

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

**MAQUINARIA TERMOFORMADORA PARA
LA INDUSTRIA NACIONAL**



Dr. José Morales González
Presidente Comisión Revisora de Tesis.

Dr. José Morales González
Director Escuela Diseño Industrial

**TESIS
PRESENTADA POR:
ALBERTO CALDERÓN CASILLAS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL**

GUADALAJARA, SEPTIEMBRE, 1988.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Í N D I C E .

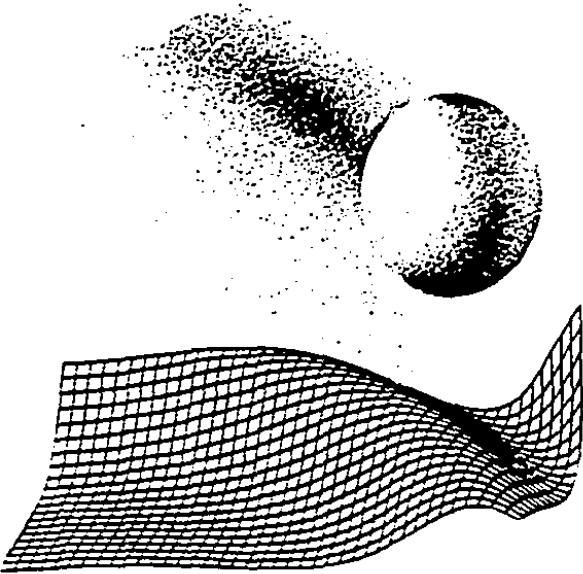
INTRODUCCION : (páginas 1 a 11).	Página	(cont.)	página.
Prefacio	1	CAPITULO CINCO: PRODUCTOS EXISTENTES	65
Metodología	2	5.1 Nivel Nacional.	66
Identificación del Problema	3	5.2 Nivel Internacional.	66
Descripción del Proyecto	5	5.3 Tabla de características.	67
Magnitud del Problema	6	CAPITULO SEIS: PROYECTO DE DISEÑO.	77
Aplicaciones del termoformado	7	6.1 Planteamiento.	78
Conclusión	11	6.2 Análisis.	79
CAPITULO UNO: QUE ES EL TERMOFORMADO.	12	6.2.1 Funcionamiento.	80
1.1 Concepto Básico	13	6.2.2 Factor Humano.	90
1.2 Componentes del proceso	14	6.2.3 Anexos de Información	95
CAPITULO DOS: METODOS PARA TERMOFORMAR.	30	6.3 Realización: Planos y Cursogramas.	101
2.1 Técnicas Básicas.	31	6.4 Termovac. Presentación gráfica.	131
2.2 Métodos de formado.	33		
2.3 Arreglos de moldes más comunes.	38	*Agradecimientos.	135
2.4 Limitaciones en el termoformado.	40	BIBLIOGRAFÍA	136
CAPITULO TRES: MAQUINARIA PARA TERMOFORMAR	42		
3.1 Introducción.	43		
3.2 Equipo alimentado por hojas precortadas.	43		
3.3 Equipo alimentado por rollo de película t.p.	48		
CAPITULO CUATRO : MOLDES EN EL TERMOFORMADO.	55		
4.1 Concepto básico.	56		
4.2 Controles de temperatura.	62		
4.3 Moldes Especiales.	63		
4.4 Errores más comunes en los moldes.	64		


PREFACIO

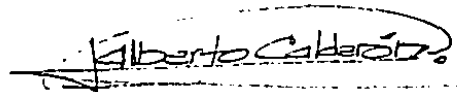
" LO EMOCIONANTE AL
DISEÑAR ES SABER QUE ESE COLOR,
ESA CURVA, AQUELLA FUNCION, ESE
DETALLE, FUE PRODUCIDO ASI SIM-
PLEMENTE PORQUE ASI NACIÓ EN LA
MENTE DEL DISEÑADOR, Y ASI QUISO
ESTE QUE SUCEDIERA."

KENNETH GRANGE

LA REALIZACION DE UNA TESIS PARA OBTENER UN TITULO PROFESIONAL SIGNIFICA UNA PRUEBA DE APROVECHAMIENTO PARA EL ESTUDIANTE. DENTRO DEL DISEÑO INDUSTRIAL IMPLICA ADEMÁS LA POSIBILIDAD DE CONVERTIRSE EN UN NUEVO PRODUCTO PARA EL MERCADO: EN UN OBJETO REAL DE DISEÑO AL ALCANCE DEL CONSUMIDOR. ES POR TAL MOTIVO QUE EL PROYECTO PRESENTADO A CONTINUACION PRETENDE SER UN RESULTADO DEL PROCESO DE DISEÑO INDUSTRIAL. EL DISEÑO INDUSTRIAL ES UNA ACTIVIDAD INTENCIONAL, SISTEMÁTICA Y CREATIVA: ES INTENCIONAL, PUES SU PROPOSITO ES DAR FORMA A SATISFACTORES DE NECESIDADES REALES, DESDE ESPACIOS INTERIORES HASTA PRODUCTOS ; ES SISTEMÁTICO PORQUE EL PROCESO ENVUELVE LA DEFINICION Y EL ANALISIS DE PROBLEMAS ACTUALES, LA TRANSFORMACION DE INFORMACION A UN CONCEPTO DE DISEÑO, Y LA SINTESIS DE TAL CONCEPTO EN UNA APROPIADA SOLUCION. FINALMENTE, EL DISEÑO INDUSTRIAL ES UNA ACTIVIDAD CREATIVA, PUES NO SOLO CONOCIENDO LA METODOLOGIA PARA EVALUAR LOS DIVERSOS FACTORES RELACIONADOS CON LA TECNOLOGIA SE PUEDE DISEÑAR, ES NECESARIA LA HABILIDAD CREATIVA PARA IMAGINAR Y PROYECTAR, PARA DESARROLLAR LA FORMA Y EL ESPACIO, PARA SOLUCIONAR UNA SITUACION PROBLEMATICA A TRAVES DE UN PRODUCTO TANGIBLE.



 LICENCIADO EN
DISEÑO INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA



imaginaria

METODOLOGÍA:

Para la realización de este proyecto se siguió el proceso de diseño del autor, apoyado en la siguiente metodología:

- = Identificación del problema
- = Magnitud de la necesidad real
- = Situación actual del problema
- = Conclusión
- = Investigación
- = Plantamiento del problema de diseño
- = Análisis
- = Conclusiones previas
- = Anexos de información
- = Conclusiones finales
- = Etapa creativa
- = Realización de la proposición.

TEMA :

Maquinaria termoformadora de láminas y películas de plástico.

REQUISITOS IMPLICITOS:

Económicamente al alcance de la pequeña industria nacional
Semiautomática.

Para mediana producción de artículos termoformados.

Para ser producida en serie en la república mexicana.

EL DISEÑO INDUSTRIAL:

¿Arte o Ingeniería?

Por Lic. Alfonso SUAREZ TELLEZ

En México, el diseñador industrial encuentra una serie de dificultades que retardan su verdadera proyección profesional. Son innumerables los casos, en los que una vez egresado, el estudiante de diseño se ve en la necesidad de recurrir a una serie de actividades que en ocasiones lo distancian considerablemente de la verdadera profesión para la cual está capacitado.

A pesar de que en algunas

ideal equivocada, si no es que desconocen totalmente los múltiples beneficios que esta actividad puede aportar a sus bienes de producción.

Actualmente, la educación universitaria del diseñador industrial, está enfocada a la formación de profesionistas, con tal versatilidad, que pueden adaptarse fácilmente a las diversas Áreas Industriales del país. Es por ello que los programas edu-

cioeconómica entre otras, lo cual no significa que el diseñador sea un especialista en cada una de las Áreas mencionadas, sino que, a través de su educación, desarrolla las cualidades necesarias de origen proyectual, para tener un mejor panorama del universo que gira al entorno de un producto, y de esta manera encontrar soluciones prácticas para el desarrollo de una tecnología más apropiada. Sin embargo, es im-

Por otro lado, es verdad que nuestra capacidad tecnológica no está tan avanzada como la de los países altamente industrializados. Pero, dadas las actuales circunstancias económicas, la industria nacional debe sustituir importaciones, así como competir en los mercados internacionales con productos de igual o mejor calidad, de tal manera que estos productos sean lo suficientemente funcionales y atractivos

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA:

Un problema es una situación que necesita ser resuelta. Un problema de Diseño es una situación no resuelta que se presenta en las actividades diarias del hombre: en la iluminación, en el vestido, en un instrumento musical, en un empaque, en un medio de transporte o de comunicación, en una máquina, en una herramienta de precisión, en fin la lista sería interminable.

Para elegir un problema como bueno para tesis, es necesario que sea una prueba para el diseñador, y que sea solucionable por medio del diseño industrial, por lo que esta última limitante es la que determinará el tipo de problema a resolver. Antes de seguir adelante es necesario establecer qué es el Diseño Industrial.

El diseño Industrial es una fusión de tecnología y arte; y está enfocado a resolver problemas basándose en un alto grado de conocimientos sobre las actividades humanas y las situaciones que rodean a éstas, tomando en cuenta también las posibles soluciones reveladas mediante un proceso de diseño que incluye: Investigación, Análisis, y la etapa creativa, en donde interviene la imaginación y los conocimientos del diseñador.

Elegir un tema de tesis puede responder a una inquietud de toda la vida para el alumno, que al alcanzar esta etapa de decisión no lo piensa dos veces. Por otra parte, existen infinidad de problemas sin resolver que no permiten al diseñador decidirse instantáneamente por uno u otro. Siendo éste segundo caso el particular del autor, se realizó una primera investigación sobre la industria metal mecánica nacional, muestreando guadalajara.

Se encontró que el 64 % de este tipo de industria es pequeña y mediana, que el 34% son los

DEFINICION :

Diseño de un objeto para configurar láminas y /o películas de materiales termoplásticos, de acuerdo a un molde y basándose en el calentamiento previo del material. Se diseñará maquinaria semiautomática económicamente razonable para ser adquirida por pequeñas industrias, talleres, escuelas técnicas y universidades.

"No hay que aceptar nada como verdadero , si antes no ha dado pruebas evidentes de serlo ."

RENE DESCARTES 1637.

talleres artesanales con miras a ser pequeña industria, y que sólo el 2% de la industria metal-mecánica nacional se consideran industrias mayores, (que poseen más de 2 millones de dólares como capital.datos FOGAIN). La pequeña industria metal mecánica nacional es la base de la industria en México, por lo que se investigaron los problemas básicos de estas empresas, y los principales obstáculos en las que coincidieron fueron:

- Falta de una organización para mejor productividad. -
- Falta de liquidez(por la situación económica actual)
- Carencia de maquinaria adecuada a sus necesidades.
- Deficiente control de calidad.

- Mantenimiento deficiente en la escasa maquinaria que poseen.
- Producción bajo presión . No hay programación, todo era para entregarse el día de ayer.

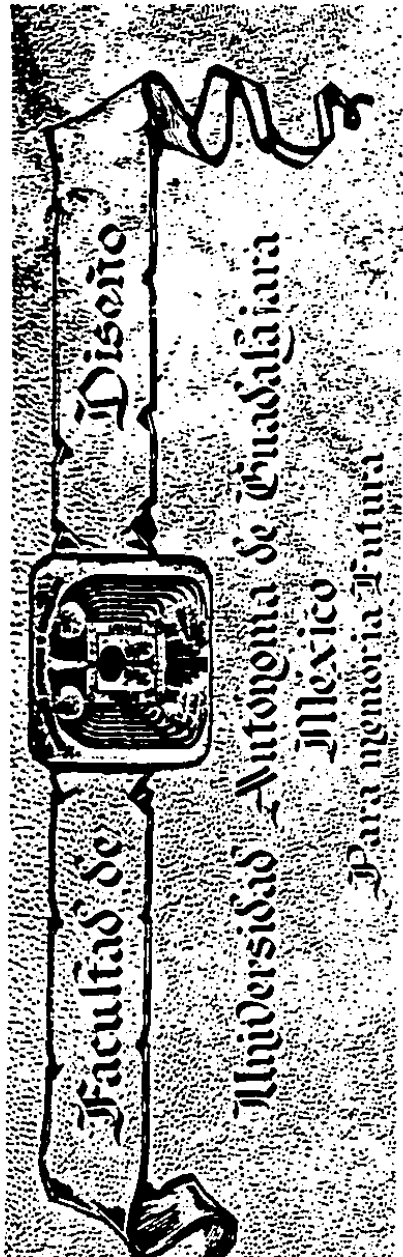
De estos problemas, la carencia de maquinaria adecuada es el importante, pues es solucionable por medio del Diseño Industrial. Debido a las características de nuestra pequeña industria y lo específico y peculiar del mercado de consumo mexicano, no existe maquinaria diseñada específicamente para sus necesidades, y posibilidades económicas ,por lo que estas empresas optan por fabricar sus propias máquinas.

Para citar algunos ejemplos, tenemos variedades de troqueladoras, prensas para embutido, dobladoras de tubo, los hornos en general (de láminas dobladas y gas), dobladoras de lámina y como novedad, intentos de termoformadoras a vacío.

La gran mayoría de estas máquinas fueran hechas sin un proceso de diseño previo, modificadas sobre la marcha y a bases de numerosas pruebas físicas, por lo general muy costosas y tardadas. El pequeño industrial procede así puesto que la maquinaria de importación suele representar un gasto muy alto. Por lo general este tipo de maquinaria está fabricada y diseñada para necesidades de producción muy altas, de industria mayor, para mercados de consumo mayores, y suele ser un "saco demasiado grande" para nuestra industria naciente de la iniciativa privada.

Más claro en sí, el problema es la falta de tecnología aplicada a las necesidades y posibilidades específicas de la industria y el mercado nacional. Es necesario ya, ahora, dejar de producir maquinaria semi-empíricamente y comenzar a cubrir el renglon de nuestras necesidades crando tecnología para México, como base para el desarrollo industrial nacional.





DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El termoformado se ha convertido en uno de los más prometedores procesos de manufactura de plásticos. La industria de los termoplásticos ha ido creciendo considerablemente en los últimos años. Las modificaciones de materiales antiguos y la introducción de nuevas técnicas y equipos nos llevan a encontrar nuevas aplicaciones.

El termoformado será en poco tiempo un proceso indispensable para la naciente industria de manufactura de láminas termoplásticas, pues ya comienza a reemplazar a otros procesos y técnicas para el desarrollo de productos. Esto se debe a que la maquinaria para termoformar es sencilla, compacta, requiere de baja inversión inicial, se adapta fácilmente a la automatización, y la fabricación de moldes es sencilla y barata, sobre todo en la fabricación de artículos grandes, de reducido espesor de pared y configuración compleja.

Las posibilidades para esta naciente industria son prometedoras y las oportunidades de progreso son enormes.

En los países desarrollados, el rápido crecimiento de la industria termoformadora ha ocasionado una competencia en el ramo, lo que ha ido perfeccionando el proceso y aumentando la versatilidad del mismo. Hoy en día, pueden usarse materiales extremadamente delgados, hasta los termoformados de láminas gruesas de 7 mms; la manufactura de productos desde la pequeña cobertura de una aguja de diamante, hasta piezas de carrocería. Todo esto se realiza ya sea en enormes cantidades de producción ó tan solo una pieza si así se desea, pues el proceso lo permite.

Al realizarse este proyecto, no se pretende elaborar un estudio exhaustivo con todas las variantes posibles del proceso, ni una gran recopilación de estadísticas, tablas de datos, etc. El objetivo de este trabajo es dar al lector información sobre el termoformado y sus aplicaciones, y va dirigido a la creación de maquinaria para la pequeña industria nacional, que tarde ó temprano dejará de ser artesanal y evolucionará hacia la producción en serie.

MAGNITUD DEL PROBLEMA :

Continuando con el problema de la carencia de tecnología se observó que la iniciativa privada mexicana posee cierta apatía hacia la modernización, pues temen a los riesgos de aumentar sus costos de producción, y esa política frena el desarrollo. Otro factor que frena el desarrollo es el abismo existente entre la industria y la universidad, y a esto podemos sumar la dependencia tecnológica del país.

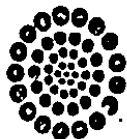
Haciendo referencia al desarrollo económico-tecnológico de japon de 1955 hasta hoy, el Sr. Presidente Lic. Miguel de la Madrid Hurtado desarrolló UN PLAN NACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO Y CIENTÍFICO * con los siguientes objetivos:

- 1- Disminuir la dependencia tecnológica del exterior.
- 2- Incrementar la productividad sectorial y nacional
- 3- Incrementar la oferta de productos, materias primas y equipos de producción.
- 4- Resturar el equilibrio ecológico.
- 5- Investigar con mayor intensidad en áreas más promisorias para el desarrollo nacional.
- 6- Coadyudar al desarrollo regional y a la descentralización.

