celdas cerradas no intercomunicantes que les proporciona excelente poder de aislamiento térmico; las espumas flexibles poseen casi un 80 % de celdas abiertas intercomunicantes, lo que les proporciona óptimas propiedades de aislamiento acústico; además las espumas crecen llenando completamente las cavidades irregulares y se adhieren bien a las paredes del recipiente, la espumación es exotérmica.

PROPIEDADES GENERALES:

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Las espumas sufren decoloración cuando son expuestas a la luz solar, oxígeno y nitrógeno, pero sin alterar su resistencia.

RESISTENCIA QUÍMICA: La mayor parte de los espumados resisten muy bien a los agentes químicos, la mayor parte de los cuales provoca solo cierto hinchamiento, sin alterar ni la estructura ni las características mecánicas del material; los compuestos termoplásticos resisten bien a los hidrocarburos aromáticos y clorados y a las cetonas; tienen óptima resistencia a los aceites y las grasas y escasa resistencia a los ácidos, álcalis y detergentes; los elastómeros resisten bien la hidrólisis, hidrocarburos y disolventes; el tipo termoplástico es soluble en tolueno y acetona.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: los PUR se pueden colorear y mezclar con aditivos; las resinas se expenden por el proveedor del sistema, que ofrece una mezcla de polioles (de poliéter o de poliéster) con catalizadores y aditivos llamado componente "A", y un compuesto derivado de isocianatos tales como el diisocianato de tolueno (TDI) o el diisocianato de difenilmetano (MDI); los compuestos termoplásticos se expenden en gránulos

PROCESOS DE TRANSFORMACION: en general para las espumas existen dos procesos, el primero que es de dos etapas en la cuál en la primera se preparan el prepólimero en autoclave, y en la segunda se hace reaccionar con catalizadores y agentes específicos. En el segundo proceso, tanto la formación del polímero como el espumado se realizan simultáneamente.

Las espumas tanto rígidas como flexibles, se pueden inyectar dentro de refrigeradores o muebles, espesar directamente sobre el sustrato de que se trate, moldearse en bloques o placas e incluso extruirse en la forma de paneles o perfiles.

Los poliuretanos termoplásticos se transforman por lo general por inyección (entre 150-200°C), también se pueden extruir; se han probado los métodos de extrusión de película, prensado con calandria, insuflado de películas y soplado de botellas. Para recubrimientos textiles, de exteriores y calandrados se utilizan poliuretanos en pasta.

Los elastómeros se pueden moldear por inyección, soplado, transferencia y compresión.

translúcidos u'opacos, transformables por inyección.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se quema con flama color amarillo y suelta humo color negro, muchos funden y gotean y tienden a ponerse de color castaño obscuro cuando son calentados en algún horno; su olor varía desde ninguno hasta agrio. Podrían requerirse de métodos muy sofisticados para determinar el tipo y producto exacto debido a su gran variedad.

APLICACIONES COMUNES: el tipo de aplicación de los poliuretanos es inmenso, prácticamente la limitante es la imaginación: almohadones, colchones, cojines e interiores de sillones y sofás, recubrimientos de tejidos, juguetes, embalajes, soportes de alfombras,

esponjas, aislamientos térmicos y acústicos, ropa, etc. LAS ESP. RIGIDAS y los DURÓMEROS ESPUMADOS se aplican en marcos y equipo de oficina, bases y como estructuras de muebles, partes de vehículos, paneles para construcción y decoración de interiores. Las pastas de poliuretano se utilizan para construir cuero sintético, recubrimientos decorativos de madera, metal, cemento, botes insubmersibles, etc.

Los elastómeros se usan como recubrimientos de interiores de coches, partes delanteras flexibles de los coches, tacones para calzados de mujer y deportivos, para recubrimientos de cables, como juntas, empaques.

III-D.15.1.1: ESPUMAS FLEXIBLES DE POLIURETANO

*ESPUMAS FLEXIBLES: Son suaves, ligeras y resistentes al impacto, también son resistentes a la flama lo que las hace especialmente atractivas para usarse en edificios públicos y para vehículos de transportes; poseen alta resistencia a la tensión y a la desgarradura y su buena resistencia a la abrasión la hacen deseable para usar como juguetes y empaques. Se utilizan para acolchamiento de muebles, actualmente se evita la labor de tapizado inyectando el poliuretano dentro de la vestidura.

NOTA: UP significa A BASE DE POLIESTER
SP significa A BASE DE POLIETER

DENSIDAD (Kg/m³) UP=24.03 a 96.12 SP=16.02 a 48.06
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) UP= 1.4 a 2.812
SP= 1.05 a 1.75
ELONGACION (%) UP: 250 a 500 SP: 200 a 300
RESISTENCIA A LA DESGARRADURA (Kg/cm) UP= .5355 a 1.25
SP= 0.2677 a 0.5355
GRADO DE COMPRESION % A 70 °C: UP: 2 a 15 SP: 2 a 10
DEFLEXION A LA COMPRESION, Kg/cm² :
a 25 % UP: 0.0386 a 0.059 SP: 0.0105 a 0.035
a 50 % UP: 0.042 a 0.081 SP: 0.014 a 0.052
RESILENCIA, baja en caída % UP:20 a 35 SP: 35 a 50

III-D.15.1.2: ESPUMAS SEMIRIGIDAS DE POLIURETANO

CARACTERISTICAS GENERALES: Son ligeras, de fácil procesamiento, muy amortiguantes y con gran capacidad de adherencia y fluidez. En los tableros de controles se inyecta o se vacía el poliuretano dentro de preformas tales como PVC/ABS o alguna otra pieza ya termoformada, igualmente las defensas de automóvil modernas, son realizadas de algún plástico específico y rellenas con este tipo de espumas, las cuales ofrecen una absorción viscoelástica de impactos, que permiten la aligeración del vehículo y la eliminación de elementos mecánicos de amortiguamiento; son ejemplo, los nuevos modelos del VOLVO, MERCEDES 190 y SAAB; pese a su ligereza, su densidad se encuentra entre 100 a 150 (kg/m³) en el molde.

Sistemas de este tipo han sido evaluadas en péndulos de impacto a 8 Km/h bajo una masa de 1100 Kg, han dado las siguientes características generales:

- +Poca alteración de propiedades en un rango de: -35 a 65°C
- +La transmisión de fuerza de impacto varía menos de 25 %
- +Aun con 25 % de absorción de humedad, se conservan las propiedades sin alteraciones notables (aún a -35°C)

111-D.15.1.3: ESPUMAS DE POLIURETANO FLEXIBLES DE PIEL INTEGRAL

NOBRES COMERCIALES: ELASTOFOAM 331-A (de Basf)

*ESPUMAS FLEXIBLES DE PIEL INTEGRAL: Conocidos simplemente como espumas de piel integral, van de semirrigidas a flexibles; son espumadas en su interior con una "piel" exterior firme, que reproducen fielmente la superficie del molde donde se hayan obtenido; la espuma aumenta de densidad en la proximidad a las paredes del molde, hasta formar un material compacto, libre de poros visibles. El espesor de la piel depende como se deduce de la temperatura del molde y de la

densidad de empaque ejemplos: volante del automóvil—descansabrazos, asientos de moto o bicicletas, en fi todos aquellos que no requieren ya de ser forradas con piel o vinilo.

DUREZA SHORE A	70-75
ELONGACION A RUPTURA %	155
RESISTENCIA A LA TRACCION DE PIEL N/mm ²	4.19
SIN DEFORMACIONES NI ALTERACIONES TRAS CICLO TERMICO.	
TIEMPOS DE DESMOLDEO	de 2 a 10 min.

111-D.15.1.4: ESPUMAS RIGIDAS DE POLIURETANO

*ESPUMAS RIGIDAS: Son ligeras de baja conductividad térmica y buenas propiedades mecánicas, muy usadas en la industria de la construcción y refrigeración; evitan el flujo de calor; su resistencia a la compresión y a la tensión son extraordinarias, además su adhesión a las paredes del recipiente y su resistencia al impacto y a la vibración son excelentes. Tiene buena resistencia química y propiedades dieléctricas.

TEMPERATURA DE USO (°C)	150
DENSIDAD: Kg/m ³	16.02 a 801
RESISTENCIA AL CALOR (°C)	desde 66 a 177 y más
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	1.0545 a 70
RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE (kg/cm ²)	1.0545 a 105
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	1.757 a 70 y más
RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²) a la cedencia desde	1.0545 a 211
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	35 a 562 y más
ABSORCION DE AGUA EN VOLUMEN (%)	0.5 a 2.5

111-D.15.1.5: DUROMEROS DE POLIURETANO

*DUROMEROS O ESPUMAS RIGIDAS DE PIEL INTEGRAL: Son materiales de núcleo espumado y piel compacta exterior, que dan apariencia de madera con la mitad de peso y hasta con el doble de resistencia; debido a que su comportamiento acústico es mejor que el de la madera, se utilizan para la fabricación de arrazones de tocadiscos o de radiotelevisores.

111-D.15.1.6: ESPUMAS ELASTOMERICAS

Son espumas microcelulares, muy usadas en la elaboración de suelas para calzado de alta calidad; incluso actualmente se realizan un sinnúmero de objetos destinados a uso deportivo.

III-D.15.2: POLIURETANOS NO ESPUMADOS:

III-D.15.2.1.: ELASTOMEROS DE POLIURETANO

Pueden ser rígidos, semi-flexibles o flexibles así como termoplásticos o termofijos. Se prestan para el trabajo artesanal con equipo muy simple; se les usa para la elaboración de moldes flexibles y el vaciado de piezas de gran volumen, para obtener prototipos a bajo costo, etc., tienen buenas propiedades eléctricas y al desgaste.

PESO ESPECIFICO:	1.1 a 1.3
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	281 a 562
ELONGACION FINAL (%)	400 A 700
GRADO DE COMPRESION (%) a 70 °C	20 a 50
RESISTENCIA A LA DESGARRADURA, Kg/cm ² (método de muestra dividida) de 8.9 a 71.4	
MODULO DE FLEXION (Kg/cm ²)	562 a 6226
DUREZA SHORE "A"	de 50 a 80
COMPRESION-DEFLEXION a 5% (Kg/cm ²)	28 a 422
PUNTO DE FRAGILIDAD DE BAJA TEMPERATURA (°C)	-30 a -66

III-D.15.3: POLIURETANOS TERMOPLASTICOS

PUR TERMOPLASTICO: Los poliuretanos empleados en este caso son lineales, poseen las posibilidades de ser transformados en polímeros resistentes con buenas propiedades, resistencia mecánica y oposición al ataque químico; su temperatura máxima de servicio es de alrededor de 70°C, no propagan la llama, tienen buena resistencia a la rotura. Cubren un rango amplio de dureza SHORE "A" 10 a SHORE "D" 75; aunque la mayoría de las aplicaciones comerciales utilizan una dureza SHORE "A" 60 a 100.

El esfuerzo a la tensión generalmente se encuentra arriba de los 281 Kg/cm²

TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) no se recomiendan ser usados a temperaturas mayores de 80 o 110°C

RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	436 a 562
ESFUERZO AL CORTE (Kg/cm ²)	21 a 35
ELONGACION A LA FALLA (Kg/cm ²)	42
ESFUERZO AL CORTE (Kg-cm)	76.75
DUREZA SHORE "A" (Promedio)	85

RESIST. A LA ABRASION (mg perdidos/ciclo) es EXCELENTE su comportamiento al desgaste cuando está en contacto con otros de superficie rugosa, con los que se generan fuerzas de fricción considerables y hay una disipación de energía importante.

III-D.15.4: RECUBRIMIENTOS DE POLIURETANO

Este fué una de los primeros campos de aplicación de los poliuretanos; se encontró que al formular apropiadamente las resinas e isocianatos podían producirse recubrimientos con buenas propiedades, entre las que están:

Flexibilidad, resistencia al impacto, dureza, resistencia química y a la corrosión.

Se han desarrollado diferentes tipos de recubrimientos; por ejemplo:

Uraquídicos, de curado con humedad, de dos componentes; de alto contenido de sólidos, de curado con rayos UV, recubrimientos uraquídicos modificados con uretanos, etc.

Recubrimientos con características de bastante flexibilidad, menor resistencia química y más suaves se obtienen con poliésteres lineales, o ligeramente ramificados.

Conforme aumenta el grado de funcionalidad (o ramificación) de poliéster, la película de recubrimiento se hace más dura, rígida y más resistente a agentes o productos químicos.

111-D.16 FENOLICOS

NOMBRES COMERCIALES: BAKELITE (de Union Carbide Co. USA)
BECKACITE (Reichhold Chemical Inc.)
AROFENE (Archer-Daniels-Midland)
AREOLITE (Consolidate, Molded, Products)

CARACTERISTICAS GENERALES: Estos materiales considerados como los primeros realmente sintéticos, son fabricados a partir de la reacción del fenol con el formaldehído, pudiéndose preparar muy variados tipos con propiedades muy diferentes, sobre todo por que éstas dependen del aditivo (componente de relleno) con el que se encuentra mezclado, ya que este le imparte las características específicas del producto terminado; se consideran tres clases principales:

- Polvos para moldeo con varios aditivos como cargas
- Líquidos para vaciado con o sin rellenos añadidos
- Resinas para adhesivos y soluciones para laminación como por ejemplo: fibra de vidrio.

No obstante lo anterior estos materiales se consideran: muy rígidos pero quebradizos (claro que esto depende de la carga), son excelentes aislantes eléctricos, poseen alta resistencia al calor (sobre todo los rellenos con asbesto), buena estabilidad dimensional, alta resistencia mecánica (sobre todo los reforzados con fibra de vidrio), y es uno de los plásticos de más bajo costo. Para nuestro objetivo abreviaremos tres compuestos con diferente carga:

FM = Resina moldeada con carga mineral
FVM = Material vaciado con harina de madera
FLV = Resina laminada con tela fibra de vidrio

PESO ESPECIFICO: FM= 1.90, FVM= 1.38, FLV= 1.46
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 150, FM= de 200 a 315
TEMPERATURA DE ELABORACION (°C) 140 a 290
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm²) FM= 422 a 633
FVM= 492 a 703
FLV= 1406 a 2109
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm²) FM= 633 a 844
FVM= 1125
FLV= 2461
RESIST. A LA COMPRESION (Kg/cm²) FM= 1406
FVM= 2109
FLV= 4218
RESIST. DIELECTRICA (V/ml): FM= 550, FVM= 600, FLV= 800
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm) FM= 0.0174
FVM= 0.0087
FLV= 0.0463
DUREZA ROCKWELL M FM= 112 FVM= 120 FLV= 175
ABSORCION DE AGUA (% en 24 Hrs) baja aún en agua hirviendo: FM=0.4 FVM=0.9 FLV=0.3

ESTABILIDAD DIMENSIONAL Excelente en un amplio rango de temperatura

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR: Resisten un periodo indefinido bajo condiciones atmosféricas normales.

CLARIDAD: Sólo se encuentran en colores opacos.

RESISTENCIA QUIMICA: Alta resistencia a la mayoría de los solventes y sustancias químicas (ácidos, álcalis y agua).

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: las resinas fenólicas pueden teñirse en muchas tonalidades, siempre que no sean demasiado claras. A causa de su propia coloración pardo-amarillenta, las tonalidades claras y blancas, se fabrican únicamente en casos especiales, pero estos colores suelen alterarse con la luz; generalmente se les encuentra en colores negro, café y natural; como se mencionó anteriormente se encuentran en forma de materiales para moldeo como lo son: polvos y gránulos semicondensados (el reactor precipita sólo productos intermedios solubles y aún fundibles) así pueden almacenarse prácticamente todo el tiempo que se desee, a temperatura ambiente y, sólo hasta que se efectúe el calentamiento en la elaboración o moldeo, es cuando alcanzarán la reacción final; sin embargo, también se encuentran laminados, en hojas, en forma de tubos o en barras; es posible también conseguir formulaciones de resina para vaciados con o sin relleno.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Básicamente se procesan bajo transferencia, compresión e inyección, existen algunas formulaciones que pueden moldearse en frío por vaciado, en cuyo caso se recomienda precalentarias, para reducir el tiempo de curado, con ciertas dificultades es posible extruirlos e incluso moldearlos por rotación. No se recomienda el maquinado de estas resinas ya que se destruye su superficie lustrosa y sobre todo, por que estos compuestos son muy abrasivos, lo que provoca un desgaste del herramienta, sobre todo en las herramientas de acero rápido.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Debido a la carga que utiliza, es muy difícil especificarlo; se puede reconocer por su color, generalmente no arde y cuando lo logra hacer tiende a ser autoextinguible, dejando tras de sí al carbonizarse, un desprendimiento de ceniza, también es posible percibir un olor a fenol.

APLICACIONES COMUNES: Es muy común ver estos materiales en mangos de sartenes, cafeteras y en general en la mayoría de agarraderas de electrodomésticos, en cajas de fusibles, tapones de botellas, controles de radios, contenedores para lámparas de alta temperatura, tapas de inodoros, anillos para transformadores, tablas para conexiones de computadora o en conexiones de circuitos impresos, en la fabricación de modelos, etc.

III-D.17: EPOXICOS

NOMBRES COMERCIALES: ARALDIT (de Ciba Geigy)
D.E.R. (Dow' Chemical Co.)
EPOXICOS (Hisol Indael de México)

CARACTERISTICAS GENERALES: Estas resinas al igual que las resinas poliéster termofijas, tienen como producto intermedio un policondensado lineal con moléculas aún reaccionables. Son resinas de importancia técnica y comercial considerable y de muy alto desempeño, posee mayor resistencia química y a las altas temperaturas que los otros termofijos, óptimas propiedades dieléctricas, muy buena estabilidad dimensional y muy baja absorción de humedad, sin embargo, su costo es más elevado que el de otros termofraguables.

Por lo general son compuestos duros y rígidos, pero existen resinas modificadas con melamina que también son flexibles; éstas resinas se trabajan tanto en estado puro como acompañadas de cargas preferentemente inorgánicas, (polvo mineral, polvo de cuarzo, etc). Poseen excepcional poder de adherencia a diferentes soportes incluso a los metales, es posible adherir soportes de naturaleza diferente por ejemplo, vidrio a metal; aceptan casi cualquier tipo de relleno o carga; tienen excelente resistencia a los agentes químicos y atmosféricos, poseen muy buena resistencia al envejecimiento; sin embargo a temperaturas muy elevadas se amarillean, tienen muy buena resistencia mecánica. Son inodoras e insípidas, incluso se pueden colocar en contacto directo con alimentos; estas propiedades han permitido un gran desarrollo en barnices de alta calidad, adhesivos, encapsulados, laminación y en piezas moldeadas.

PESO ESPECIFICO: 1.11 a 1.15
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) 230
TEMPERATURA DE ELABORACION (°C) desde 30 (t. ambiente)
RESIST. A LA TENSION (reforzada con fibra de vidrio es de 1195 Kg/cm²)
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm²) 1687.20
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts por mil) 450
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm) 0.0544
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (relleno de fibra de vidrio es de 0.000012 x 1/°C)
MODULO DE ELASTICIDAD (relleno con f. de vidrio) 210900 Kg/cm²
DUREZA ROCKWELL M de 80 a 110 normal= 90
COEFICIENTE DE FRICCION muy resistentes al desgaste
ELONGACION Baja.
CONTRACCION EN MOLDES baja contracción durante la fase de endurecimiento o curado, se considera menor del 1 %
ABSORCION DE AGUA (% EN 24 HORAS) 0.10
ESTABILIDAD DIMENSIONAL Excelente

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR Muy buena resistencia al envejecimiento y a los rayos UV.
CLARIDAD Por lo general opacas, pero los epóxi modificados pueden ser transparentes y translúcidas.