Este plan es un llamado a la iniciativa privada a invertir, a darse a la tarea de auxiliarse de los profesionistas del ramo para crear tecnología acorde a nuestras necesidades, dejando atrás la tecnología de importación que ni siquiera se asimila.

La magnitud del problema es alarmante, pues en cualquier rama de la industria nacional son muy pocas las empresas que cuentan con capacidad tecnológica para producir bienes y servicios competitivos a nivel mundial. La pequeña y mediana industria mexicana es única, por lo que requiere apoyo de diseño de maquinaria específicamente para ella.

Para definir el tipo de maquinaria a diseñar, se realizaron visitas a industriales de la ciudad y el termoformado como proceso despertó interés en la mayoría, por lo que el autor investigó superficialmente sobre el tema: El termoformado es un proceso mucho más sencillo que la inyección de plástico, requiere de menos espacio y la maquinaria es de menor inversión inicial. El proceso es multi-adaptable, la fabricación de moldes es sencilla y económica, existe una variedad de materias primas que aumentan la variedad de artículos a producir, y sus posibi-



CONACYT

* programa nacional de desarrollo
tecnológico y científico 1984-88
Poder ejecutivo federal.
CONACYT. MEXICO.

lidades de expansión como industria son favorables.

Esta información se aclara al conocer el concepto general de "termoformado", que consiste en calentar una lámina de material termoplástico hasta ablandarlo para forzarlo conforme algún molde, a presión de aire diferencial ó medio mecánico .

Se encontró que esta maquinaria se fabrica en México d.f. por dos industrias:

VULCANO

San Lorenzo#279 Loc.25
IZTAPALAPA, Mexico D.F.

AFISAMATIC

4ta. cerrada del retoño#115
Colonia el retoño. C.P. 09440

Estos dos fabricantes se preocupan principalmente por el embalaje de productos en blister y skin pack. Son máquinas dedicadas básicamente al empaqueo de productos, son sencillas de operar, pero como termoformadoras cubre un renglón en cuanto a aplicaciones se refiere. Fuera de estas dos industrias , en cuanto a termoformado, es todo lo que tiene a su disposición la industria nacional. A continuación se presentan la gran variedad de aplicaciones del termoformado, y después la información de la maquinaria fabricada en México por Vulcano y Afisamatic.

APLICACIONES DEL TERMOFORMADO:


1 Industria del empaque:

1.1 Desde el inicio del termoformado, esta industria ha permanecido como uno de los principales usuarios del termoformado, desde el blister-pack, que captura entre plástico y cartón al producto, ya sea mermeladas, rastrillos, carnes frías, cosméticos, dulces, etc. por lo que no es de extrañarse que aunque sea este tipo de termoformadoras se fabriquen en México.

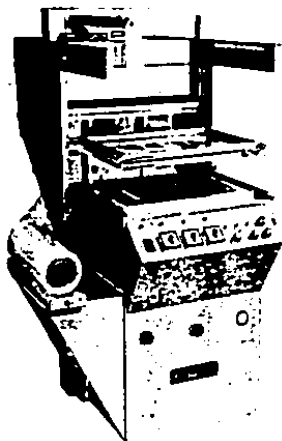
1.2 En la comida rápida , ya sea en los vasos desechables, en empaques de hamburguesas, de sandwiches, de verduras frescas,

1.3 En la comida de supermercado, empacando carne, huevos, frutas y verduras, en empaques de espuma de poliestireno. Para ahorrar, las grandes empresas norteamericanas utilizan la termoformadora en el área de preparación de alimentos, para llenar y empaquetar inmediatamente, eliminando transporte, empaque temporal y costos inútiles.

AA AFISA/MATIC


 ALTA FRECUENCIA INDUSTRIAL S.A. DE C.V.
 CALLE 100 No. 100, P.O. BOX 100, SAN JOSE, COSTA RICA
 TEL. (506) 22-32 100-101 100-102

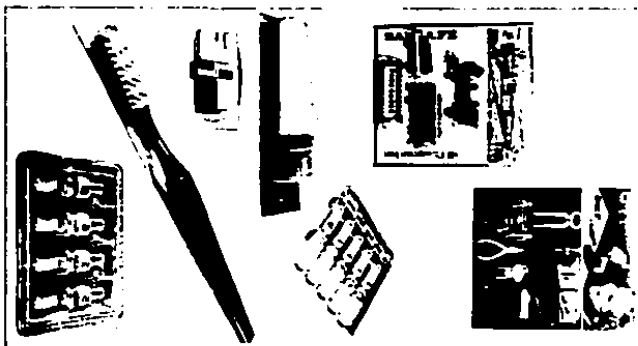
Termoformadora de vacio VTF embalajes Blister y Skin



Con la VTF: embalajes más efectivos avanzados y más económicos.

La máquina VTF está construida con los adelantos de la técnica moderna. El moldeo por embudición se realiza limpiamente y sin ningún desperdicio.

Gran seguridad industrial por su sólida construcción, su operación segura y fácil y por su sencilla conservación.



ALTA FRECUENCIA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

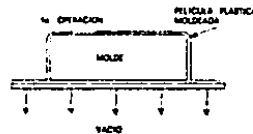
MAQUINARIA: TEL. 22-32 100-101 100-102
 MATERIALES: TEL. 22-32 100-101 100-102
 SERVICIO AL CLIENTE: TEL. 22-32 100-101 100-102

Datos Técnicos

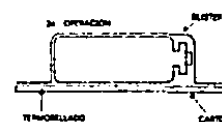
MODELO	VTF 4841 A	VTF 6175 A	VTF 7631 A
TAMAÑO DE LA HOJA	500 X 630 mm.	630 X 800 mm.	800 X 950 mm.
AREA DE FORMADO	460 X 610 mm.	610 X 760 mm.	760 X 810 mm.
PROF. MAX. DE FORMADO	150 mm.	150 mm.	150 mm.
GRUESO MAX. PLAST.	3,8 mm.	3,8 mm.	3,8 mm.
MOT. SISTEMA VACIO	1/2 H. P.	1 H.P.	2 H.P.
RÉSIS. CALEFACTORA	5000 W	8000 W	10000 W
CONTROL DE TEMP.	50-300°C	50-300°C	50-300°C
ALIMENTACION	2 X 220 V 50-60 c/s	3 X 220 V 50-60 c/s	3 X 220 V 50-60 c/s
CONSUMO MAXIMO	5500 W.	8750 W.	12000 W
CORR. DE ENTRADA	25 A.	25 A.	32 A.
CONTROL DE TIEMPO	0-30 Seg. X 3	0-30 Seg. X 3	0-30 Seg. X 3
CONSUMO DE AIRE A 6 Kg/cm ²	1 HP	2 HP	3 HP
DIMENSIONES	1100 X 1500 X 1700 mm.	1250 X 1650 X 1700 mm.	1400 X 1800 X 1700 mm

BLISTER

Para este proceso se prepara previamente la burbuja plástica utilizando un molde, dentro de lo



burbuja se calienta el producto; al adherirse la burbuja al cartón el producto queda encastrado.



"ESPECIFICACIONES"

	MODELO FV.-6-5	MODELO FV.-5-7
Accionamiento	manual	neumático
Altura máx. moldeada	7 cms.	15 cms.
Ancho del rollo del film plástico	56 cms.	56 cms.
Tamaño de la hoja del plástico	45 x 55 cms.	55 x 75 cms.
Area del molde	40 x 50 cms.	50 x 70 cms.
Espacio en el piso	68 x 80 cms.	84 x 95 cms.
Altura de la máquina	117 cms.	128 cms.
Calefacción Eléctrica	2,250 W 115 V	4,500 W 220 V
Total amperaje	26 amps.	30 amps.
Peso bruto aproximadamente	140 Kgs.	295 Kgs.

CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA

USOS: La máquina para formado al vacío sirve para moldear lámina de plástico en diferentes formas y gran variedad de dimensiones y es ideal para la fabricación de empaque de tipo ampolla, recipientes para envasar alimentos, formado de boteros, embalajes desechables, etc., que se utilizan como complementos de líneas base para facilitar su exposición al público.

MATERIA PRIMA QUE UTILIZA: Se usa lámina de material termoplástico de varios calibres tales como acetato, estireno, P.V.C. polietileno, A.B.S., etc.

MOLDES QUE SE UTILIZAN: Las matrices para este tipo de moldeado son muy económicas y pueden hacerse en metal, madera o yeso.

VENTAJAS MAS NOTABLES:

FACIL MANEJO: La operación de la máquina es tan sencilla que puede ser realizada por empleados sin previa preparación.

SOLIDA CONSTRUCCION: Hecha para tener un mantenimiento mínimo y muy económico.

EQUIPO: Sólo se utiliza equipo de la más alta calidad y prestigio.

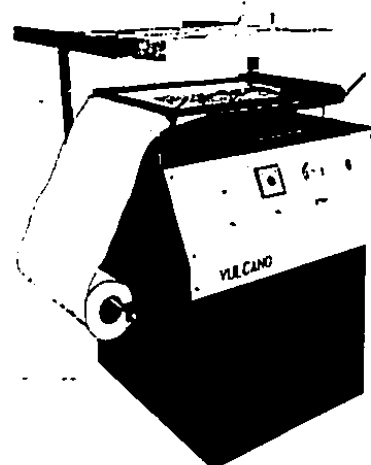
INSTALACION: Utiliza corriente de 115 Voltios ó 220 Voltios, 60 -- Hertz.

SERVICIO Y REFACCIONES.

INYECTORES VULCANO, S. A.

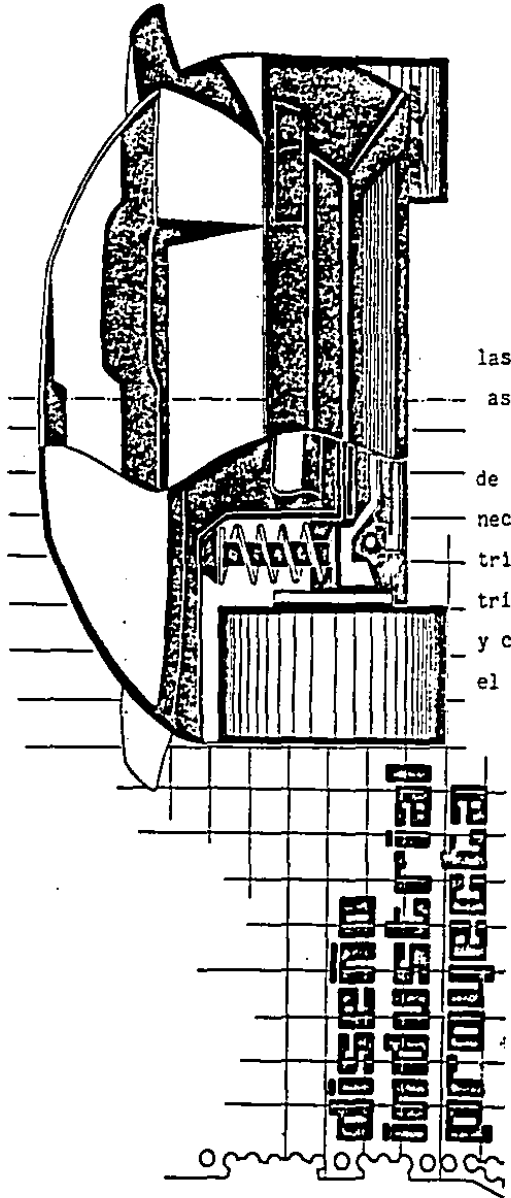
Dr. Ruiz No. 14
C.P. 06720 MEXICO, D.F.
Tels. 578-74-18, 578-72-65
C.P. 06720

Av. San Lorenzo 379 nave 25
C.P. 09860 MEXICO, D.F.
Tels. 686-16-97, 686-18-97
C.P. 09860

MAQUINA DE FORMADO
AL VACIO

MODELO FV-5-7

VULCANO



CONCLUSIÓN :

Este proceso debe colocarse en manos de la pequeña y mediana industria nacional, de escuelas técnicas y universidades, para familiarizar al estudiante con el manejo del plástico, así como hoy en día se le enseña a manejar la madera.

La creación de una maquina termoformadora a un costo razonable colocará un proceso de fabricación utilísimo ,sencillo y versátil al alcance de la industria mexicana. Es necesario el diseño de un producto enfocado completamente a las necesidades de nuestra industria, y los ejemplos de los productos anteriores llevan la intención de sembrar en los industriales mexicanos el concepto de que el objetivo común de producir objetos útiles, estéticos y comercializables puede ser mucho más sencillo y menos costoso de lo que se imaginan, y queda el termoformado como una excelente alternativa a seguir.

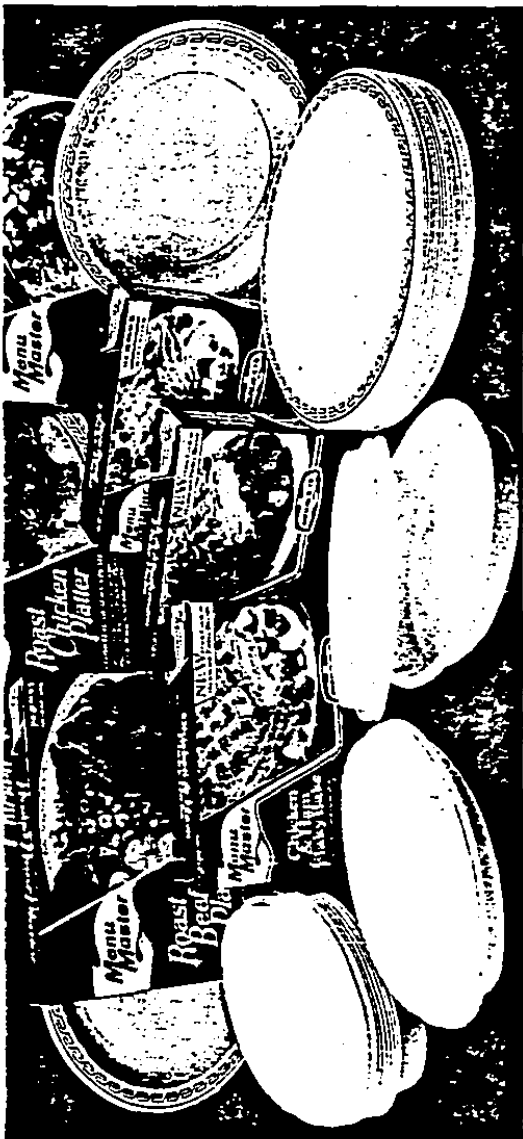


CAPITULO UNO : QUE ES EL TERMOFORMADO .

1.1: CONCEPTO BASICO.

1.2: COMPONENTES DEL PROCESO :

- 1.2.1 La Hoja Termoplástica.
- 1.2.2 Mecanismos de Sujeción.
- 1.2.3 Métodos de Calentamiento.
- 1.2.4 Moldes.
- 1.2.5 Fuerzas de Formado.
- 1.2.6 Equipo para terminado.



1.1 EL CONCEPTO BÁSICO DEL TERMOFORMADO :

El proceso de termoformar es sólo uno de varios métodos para convertir resinas plásticas en productos diversos. Hoy en día , en nuestra "vida moderna" podemos ver el beneficio del termoformado en el uso rutinario de piezas de plástico producidas por este método.

El termoformado consiste en calentar una lámina de material termoplástico hasta ablandarlo para forzarlo conforme algún molde, a presión diferencial de aire ó por algún medio mecánico. Es también la descripción de varias técnicas, como formado al vacío , a presión, mecánico y las diversas combinaciones entre ellas.

Los productos hechos por este método son generalmente acabados después del proceso, por medio de recortes y otras operaciones de terminado y están listos para ser utilizados. Sin embargo, algunos productos termoformados son diseñados como componentes de productos mayores, como aeronaves, automóviles, embarcaciones, etc.. Estas partes requieren trabajo adicional aún después del terminado, como pintado, pegado, sellado con calor, ó impresiones por ejemplo.

El proceso de termoformado ofrece un moldeado rápido y uniforme, y puede automatizarse para producciones a gran escala. El ciclo de moldeo del termoformado y el bajo costo comparativo de los moldes hacen del termoformado el proceso más efectivo en cuanto a costo y a resultados como método de manufactura sobre todos los demás procesos. El sobrante creado al recorte en el terminado de una pieza, puede ser reciclado y reprocesado junto con los artículos rechazados por control de calidad.

El principio básico del proceso de termoformado es similar al estampado en metal, pero el termoformado tiene muchísimas menos limitaciones en estirado, profundidades, radios y distribución del material. Conforme el proceso se va complicando, y el equipo se crea con controles más precisos, las limitaciones del termoformado disminuirán.