RESISTENCIA QUIMICA Buena resistencia a los solventes orgánicos y a los ácidos, excelente resistencia a los álcalis

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: se encuentran desde claras a opacas y en muy variados matices y colores; se expenden en forma de resinas puras o modificadas, ya sea en forma de polvos, escamas o gránulos para moldeo endurecibles generalmente por calor; como líquidos vis-

cosos pueden incluso endurecerse a temperatura ambiente; los adhesivos se expenden en forma de líquidos o como pastas (plastilina).

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Las resinas líquidas se trabajan por colada, vaciados en moldes; las presentaciones en polvos o gránulos para moldeo por compresión, transferencia; el laminado se hace con diferentes cargas y fibras.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se queanan lentamente desprendiendo humo negro y hollín (ceniza) en el aire; pueden llegar a tener un olor fenólico; su flama generalmente es amarilla, puede llegar a gotear y quemarse de acuerdo al modificador que contenga, incluso pueden ser autoextinguibles.

APLICACIONES COMUNES: Como adhesivos sustituyen a los remaches y mejoran la unión, como soldadura para marcos de bicicletas o en cualquier aplicación donde una soldadura interna distorsionaría la superficie exterior; en recubrimientos especiales, construcción de planeadores, como matrices y moldes, fabricación de cojinetes deslizantes, construcción de tanques de combustibles de naves aereas, bombas y tubería para la mayoría de solventes con una alta resistencia química, láminas para circuitos eléctricos, aislantes de alto voltaje, equipo de laboratorio, etc.

III-D.18: LOS AMINOPLASTOS

En esta clasificación entran las resinas:
urea-formaldehído y de
melamina-formaldehído.

Las dos son muy semejantes que incluso llegan a confundirse, sin embargo las resinas melaminas tienen propiedades superiores en resistencia química y mayor resistencia a altas temperaturas; las cubiertas superficiales a base de melamina tienen mucho mejores propiedades en exposición al exterior del medio ambiente que las de urea.

III-D.18.1: RESINAS DE UREA

NOMBRES COMERCIALES: RHONITE (Rohm & Hass Co.)
KAURIT, LEIM, IPORKA, (Badische Anilin & Soda F.)
DAKA-WARE (Harry Davies Holding Co.)
FABRICANTES: REICHHOLD QUIMICA DE MEXICO S.A. de C.V.

CARACTERISTICAS GENERALES: También conocidas como "carbamidás", son básicamente productos condensados de urea y formaldehído, después de las resinas fenólicas, las resinas de urea fueron las siguientes exitosamente desarrolladas; fueron los primeros plásticos a prueba de fragmentación, exhibiendo excelentes resistencia mecánica, durabilidad, resistencia al choque y excelente resistencia al uso con bajo costo.

La mayoría de los plásticos de urea están rellenos de alfa-celulosa y pueden colorearse en diferentes matices y colores pastel muy atractivos, los colores son muy estables a la luz; son materiales duros con buen acabado brillante y muy resistentes a las manchas, son insípidos, inodoros y no tóxicos; muy baja absorción de humedad y excelente resistencia eléctrica, incluso al arco; poseen buena propiedad adhesiva, haciéndolos excelentes agentes ligadores sobre todo para láminas de madera.

PESO ESPECIFICO:	1.48-1.52
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C) continua de 80	
	Intermitente de 120
TEMPERATURA DE DISTORSION (°C)	130
TEMPERATURA DE ELABORACION (°C) entre	130 y 170
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	80-85
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	de 387 a 492
RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)	de 1758 a 2800
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	de 703 a 1265
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts / mil)	300 a 400
RESISTENCIA AL IMPACTO (I20D =Kg/cm ²)	0.0387 a 0.0443
CONSTANTE DIELECTRICA 60 Ciclos	7.6 a 7.8
COEFICIENTE EXPANSION TERMICA (1/°C)	2200000 a 3600000
MODULO DE ELASTICIDAD de 101935 a 108965	Kg/cm ²
DUREZA ROCKWELL E	94 a 98
ABSORCION DE AGUA (% en 24 Hrs.)	0.4-0.6
ESTABILIDAD DIMENSIONAL	muy buena

EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR Resisten bien los rayos UV sin embargo su uso se recomienda para interiores.

CLARIDAD son opacos

RESISTENCIA QUIMICA Resisten a la mayoría de las sustancias químicas y a las soluciones de solventes.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Tienen aspecto de polvo finísimo blanco o de líquido con la consistencia del jarabe pero más viscoso, opaco y lactescente; son fácilmente coloreables en matices diferentes, opacos y brillantes y en colores pastel, se suministran en forma de polvos o gránulos para moldeo generalmente reforzados con celulosa; también se suministran en forma de soluciones o jarabes viscosos para la preparación de adhesivos y en forma de disolventes para la preparación de barnices.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Moldeo por compresión entre 150 y 600 Kg/cm², por transferencia (fluidificando el material antes de verterlo en el molde), últimamente se desarrollaron resinas que pueden ser transformadas mediante inyección.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: son muy difíciles para inflamarse, son autoextinguibles (ininflamables), al acercar la lumbre se queman con flama color amarilla, azul-verdosa en la punta, se hincha, hace estallidos y se torna blanco la punta de la sección quemada.

APLICACIONES COMUNES: Su uso principal es en la fabricación de adhesivos y aglutinantes, para la fabricación de maderas terciadas (triplay), sin embargo se les encuentra en vajillas y utensilios de plástico, campo en el que gozan de un exitoso, largo y constante crecimiento; en la construcción de armarios, extintores; son ampliamente usados en dispositivos, aparatos e instrumentos eléctricos como interruptores, contactos, tomas de corriente, enchufes, partes de aspiradoras y encendedoras; por su alta resistencia adherente se utilizan para la fabricación de láminas de papel, chapas y revestimientos textiles; debido a sus colores y acabados son muy utilizados para artículos para belleza, moldeados, así como muebles para cuartos de baño, manijas, teléfonos, armazones para aparatos de radio, botones, tapones de frascos y recipientes para líquidos.

III-D.18.2: RESINAS DE MELAMINA

NOMBRES COMERCIALES: CYMEL (American Cyanamid Co.)
 FORMICA (Indian Plastics Ltd.)
 CELLOBON (BP Chemical Int. Ltd)
 EPIBOND (Furane Plastics Inc. USA)

CARACTERISTICAS GENERALES: Se trata de una combinación de resinas de melamina con formaldehído, en las últimas dos décadas se han venido revelando como uno de los grupos más versátiles industrialmente, pueden usarse como adhesivos a prueba de ebullición o en la producción de papel resistente a la humedad y acabados esmaltados resistentes a manchas.

Los compuestos rellenos con carga mineral se utilizan en aplicaciones industriales que requieren resistencia al calor, resistencia dieléctrica y al arco eléctrico máximo; las rellenas con fibra de vidrio ofrecen alta resistencia al impacto, alta resistencia al calor y también buena resistencia eléctrica.

Comparadas con las resinas de urea, poseen superior estabilidad térmica y excelente resistencia a la humedad además de no ser dañinas fisiológicamente ya que los productos de melamina están libres de olor, sabor y no se decoloran en la exposición a altas temperaturas, mantienen su belleza y apariencia bajo las más drásticas condiciones de servicio, sin embargo son ligeramente más caras que las de urea.

En forma general se puede decir que se trata de materiales con excelente resistencia a la deformación, por la particular dureza y el óptimo brillo superficial.

El procedimiento más difundido industrialmente para producir melamina es el que se basa en la policondensación de dicianidamida y urea. Conviene destacar que las propiedades son fuertemente influenciadas por la carga o aditivos utilizados, así también su resistencia mecánica y sus propiedades eléctricas dependen del contenido de humedad y de la temperatura de moldeo; a continuación se citarán los rangos más comunes y representativos de estas resinas:

PESO ESPECIFICO: gr/cm ³	1.5 a 1.52
TEMPERATURA DE SERVICIO CONTINUO (°C)	100 a 110
TEMPERATURA DE SERVICIO INTERMITENTE (°C)	160 a 175
TEMPERATURA DE ELABORACION O MOLDEO (°C)	130 a 175
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	492 a 585
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	400 a 984
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	2812 a 3515
RESISTENCIA DIELECTRICA (volts/mil)	460 a 550
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	0.013 a 0.015
CONSTANTE DIELECTRICA (60 CICLOS)	8.5 a 9.4
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C)	0.00004
INDICE DE REFRACCION	1.59
MODULO DE FLEXION (Kg/cm ²)	70400 a 169000
MODULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)	70400 a 137300

DUREZA (ROCKWELL-E) 105 a 112
 MODULO DE CONTRACCION (mm/mm) 0.002 a .009
 ABSORCION DE AGUA (% en 24 Hrs.) 0.2 a 0.4
 ESTABILIDAD DIMENSIONAL BUENA

CLARIDAD: Los compuestos no rellenos son translucidos parecidos a una perla blanca.

RESISTENCIA QUIMICA: Tienen buena resistencia a los disolventes a los aceites y a las grasas; no es soluble en solventes de pinturas o esmaltes; utilizando un alcohol "butanol" se consigue disolverla para ser usada en una capa superficial de acabado.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Estos materiales se presentan para ser coloreadas en numerosos matices y, se encuentran como polvos en diversos materiales dispersados en agua o en solución diluida de alcohol etílico, que dan la apariencia de un jarabe viscoso, como un polvo blanco finamente molido o, gránulos de moldeo.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: En los compuestos de moldeo primeramente se reaccionan la melamina con el formaldehído, obteniéndose un líquido viscoso que se combina con las diversas cargas y rellenos; esta mezcla es secada y posteriormente procesada por los diferentes procesos como transferencia y compresión (el más usado es éste último), bajo presiones que se encuentran entre 210 y 450 Kg/cm²; cuando se rellenan con harinas de madera pueden hacerse inserciones metálicas.

Con el objetivo de reducir considerablemente los tiempos de elaboración, se adoptó también el moldeo por inyección, utilizando formulaciones especiales.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: llega a confundirse con la urea-formaldehído y poseen similares características: son muy difíciles de inflamarse, son autoextinguibles (ininflamables), al acercar la llumbre se quejan con flama color amarilla, azul-verdosa en la punta, se hincha, hace estallidos y se torna blanco la punta de la sección quemada.

APLICACIONES COMUNES: Como laminados resistentes al choque se utilizan para naves de combate y como laminados decorativos para el hogar, son usados ampliamente para vajillas (sobre todo los rellenos de celulosa), botones resistentes al lavado, cafeteras de plástico, mangos para cubiertos y cuchillería; en el sector eléctrico los polvos de resinas hayan vasta aplicación en la fabricación de enchufes, tomas de corriente, interruptores, reflectores, componentes varios para electrónica, manijas, muebles para cuartos de baño, teléfonos, armarcos para aparatos de radio, botones, tapones de frascos y recipientes para contener líquidos.

Su uso principal es como adhesivos y aglutinantes. Se utilizan para la fabricación de maderas terciadas (triplay) y aglomerados.

III-0.19: SILICONAS

NOMBRES COMERCIALES: SILASTIC (Dow' Corning Co.)
 GENSIL (General Electric Silicone.)
 SILASTOHER 2457 (Midland Silicones.)
 SILOPREN (Bayer Leverkusen, Alemania.),
 RTV (WACKER MEXICANA S.A.)

CARACTERÍSTICAS GENERALES: Estos materiales consisten en cadenas de átomos de silicio y oxígeno alternados, que tienen un rango de formas físicas que, van desde resinas casi rígidas a fluidos inertes; se caracterizan por tener muy buena resistencia al calor, a la oxidación, al tiempo o envejecimiento y a los agentes químicos, así como al decalimieo eléctrico; repelen el agua y son incompatibles con los polímeros orgánicos.

Comercialmente se encuentran en el mercado en muy variadas presentaciones como por ejemplo: resinas para laminado, adhesivos de silicona, intercapa para vidrio laminado, aislación eléctrica, resinas para revestimientos protectores, sellantes de construcción, aditivos, resinas para espumar y compuestos de moldeo.

Una característica importante es que conservan su elasticidad, flexibilidad y fluidez aún a bajas temperaturas (-90°C); desde un punto de vista químico son inertes e inocuas fisiológicamente. Óptimas propiedades dieléctricas y de aislamiento, sin sufrir alteraciones aún variando la humedad y la temperatura. Son inodoras, incoloras e insípidas.

Debido a que este tipo de resinas poseen propiedades muy variadas citaremos a continuación las más representativas:

PESO ESPECÍFICO:	1.75 a 1.88
TEMPERATURA DE SERVICIO (°C)	-80 a 315°C
TEMPERATURA DE FUSION (°C)	desde temp. ambiente
RESISTENCIA A LA TENSION (Kg/cm ²)	380 a 457
RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)	528
RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	1195 a 1335
RESISTENCIA DIELECTRICA (Volts/mil)	260
RESIST. A LA ABRASION:	pobre
RESISTENCIA AL IMPACTO (IZOD m-Kg/cm)	0.0163
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA (1/°C)	0.000008
CONDUCTIVIDAD TERMICA (cal)	0.00075
DUREZA (Rockwell M)	89
CONTRACCION EN MOLDES:	ninguna
ABSORCION DE AGUA (% Absorbido en 24 Hrs.)	0.10 a 0.15
ESTABILIDAD DIMENSIONAL:	buena
EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR:	Excelente resistencia a la luz solar, al ozono y a los agentes oxidantes.
CLARIDAD:	claras u' opacas.

RESISTENCIA QUÍMICA: Buena a los ácidos fuertes, excelente a los ácidos débiles, mediana a los álcalis fuertes, buena a álcalis débiles; pueden disolverse en exposición prolongada en tolueno y algunas veces en alcoholes minerales.

PRESENTACION COMERCIAL Y COLORES: Se expenden como gránulos para moldeo y como líquidos viscosos; algunas formulaciones pueden ser pigmentadas.

PROCESOS DE TRANSFORMACION: Compresión, transferencia y extrusión; los recubrimientos por extensión y/o colada.

COMPORTAMIENTO EN PRESENCIA DE FUEGO: Se queman con pequeña flama amarilla, se hinchan y dan estallidos tornándose blancos en la parte quemada, su ceniza consiste en polvos blancos relucientes.

APLICACIONES COMUNES: Aislantes para el calor, núcleos de bobinas, repuestos de partes humanas (válvulas), ceras y pulidores, cintas adhesivas, agentes desmoldantes, selladores para ventanas y tinas, moldes flexibles para moldeo de resinas (vacuadas o reforzadas en fibra de vidrio), ensambles para fusibles, encapsulados de partes electrónicas delicadas.

ELASTOMEROS

111-D.20 ELASTÓMEROS

Los elastómeros se pueden clasificar conforme a su procedencia como:

HULE NATURAL
HULE SINTÉTICO

En los albores de la industria hulera todas las piezas se elaboraban empleando hule natural, sin embargo el desarrollo de los hules sintéticos ha permitido aplicaciones cada vez más sofisticadas, en las cuáles además de las propiedades de elasticidad y resistencia mecánica es necesario tener resistencia a diferentes medios, tales como: agua, aire, aceites, grasas, ácidos, bases, oxígeno, ozono, cloro, así como propiedades especiales tales como inmanchables, inodoras, transúcidas, no tóxicas, etc.

Los intentos que se han hecho para sintetizar el hule natural datan de muchos años, un factor determinante fué el que muchos países que carecían de fuentes de hule natural dedicaran cuantiosas investigaciones para desarrollar estos materiales, es por ello que actualmente contamos con una gran variedad.

Un compuesto de hule está formado por el elastómero y una gran variedad de materiales (aditivos), que tienen una función determinante dentro del mismo.

Cuando se formula un compuesto de hule, generalmente se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Cubrir una determinada especificación
- b) Que no presente dificultad de proceso
- c) Que ésta formulación sea económica.

El diseñador industrial para seleccionar un determinado hule que cubra cierta especificación o requerimiento, necesita tener una idea global de las principales ventajas y desventajas que ofrecen estos determinados materiales, incluso es común que si un material no llena los requerimientos especificados, se pueda hacer la combinación de dos o más de ellos; es difícil e impráctico usar una combinación de más de tres.

Las propiedades mecánicas obtenidas al utilizar el elastómero puro son definitivamente pobres y limitadas, por lo que es necesario hacer uso de diversos materiales (aditivos) que modifican el comportamiento del compuesto, tanto en sus propiedades físicas como químicas. Los objetos sólidos elásticos pueden moldearse en máquinas convencionales, usadas para otros plásticos.

A continuación citaremos los principales elastómeros y sus propiedades más sobresalientes:

Las resinas de silicona y de poliuretano ya han sido expuestas, sin embargo las tocamos brevemente debido a que entran dentro de la familia de los elastómeros.

NOMBRE CORRIENTE	CAUCHO BUTADIENO Y ACRILONITRILLO
SIGLAS	NBR
DENOMINACIÓN QUÍMICA	Copolímero de Butadieno y Acrilonitrilo

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistente a los aceites y disolventes y encuentran aplicación en productos tales como mangueras para aceites, empaque y diafragmas. También se aplican en ciertos materiales como aglutinantes para resinas fenólicas y vinílicas.

PROPIEDADES FÍSICAS:

PESO ESPECÍFICO	1.0
PROPIEDADES DE TENSION	Regular
RESIST. A LA ABRASION	Mala
RESIST. AL CALOR	Muy buena
RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS	Regular
RESIST. A LA LLAMA	Mala
RESIST. AL FRIO	Regular
RESIST. AL OZONO	Regular
AISLAMIENTO	Mala
CAPACITANCIA	Alta
DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL)	Buena
PERMEABILIDAD A LOS GASES	Regular
RESIST. A LOS FLUIDOS :	
AGUA	Bastante buena
ACEITE LUBRICANTE	Muy buena
HIDROCARBUROS ALIFATICOS	Excelente
HIDROCARBUROS AROMATICOS	Buena
CETONAS	Mala
ACIDOS DILUIDOS	Buena
ACIDOS CONCENTRADOS	Buena

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA

Nitrex (Uniroyal)
FN-R (Firestone)
Chemigum (Goodyear)
Hycar (B.F. Goodrich)
Perbunan N (Bayer)

PRINCIPALES ELASTOMEROS Y PROPIEDADES MAS SOBRESALIENTES:

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO DE SILICONA
 SIGLAS MQ, VMQ, PVMQ
 DENOMINACION QUIMICA Polidimetil Siloxano y variantes

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Son extremadamente resistentes a las altas y bajas temperaturas, aceites lubricantes, ácidos diluidos y a la luz solar, así como muy resistentes a disolventes. Se usan en aplicaciones tales como anillos y sellos para aceite, conductores de gas, sellos para puertas de aeroplanos y como aislantes para alambres y cables.

PROPIEDADES FISICAS: Consultar Parte correspondiente de este libro

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 GE Silicone (General Electric)
 Eccosil (Emmerson Cumings)
 Silastic (Dow' Corning Corp.)
 Rhodorsil (Rhodia)
 SVS (Stauffer Chemical)
 Baysilone (Bayer)

=====

NOMBRE CORRIENTE: ELASTOMEROS DE POLIURETANO o CAUCHOS DE URETANO-ISOCIANATO
 SIGLAS A U, E U.
 DENOMINACION QUIMICA: Productos de reacción de diisocianatos y ésteres de glicoles polialquílenicos o poliésteres

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Alta fuerza de tensión, resistencia a la abrasión; buena resistencia a los aceites; sirve como almohadilla amortiguadora, rodillos de transportador y llantas macizas.