Los componentes básicos del proceso de termoformado son :

- | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1-La hoja termoplástica | 2- Mecanismos de sujeción de la hoja | 3-Sistema de calentamiento |
| 4-Los moldes | 5- Fuerzas de formado | 6-Equipo de terminado. |

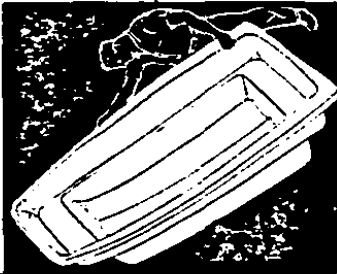
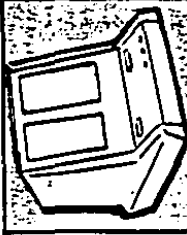
Cada uno de estos componentes son igualmente importantes, y cualesquiera de ellos afecta a los otros cinco. Sus aspectos individuales y sus interrelaciones y dependencias son la llave para el éxito del termoformado. Los tres primeros son los principales, pero si faltara alguno de los tres últimos el proceso se descalificaría de la categoría del genuino termoformado.

En el capítulo siguiente se verán en detalle los seis componentes básicos.

OF THERMOPLASTICS?

COMPLETE FACILITIES

- DESIGN
- ENGINEERING
- PRODUCTION
- QUALITY CONTROL
- LARGE COMPONENTS FOR MATERIAL HANDLING, BOATING AND TRANSPORTATION



1.2 COMPONENTES DEL PROCESO :

1.2.1: La hoja termoplástica;

- a- Resinas termoplásticas
- b- Manufactura de la hoja
- c- Tipos de hojas usadas en el termoformado
- d- Propiedades de los materiales.

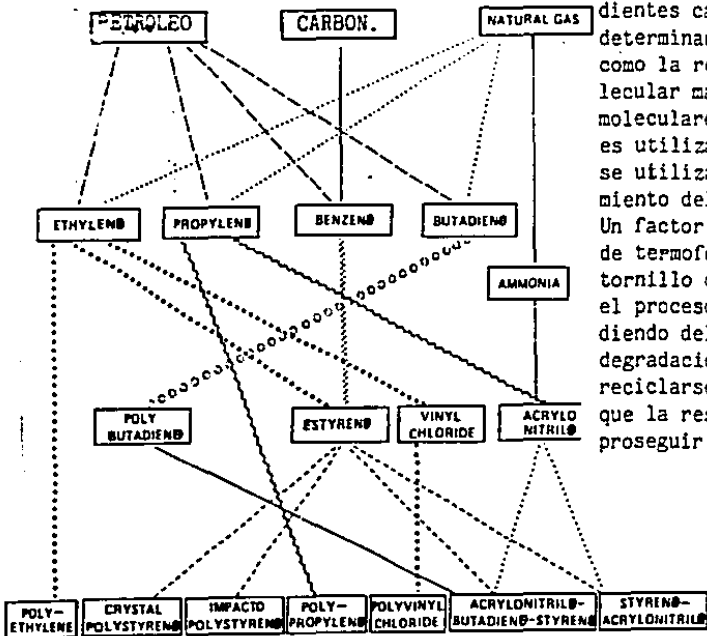
a- RESINAS TERMOPLASTICAS : La hoja termoplástica es el elemento básico del proceso de termoformado, pues es la materia prima para producir los objetos. Los termoplásticos son llamados también polímeros ó resinas; y son comuestos únicos hechos por el hombre. Si se exponen a altas temperaturas, se ablandan hasta llegar al estado líquido. Si son enfriados, se endurecen. La temperatura a la que esto ocurre es la que señala el punto de cristalización. Los cambios en la dureza del material varían con la fluctuación de temperatura y esta alteración física es característica de todos los termoplásticos.

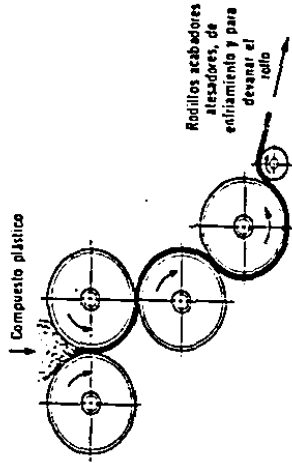
Los polímeros son manufacturados partiendo de monómeros, derivados de petróleo crudo, carbón mineral y gas natural. (v. fig)

Los monómeros producidos incluyen al etileno, propileno, y benzeno.

En la polimerización los monómeros son auxiliados de catalizadores, altas temperaturas, y alta presión; así reaccionan juntos químicamente para crear cadenas-moléculas de alto peso molecular. Los termoplásticos poseen fuertes lazos químicos con las largas e independiente dientes cadenas de moléculas. El largo de estas cadenas y su entrelazamiento son factores determinantes en la fuerza y resiliencia del termoplástico producido, entendiéndose "resiliencia" como la resistencia que opone un cuerpo a rotura por choque. Mientras mayor sea la cadena molecular más fuerte será el plástico producido. Los polímeros vírgenes muestran los mayores pesos moleculares (mayores cadenas moleculares también) y la clave en este proceso de termoformado es utilizar la resina con mayor peso molecular y el mejor entrelazamiento, pues en el proceso se utilizará una hoja preformada, sujeta sólo por los bordes y el estiramiento y adelgazamiento del material dependerán de esa relación molecular.

Un factor que a menudo es ignorado es la degradación de las moléculas a través del proceso de termoformación. la fricción mecánica afecta a las moléculas en la pelletización, en el tornillo del extrusor cuando el material es fundido e impulsado a través del dado y durante el proceso de reciclado del sobrante. Esta degradación es normalmente insignificante, dependiendo del tipo de producto involucrado, y sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la degradación del material es acumulativa, hasta llegara un punto en el que ya no es posible reciclarse. Afortunadamente, existen indicadores que nos previenen a tiempo y nos indican que la resina termoplástica ya está agotada, pero prescindiremos de su estudio para proseguir con el estudio de la manufactura de la hoja termoplástica.





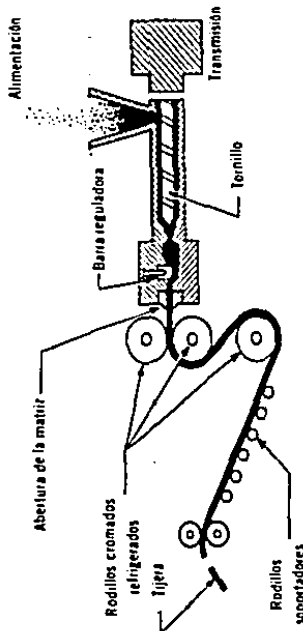
Formado de películas por el proceso de satinado.

b- MANUFACTURA DE LA HOJA : La hoja termoplástica es esencial para el termoformado. Todas las resinas termoplásticas pueden ser transformadas en hojas por diversos métodos, resultando en paneles precortados u hojas continuas que se enrollan. Las hojas se fabrican en diversos anchos, largos y grosores predeterminados.

Existen tres técnicas básicas usadas para convertir los granulos ó pellets de resina en hojas. Cada técnica posee ciertos rasgos que la hacen más adaptable a resinas específicas. En muchos casos, una resina particular puede no prestarse mas que a una sola tecnica para formar la hoja.

Los 3 métodos para la fabricación de la hoja son satinado (calandrado), moldeado (colado) y extrusión,

El calandrado ó satinado es la formación de hojas delgadas prensando el material termoplástico entre rodillos, como se ve en la figura. El material, formado por resina, plastificantes, relleno y pigmentos y colorantes en algunos casos, se forma primero mezclando y calentando los componentes antes de alimentarlo en el satinador. El espesor de la hoja producida depende del espacio entre los rodillos en el proceso de laminado, así como de la velocidad de los rodillos acabadores que estiran el plástico. Antes de que la hoja sea cortada, pasa por rodillos enfriados por agua. Este es el método principal para producir películas y hojas de vinilo, polietileno, acetato de celulosa, así como azulejos de vinilo. También se empleo este proceso para laminar hule sin curar ,para usarlo en las operaciones de reponer piso a llantas usadas.



Extrusión de hojas y películas delgadas.

En el colado ó moldeado de películas , las resinas de plástico se disuelven en un solvente y se expanden en un pulidor de banda continua o tambor amplio, y un transportador que atraviesa un horno donde se cura y seca el solvente. Las celdas de colado se hacen con dos láminas de vidrio pulido separadas de acuerdo al espesor de la lámina deseada y juntas de separación alrededor de las aristas para contener el líquido catalizador. Entonces la celda se eleva a la temperatura adecuada en un horno, donde ésta permanece hasta que el curado se lleva a efecto. La celda de colado se utiliza principalmente en la producción de láminas de acrílico transparente.

Al fabricar hojas de polipropileno, polietileno, poliestireno ó ABS, se utiliza el proceso de extrusión. La figura inferior es un diagrama esquemático de este proceso. Una vez que ha sido compuesto el material , se coloca en la tolva alimentadora. El material se calienta a no más de 315 grados centígrados, forzándolo al interior de la matriz a presiones de 14 a 28 MPa por medio del transportador de tornillo. El grueso de la lámina se controla por medio de la combinación de la barra estranguladora y la abertura de la matriz. Después de la extrusión, la lámina pasa por rodillos cromados enfriados por aceite o agua, antes de cortarse a la medida. Se recomienda el enfriamiento por acéite, q ya que la temperatura debe mantenerse a 120°C aproximadamente, para la correcta curación. La mayoría del material en hojas hecho en esta forma puede variar de 0.03 a 3.2 mm de espesor.

La extrusión tubular por soplado produce hojas ,inicialmente extruyendo un tubo vertical a través de una matriz en forma de anillo para después soplar con aire un cilindro de gran diámetro. El cilindro se enfría por aire, y se prensa y conduce hacia adelante por rodillos. Se utiliza para bolsas y materiales de paquetería.

PE, PS foam sheet add multi-market appeal

By George R. Smoluk

In PE, value-added of crosslinking become more widely available for appearance and high-heat uses. In PS foams, the emphasis is on product improvement via upgraded sheet-temperature control

in the automotive field and other volume markets. Why crosslinked? Because that's the way to overcome the polyolefin foam's tendency to collapse and deform under normal thermoforming temperatures. Crosslinking also imparts better in-use heat resistance to the foam and helps to retain its intrinsic properties as well.

A new expression of the momentum building for crosslinked PE foam comes from Dow Chemical Co. Long a major factor in the U.S. foams business, Dow has thus far been selling imported crosslinked PE foam sheet, not manufacturing it. Now, however, the company is bullish enough about the future

c- TIPOS DE HOJAS USADAS EN EL TERMOFORMADO :

Es importante conocer la interacción de las hojas termoplásticas con el proceso del termoformado: Hoja natural, orientada, coloreada, pigmentada, de espuma, metalizada, etc.

Estas hojas se fabrican en una multitud de variantes y combinaciones, por lo que revisaremos individualmente a cada una en sus ventajas y desventajas.

1-Hoja termoplástica natural: Es hecha de resinas sin aditivos, siguiendo el proceso de polimerización. Su apariencia es translúcida ó cristalina. En ambos casos es fácil de termoformar, y posee sobresalientes características de fluidez. Su única desventaja ocurre al ser expuesta a sistemas de calor por infrarrojos, pues la energía pasará a través del material. Sin embargo, el uso de reflectores de calor o calentadores de sandwich eliminan esta desventaja.

2- Hoja termoplástica orientada: Es uno de los más sensitivos materiales para calentar y formar. Los ciclos de calentamiento y formado deben ser precisos y rápidos, para no perder la orientación. Se recomienda utilizar hojas con orientación biaxial balanceada. Usualmente mientras mayor sea la profundidad del termoformado, mejor balance en la orientación será necesario.

3- Hoja termoplástica coloreada: Para obtener una lámina coloreada transparente ó translúcida, se añaden tintes y colorantes al material natural. Este método de coloración tiene efectos mínimos en el plástico y sólo aumenta un poco el ciclo de calentamiento. Se recomienda buscar el punto óptimo de coloración, que será cuando la saturación esté a máxima intensidad y cualquier adición de colorante sea una pérdida de tinte y de dinero.

4- Hoja t.p. pigmentada: Cuando se desan productos coloreados no translúcidos se usan pigmentos ó concentrados de color, añadidos al proceso de manufactura de la hoja, para lograr una coloración uniforme. Estos pigmentos usualmente no afectan las características físicas del plástico, a excepción de su respuesta al calentamiento con energía radiante, por ejemplo un plástico negro absorberá mejor calor que uno blanco muy reflejante. Es necesario ajustar el ciclo de calentamiento para cambios de color en producciones de altos volúmenes

5-Hoja t.p. Cargada: Se les conoce como cargadas ó rellenas. Existen materiales que se añaden a la resina para reducir el costo. Estos materiales se conocen como "expansores de resina", y se utilizan para dar color, fuerza, rigidez, resistencia a impactos, fracturas, al calor, etc. A las llamadas también "cargas" se componene de asserrines y talcos, y actúan absorbiendo el calor en el termoformado. Al ser estos materiales pobres conductores térmicos los ciclos de calor y de enfriamiento deberán ser más lentos. Existen cargas como el grafito ó la fibra de vidrio, que conducen el calor. Naturalmente, las alteraciones en el ciclo del termoformado deben preverse dependiendo del expansor que se utilice.

Thermoforming: tighter control aids push for better part quality

FOR years, builders of thermoforming equipment have been aiming at the goal of achieving parts quality comparable to what injection molding equipment can produce. And indeed there is evidence that thermoforming now can deliver the goods routinely, especially on short runs, and often at lower cost.

What's making it possible is an intensified round of technological up-



6-Hojas t.p. de espuma: Estas hojas se fabrican para producir un material suave, acolchado; para obtener aislantes térmicos, ó para utilizarse como expansores de resina. Cuando los termoplásticos son espumados, dependiendo de la densidad de la espuma, es necesaria sólo una poca de resina para crear la hoja del material. Existen espumas rígidas y flexibles, dependiendo de su estructura de celdas. Para el termoformado, es necesaria una espuma de estructura cerrada de celdas, con no más del 10% de celdas abiertas, y se recomienda el calentamiento por ambos lados de la hoja.

7- Hojas t.p. texturizadas: En la mayoría de las hojas t.p. discutidas anteriormente pueden producirse texturas predeterminadas, por medio de rodillos dimensionadores y enfriadores. El texturizado no afecta al termoformado, pero éste puede afectar al texturizado. La precaución recomendada al utilizar este tipo de hojas es eliminar el uso de cavidades de radios pequeños, pues la textura se puede distorsionar.

8- Hojas t.p laminadas combinadas: Existen materiales laminados que se utilizan para superficies y que poseen cualidades como superficies resistentes al clima, ó la corrosión, ó la humedad, ó simplemente una mejor apariencia. Naturalmente, si se usa una hoja laminada de alto costo con una base de material barato, el producto baja de precio. Estos productos deben seleccionarse de acuerdo al grado de adherencia entre sí, y se piensa que los combinados de laminados con espumas serán el material del futuro.

9- Hoja t.p. coextruída: El beneficio mayor de esta clase de hoja es su rápida fabricación y su economía. En el proceso de coextrusión, una capa muy delgada se coloca sobre otra gruesa diferente. La capa delgada proporcionará sus cualidades a la gruesa sin causar gran interferencia en el proceso de reciclado. La coextrusión puede crear un sandwich de hoja plástica con un protector exterior para evitar el rayado, otro para el cuerpo de la hoja, y una base con otras características distintas. Cabe establecer aquí que en los países desarrollados las hojas coextruídas constituyen la más alta demanda de material para termoformado.

10- Hoja t.p. preimpresa: Para algunos trabajos de precisión, se imprime la hoja antes del termoformado, para etiquetas y publicidad, donde la hoja preimpresa es localizada en específicas áreas de termoformado. La preimpresión afecta al termoformado en la absorción de calor y en el reciclado del desperdicio, por los colores.

11-Hoja t.p. metalizada: Se fabrican de resinas claras, como poliestireno, poliestéer, etc y su principal aplicación es en el respaldo reflector del flash-cube. Para evitar grietas en la capa metálica, se deben evitar partes de formado muy profundo ó muy estiradas.

Todos los materiales termoformables en hojas han sido presentados brevemente, incluyendo los métodos particulares de manufactura existentes para producir las hojas. Esta información ha sido presentada desde el punto de vista del termoformador, proporcionando datos de cómo ha sido hecho el material, que se puede esperar y qué debe buscarse. Sin embargo, las hojas termoplásticas pueden tener reacciones inesperadas ó desconocidas. Estas reacciones ocurren en el proceso de termoformado ó quizás en el terminado, en algunos casos quizá hasta la utilización del producto. Para prever estas situaciones, se recomienda la realización de una investigación y pruebas físicas con el producto terminado.