PROPIEDADES FISICAS: Consultar sección correspondiente en éste trabajo.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Cynaprene (American Cyan)
 Vibrathane (Uniroyal)
 Adiprene (DuPont)
 Estane (B.F. Goodrich) etc.

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO NATURAL
 SIGLAS NR
 DENOMINACION QUIMICA cis-1,4 Polisisopreno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES Baja generación de calor en neumáticos

PROP. FISICAS:
 PESO ESPECIFICO 0.92
 PROF. DE TENSION EXCELENTE
 RESIST. A LA ABRASION EXCELENTE
 RESIST. AL CALOR REGULAR
 RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS MALA
 RESIST. A LA LLAMA MALA
 RESIST. AL FRIO EXCELENTE
 RESIST. AL OZONO MALA
 AISLAMIENTO EXCELENTE
 CAPACITANCIA MALA
 DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL) BUENA
 PERMEABILIDAD A LOS GASES REGULAR

RESIST. A LOS FLUIDOS
 AGUA BUENA
 ACEITE LUBRICANTE MALA
 HIDROCARBUROS ALIFATICOS MALA
 " AROMATICOS MALA
 CETONAS BUENA
 ACIDOS DILUIDOS BUENA
 ACIDOS CONCENTRADOS BUENA

NOMBRE COMERCIAL WULE NAT.
 EMPRESA PRODUCTORA Hevea Brasiliensis

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO ISOPRENO (NAT. Y SINT.)
 SIGLAS IR
 DENOMINACION QUIMICA cis-1,4 Polisisopreno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES Baja generación de calor en neumáticos.

PROPIEDADES FISICAS: Se consideran sumadas de los dos. (Consultar Caucho e Isopreno)

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 DPR (HARDMAN INC.)
 Ameripol CB (B.F. GODDRICH)
 Isoprene (CORCO)

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO BUTADIENO
 SIGLAS BR
 DENOMINACION QUIMICA cis-1,4 Polibutadieno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Baja generacion de calor en neumáticos de automóvil.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA :
 Ameripol (B.F. Goodrich)
 Budene (Goodyear)

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO BUTILO
 SIGLAS IIR
 DENOMINACION QUIMICA Copolímero de Isobutileno-Isopreno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES Baja permeabilidad al aire y a los gases, resistencia a los productos químicos inorgánicos. Tiene muchas de las propiedades y características del hule natural; se usa principalmente en la fabricación de tubos para instalaciones ocultas, mangueras para vapor, bandas transportadoras para materiales calientes y revestimientos de tanques.

PROPIEDADES FISICAS:
 PESO ESPECIFICO 0.92
 PROPIEDADES DE TENSION Regular
 RESIST. A LA ABRASION Buena
 RESIST. AL CALOR Muy buena
 RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS Buena
 RESIST. A LA LLAMA Mala
 RESIST. AL FRIO Buena
 RESIST. AL OZONO Excelente
 AISLAMIENTO Excelente
 CAPACITANCIA Mala
 DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL) Regular
 PERMEABILIDAD A LOS GASES Muy baja

RESIST. A LOS FLUIDOS :
 AGUA Excelente
 ACEITE LUBRICANTE Mala
 HIDROCARBUROS ALIFATICOS Mala
 HIDROCARBUROS AROMATICOS Mala
 CETONAS Buena
 ACIDOS DILUIDOS Excelente
 ACIDOS CONCENTRADOS Excelente

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Exxon Butyl (Exxon Chem.)
 Polysar Butil (Polymer Corp. Canada Ltd.)
 Bucar (Columbian Carbon)

NOMBRE CORRIENTE BUTILO MODIFICADO
 SIGLAS ---
 DENOMINACION QUIMICA Clorobutilo-Bromobutilo

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Mejor resistencia al calor y Mejor proceso de mezcla

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Hycar 2202 (B.F. Goodrich)
 Bromobutyl (Polymer Corp)

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO DE BUTADIENO-ESTIRENO
 SIGLAS SBR
 DENOMINACION QUIMICA Copolímero de Butadieno-Estireno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES Caucho Sintético de uso general algo más resistente al calor que el caucho natural.

PROPIEDADES FISICAS:
 PESO ESPECIFICO 0.94
 PROPIEDADES DE TENSION Buena
 RESIST. A LA ABRASION Buena
 RESIST. AL CALOR Buena
 RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS Mala
 RESIST. A LA LLAMA Mala
 RESIST. AL FRIO Excelente
 RESIST. AL OZONO Mala
 AISLAMIENTO Excelente
 CAPACITANCIA Mala
 DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL) Buena
 PERMEABILIDAD A LOS GASES Regular

RESIST. A LOS FLUIDOS :
 AGUA Buena
 ACEITE LUBRICANTE Mala
 HIDROCARBUROS ALIFATICOS Mala
 HIDROCARBUROS AROMATICOS Mala
 CETONAS Buena
 ACIDOS DILUIDOS Buena
 ACIDOS CONCENTRADOS Buena

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA :
 AMERIPOL (B.F. Goodrich)
 PLIOFLEX (Goodyear)
 Philprene (Phillips Chem.)
 FR-S (Firestone), etc.

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO DE ETILENO-PROPILENO
 SIGLAS EPM
 DENOMINACIÓN QUÍMICA Copolímero de etileno-propileno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistencia al agua caliente vapor, calor seco, ozono y productos químicos inorgánicos

PROPIEDADES FÍSICAS: Comparables al EPDM.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Epcar (B.F. Goodrich)
 Vistalon (Exxon Chemical)

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO EPT
 SIGLAS EPDM
 DENOMINACIÓN QUÍMICA TERPOLÍMERO DE:
 ETILENO-PROPILENO Y UN DIENO

PROPIEDADES SOBRESALIENTES Resistencia al agua caliente, vapor, calor seco, ozono y productos químicos inorgánicos

PROPIEDADES FÍSICAS:

PESO ESPECÍFICO	----
PROPIEDADES DE TENSION	Buena
RESIST. A LA ABRASION	---
RESIST. AL CALOR	Regular
RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS	Excelente
RESIST. A LA LLAMA	Mala
RESIST. AL FRIO	Regular
RESIST. AL OZONO	Buena
AISLAMIENTO	Excelente
CAPACITANCIA	---
DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL)	Buena
PERMEABILIDAD A LOS GASES	---

RESIST. A LOS FLUIDOS :

AGUA	Buena
ACEITE LUBRICANTE	Regular
HIDROCARBUROS ALIFATICOS	---
HIDROCARBUROS AROMATICOS	---
CETONAS	---
ACIDOS DILUIDOS	---
ACIDOS CONCENTRADOS	---

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA :
 Epcar (B.F. Goodrich)
 Nordel (Du'Pont)
 Royalene (Uniroyal)
 Vistalon (Exxon Chem.)

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO CLOROPRENO (NEOPRENO)
 SIGLAS CR
 DENOMINACIÓN QUÍMICA: Policloropreno: es producido con carbono, cal, agua y sal; el carburo de calcio es un producto de carbono y cal, cuando se le agrega agua forma el gas acetileno. Este gas en combinación de cloruro de hidrógeno forma cloropreno que se cambia a neopreno por polimerización.

PROPIEDADES SOBRESALIENTES Moderada resistencia a los aceites, buena resistencia al calor, a la luz solar, a la flexión y al ozono. Se usa generalmente para artículos tales como bandas de transportador, suelas para zapatos, ropas protectoras, aislamientos, mangueras, rollos de imprenta, llantas y cámaras y como material aglutinante para ruedas abrasivas. Tiene mayor aplicación que los otros hules sintéticos y puede sustituir al hule natural en cualquiera de sus usos actuales.

PROPIEDADES FÍSICAS:

PESO ESPECÍFICO	1.23
PROPIEDADES DE TENSION	Buena
RESIST. A LA ABRASION	Buena
RESIST. AL CALOR	Muy Buena
RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS	Excelente
RESIST. A LA LLAMA	Buena
RESIST. AL FRIO	Regular
RESIST. AL OZONO	Excelente
AISLAMIENTO	Mala
CAPACITANCIA	Alta
DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL)	Bastante Buena
PERMEABILIDAD A LOS GASES	Baja

RESIST. A LOS FLUIDOS :

AGUA	Excelente
ACEITE LUBRICANTE	Buena
HIDROCARBUROS ALIFATICOS	Buena
HIDROCARBUROS AROMATICOS	Regular
CETONAS	Mala
ACIDOS DILUIDOS	Excelente
ACIDOS CONCENTRADOS	Buena

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Neopreno (Du'Pont)
 Baypren (Bayer)
 Perbunan C (Nafitone)

=====

NOMBRE CORRIENTE CPE
 SIGLAS CPE
 DENOMINACION QUIMICA Polietileno Clorado

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistencia al ozono y a los productos químicos

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA: CPE (Dow' Chemical)

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO POLIACRILICO
 SIGLAS ACM y ANH
 DENOMINACION QUIMICA Copolimero de éster acrílico

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistencia hasta los 167 °C combinado con moderada resistencia al calor

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Hycar (B.F. Goodrich)
 Thiocril (Thiokol Chem. Co.)
 Cyanacril (American Cyan)
 Vamac (DuPont)

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO CARBOXILICO
 SIGLAS NBR Carboxilico
 DENOMINACION QUIMICA Caucho de Butadieno-acrilonitrilo, modificado con grupos carboxilicos.

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Excelente resistencia a la abrasión, puede vulcanizarse sin azufre, buena resistencia al ozono.

PROPIEDADES FISICAS: Parecidas al NBR

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Hycar 1072 (B.F. Goodrich)

=====

NOMBRE CORRIENTE: HYPALON
 SIGLAS CM
 DENOMINACION QUIMICA Polietileno Clorosulfurado

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistencia al ozono y a los productos químicos

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA: Hypalon (Dupont)

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO POLISULFURO THIOKOL
 SIGLAS Thiokol
 DENOMINACION QUIMICA Caucho de polisulfuro orgánico

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Principalmente resistente a gasolina, aceites, ciertos disolventes y pinturas así como a la luz solar. Encuentran aplicación en tapas y suelas de zapatos, mangueras, telas impregnadas y capas aislantes.