Para finalizar este apartado correspondiente a las hojas termoplásticas, veremos algunas propiedades comunes de ellas:

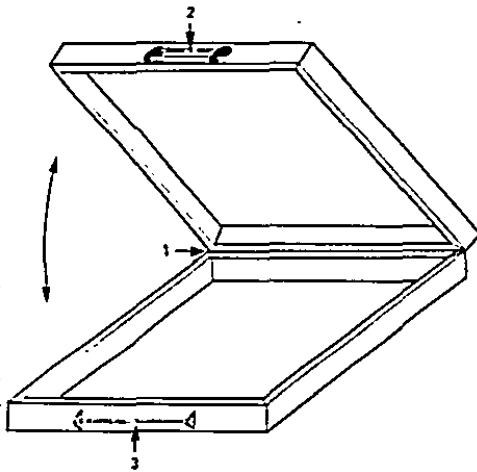
Memoria: Muchos materiales poseen elasticidad, tanto al calentarse como al estirarse, ya sea mecánica ó neumáticamente, y tenderán a pegarse fuertemente a la fuerza que los estira y de ser posible se estirarán uniformemente. Esto permite utilizar un formado con molde de presión atmosférica, ó por aire comprimido.

Estirado en caliente: Estas hojas pueden estirarse en caliente, pero esto varía con cada material, y va relacionado con la temperatura, la velocidad de estiramiento que es de vital importancia. Algunas láminas pueden estirarse casi 600% del área original, otras sólo un 15%. Naturalmente, esto viene influenciado por la manera en que se produjeron y la calidad de la hoja, además de las variables como temperatura utilizada, métodos de calentamiento, de estirado ó formado, el material de los moldes, y métodos de enfriado.

Rango de temperatura de formado: Los plásticos utilizados para termoformarse no tienen muy altos puntos de fusión. Su ablandamiento con el incremento de temperatura es gradual, y cada material tiene su propio rango de temperaturas dentro del cual puede ser formado.

Así, así uno puede formarse a 276 °F y otro puede necesitar hasta 370 °F.

Este factor "rango" es muy importante para el formado, y la elección del método de calentamiento y los tiempos de residencia deben cuidarse en extremo.



1.2.2 Mecanismos de sujeción:

Para lograr un exitoso proceso de termoformado, una de las normas principales es sujetar la hoja por los 4 lados, sin importar la rigidez ó flexibilidad del material. Al ser calentada la hoja, se ablandará, reaccionará a la expansión termal, se distorsionará, y si existe un lado que no esté sujetado, se producirá una pieza incompleta ó defectuosa. La sujeción de la hoja deberá proveer a ésta de transporte; consistirá de 1) Transportar la hoja al área de calor 2) transporte al área de moldeo 3) Sujeción firme de la hoja en el ciclo de enfriado 4) transporte de la hoja a terminado.

En el termoformado con hojas precortadas, se utilizan mecanismos de sujeción para hojas individuales, y en máquinas alimentadas por rollos se requieren mecanismos de cadena.

Mecanismos de marco para sujeción: En la mayoría de los casos un marco es hecho estacionario mientras el otro tiende a abrirse con una bisagra en la parte posterior (v. fig.) La hoja es sujeta entre los dos marcos y los cuatro lados quedan capturados.

Existen marcos con tachuelas remachadas localizadas en el marco inferior y orificios en el marco superior; ó salientes en uno y muescas en el otro, para no permitir deslizamiento ó movimiento alguno por parte de la hoja.

Los tamaños de los marcos varían de 12" x 12" (30 x 30 cms) hasta 6m x 9mts, dependiendo de los productos que el propietario planea fabricar, y del tamaño del equipo a usar.

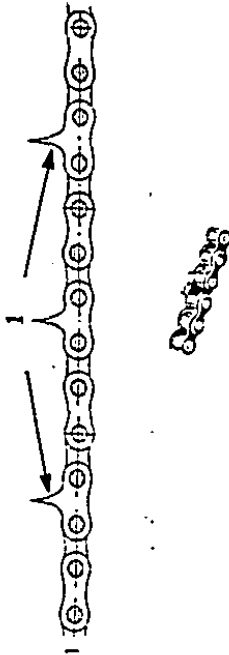
En el marco más sencillo los pasos para asegurar la hoja precortada son:

1-El marco sujetador se abre 2- La hoja precortada se coloca dentro del marco

+ 1-Bisagra +2 seguro superior
+3 barra de seguro inferior.

- 3-El marco es cerrado 4- Se cierran los seguros del marco.
 5-Se realiza el termoformado 6- Se abre el marco y se obtiene la hoja formada con la pieza
 7- se repite el ciclo.

En termoformado partiendo de láminas precortadas, un funcionamiento completo desde el cargar la hoja hasta obtener la pieza lista fuera del marco se denomina "ciclo". Cuando esos ciclos son hechos periódicamente, se establece una producción en serie.



B) Mecanismos de transporte de cadena: Cuando una máquina se alimenta continuamente por un rollo de material termoplástico, se utiliza un mecanismo de transporte de cadena. La tarea exacta de este mecanismo es capturar los dos lados de la hoja, que viene en rollo y avanzar la hoja a través de los varios pasos del termoformado. Sin embargo, el avance de la hoja es un continuo movimiento hacia adelante, y la hoja deberá coincidir con la acción recíproca del ciclo de moldeo, lo que implica algunos altos totales en el trayecto.

Los mecanismos de transporte de cadena se clasifican en dos tipos.

B1: El mecanismo de presión, que consiste en dos cadenas opuestas, cara a cara, creando presión entre ambas. Es el más antiguo y es plenamente adaptable para trabajar con espumas plásticas.

B2: El mecanismo de "cadena de alfiler"¹ es el más usual hoy día. Este sistema posee protusiones a intervalos continuos que penetran las hojas termoplásticas. Los "alfileres" están localizados normalmente cada tres ó cuatro eslabones, y forman parte integral de la cadena (v. figura)¹. Penetran la hoja termoplástica y con una serie de repetidos alfileres se crea una especie de marco transportador. Al cabo de un tiempo de uso continuo, el alfiler pierde su agudeza en la punta, pero puede y debe ser reconstituido. La lubricación y ajustes de tensión temporales son esenciales para alargar la vida de la cadena de alfiler. Para penetrar hojas más gruesas ó más rígidas los alfileres encuentran dificultad. Para evitar el calentamiento excesivo de la cadena deben existir sistemas de enfriamiento continuo pues el mantener frías las orillas de la hoja asegurará la calida en la sujeción.

El sujetar y transportar la hoja son dos de los principales elementos del proceso de termoformado, y no pueden ser menospreciados ni ignorados, so pena de fracasar.

1.2.3 Sistemas de calentamiento:

El sólo nombre de termoformado indica que éste método está basado en el uso de calor. Los materiales utilizados (termoplásticos) se estiran fácilmente al exponerse al calor. La exposición de la hoja termoplástica al calor deberá ser precisa y uniforme, para proveer a cada ciclo de condiciones idénticas.

En esta industria, la calefacción puede consumir hasta más del 80% de la energía del proceso y es en este aspecto en el que se derrocha ó se economiza el dinero.

Las dos fuentes de energía para calor utilizadas en este proceso son el gas y la electricidad. Ambos pueden ser adaptados a todos los métodos de termoformado, aunque sus características y adaptabilidad a procesos específicos los distinguen claramente.

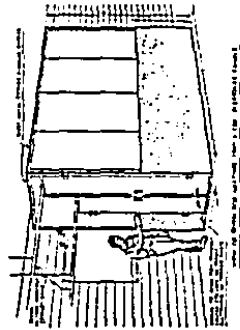
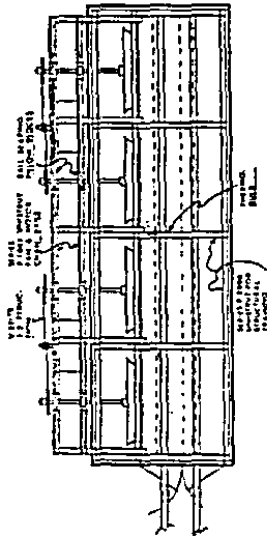
Comparando costos, el gas es más económico que la electricidad; pero esta última posee un con

trol de la temperatura mucho más preciso, y a pesar de su costo mayor en teoría, es la fuente de energía más utilizada para calefacción. Más del 90% del termoformado es hecho con electricidad, convertida en calor al correr a través de una resistencia. Los factores como uniformidad de temperatura y la velocidad de calentamiento son puntos clave en el éxito del termoformado.

La UNIFORMIDAD DE TEMPERATURA : Desde el estirado en caliente hasta la distorsión termal del resultado del producto, son influenciadas por la temperatura a que la hoja es formada, y es muy importante obtener la temperatura óptima y mantenerla uniforme en toda el área de formado de la hoja, y en todas las hojas posteriores. La elección del método de calentamiento debe ser estudiada para cada producto en particular. Aún una mínima arruga en una hoja de aluminio soportando la lámina debajo de un calentador de resistencia puede causar un artículo imperfecto.

La VELOCIDAD DE CALENTAMIENTO: Varios materiales son almacenados a temperatura ambiente. Debe evitarse la humedad, puesto que esto causará burbujas en la lámina t.p. al formarse. Los fabricantes recomiendan que sus materiales se calienten rápido. Siempre será el mejor método el que caliente la lámina sin dañarla lo más pronto posible. Los factores que influyen en el tiempo de calentamiento son: grosor de la lámina, Conductividad térmica de ésta, calor específico del material, la humedad de la lámina t.p. y la posibilidad de degradación térmica de la superficie de una hoja delgada antes que su interior alcance la temperatura de formado.

Existen tres tipos básicos de calentadores : Hornos de gas, por conducción (contacto) y calentadores radiantes.

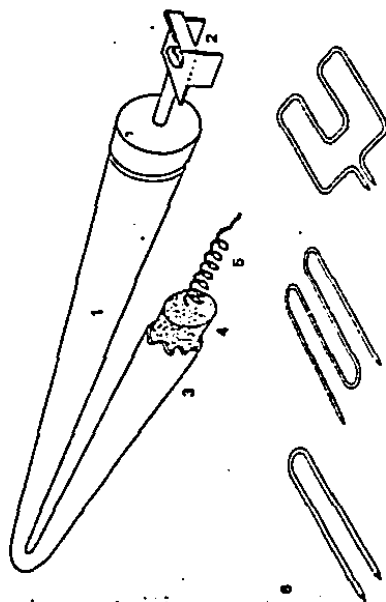


A) Hornos de gas : Es llamado comunmente por convección. Algunos termoplásticos no toleran calor intenso y requieren de aumento gradual por otros métodos, como el acrílico, por ejemplo. Para esto se utilizan hornos, donde el calor es provisto por gas, y el aire es circulante alrededor de las láminas, que cuelgan verticalmente ó son soportadas en anaqueles.

El calor se produce con la circulación y convección de aire caliente, y las hojas deben protegerse del sobrecalentamiento total, ó local. La precisión del calentamiento debe ser observada con termómetros cercanos a la hoja. Este método se utiliza para calentar láminas gruesas y de áreas grandes, y como es necesario en ciclo de tiempo más largo, el gas es el medio ideal. Es comprensible que si bien los hornos de gas no poseen un control tan preciso del calor, los tamaños y grosores de hojas grandes no requieren de ese tipo de control.

B) Conducción : El calentamiento se produce por contacto, cuando el material se coloca contra una lámina metálica calentada a su vez por resistencias de cartucho ó por gas. El calentamiento por contacto es hecho generalmente por un solo lado de la hoja plástica aunque hay excepciones. La clave para el éxito entreste tipo de calefacción es el perfecto contacto entre la lámina metálica calentada y la hoja t. p. Este proceso se utiliza en técnicas de calentamiento uniforme y a hojas de 30 mils. como máximo.

Se puede utilizar con hojas texturizadas y con espumas.



- 1- elemento calentador tubular doblado en U.
- 2- conector eléctrico.
- 3- cubierta de acero.
- 4- mineral (óxido de magnesio) aislante.
- 5- resistencia de nicromo.
- 6- formas populares.

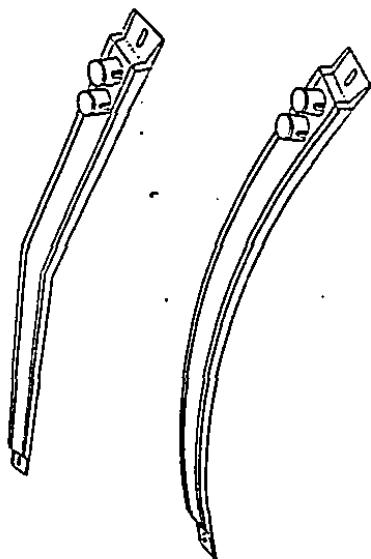
C) Calentadores radiantes : Por su excelente control de la temperatura y su alto rango de eficiencia de energía. éste método es el más popular en el termoformado. Calentar con energía radiante esencialmente es utilizar longitudes de onda dentro del espectro infrarrojo. Los más eficientes calentadores son los que muestran un color rojo cereza, rojo vivo al momento de estar funcionando, y poseen una longitud de onda de 3.00 a 3.50 μ l. Existen dos fuentes básicas de energía radiante: de gas y de electricidad.

1- Calentadores radiantes de gas: Además de los hornos de gas, existen sistemas de calefacción radiante de gas. En estos sistemas la energía del gas se convierte en radiante al quemar el gas dentro de paneles cerámicos de fina estructura celular. Cada panel consta de una estructura similar a los panales de abejas, y con salidas a la superficie. El gas y el aire son mezclados a través de la cara exterior y dentro de la estructura celular tiene lugar la ignición. El calor generado pone a la estructura cerámica al rojo vivo, y es en este punto cuando el calor radiante es emitido. Estos paneles cerámicos no pueden proveer un calentamiento diversificado ó programado, sólo calentamiento uniforme. El área de quemado debe estar bien ventilado para evitar una saturación de monóxido de carbono.

2- Calentadores radiantes eléctricos: Son conocidos comúnmente como resistencias eléctricas. Su energía radiante proviene de un eje de níquel y cromo, que al recibir corriente eléctrica se pone al rojo vivo. Estas resistencias proveen una energía calorífica mayor que un sistema de convección y siempre se aplica en exposición directa a la hoja plástica. Las intensidades de calor pueden ser variadas, de acuerdo a la cantidad de corriente eléctrica utilizada. Existen varios tipos de resistencias y se tratarán a continuación los más comúnmente utilizados en el termoformado: de resistencia abierta, tubulares, de banda, cerámicas de vidrio pyrex, de cuarzo, panel emisor, de lámpara de calor.

*De resistencia abierta: Es la resistencia común y corriente, sin protección alguna. Se utilizó en las primeras máquinas en los estados unidos, ó en máquinas escolares muy primitivas. Han probado ser peligrosas y con una ajustabilidad muy pobre.

*Tubulares: Se conocen en el mercado como este nombre. Su principal fabricante es Calrod, de General Electric. Este tipo de calentador es aún el más usual en la industria termoformadora (v figura 1). Consiste de una resistencia de nicromo, generalmente enrollada. Esta resistencia es colocada en el centro de una cubierta de acero tubular. La cubierta es rellena y envuelta con material aislante bajo presión. El fin de la cubierta tubular es el sellado con terminales para conectar a corriente. Con varias de estas resistencias tubulares se forma un horno para termoformado, y si se conectan por separado a varios controles, el horno será programable por zonas de calor. Este tipo de resistencias son populares debido a su durabilidad y costo; para optimizar su función se utilizan reflectores que concentran el calor (v. figura 2). Para seguridad se recomienda limpieza y reposición periódica del reflector.



resistencias de tira en c y en v.

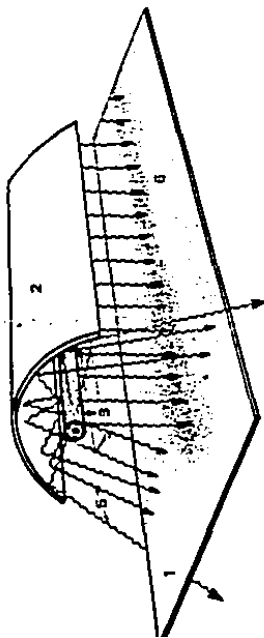
* Resistencias de tira : Se les conoce también como " de banda". Se fabrican con los mismos materiales que las tubulares, sólo que éstas son hechas en forma plana, de una tira, que sue le tener un ancho de 1 a 1.5 pulgadas y un grosor de 1/4 a 3/8 " (v. figura superior). El largo del elemento puede ser fabricado sobre pedido, y existen deformaciones en V o en C para crear una mayor distancia entre la hoja termoplástica y el elemento calentador al centro. Colocando varias resistencias de banda y espaciándolas entre sí puede producirse un horno de termoformado. La desventaja de esta resistencia es que la parte posterior no produce sino pérdida de energía. Muchos consideran esta resistencia como la más durable e indestructible. Es garantizada para varios años de uso y servicio sin problemas. Su temperatura máxima de trabajo es de 1200^oF.

*Calentadores cerámicos: En popularidad es la segunda , sólo después de las tubulares. El costo es superior, pero el control de temperatura programada también lo es. Las unidades cerámicas son producidas con un fino elemento calentador enrollado, incrustado directamente en la cerámica, que es recubierta con vidrio (v. figura inferior).

Se comercializan en 2 medidas 2.6" x 4.8" y 2.6" x 9.7" Este calentador puede ser instalado en hileras, con espacios entre sí de 0.5 " a 1" para crear una superficie emisora de calor. El uso de piezas individuales permite al operario programar áreas de temperatura. Des de luego que es necesario conectar cada elemento a un control individual. El calentador cerámico debe recibir mantenimiento periódico, y ser limpiado de plástico fundido y cuidar que no existan grietas en la cerámica. Por tratarse de cerámica, deben ser instaladas y limpiadas cuidadosamente por su fragilidad.

* Calentadores pyrex: Estas unidades son fabricadas en USA por corning inc. y distribuidas al mundo como pyrex. Son hechas con un panel de vidrio templado de borosilicato, el cual posee una película electroconductiva adherida en su respaldo. Esta película funciona como resistencia y al recibir corriente, calienta al panel de vidrio. Su ppal. ventaja es la uniformidad de calor que proporciona, pues el pyrex es un excelente disipador y reemisor de calor, es continuo . La emisión de calor es constante, por lo que permite el uso de controles más económicos. Por su construcción, se recomienda el limpiado en seco. Se encuentran en el mercado de 12 a 24 pulgadas cuadradas, y en paneles de 6 x 30 pulgadas. Su principal desventaja es su fragilidad . Debe evitarse la instalación en espacios justos ó sellados, pues interferiría con la expansión térmica natural del material. El calor máximo de una unidad de éstas no debe exceder 660^oF.

* Calentadores de cuarzo: Esta unidad es de aplicación reciente, y su aceptación se debe a su excelente aprovechamiento de energía eléctrica. La singularidad del cuarzo como material de cubierta es primordialmente debido a sus excelentes cualidades como aislante eléctrico, como retenedor de calor y a su estabilidad térmica. Existen calentadores de cuarzo tubulares, con resistencia de nicromo en su interior, y en los extremos porcelana de alta resistencia. El ahorro en electricidad es realizado en el rápido ciclo de encendido y apagado y en la capacidad del cuarzo para soportarlo. El elemento de cuarzo puede ser apagado totalmente en el segmento sin demanda de calor del ciclo termoformador, VGR: Cuando la hoja está siendo formada, enfriada, removida y terminada. Como el cuarzo no interfiere con longitudes de onda infrarroja, la resistencia comienza a calentar al momento que se conecta a la corriente. El único problema con el cuarzo es que es muy frágil en su forma tubular. Es necesario utilizar un reflector parabólico para aprovechar y redirigir el escape de calor de la parte posterior de la resistencia.



reflector parabólico

* Paneles emisores de calor ; El propósito de estos paneles es crear una superficie emisora de calor uniforme. El tamaño varía según las necesidades del cliente, desde 3" x 6" hasta 12" x 70". Se pueden colocar varios paneles juntos , y mucho más cerca de la hoja t.p. sin temor a un calentamiento disparejo, y con sólo 500°F se puede obtener calor suficiente. Esto implica un ahorro de electricidad enorme.

Estos paneles se fabrican de una manera similar a las resistencias de tira ó de banda. Son hechos de franjas apiladas con resistencias de nicromo en su interior, rodeadas con una mica aislante. El cuerpo de la hoja es muy delgado, cuando mucho de una pulgada de grosor, para minimizar pérdidas de calor lateral. La cubierta es hecha de un material metálico negro, que distribuye la radiación uniformemente. El peso ligero de estos paneles , combinados con la disponibilidad en varias medidas, los hacen ideales para todo tipo de aplicaciones. Su principal uso es en estaciones de pre-calentamiento de maquinaria muy compleja.

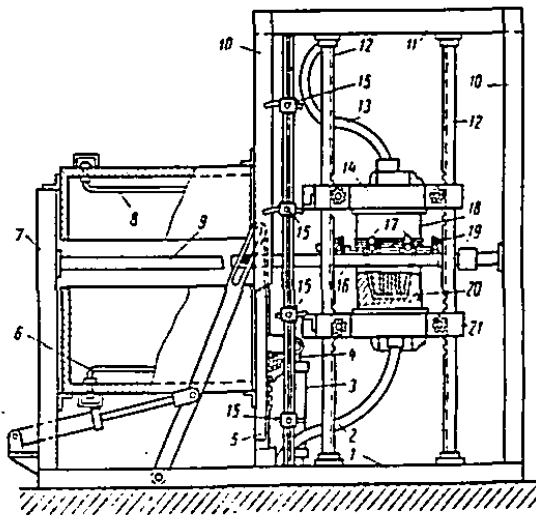
*Calentadores infrarrojos planos de cuarzo: Se producen con el propósito de calentamiento uniforme. Su ventaja sobre los anteriores es su capacidad para encendido y apagado dentro del ciclo de termoformado. Se fabrican partiendo de un panel plano de cuarzo acanalado. Se colocan unas resistencias finísimas a través de los canales, y después se coloca una cubierta resistente al calor y aislante eléctrica. Este panel de cuarzo no se puede usar para requerimientos de calor programado por áreas. Se fabrica en 10 x 10", 14 x 14 " hasta 20 x20".

* Lámparas de calor. El calor que producen estas lámparas es muy bajo, por lo mismo es ineficiente. Se utiliza para calentar material muy delgado (1 milésima de pulgada,vgr) y para secar impresiones en la hoja termoplástica. pero no como fuente de calor para termoformado.

*Control de temperaturas: Para el proceso de termoplásticos es necesario colocar controles que manejen la temperatura de trabajo, para optimizar la producción. Todas las unidades de calor previamente comentadas requieren algún control, para evitar el exceso ó la falta de éste. Los dos factores principales a controlar son la cantidad de temperatura y el tiempo de exposición de la hoja t.p. a éste("tiempo de residencia") Las mejores condiciones para calentar la hoja t.p. para termoformado es cuando la aceptación de calor y el nivel de absorción de calor de la hoja pueden ser igualados con la potencia calorífica de las resistencias. Si se genera menos calor, será necesario mayor tiempo de residencia. Naturalmente, un nivel inferior de calor hace el ciclo de calefacción más controlable y más segura, y es por esto que se eligen niveles inferiores. La manera más sencilla de controlar una resistencia es un switch de encendido y apagado manual (cortacorriente).

Existe el control de timer porcentual, guiado por tiempo, pero no es muy confiable porque no se guía por temperaturas, y una variación ambiental en ésta modificaría el ciclo. Para un mejor control, se utilizan los termostatos, que sí reaccionan a cambios de temperatura. Cuando ésta cambia, el sensor activa el switch cortacorriente. Para esto es necesario fijar ó ajustar al termostato una temperatura predeterminada de fluctuación.

Existen factores adicionales importantes que deben ser mencionados. En muchas ocasiones los sensores de temperatura y de tiempo son colocados con proximidad al calentador. Esto proporciona una información falsa en cuanto a la temperatura de la hoja. VGR: una lectura del termostato puede indicar 1200°f cerca de la resistencia, cuando la hoja esté a 400°F. Es esta diferencia la que debe ser estudiada y ajustada, y al hacer ajustes de temperatura, tomarse en cuenta. Los termostatos fallan de vez en cuando, creando datos falsos y condiciones insatisfactorias de termoformado. Cuando esto ocurre, es la experiencia y la conciencia del termoformador la que demandará las acciones correctivas a seguir.



Máquina de moldeo por vacío, automática.

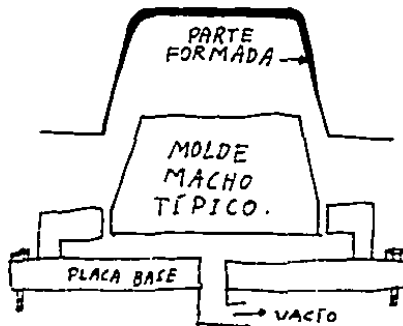
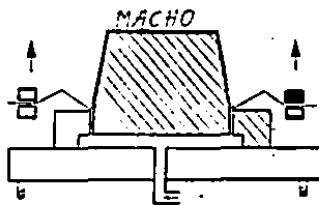
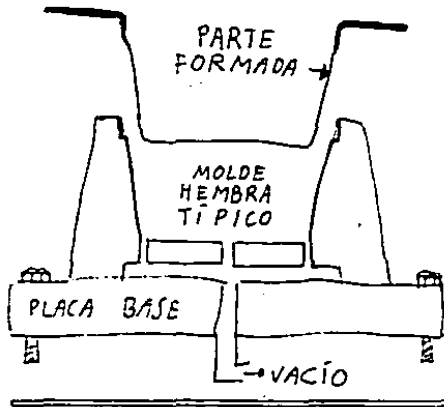
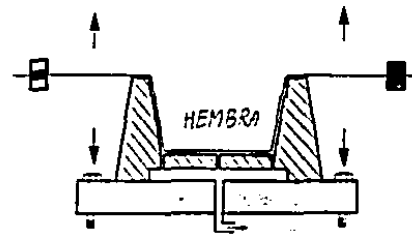
*Pérdidas de calor : El exponer una hoja termoplástica al calor la ablandará y la hará formable. Para un resultado económico y seguro, el calor de la hoja debe mantenerse al nivel mínimo para formar la pieza requerida. Cualquier aumento en este nivel incrementará el tiempo de enfriado. Los fabricantes que renuncian al calor extra obtienen una eficiente producción; sin embargo, una operación puede verse afectada por el calor negativo, ó pérdida de calor. Este es una condición causada por factores que se llevan el calor, como corrientes de aire, que causan enfriamiento en la hoja caliente. El movimiento impredecible de una corriente de aire puede provocarse por una puerta abierta, un ventilador, etc. y esto puede crear irregularidades en la pieza termoformada, por lo que se recomienda cercar el área de termoformado con cortinas rompevientos . Debe evitarse aire acondicionado ó ventiladores. La pérdida de calor puede crearse también si el marco sujetador está demasiado cerca del área de formado. Para eliminar esto, es necesario que el mecanismo sujetador esté lo suficientemente espaciado del área de formación.

1.2.4 Tipos básicos de Moldes :

En el proceso de termoformado, el cambio de forma de la hoja plástica se realiza con moldes. La hoja caliente es forzada dentro de ó sobre el molde, aunque existe el moldeo por presión diferencial de aire, sin molde, como por ejemplo, los domos. El molde es el que determina la forma final del plástico. Existen tres tipos básicos de moldes: Hembra, macho y machihembra. Los productos usualmente poseen características que revelan que tipo de molde se usó para su formado, pues cada tipo de molde tiene características distintivas que implantará a la pieza formada. Para definir de que material se fabricará un molde es necesario tomar en cuenta el objetivo de uso y el tiempo de vida útil esperada del molde. Un molde experimental ó temporal puede ser hechos de materiales baratos como yeso ó madera, y para propósitos de larga vida y altos volúmenes de piezas producidas se utilizan materiales generalmente metálicos. La construcción y los materiales para moldes se discutirán en el capítulo 4 de esta tesis.

Un molde dentro del termoformado tiene dos funciones: proveer una forma base para la hoja, y enfriar a la hoja ya formada, en ambos casos es necesario obtener la mayor superficie de contacto entre la hoja y el molde. Si es un molde sencillo es de una cavidad, si tiene varias, se denomina múltiple, y si contiene un grupo de diversas configuraciones es una familia de moldes ó molde de familia.

a) Molde hembra: Un molde hecho con una cavidad como configuración es llamado hembra,



El termoformado de una hoja plástica en un molde hembra es siempre hecho con la hoja forzada dentro de la cavidad. El método más sencillo utiliza al vacío como fuerza para empujar la hoja dentro de la cavidad del molde. La configuración típica del molde hembra y la pieza resultante se muestran en la figura superior. El estiramiento de la hoja plástica no es homogéneo, como se ve en la figura. La reducción de grosor está en relación directa con el CIE (cociente de Intensidad de Estiramiento) y la profundidad del molde. Mientras mayor sea la cavidad, mayor será el adelgazamiento en el fondo y las paredes laterales. Con un molde sencillo hembra, el cociente de intensidad de estiramiento es limitado 1:1. Para eliminar el adelgazamiento de paredes existen varios métodos que se discutirán en el capítulo 4, dedicado a moldes exclusivamente. La hoja caliente una vez formada, tenderá a reducir su tamaño al enfriarse. Esto ocasionará que sea menor al molde formador. Gracias a este efecto, se es posible producir con ángulos de salida de hasta 1° , sin tener problemas para desmoldar las piezas. Es esta facilidad para desmoldar piezas que hace populares a los moldes hembra.

b) Molde macho: Un molde macho es esencialmente el opuesto en forma del molde hembra. En lugar de una cavidad, estos moldes presentan una saliente, una protuberancia. Los moldes macho son elegidos sobre los hembra por que la manufactura del molde es más sencilla y económica. El termoformado con un molde macho produce una distribución de material inversa a la del molde hembra (v. figura inferior). El adelgazamiento de material ocurre en los lados y en las áreas de reborde de la pieza formada. El uso de moldes macho es muy popular para el blister pack. En la ampolla ó blister formada es en la parte donde se encontrará la mayor fuerza, y el grosor mínimo en las paredes laterales. Otra aplicación mayor del molde macho es con los fabricantes de anuncios, pues sólo tienen que poner en posición el molde macho del letrero para crear resaltes. De cualquier manera, la clave para controlar el adelgazamiento del material será dictada por el tipo de molde requerido para obtener el producto deseado. Una desventaja del molde macho es la dificultad para desmoldar las piezas ya formadas, debido al encogimiento del plástico al enfriarse, lo que ocasiona el aprisionamiento de la pieza al molde. Usualmente, ángulos de salida menores de 10° presentan dificultades para desmoldar. La presión de aire se utiliza en algunos casos para desmoldar piezas. NO es recomendable utilizar la misma tubería para aplicar vacío y presión de aire. Se recomienda tener un sistema de expulsión por aire separado al del vacío en el extremo del molde, para evitar maltratar las piezas. El nivel de presión de aire debe ser bien regulado.

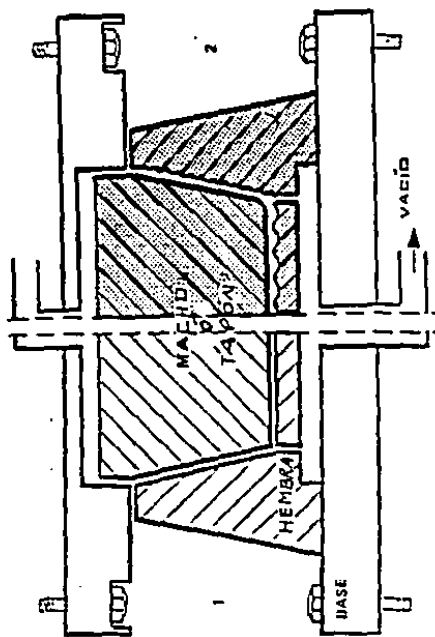
c) Moldes de Machihembrado: Son llamados también moldes equivalentes. Esta técnica ha sido adaptada del estampado en hojas de acero. Aquí, el termoplástico es calentado, sujetado y forzado dentro del molde hembra por un molde macho. Los dos juntos presionan entre ellos a la hoja y la forzan a la configuración del molde. Existen dos tipos de moldes machihembrado: Los completamente equivalentes en su contorno y los parcialmente equivalentes en sus contornos. Ambos tipos de moldes requieren un perfecto alineamiento entre la hembra y el macho, Por esto mismo, es muy importante que el machihembrado sea utilizado en

equipo de moldeo que posea movimiento paralelo de la placa ó mesa de trabajo con el marco sujetador y con la placa del macho. Los dos tipos de moldes se observan en la figura superior de ésta página.

En el molde completamente equivalente (izq)^a el molde hembra sigue el respectivo contorno del macho. Existe una diferencia de tamaño que crea un espacio entre los dos, el cual será llenado con la hoja termoplástica. Este tipo de molde se utiliza para hojas de espuma y hojas muy sólidas.