PROPIEDADES FISICAS:

PESO ESPECIFICO	1.34
PROPIEDADES DE TENSION	Mala
RESIST. A LA ABRASION	Regular
RESIST. AL CALOR	Buena
RESIST. A LOS AGENTES ATMOSFERICOS	Mala
RESIST. A LA LLAMA	Mala
RESIST. AL FRIO	Regular
RESIST. AL OZONO	Excelente
AISLAMIENTO	Regular
CAPACITANCIA	Alta
DEFORMACION REMANENTE (RESIDUAL)	Mala
PERNEABILIDAD A LOS GASES	Baja

RESIST. A LOS FLUIDOS :

AGUA	Regular
ACEITE LUBRICANTE	Excelente
HIDROCARBUROS ALIFATICOS	Excelente
HIDROCARBUROS AROMATICOS	Buena
CETONAS	Buena
ACIDOS DILUIDOS	Regular
ACIDOS CONCENTRADOS	Regular

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA
 Thiokol F.A., Thiokol ST (Thiokol Chemical Co.)

=====

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO CARBOFLUORADO
 SIGLAS FFKM
 DENOMINACION QUIMICA Copolimero de Fluoruro de vinilideno y hexafluorpropileno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES : Principalmente resistente a los disolventes y productos químicos a temperaturas por encima de los 280 °C.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
 Viton (DuPont)
 Ego (DuPont)
 Fluorel LVS (3M)

NOMBRE CORRIENTE: CAUCHO CARBOFLUORADO
SIGLAS FLUOELASTOMERO C F M
DENOMINACION QUIMICA Copolimero de Triclorofluoretileno
y fluoruro de vinilo

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Principalmente resistencia
hasta los 222°C.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
Kel-F 3700 (3M)
Kel-F 5500 (3M)

NOMBRE CORRIENTE: CAUCHO CARBOFLUORADO
SIGLAS Fluoelastomero
DENOMINACION QUIMICA Fostonitrilo Fluoelastomérico

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistencia a disolventes
sometidos a temperaturas entre 26°C y 195°C

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA: PNF-200 (Firestone)

NOMBRE CORRIENTE FLUOROSILICONAS
SIGLAS F V M Q
DENOMINACION QUIMICA Silanos fluorosustituidos

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Resistencia a los disolventes
a alta y baja temperatura

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
Silastic (Dow' Corning Corp.)
FSE 2120 (General Electric)

NOMBRE CORRIENTE: CAUCHO DE EPICLORIDRINA
SIGLAS: C O
DENOMINACION QUIMICA: Homopolimero de epicloridrina

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Buena resistencia al
combustible y a los aceites con muy buena resistencia al
ozono. Baja permeabilidad a los gases.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
Hydrin 100 (B.F. Goodrich)

NOMBRE CORRIENTE: CAUCHO DE EPICLORIDRINA
SIGLAS: E C O
DENOMINACION QUIMICA: Epicloridrina y oxietileno
copolimerizados

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Buena resistencia al
combustible, a los aceites y también a baja temperatura.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
Hydrin 200 (B.F. Goodrich)
Herclor (Hércules)

NOMBRE CORRIENTE CAUCHO TERMOPLASTICO
SIGLAS
DENOMINACION QUIMICA: Caucho termoplástico de Butadieno-
estireno

PROPIEDADES SOBRESALIENTES: Moldeables con técnicas de
termoplásticos, comportamiento elástico por encima de
los 110°C.

NOMBRE COMERCIAL Y EMPRESA PRODUCTORA:
Cyton (American Cyanamid)
Somer (DuPont)
Hytrel (DuPont)
Kraton (Shell)
Termoplastic (Firestone)
Termoplástico (Goodyear)
TPR (Uniroyal)
Telcar (Goodrich)
Ren-Flex (Ciba Geigy).

BIBLIOGRAFIA:

DATOS EXTRAIDOS DE LAS MEMORIAS DEL CURSO:

"CIENCIA Y TECNOLOGIA DEL HULE"

EN LA FACULTAD DE QUIMICA DE LA UNAM. MARZO DE 1990.

IMPARTIDO POR EL "GRUPO HULERO MEXICANO"

CAPITULO III-E

PROCESOS DE TRANSFORMACION DE LOS PLASTICOS

PROCESOS DE TRANSFORMACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS

En los materiales plásticos se encuentran distintos procesos de transformación que se basan en la aplicación de calor y presión.

De entre las principales tecnologías de transformación se encuentran:

- *Inyección
- *Extrusión
- *Soplado
- *Compresión
- *Transferencia
- *Termoformado
- *Rotomoldeo
- *Fundición o colada
- *Recubrimiento
- *Calandrado o laminación
- *Espumado

A continuación describiremos brevemente los diferentes procesos mencionados, con el objeto de dar una idea general del proceso para aclarar ciertas dudas que pudieran surgir al momento de consultar las especificaciones técnicas:

INYECCION:

Este método considerado por muchos como el principal para dar forma a los materiales plásticos, se lleva a cabo de la siguiente manera: el material preformado como pellets o gránulos es colocado dentro de una tolva que alimenta a un cilindro o cámara de calentamiento, donde es ablandado hasta llegar al estado líquido o fluido, posteriormente es forzado mediante la aplicación de presión ejercida por un émbolo, a pasar a través de una boquilla muy estrecha hacia el molde, donde una vez lleno, el material es enfriado hasta llegar a su estado sólido; finalmente el molde se abre y la pieza se extrae.

EXTRUSION

Este proceso al igual que la inyección consiste en cargar el material plástico dentro de una tolva que alimenta a una larga cámara de calefacción en donde el plástico pasa a su estado líquido o fluido, ahí se mueve debido a la acción de un tornillo sin fin, que fuerza el material a salir a través de un agujero, dado o matriz, que tiene la forma que se desea darle al producto por obtener, finalmente el material sale con la forma deseada y pasa por una zona de enfriamiento (banda

transportadora o tina) donde el material es enfriado mediante ventiladores o por inmersión de agua.

Por este proceso se da forma a láminas, películas, tubos, varillas, perfiles, filamentos, torros para alambre, cable y cuerda continuos.

SOPLADO

En la actualidad existen dos variantes del método de soplado: Inyección sopló y Extrusión sopló.

EXTRUSION SOPLÓ: El material es primeramente extruido en forma de tubo que estando en estado plástico es colocado dentro de un molde abierto, que al cerrarse obliga al material a tomar la forma de este mediante un estiramiento provocado por aire que es introducido a presión dentro del tubo, tal y como si se estuviese inflando un globo dentro de un molde. Después la pieza es enfriada y retirada del molde.

INYECCION SOPLÓ: Primeramente se inyectan unas preformas aproximadas a la cavidad del molde, posteriormente son nuevamente reblandecidas por la acción del calor y en este estado son estiradas y obligadas a tomar la forma de la cavidad del molde mediante la introducción del aire a presión de una forma muy parecida como si se inflara un globo, posteriormente la pieza es enfriada dentro del molde pero manteniendo la presión del aire hasta que endurece y se extrae.

Por los métodos de soplado se fabrican generalmente objetos huecos como juguetes, muchas botellas y envases diversos; este método se utiliza con materiales termoplásticos básicamente; Los materiales que generalmente son soplados son el PVC, Polietileno, Polipropileno, Policarbonato, Poliacetales, Poliamidas, etc.

COMPRESION

Este método consiste en depositar directamente dentro de la cavidad del molde abierto, el material plástico preformado en tabletas o en gránulos, junto con sus aditivos específicos (tales como cargas), posteriormente el molde es cerrado aplicándole presión y temperatura controlados bajo cierto tiempo determinado; al encontrarse el material dentro del molde caliente, sufre un cambio químico que lo polimeriza endureciéndolo permanentemente y tomando la forma de la cavidad del molde; la pieza puede entonces ser retirada. Este proceso es el más común para el formado de plásticos termoestables.

PROCESOS DE TRANSFORMACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS

En los materiales plásticos se encuentran distintos procesos de transformación que se basan en la aplicación de calor y presión.

De entre las principales tecnologías de transformación se encuentran:

- *Inyección
- *Extrusión
- *Soplado
- *Compresión
- *Transferencia
- *Termoformado
- *Rotomoldeo
- *Fundición o colada
- *Recubrimiento
- *Calandrado o laminación
- *Espumado

A continuación describiremos brevemente los diferentes procesos mencionados, con el objeto de dar una idea general del proceso para aclarar ciertas dudas que pudieran surgir al momento de consultar las especificaciones técnicas:

INYECCION:

Este método considerado por muchos como el principal para dar forma a los materiales plásticos, se lleva a cabo de la siguiente manera: el material preformado como pellets o gránulos es colocado dentro de una tolva que alimenta a un cilindro o cámara de calentamiento, donde es ablandado hasta llegar al estado líquido o fluido, posteriormente es forzado mediante la aplicación de presión ejercida por un émbolo, a pasar a través de una boquilla muy estrecha hacia el molde, donde una vez lleno, el material es enfriado hasta llegar a su estado sólido; finalmente el molde se abre y la pieza se extrae.

EXTRUSION

Este proceso al igual que la inyección consiste en cargar el material plástico dentro de una tolva que alimenta a una larga cámara de calefacción en donde el plástico pasa a su estado líquido o fluido, ahí se mueve debido a la acción de un tornillo sin fin, que fuerza el material a salir a través de un agujero, dado o matriz, que tiene la forma que se desea darle al producto por obtener, finalmente el material sale con la forma deseada y pasa por una zona de enfriamiento (banda

transportadora o tina) donde el material es enfriado mediante ventiladores o por inserción de agua.

Por este proceso se da forma a láminas, películas, tubos, varillas, perfiles, filamentos, torros para alambre, cable y cuerda continuos.

SOPLADO

En la actualidad existen dos variantes del método de soplado: Inyección sopló y Extrusión sopló.

EXTRUSION SOPLÓ: El material es primeramente extruido en forma de tubo que estando en estado plástico es colocado dentro de un molde abierto, que al cerrarse obliga al material a tomar la forma de éste mediante un estiramiento provocado por aire que es introducido a presión dentro del tubo, tal y como si se estuviese inflando un globo dentro de un molde. Después la pieza es enfriada y retirada del molde.

INYECCION SOPLÓ: Primeramente se inyectan unas preformas aproximadas a la cavidad del molde, posteriormente son nuevamente reblandidas por la acción del calor y en este estado son estiradas y obligadas a tomar la forma de la cavidad del molde mediante la introducción del aire a presión de una forma muy parecida como si se inflara un globo, posteriormente la pieza es enfriada dentro del molde pero manteniendo la presión del aire hasta que endurece y se extrae.

Por los métodos de soplado se fabrican generalmente objetos huecos como juguetes, muchas botellas y envases diversos; este método se utiliza con materiales termoplásticos básicamente; Los materiales que generalmente son soplados son el PVC, Polietileno, Polipropileno, Policarbonato, Poliacetales, Poliamidas, etc.

COMPRESION

Este método consiste en depositar directamente dentro de la cavidad del molde abierto, el material plástico preformado en tabletas o en gránulos, junto con sus aditivos específicos (tales como cargas), posteriormente el molde es cerrado aplicándole presión y temperatura controlados bajo cierto tiempo determinado; al encontrarse el material dentro del molde caliente, sufre un cambio químico que lo polimeriza endureciéndolo permanentemente y tomando la forma de la cavidad del molde; la pieza puede entonces ser retirada. Este proceso es el más común para el formado de plásticos termoestables.

POR INMERSION: Consiste en sumergir el objeto ya sea frío o caliente (dependiendo de éste), en un plástico disuelto (puede ser en forma de plástico o al estado líquido), extraerlo rápidamente, dejar escurrir o gotear el exceso y curar la pieza o gelarla.

POR EXTENSION: procedimiento muy similar al calandrado que consiste en obtener hojas de material plástico imitando las características semejantes a las del cuero natural u' otros. El material es depositado en estado fluido y viscoso sobre el soporte a recubrir, exactamente enfrente de una larga cuchilla. El soporte por recubrir se encuentra sobre un rodillo, (Muy parecido a la impresión por serigrafía), el espesor del recubrimiento es regulado tanto por la velocidad del soporte o material a recubrir, como por la posición de la cuchilla.

POR RODILLOS: Consiste básicamente en dos rodillos horizontales, (muy parecidos a la impresión en offset), en el cuál un rodillo recoge la solución de recubrimiento plástico sobre su superficie y la deposita sobre el material soporte o de base.

Otros procedimientos son por rociado o aspersión, extendiéndolo con una brocha, etc.

ESPUHADOS:

En la actualidad es posible espumar una serie de materiales plásticos que han demostrado tener una serie de propiedades y características muy especiales para el diseño de muchos objetos, tales son: epóxicos, hules naturales y sintéticos, polietileno, PVC, polipropileno, etc., no obstante que los materiales que adquirieron importancia industrial por mucho tiempo fueron el poliestireno y el poliuretano.

Básicamente se obtienen por dos métodos, en el primero se incorpora un agente espumante al polímero base que al ser reaccionados, se libera un gas que queda atrapado entre el plástico formando una especie de burbujas o celdas, que pueden ser cerradas o abiertas.

En el segundo método el gas es liberado como producto de la misma reacción durante la polimerización de los componentes al aumentar la temperatura.

Existe un método más que es introducir un gas a presión cuando el plástico se encuentra en estado fluido y posteriormente es endurecido quedando el gas atrapado dentro del material.

APENDICE

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

UNIDADES BÁSICAS:

MAGNITUD	UNIDADES	SÍMBOLO
longitud	metro	m
masa	kilogramo	Kg
tiempo	segundo	s
intensidad de corriente	Amperio	A
temperatura	Kelvin (Celsius)	K (°C)
intensidad de la luz	candela	cd
cantidad de materia	mol	mol

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS:

MAGNITUD	UNIDAD	SÍMBOLO	RELACION
fuerza	Newton	N	1 N = 1 Kg \cdot m/s ²
presión	Pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² = Kg/m ²
energía	Julio	J	1 J = 1 Nm = 1 Ws
potencia	vatio	W	1 W = 1 J/s
frecuencia	Herzio	Hz	1 Hz = 1/s

UNIDADES AMERICANAS:

1 in (pulgada)	=	25.4 mm
1 Ft (pie)	=	0.3048 m
1 Yd (yarda)	=	0.9144 m
1 lb (libra)	=	0.4536 kg
1 lbf (libra fuerza)	=	4.44822 N
1 Btu _a (Unidad térmica Británica)	=	1055 J
1 °F	=	5/9 °C 32°F=0°C
1 hp (caballo de fuerza)	=	745.7 W

PRINCIPALES FACTORES DE CONVERSION:

Fuerza de presión (p) o tensión mecánica:	Kgf	9.81 N
	Kgf/cm ²	98.1 10 ³ Pa
	bar	10 ⁵ Pa
Energía, cantidad de calor, trabajo o potencia:	cal	4.187 J
	KWh	3.610 ⁶ J
	Kcal/hr	1.163 W

UNIDADES DEL "SI" EN LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS:

PROPIEDAD	VALOR UNIDAD AMERICANA	MULTIPLICAR	VALOR UNIDAD SI	MULTIPLICAR	VALOR UNIDAD CONT.
MECANICA					
módulo Esfuerzo	P.S.i.	0.00689	MPa	0.0981	Kgf/cm ²
Impacto traccional o Charpy	ft lbf/in ²	2.10	KJ/m ²	0.981	Kgf cm/ca ²
Impacto de IZOD	ft lbf/in	53.4	J/M	9.81	Kgf cm/ca
Torsion	ft lbf	1.36	NM	0.0981	Kgf cm
Impacto por caída de dardo	in lbf	0.113		9.81	Kgf m
TERMICAS					
Conductividad Térmica	BTU in/sft ² *F	519	W/m°C	1.163	Kcal/m hr °C
Coefficiente de dilatación térmica lineal	in/in °F	1.8	m/m°C	1	cm/cm°C
Calor específico	BTU/Kg°F	1.90	KJ/Kg°C	4.19	Kcal/m hr °C
FISICAS					
densidad	lb/in ³	27.7	Hg/m ³	1	g/cm ³
Viscosidad dinámica			Pa s	0.1	poise
ELECTRICAS					
Resistividad volumetrica			Ohm m	0.01	Ohm ca
Rigidez dieléctrica	V/mil	0.039	KV/mm	0.01	kV/cm

NOTA: DATOS EXTRAIDOS DE "GUIA PARA MOLDEO POR INYECCION" DE GENERAL ELECTRIC PLASTICS (Bibliografía # 40)

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

TERMINO	PAGINA	PARRAFO	TERMINO	PAGINA	PARRAFO
A					
ARTE	37	4	COLORANTES	179	17
ARTEFACTO	37	4	CONDUCTIVIDAD		
ANTROPOGENO	37	5	TERMICA	189	7
ANGULOS DE SALIDA	63	11	CALORIFICA	189	7
ACOPLAMIENOS	67	1	COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA	189	5
ACABADO	68	4	CONTRACCION EN MOLDES	189	9
ACELERADOR	102	1	CALOR ESPECIFICO	189	8
ATOMO	161	3	D		
ADITIVOS	173	1	DISEÑADOR INDUSTRIAL	37	2
BASICOS	173	6	DENSIDAD	64,167	10,2
COMPLEMENTARIOS	173	7	DESMOLDANTE	75	1
ASBESTO	174	3	DESMOLDEO	90	10
ALUMINA HIDRATADA	174	5	DIQUE	90	12
AGENTES DESMOLDANTES	177	13	DESMOLDAR	112	3
DESILIZANTES	178	2	DEPRESORES DE VISCOSIDAD	176	6
ANTIADHERENTES	178	4	DUREZA	186	6
ANTIESTATICOS	178	6	E		
DE ACOPLAMIENTO O ACOPLADORES	178	11	EXCEDENTES DE CONTRACCION	63	1
PRESERVATIVOS	179	7	EXOTERMICO	63	5
ANTIESPUNANTES	179	14	ENCOLAR	66	4
CLAREANTES	179	15	ENSALME	667	2
ESPUNANTES	179	16	ENSAMBLE	67	3,4
B					
BORRA DE ALGODON	175	15	ELEMENTO	161	3
C					
COSA	37	4	ESFERAS DE CRISTAL	175	6
CREAR	44	1	ESTABILIZADORES	176	13
CAMBIO			ANTIOXIDANTES	176	16
FISICO DE LA MATERIA	63	3	AL CALOR	177	2
QUIMICO DE LA MATERIA	63	4	A LOS RAYOS "UV"	177	4
CRISTALIZACION	63	6	EMULSIFICANTES	177	18
CANDADOS	64,116	2,2	ELONGACION	189	6
CERA	93	1	F		
CARNAUBA	93	3	FORDISHO	26	8
CAPA DE SUPERFICIE	113	6	FERRITA DE BARIO	175	5
CANAL			FIBRA		
DE ALIMENTACION	121	9	DE VIDRIO	175	7
DE LLENADO	121	5	CERAMICA	175	9
CONO					
DE ENTRADA	121	6	FDA	223	2
BEBEDERO	121	7	G		
COMPUUESTO	161	4	GRAN INDUSTRIA	35	5
COPOLIMERO	161	4	GELAR	115	5
CARGAS	173	8	GRADO DE POLIMERIZACION	163	6
CAOLIN	173	15	GRAFITO	175	3
CARBONATO			H		
DE CALCIO	174	9	HIGROSCOPICO	79	3
DE MAGNESIO	174	10	HIDRATO	82	1
			HOMOPOLIMERO	163	4
			HARINAS DE LA MADERA	175	10
			HULE	186	5