El molde parcialmente equivalente (der)^a los contornos de macho y hembra no coinciden totalmente. Estos moldes son muy populares para el formado de hojas de espuma plástica.

Existen aplicaciones para formado de hojas dobles en los que los contornos de los moldes macho y hembra son completamente distintos. Cuando se buscan detalles de alta calidad en un lado particular del artículo termoformado, el elegir entre un molde macho ó hembra será un factor decisivo en el resultado final.



1.2.5 Fuerzas de formado: En el proceso de termoformado de una hoja termoplástica calentada hasta un producto útil, debe existir una fuerza que conforma a la hoja según el molde, una fuerza formadora externa que posea un rango suficiente para ser aplicada desde una fuerza mínima inicial que se va incrementando poco a poco hasta convertirse en una poderosa energía conformadora. Las fuerzas utilizadas en el termoformado son: presión de aire, vacío, mecánica y combinaciones de estas tres. La selección de alguna en particular para una tarea específica será guiada por el tamaño del producto, por el número de piezas a producir, y la rapidez dejada para el ciclo. Además de estos factores, deben considerarse: las limitaciones del material termoplástico, la fuerza del material del molde, y el equipo disponible para termoformar. Cualquiera de éstos factores puede hacer la diferencia en la selección de la fuerza de formado.

a) Formado al vacío: Es el método original, el más antiguo y el que aún domina la industria termoformadora. El principio básico del formado al vacío descansa en la cualidad autosellante de la hoja de plástico calentada, y en el espacio de aire atrapado que será evacuado. Cuando el aire es removido de la cavidad, este causa una diferencia de presión entre el lado de la hoja, y es la reducción de presión atmosférica la que causará que ésta llene la cavidad y force la hoja plástica dentro del espacio vacío. Esta técnica de formado depende de un sello seguro, creando en el lado de vacío de la hoja un cierre hermético. El denominado "formado al vacío" es fácil de lograr. Primero, la hoja pre-calentada posee cualidades auto-sellantes, segundo, crear un vacío es una tarea fácil, gracias a la disponibilidad de bombas de vacío. El único factor que debe observarse es que la suficiente fuerza y el volumen de vacío (capacidad de vacío) sean disponibles en el molde. La capacidad de vacío en volumen (pulgadas cúbicas/segundo) debe ser mayor que el área de evacuación del molde. En varias ocasiones, una pequeña bomba de vacío se utiliza con un tanque de reserva. Este tanque mayor

es completamente vaciado por la bomba, la cual debe trabajar constantemente para reemplazar el vacío durante los ciclos sin uso. Si el nivel de aire bombeado es inferior al volumen total del tanque en un ciclo continuo, el vacío sufrirá una disminución de fuerza, por lo que es importante calcular la capacidad de vacío con el objetivo de lograr un proceso bueno.

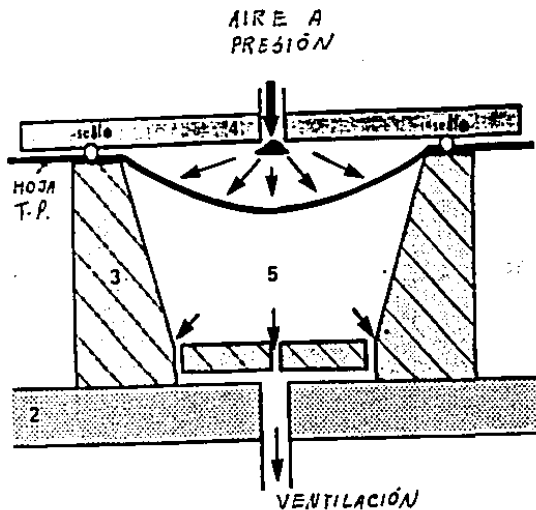
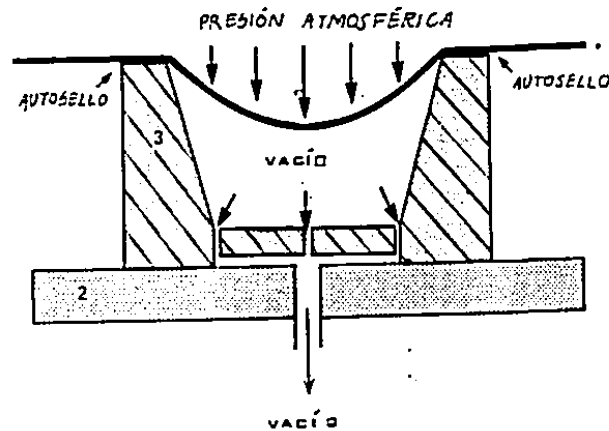
De hecho, el formado al vacío depende de un desplazamiento de presión atmosférica, y no puede ser incrementado. Cuando se aplica esta diferencia de presión al máximo (aproximadamente 29" de Hg - 74 cm/Hg) a los moldes, se obtienen las más altas velocidades de formado y los mejores detalles en las piezas. Obvio que el vacío cambia de acuerdo al lugar geográfico en que se encuentre, pues la presión atmosférica es la fuerza formadora.

b) Formado a presión: Para obtener un detalle claramente definido en las piezas, es necesaria una fuerza mayor que la de la presión atmosférica puede ofrecer. Además, para formar algunos materiales como el poliestireno orientado (OPS), el vacío es insuficiente.

Para utilizar el formado a presión de aire, el 1er. requerimiento es utilizar moldes capaces de soportar la presión aplicada, fabricados con materiales resistentes, como el acero ó el aluminio. La madera o la resina no deben ser utilizados en este tipo de formado. El segundo requerimiento es la creación de una cámara sellada para la presión. Esta cámara puede ser lograda entre los bordes del molde, los cuales son cerrados con una placa opresora, y quizá un material sellador. El tercer requerimiento es que la máquina termoformadora sujete a las placas lo suficientemente fuerte para soportar la presión del aire entre la cámara de presión y la base del molde. La mayor ventaja del formado a presión es la velocidad de formado. Con mayores presiones de aire que la atmosférica, la hoja t.p. puede ser impulsada contra el molde con una gran fuerza. Además se puede mantener la presión el tiempo que sea necesario. Para mejores resultados es necesario evacuar el cojín de aire entre la hoja y el molde, aplicando vacío. En el uso de formado a presión, es absolutamente necesario tener una fuente de aire comprimido seco, para evitar humedad en el aire, en la tubería y en los cilindros neumáticos. Se recomienda el uso de un deshidratador en la salida de la bomba, para asegurar un aire libre de humedad. Este proceso se utiliza para altos volúmenes de producción, a altas velocidades, y para piezas muy detalladas en su configuración. En los diagramas de esta página presentamos el formado al vacío, y el formado a presión.

c-) Formado mecánico: En este proceso la hoja precalentada y ablandada es formada entre dos moldes opuestos (macho y hembra), con contornos equivalentes. Al cerrar uno sobre otro forzarán a la hoja a tomar la forma del espacio existente entre ambos. Existen tres criterios básicos que deben observarse para utilizar esta técnica:

- 1- Las placas deben poseer la suficiente fuerza mecánica para inducir el plástico a la forma deseada.
- 2- Debe proveerse a los moldes de un escape para el aire atrapado, para evitar ampollas ó burbujas. La salida de aire entre las superficies de cierre de los moldes debe auxiliarse de agujeros de alivio en los laterales del molde.
- 3- El último criterio en este método se relaciona con la limitación de "intensidad de estiramiento, que resulta cuando las únicas fuerzas utilizadas son mecánicas. Aquí debe respetarse el ángulo de salida de la pieza (no menor de 70°) para evitar rasgar el plástico. Este procedimiento se utiliza para termoformar contenedores de gran volumen y paredes delgadas.



d) Formado por procesos combinados: Cuando se combina un medio mecánico con la fuerza del vacío ó la presión del aire ó ambos, el resultado del proceso puede preverse: el macho del molde no será tan justo con respecto a la hembra, y actúa como un tapón que empuja a la lámina dentro del molde preestirándola, preparándola para la acción del vacío ó la presión de aire. Este método se conoce también como "formado con empuje de tapón" y su principal ventaja es una distribución de material excelente que desemboca en una pieza con uniformidad de grosor de paredes. Combinando los medios mecánicos con la presión de aire y/o el vacío, el termoformador puede lograr las condiciones que necesite para su producto.

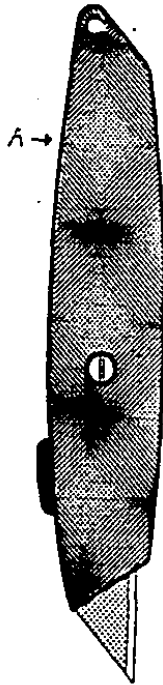
1.2.6 Equipo para Terminado :

Una vez finalizados los ciclos de formado, las piezas usualmente tienen que ser recortadas del panel que las rodea. En la mayoría de los casos la pieza requiere de operaciones posteriores al formado, en ocasiones no requiere recortado ó una porción del área usada para sujetar la hoja es retenida como parte del producto.

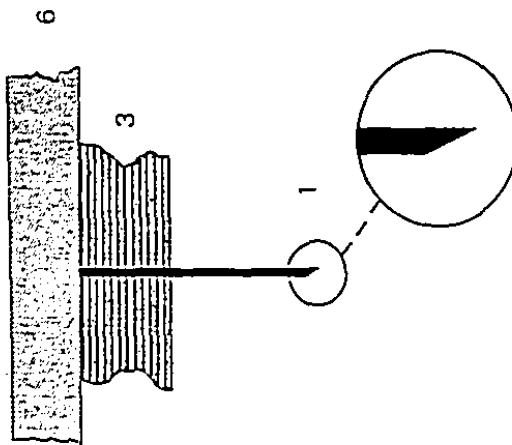
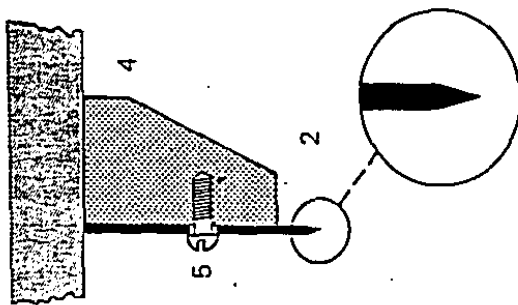
Más del 90% de los productos termoformados pasan al recortado para ser eliminadas del sobrante. Estos sobrantes se dividen en dos categorías: La 1ra. categoría consiste en "recorte de orilla", y se forma del área alrededor del producto final. Este recorte es aquella área usada para sujetar la hoja y transportarla dentro del ciclo, y si sus dimensiones son excesivas es obvio que el costo de manufactura se elevará.

La 2da. categoría es para los moldes múltiples, y se forma de los espacios dejados entre cada molde individual. El tamaño de los espacios está determinado por el tipo de termoformado utilizado. Si se utiliza un formado muy profundo, ó los ángulos de las paredes del producto son excesivos, será necesario un espacio mayor entre cada molde. Esta área es llamada "espacio de recorte" y sumándole el recorte de orilla, se formará el esqueleto de recorte. El recorte que es separado del producto es denominado comúnmente "sobrante".

Un factor de sobrante entre 10% y 20% es promedio en el termoformado, sin embargo, si se economiza en el recorte sin afectar al producto, el proceso puede reducir su costo al termoformador. Existen cuatro tipos principales de equipo para terminado.



A) Navajas manuales : El recorte del producto debe hacerse sin dañar ni distorsionar a éste. Las navajas manuales son muy populares por su bajo costo, y se utilizan para terminar cantidades pequeñas de producción. Para mejores resultados , las navajas manuales deben usarse colocando la hoja plástica ya formada sobre una mesa de superficie suave , como hule ó madera. La navaja se forza a través del plástico, y es guiada manualmente ó por una plantilla de corte. En producciones en serie, la navaja es guiada por marcas hechas en el termoformado, vgr: canales en "u" que guíen el paso de la navaja. La única limitación de estas navajas manuales, es el grosor de la hoja, pues existe naturalmente, un punto de grosor y dureza del plástico al cual ninguna navaja manual será efectiva. También es conocido que las navajas manuales, a pesar de su popularidad, poseen uno de los peores records de accidentes de trabajo, debido a su "incontrolable " seguridad. Es de tomarse en cuenta que esta sencilla herramienta debe ser trabajada con cuidados extremos.



- Navajas para suajes :
- 1- de bisel sencillo.
 - 2- de bisel doble.
 - 3- Montaje en madera.
 - 4- Cuerpo del molde.
 - 5- soporte,
ó soporte con tornillo
 - 6- placa de base.

B) Navajas eléctricas; Existen cortadores eléctricos como routers y sierras, que pueden ser guiadas manualmente, ó ser adaptados para usarse con guías mecánicas. Las sierras eléctricamente manejadas pueden venir con navajas circulares ó de movimiento recíproco. Los routers siempre vienen con brocas rotativas. Las navajas y brocas deben ser especialmente hechas para cortar plástico.

Las altas velocidades de éstas herramientas de poder usualmente crean alta fricción, y si las navajas no poseen el diseño para plástico, la fricción derretirá el plástico y éste se adherirá a la navaja. Por el polvo que producen estos cortadores, se recomienda hacer el recorte fuera del área de termoformado, ó de los productos terminados, donde las partículas no puedan contaminar las áreas de pre-termoformado, termoformado ó post-termoformado.

C) Herramientas de corte automático: Son usadas donde se requiere un alto nivel de automatización. El cortador recibe comandos de una memoria computarizada. Existen controles que pueden guiar sistemas de corte de hasta 5 ejes diferentes. En Europa y USA se utilizan cortadores de alta producción como láser, agua a presión (water-jet) ó complejos routers.

El water-jet funciona aplicando agua a alta presión, y alta velocidad a través de un pequeño orificio, que pulverizará el material plástico. Este corte no proporciona esquinas perfectas y se limita a cortar una pieza a la vez y de grosores de 0.01 a 0.25 pulgadas.

El rayo láser se utiliza para producciones de alta velocidad. Es guiado por un cerebro electrónico. Este cortador puede ser apagado y encendido constantemente, y funciona en los cortes más intrincados. Sus desventajas son el altísimo costo, y la producción de humo al pulverizar el plástico. Esto requiere de sistemas de ventilación para crear buenas condiciones de trabajo.

D) Suajes: Para cortar láminas delgadas ó espumas se utilizan estos cortadores, que trabajan mejor cortando de 0.001 a 0.025 pulgadas. Son fabricados de tiras de recortes de acero, que han sido pre-endurecidas y preafiladas. Estas tiras son disponibles en varias medidas y durezas. Para producir filo en la tira de acero, el afilado puede ser hecho por uno ó ambos lados. Cuando la navaja es afilada por un lado, la tira de acero posee una orilla de corte biselada. Cuando la navaja es afilada por los dos lados, la tira tendrá una orilla de corte con doble bisel.

Para el recorte sobre un plano (bidimensional, al mismo nivel), el cortador se monta en una base de madera. La base se corta con una sierra al mismo patrón de la configuración del corte. El cortador montado en la madera se monta a su vez a una placa, para prevenir que las navajas pasen a través de la madera. Esto es, varias navajas colocadas de una manera determinada en la placa, formarán un suaje. En el proceso de recorte de partes de una hoja termoformada, es requerido a menudo que la pieza a recortar y el esqueleto de sobrante saigan al mismo tiempo de la estación de formado. Este procedimiento ayudará a desocupar el cortador y estar listo para el siguiente recorte.

CAPITULO DOS : METODOS PARA TERMOFORMAR .

2.1 : TÉCNICAS BASICAS :

- 2.1.1 Comportamiento de la hoja antes del formado.
- 2.1.2 Formado Libre.
- 2.1.3 Formado con molde hembra (en negativo).
- 2.1.4 Formado con molde macho (en positivo).
- 2.1.5 Formado con machi-hembrado.

2.2 : METODOS DE TERMOFORMADO :

- 2.2.1 Formado "atrapado" a presión.
- 2.2.2 Formado con asistencia de tapón.
- 2.2.3 Formado y cortado en posición.
- 2.2.4 Formado con preestirado a presión y asistencia de tapón.
- 2.2.5 Formado con preestirado a presión y empuje de retorno (snapback).
- 2.2.6 Formado al vacío con empuje de retorno.
- 2.2.7 Formado con almohada de aire y retorno.
- 2.2.8 Formado a presión en fase sólida.