INDUSTRIA	31	1
INSPIRACION	44	2
INDICE DE REFRACCION	187	4
INHOCUOS	207	1
L		
LIJADO	68	6
LINEA DE PARTICION	90,119	5,2
LABRAR LA MADERA	65	11
LLAVES DE COINCIDENCIA	118	14
LUBRICANTES	177	8
INTERNOS	177	10
EXTERNOS	177	1
M		
MAQUINAS	38	2
METODOS	40	5
MOLDE	56	2
MOLDES		
PARA BAJA PRODUCCION	46	5
MANUALES	57	1
DE MATRIZ ABIERTA	57	9
DE MATRIZ CERRADA	57	11
AUTOMATICOS	98	4
SEMIAUTOMATICOS	98	4
PERMANENTE	82	7
TRANSITORIO	82	7
DE YESO PARA BAJO PUNTO DE FUSION	87	11
SENCILLO	88	3
COMPUESTO	90	1
MAESTRO	95	5
POSITIVO-NEGATIVO	121	1
MODELO	61	3
MERMA	66	3
MADERA	79	2
DURAS	79	7
BLANDAS	79	8
MACLA	82	1
MAZAROTA	129	4
MOLECULA	161	4
MONOMERO	161	1
NICA	174	2
MODIFICADORES		
DE IMPACTO	176	5
DE FLUJO	176	6
MODULO	189	4
DE ELASTICIDAD	189	3
N		
NECESIDAD	44	5
NEGRO DE HUMO	175	2
NYLON	176	4
O		
OBJETO		
SIMPLE	37	5
ARTICULADO	37	5
OXIDO DE MAGNESIO	174	7

P		
PEQUERA INDUSTRIA	31	5
PRODUCTO	38	3
PROBLEMAS DE DISEÑO	40	4
PERFORMA	58	6
PREFORMA	99	10
PLANOS TECNICOS	62	6
PLASTISOL	122	10
PLASTICO	163	1
POLIMERO	163	2
LINEAL	163	4
RAMIFICADO	163	4
ENTRECruzADO	163	4
MONODISPERSO	164	7
POLIDISPERSO	164	7
PREPOLIMERO	166	3
PLASTIFICANTES	179	3
INTERNOS	179	4
EXTERNOS	179	5
PESO ESPECIFICO	187	2
PLASTODEFORMACION	189	10
R		
REGISTROS	82	1
REBABEAR	112	3
RESPIRADEROS	121	10
REBOSADEROS	122	2
RAYON	176	3
RETARDANTES A LA FLAMA	178	13
RESISTENCIA		
DIELECTRICA	188	9
A LA TENSION	188	1
A LA TRACCION	188	1
A LA COMPRESION	188	3
AL IMPACTO O GOLPE	188	3
CHOQUE	188	3
RESILIENCIA	188	3
AL AGUA	188	8
QUIMICA	188	9
A LA FLEXION	188	10
AL DOBLADO	188	10
A LA ROTURA	188	11
A LA LUZ	188	12
A LA CORROSION	189	1
A LA ABRASION	189	2
AL CALOR	189	4
S		
SISTEMA		
EPOXICO	96	6
DE LLENADO	129	3
SILICA	174	8
SULFATO		
DE CALCIO	174	12
DE BARIO	175	1
SISAL	175	11
SUPRESORES DE HUMO	179	13

T		
TECNICA	21	6
TECNOLOGIA	21	2
TAYLORISMO	26	6
TIEMPO DE		
MEZCLADO	97	3
MANEJO	97	5
CURADO	97	10
TIXOTROPICO	98	10
TALCO	174	1
TIERRA DE DIATOMEAS	174	4
TERMOPLASTICOS	184	1
TEMPERATURA		
AUTOIGNICION	189	10
TRANSICION VITREA	189	12
V		
VULCANIZADO	186	6
Y		
YUTE	175	12

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE REFERENCIA

Secuencia de aparición:

#X = número de referencia
citado a lo largo del
presente trabajo.

Nombre del Libro
Autor
Editorial y año

- | | |
|---|--|
| #1 "Diseño ¿Por qué?
André Ricard
Editorial Gustavo Gili 1982 | #12 "Programa para el desarrollo de la Industria Mediana y Pequeña"
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial 1984. |
| #2 "Economía Política"
P. Nikitin
Editores Mexicanos Unidos 1976 | #13 Datos extraídos de la Gerencia de Estudios de CANACINTRA con cifras del X censo industrial 1976, de SECOFI en 1988 |
| #3 "Química y tecnología de los plásticos"
Walter E. Diver
C.E.C.S.A. 1982 | #14 "Aristos"
"Diccionario ilustrado de la Lengua Española"
SOPENA. 1981 |
| #4 "La Trukulenta Historia del Capitalismo"
Rius
Edt. Fosada 1982 | #15 "¿Cómo hacen los Objetos?"
Bruno Munari
Gustavo Gili. 1985. |
| #5 "Perspectivas del Diseño Industrial en México"
D.I. Manuel Alvarez Fuentes
Cuadernos de Diseño, Universidad Iberoamericana
Mayo / 1983 | #16 "Esbozo de Historia Universal"
Juan Broa
Tratados y manuales Grijalbo 1979 |
| #6 "Regulación y Crisis del Capitalismo"
Michael Aglieta
Siglo XXI Editores 1986 | #17 "Síntesis de Historia Universal"
Ciro E. Gonzalez Blackaller
Luis Guevara Ramirez
Edt. Herrero S.A. 1972 |
| #7 "ANIFAC" Asociación Nacional de la industria del PLÁSTICO. Dirección: Sullivan 165, Col. San Rafael C.P. 06470 Mex. D.F. 1980 | #18 Procesos de Manufactura (Versión S.I.)
Amstead, Ostwald y Bégeman,
CECSA 1982 |
| #8 "Enciclopedia Universal" Tomo LIX-85
Citada en la biblioteca de la UAM-A | #19 "Ingeniería de moldes para plástico."
J.H. DuBois W.L. Pribble.
Tomo 5 Enc. de la Química Ind.
Edt. URHO 1978 |
| #9 "El Pape: del Trabajo en la Transformación del mono en hombre"
Federico Engels
Varias Editoriales 1980 | #20 "Enciclopedia Universal Ilustrada
"Europeo-Americana"
Edt. ESPASA-CALPE S.A. |
| #10 Datos extraídos de "CANACINTRA"
Direcc: Av San Antonio # 256
Col. Ampliación Nápoles C.P. 03849 Mex. D.F. 1989
Tels. 5-63-30-00 5-63-30-82 | #21 "Manual de Diseño Industrial"
Gerardo Rodriguez
UAM-A EDT. Gustavo Gili. |
| #11 "Los conceptos elementales del Materialismo Histórico" de Martha Harnecker
Edt. Siglo XXI 1980 | #22 "Diccionario del plástico"
J.A. Wordinghan y P. Rebourl
Edt. Victor Lerú S.R.L. Buenos Aires. 1966 |

BIBLIOGRAFIA

- #23 "Plastics Engineering"
 R.J. Crawford
 Edt. Pergamon Press. 1981
- #24 "Plásticos Formulación y Moldeo"
 Herbert R. Simonds.
 James M. Church
 Edt. Continental S.A. 1964
- #25 "Ingeniería de Manufactura"
 U.S. Scharer, L. Solares, A. Rico,
 J. Cruz, R. Moreno.
 Edt. CECSA 1984
- #26 "Revista Panorama Plástico"
 Editorial Corso S.A. de C.V.
 Insurgentes sur # 594-202
 Col. del Valle Mex. D.F.
 En la referencia V.= Volumen.
 desde 1984 a 1989. publicación bimestral
- #27 "Química"
 Choppin, Jaffe, Summerlin, Jackson
 Edt. PCSA 1974
- #28 "PVC Documento Promocional" 1988
 "ANIQ" Asociación nacional de
 la Industria Química.
- #29 "Repárelo Usted Mismo"
 Selecciones de Reader's Digest 1982
- #30 "Estudio de materiales"
 para Ebanistas y Carpinteros
 M.A. Grigoriev
 Edt. Mir Moscú 1965
- #31 "Ideas para fabricar diversos artículos
 de PLÁSTICO"
 Doctores Lopez Salazar
 CECSA 1964
- #32 "Resinas Poliéster" Plásticos reforzados
 Felipe Parrilla C.
 Edt. "La Ilustración S.A. de C. V." 1988
- #33 "Diccionario de Física RIQUERO".
 Manuel Jimenez Redondo
 Edt. Ediciones Riquero. 1976
- #34 "Psicología de la creatividad"
 Mauro Rodríguez Estrada
 Edt. Pax Mexico. 1989
- #35 "Manual de Creatividad"
 Mauro Rodríguez Estrada
 Edt. Trillas 1989.
- #36 "Publicidad, Televisión y otras porquerías"
 Edt. Posada 1989.
- #37 "Análisis y Diseño Lógico"
 Oscar Olea y C. González Lobo
 Edt. Trillas 1977
- #38 "Diseño y fabricación de Piezas fundidas"
 Francisco Jimenez, Caro Silva
 Edt. UAN-A 1990
- #39 "Moldes para inyección de Plásticos"
 Menges-Mohren
 Edt. Gustavo Gilí 1980
- #40 "Guía para moldeo por inyección"
 General Electric Plastics.
 Europe 1986
- #41 Folleto información técnica
 "Sistemas de Poliuretano"
 Productos Eiffel S.A. 1991
- #42 Apuntes de Plásticos.
 Posgrado de Diseño Ind.
 Ing. Armando Negrete U.N.A.M.
 1989
- #43 "Moldes de Silicón"
 Ing. J.A.G. Rosillo/A. Trejo C.
 Edt. Ediciones Poliformas S.A. 1984