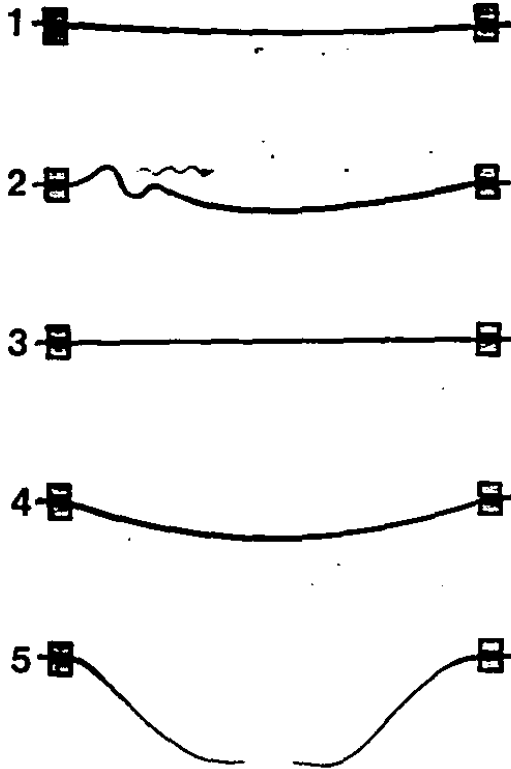
2.3: ARREGLOS DE MOLDES MAS COMUNES :

- 2.3.1 Moldes sencillos (singulares).
- 2.3.2 Moldes múltiples
- 2.3.3 Moldes de familia
- 2.3.4 Moldes alternados.
- 2.3.5 Arreglos rotativos.

2.4 LIMITACIONES EN EL TERMOFORMADO :

- 2.4.1 Detalle en las piezas formadas.
- 2.4.2 Profundidad de estiramiento.
- 2.4.3 Desmoldado al reverso
- 2.4.4 Reducción de grosor en hojas coextruídas.

2.1 TECNICAS BASICAS DE FORMADO :



2.1.1 : Comportamiento de la hoja antes del formado:

Para formar una hoja termoplástica, se sujeta por los cuatro lados, se expone al calor, y se fuerza contra un molde hasta convertirse en un producto útil.

El ciclo de calentamiento comienza al exponer la hoja a la fuente de calor. El material reaccionará al calor. No existe diferencia en la reacción si la hoja es de un material precortado ó de un rollo. Naturalmente, los materiales provenientes de diferentes procesos reaccionarán de manera diferente. Un material extruído funcionará diferente a uno calandrado, a pesar de estar fabricados con las mismas resinas.

Teóricamente, el mismo material termoplástico transformado en hoja de la misma manera, deberá reaccionar idénticamente en el ciclo de calentamiento y formado. En el lapso comprendido al colocar la hoja fría ante la fuente de calor y el resultante "colgado" de el material, existen cambios en la hoja que pueden observarse a simple vista. La secuencia de reacciones al calor que generalmente sigue una hoja termoplástica se muestra en la figura.

1- La hoja es colocada en el mecanismo sujetador y expuesta al calor.

2- Los primeros cambios se observan. El plástico comienza a ondearse al recibir calor.

3- La siguiente reacción de la hoja es tensarse, como la superficie de un tambor.

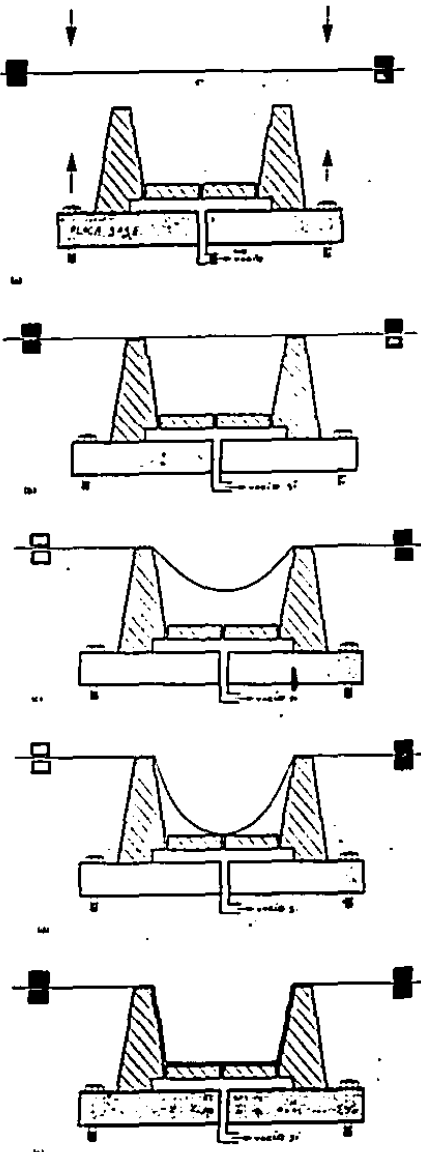
4- Después, el material comenzará a colgarse, cediendo a la gravedad.

Este colgado del material es una señal del punto para el formado del material, aunque no es 100% confiable. Lo importante en este punto es que al colgarse, se alterará la distancia entre la hoja t.p. y el calentador. Si esto se acentúa, se puede llegar a quemar el material. 5- Desde luego, puede llegar al punto de ruptura, donde la hoja se funde y queda inservible. Las precauciones deben tomarse para prevenir incendios, pues los termoplásticos provienen de fuentes combustibles. Estas precauciones deben incluir buen control del colgado del material. Algunos materiales exigen un control más preciso, un rango más estricto para no arruinarse; mientras que otros son especialmente "amables" en el sentido de rangos de temperaturas. Es necesario respetar las características de los materiales especificadas por el fabricante, y tener en cuenta que un cambio hecho en grosores, colores, materiales, calentadores, ó aún temperatura ambiente, alterará la reacción de la hoja al calor.

2.1.2 Formado libre:

También se conoce como formado sin molde. Para formar un domo ó un tazón, existen dos maneras básicas: la primera consiste en calentar la hoja hasta que se cuelgue, y cuando tomó la forma deseada, se enfría de inmediato. La segunda consiste en utilizar la presión del aire. Es necesario construir una cámara de presión, y una de las paredes será la hoja termoplástica. Cuando la hoja comienza a mostrar su ablandamiento, se aplica presión interna a la caja, y el aire forzaré a la hoja a convertirse en un domo. Al conseguir la forma deseada, es necesario eliminar el calor y comenzar el enfriamiento. El resultado con este segundo método es uniforme, no así con el primero. La mayoría de los domos se producen de ésta 2da. manera.

Formado con Molde Hembra.



2.1.3 Formado con molde hembra: En ocasiones se le denomina también formado en negativo.

Se utiliza una cavidad preformada como molde, y tan pronto como la hoja precalentada se coloca sobre el molde, el ciclo de formado está listo para comenzar. Este ciclo se desarrollará en sólo un momento, y para apreciarlo es necesario subdividirlo en seis partes de tiempo:

1- La hoja propiamente sujeta y calentada al nivel de ^oC requeridos es colocada en posición, sobre el molde hembra.(a)

2- Al momento de hacer contacto una con otro el vacío debe activarse. La hoja caliente posee cualidades autosellantes sobresalientes, y con el vacío activado a la cavidad, el sello se hará más efectivo.(b)

3- Al ser estirada la hoja, su grosor se reducirá. Existirán zonas de mayor adelgazamiento, como la base de la pieza. Dependiendo de la temperatura de calentamiento, el formado incompleto puede manifestarse, así como la pérdida de detalle. Esto puede deberse también a la falta de la fuerza de vacío (c)

4- La localización de los agujeros de vacío también es punto crítico para un buen resultado.

Quando se colocan los canales de vacío muy cerca del centro de la cavidad, se obstaculizarán por el mismo material. Deben colocarse en las orillas del molde para eliminar burbujas y deformaciones (d)

5) Si las temperaturas se trabajan a los niveles requeridos, y el vacío se aplica en los puntos críticos, se logra un formado bien detallado. La reducción del grosor del material es normal. Para crear una forma tridimensional de una hoja bidimensional, es necesario que esto ocurra. Para lograr una distribución uniforme de material se recomienda el calentamiento por zonas(e)

6- Cuando el termoformado se hace con todas las condiciones anteriores y el producto es satisfactorio, la pieza formada estará en contacto total con la superficie interior del molde. Es en este punto cuando los efectos enfriadores del molde actúan, y fijan la forma de la hoja, logrando además una reducción de tamaño de la pieza, que facilitará el desmoldarla.

2.1.4 Formado con molde macho: Llamado también " en positivo". Para explicarlo, subdividiremos el proceso en segmentos :

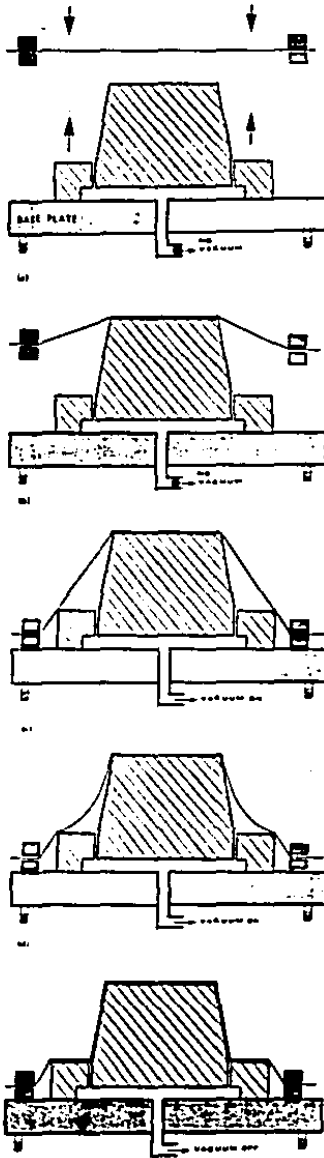
1- La hoja precalentada se coloca sobre el molde macho.(a)

2- Al entrar en contacto con la hoja, el vacío no debe activarse, porque el molde estará mucho más frío que la hoja, y enfriará el plástico y no le permitirá estirarse para el formado.(b)

3- El mecanismo sujetador y la superficie del molde positivo deben cerrarse para crear un sello. Es en este momento cuando debe activarse el vacío.(c)

4- Si el sello es creado eficientemente, el vacío acentuará el sellado. El aire que quedó atrapada entre el plástico y el molde es evacuado por el vacío, y la presión atmosférica forzará a la hoja contra el molde. Si los agujeros para vacío no se colocaron en los puntos más profundos de la configuración del molde, se corre el riesgo que la hoja plástica los tape. (c).

Formado con molde macho.



5- Cuando el formado se llevó a cabo, se debe eliminar la fuerza de vacío.(e)

6- Al enfriarse la pieza por el contacto con el molde, esta encogerá, y si los ángulos de salida no son suficientes, la conicidad mínima hará difícil el desmoldeo. Si son necesarios ángulos de salida muy pequeños, se recomienda utilizar moldes hembra, y para elegir uno u otro también será determinante la distribución de material requerida por la pieza.

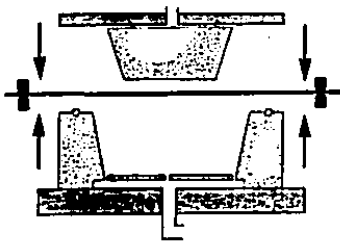
2.1.5 Formado con machihembrado: El termoformado de una hoja precalentada también puede ser llevado a cabo utilizando las fuerzas de estampado de un molde machihembrado exclusivamente. Las limitaciones de este tipo de formado mecánico son la configuración del molde y las características de estiramiento del material termoplástico. La tarea de usar el machihembrado para formar el material de acuerdo al espacio entre el macho y la hembra no es sencilla. Si el molde es de formas complicadas, con diseños de conicidad muy limitada, puede desgarrarse la pieza. Se recomiendan moldes cónicos, de superficies suaves y líneas de formado limpias. De hecho, todos los formados con hoja de espuma termoplásticas se realizan con este método, para producir detalles en ambos lados del producto final. Existen dos variantes básicas para termoformar con este método:

- 1- El molde macho es montado sobre la hembra, y forma la hoja empujándola dentro de la cavidad. En este caso se aprovecha el colgado del material, para un preestirado y una distribución uniforme del material termoplástico.
- 2- El molde macho se coloca debajo de la hembra, para empujar hacia arriba la hoja, contra la cavidad. Con este método, el molde macho puede preestirar la hoja, causando un estiramiento parecido al de una carpa. Normalmente en este proceso, el movimiento del molde macho es reducido, para satisfacer sólo los objetivos de preestirado, y evitar arrugas ó grietas en el producto.

2.2 METODOS DE TERMOFORMADO :

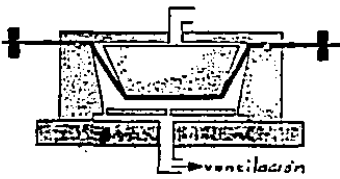
Antes de examinar los métodos de termoformado, debemos considerar que en la mayoría de los artículos termoformados ocurre una redistribución del material, pues se producen de una hoja prensada por las 4 orillas y se crea un área adicional al estirar la hoja, por lo que el grosor promedio se reduce. Aquí entra en juego la habilidad y el criterio del fabricante, y el ingenio del mismo. Se calcula que el grosor de pared del artículo terminado será reducido del original de la hoja en proporción inversa al aumento del área de la pieza termoformada sobre el área original de la hoja vgr: Una caja de 5 lados de 4×4 y 2 de profundo, tiene un área de 48^2 en sus cinco lados. Si se formó al vacío, se hará de una hoja de 4×4 (16^2) + las orillas para su fijación. Así, el promedio de grosor de pared será menor que el original en proporción inversa, será $16/48$ menos grueso = 33.3 menos grueso. Para hacer esta caja de $.4$ mm's de grosor promedio, se requiere una hoja de 1.2 mm's

El proceso de termoformado no descansa confiadamente en los tres tipos básicos ya vistos. En la mayoría de los casos, se maneja con variantes de los métodos básicos. Estas variaciones tienen como propósito mejorar la redistribución del material, grosores de pared casi idénticos. algunas



1

variaciones son elegidas estrictamente para fines específicos ,y otras serán implementadas para satisfacer la inventiva del termoformador, más que para su utilización . A continuación examinaremos los métodos más comunes de termoformado . Las variaciones en los métodos usualmente comienzan con un método básico, y después proceden a combinar técnicas "prestadas". Otras variaciones incluyen alteraciones en los niveles de la fuerza formadora, en la velocidad de las placas móviles, en los mecanismos de sujeción, y reajustes en los tiempos y cantidades de presión de aire ó de vacío.



2

2.2.1 : Formado " atrapado" a presión.

Es nombrado así debido a que el termoformado es llevado a cabo en un área determinada de la hoja. Esta área es literalmente atrapada, y ahí ocurrirá el calentamiento, el formado y terminado:

1- La hoja es atrapada por los filos del suaje. El suaje actúa como un marco, y una vez formada la pieza, la recorta. Existen tres planchas en este proceso. La plancha de calor, la plancha de soplado y la plancha con el molde hembra. Esta planchas ó placas se conectan a un sistema de válvulas de 2 vías capaz de entregar presión de aire ó de abrirse como una de escape.

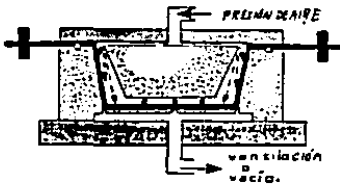
2- Al cerrarse el molde sobre la hoja, las cuchillas del suaje penetrarán ligeramente en ella, provocando la creación de un sello, y al mismo tiempo sujetando la hoja como lo haría un marco.

Y Una válvula es abierta y manda aire a presión a través del molde, oprimiendo la hoja contra la precalentada placa de cortado. El calentamiento es por contacto directo y el ciclo se controla por timers.

3- Conforme la hoja alcanza su punto óptimo de temperatura de formado, las válvulas cambian la dirección del flujo y la presión del aire sale por la placa de soplado. Esta presión forzaría a la hoja contra el molde, que al estar a una temperatura inferior, enfriará la pieza ya formada.

4- Es en este punto cuando la placa superior se moverá con el molde (hacia arriba) y se desmoldará la pieza.

La mayoría de las charolas para servicios de comedor se producen con éste método.



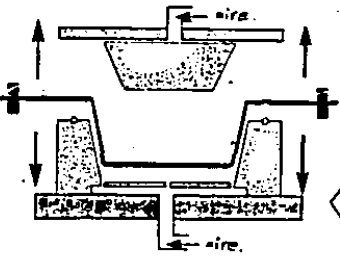
3

2.2.2 : Formado con asistencia de tapón.

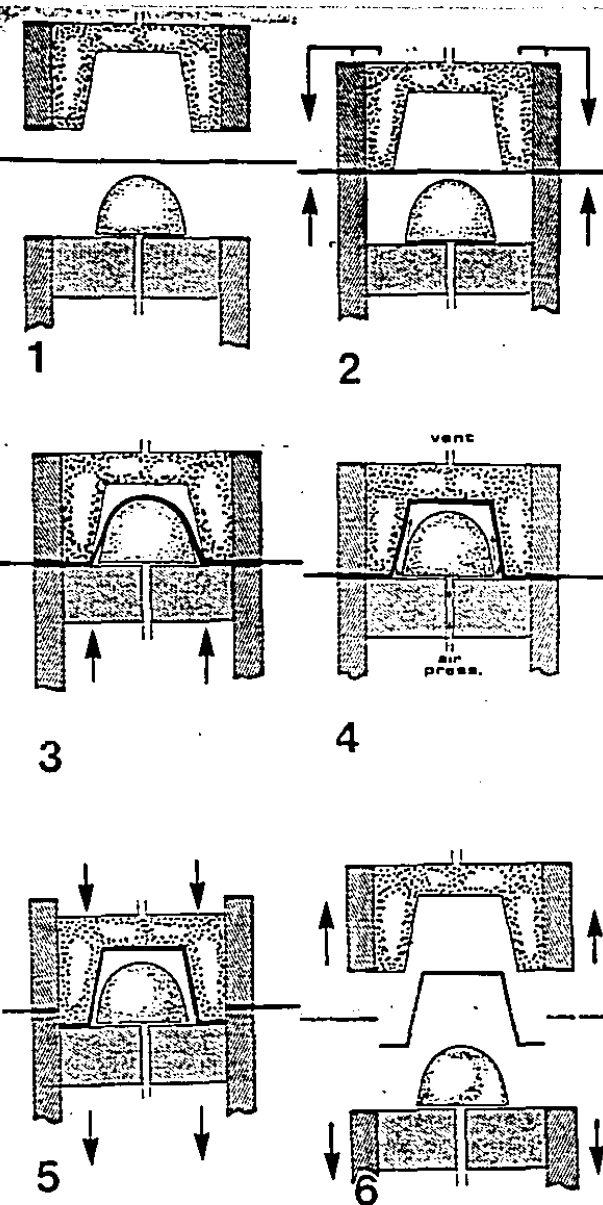
Este método es utilizado para formar piezas profundas. El tapón (macho) es utilizado para estirar y empujar la hoja precalentada dentro del molde hembra. El tapón es bastante más chico que la hembra quizá sólo 7/8 ó 3/4 del tamaño de la cavidad. El uso del tapón provee mejor distribución en el material, más uniformes las paredes de la pieza. La clave para un exitoso formado con éste método descansa en dos factores principales: la forma y tamaño del tapón; y la temperatura de éste.. Para estudiar a fondo este ciclo, lo dividiremos en 4 segmentos individuales, mostrados en la figura .

1- La hoja termoplástica precalentada es llevada entre los moldes mediante un mecanismo de sujeción. Este mecanismo de sujeción debe proveer una presión sobre la hoja capaz de soportar el empuje del tapón sin que ocurra ningún deslizamiento. Para seguridad se recomienda un maquinado acanalado en "v" en el marco.

2- En este paso, la hoja es forzada dentro de la cavidad. El estiramiento lo realiza el tapón macho, y es fácil reconocer que el tamaño de éste influye en la cantidad de estirado de la hoja.



4



La forma y el tamaño del tapón son puntos claves del proceso para lograr grosores de pared uniformes. La temperatura del tapón es determinante, pues si la temperatura es mucho menor que la de la hoja al momento de hacer contacto, le robará calor a esa área de la hoja. Esta pérdida de calor puede presentarse también en las orillas del marco sujetador, y provocar un enfriamiento que desembocaría en reducir las propiedades de estiramiento del material. Para obtener mejores resultados, se recomienda que la temperatura del tapón y de la hoja sean idénticas, y esto puede lograrse calentando el tapón con una resistencia de cartucho, ó fabricando el tapón de un material aislante, que por contacto repetido, llegará a la temperatura deseada. El material más utilizado para este fin es llamado espuma sintáctica y es de importación.

3- En este segmento, el formado es realizado. Dentro del molde hembra, el tapón asistente estirará la hoja. Al cerrarse los dos moldes, se crea un sello circular. En este instante debe activarse la fuerza formadora (vacío, presión ó ambos) y el colchón de aire formado debe ser liberado, para evitar deformaciones en el formado.

Para lograr mejores resultados de enfriamiento, se recomienda mantener a la hoja contra el molde y a la fuerza formadora actuando un poco más de tiempo. Esto permitirá a la hoja adherirse firmemente al molde, y al enfriarse, encogerá. Esto causará una ligera disminución en la fuerza formadora, y es un excelente indicador de que el ciclo terminó y puede desactivarse.

4- En este paso se separan los moldes, y la pieza se desmolda por un soplo de aire a presión.

2.2.3 Formado y cortado en posición:

Este método es una extensión del formado con asistencia de tapón. Las cuatro primeras secuencias de esta técnica SON IDENTICAS AL METODO ANTERIOR:

1- La hoja es transferida al área de formado por un marco. Este marco deberá poseer un marco independiente extra; si el marco base es circular, el marco extra será un anillo alrededor. Si el marco es rectangular, el marco alrededor del molde será equivalente. Estos marcos independientes son lo que hace la diferencia con el método anterior.

2- Conforme el molde está listo para cerrar sobre la hoja, este marco especial actuará como un mecanismo de sujeción independiente. Para mejores resultados, el lado del molde hembra debe acompañar el marco sujetador para simplificar la operación.

3- Al estar bien sujeta la hoja, el tapón macho se moverá dentro de la hembra para preestirado.

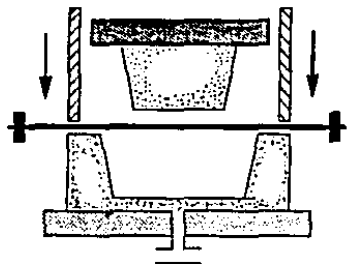
4- Con el molde cerrado, la fuerza formadora se activa, la pieza se forma y se enfría en el molde.

5- Es en este paso del ciclo cuando el marco independiente cortará la pieza, al moverse de su posición inicial, y este movimiento resultará en un corte limpio y preciso de la pieza.

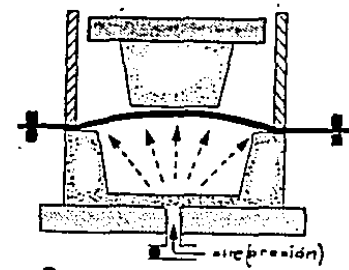
6- Una vez cortada la pieza, el molde de termoformado es abierto y la pieza se separa del molde.

*cada vez que un producto es formado y cortado " en posición", el corte es garantizado de haber sido hecho preciso. VGR: Partes termoformadas redondas producirán un corte concéntrico.

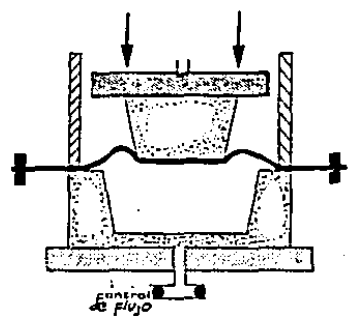
2.2.4 Formado con preestirado a presión y asistencia de tapón: Es utilizado para lograr máxima uniformidad de grosores de pared. La diferencia con los dos métodos anteriores es que antes del estirado con el tapón macho, se forma una burbuja con la hoja, por medio de aire a presión, con el objetivo de un preestirado uniforme. Este método produce mejores preestirados que aquellos que sólo utilizan el empuje del tapón.



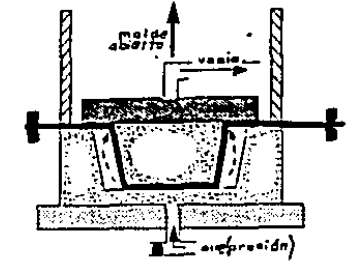
1



2



3

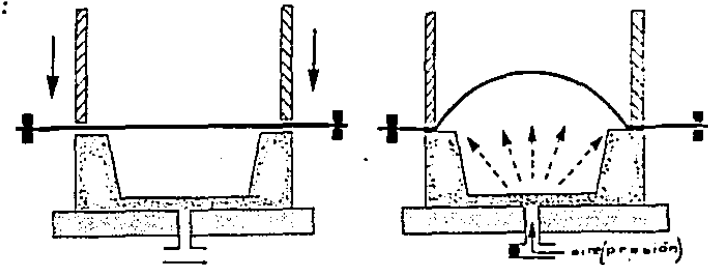


2.2.5 Formado con preestirado a presión y empuje de retorno; (snapback):

Es idéntico al exterior, con excepción de el cuarto paso (←v figura). En este método la hoja NO es formada contra el molde hembra; sino que es "rebotada" o retornada contra el tapón macho, el cual realmente proveerá la forma de la pieza. El retorno es efectuado al introducir vacío por el tapón macho. Aquí se recomiendan ángulos de salida sobrados, con respecto al tapón macho. La utilización de este tipo de termoformado, con la distribución del material por medio de la burbuja a presión optimizará la distribución del material, y aún puede demostrar pequenísimos indicios de adelgazamiento de material típicos de arreglo de molde macho. El termoformador tiene la opción de usar cualquiera de los dos métodos de formado con preestirado a presión, y combinar entre los dos. Con un juego sencillo de moldes, puede producir dos productos de diferentes medidas, aplicando vacío ó presión a una u otra mitad del molde. Valiéndose de este conocimiento puede elegir el lado que utilizará del molde para el formado, y con un ligero cambio producirá una pieza diferente, sin costo adicional.

2.2.6- Formado al vacío con empuje de retorno: Se conoce como Snapback vacuum forming en USA.

Es de los más comunmente utilizados en la industria americana de termoformado. Su popularidad radica en su sencillez y en la aceptable distribución de material que produce. Se usa para formar productos de hojas termoplásticas gruesas y de dimensiones mayores. La sencillez del proceso se ilustra en la figura siguiente:



1

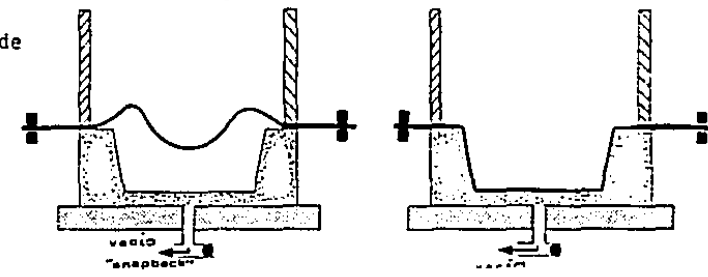
2

1-La hoja es sujeta contra la orilla del molde hembra, creando una cámara de aire atrapado.

2- Se introduce presión de aire controlada y se formará un domo.

3- Cuando se alcanza el estiramiento deseado para la distribución uniforme del material, la presión del aire se desactiva y se aplica vacío. El vacío provocará un retorno del material termoplástico hacia la cavidad del molde.

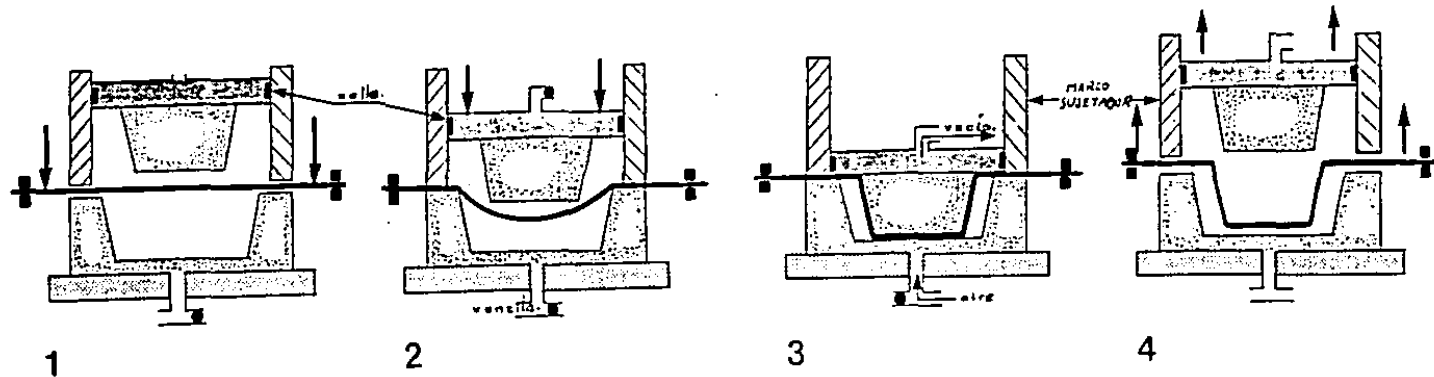
4- La hoja se forma y se enfría en el molde



vacío "snapback"

2.2.7 Formado con almohada de aire y retorno: Este procedimiento depende de un sello perfecto creado entre el mecanismo de sujeción y la base de la placa asistente. Este sello es el factor clave. Usualmente las configuraciones de los moldes no permiten la precisión necesaria para mantener el sello. Este método se subdivide en 4 ciclos presentados a continuación:

- 1- La hoja precalentada se coloca entre las dos mitades del molde.
- 2- El macho desciende y el colchón de aire formado empujará a la hoja dentro de la cavidad con esto se logra el preestirado.
- 3- Al introducir el vacío se forma la pieza contra el macho, al retorno. Puede aplicarse vacío en la hembra y lograr una pieza diferente.
- 4- Los moldes son separados y la pieza puede ser removida.



2.2.8 Formado a presión en fase sólida: El nombre de éste método explica claramente su procedimiento: El termoformado es exclusivamente con presión de aire y en una hoja en estado semi sólido. La clave en ésta técnica descansa en el nivel de calor aplicado a la hoja. La hoja es calentada, pero sólo a niveles que la mantengan en estado semisólido.

Sólo algunos plásticos pueden formarse con este método, como el polipropileno.

Como el formado es realizado en temperaturas bajas, el resultado del proceso será una alta orientación molecular en cada pieza, logrando una fuerza y transparencia excepcionales. Estas características hacen del polipropileno un material codiciado por los empaquetadores de alimentos. Para lograr piezas de buena calidad, es esencial que la hoja de polipropileno (p.p) esté fabricada con una resina de alto grado de pureza, y la hoja sea extruída con tensiones internas casi nulas; de lo contrario, las tensiones internas crearán variaciones en el grosor al ser expuesta al calor y buscar desahogo. Estas variaciones afectarán el estirado en el termoformado.

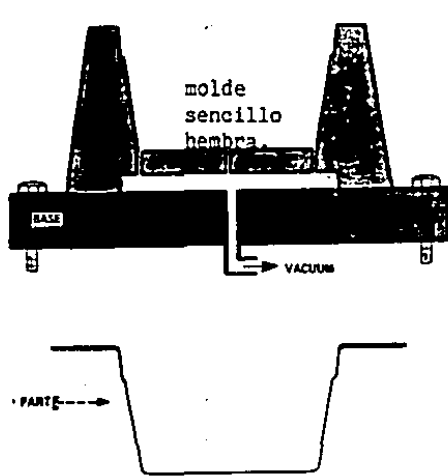
2.3 ARREGLOS DE MOLDES MAS COMUNES :

La implementación de varias técnicas de termoformado comienzan con la instalación de moldes en el equipo de trabajo. Aún antes de la instalación de moldes, existen desiciones que deben ser tomadas en cuanto a la configuración del molde. Estas desiciones se basan en dos criterios: Las dimensiones del producto, y la cantidad a fabricar de éste.

El tamaño del producto ejerce una gran influencia, porque puede limitar el equipo, los moldes, y las técnicas a utilizar , y de hecho lo hace: Productos muy grandes obviamente no pueden ser fabricados en máquinas pequeñas.

La cantidad del producto a fabricar es crucial, pues cuando sólo se necesitarán unas cuantas piezas de un producto, el proceso ciertamente requerirá un arreglo y una planeación muy diferente que una producción a gran escala.

El método ó técnica de termoformado debe ir de acuerdo con el arreglo de molde adecuado, y esto puede marcar la diferencia entre un proceso aceptable a secas y uno excelente.



2.3.1 Moldes sencillos (singulares) ;

Cuando un molde se utiliza para fabricar una sola pieza a la vez, se le denomina sencillo.

Se utiliza por tres razones principales:

- 1- El tamaño del artículo es tan grande que sólo permite fabricar uno a la vez.
- 2- La cantidad es tal que no es costeable ni razonable fabricar más de uno a la vez
- 3- Para pruebas y experimentación es ideal utilizar moldes sencillos, en los que el costo y el trabajo correctivo serán mínimos. Los diseños experimentales y los intentos correctivos deben ser ensayados en moldes sencillos.

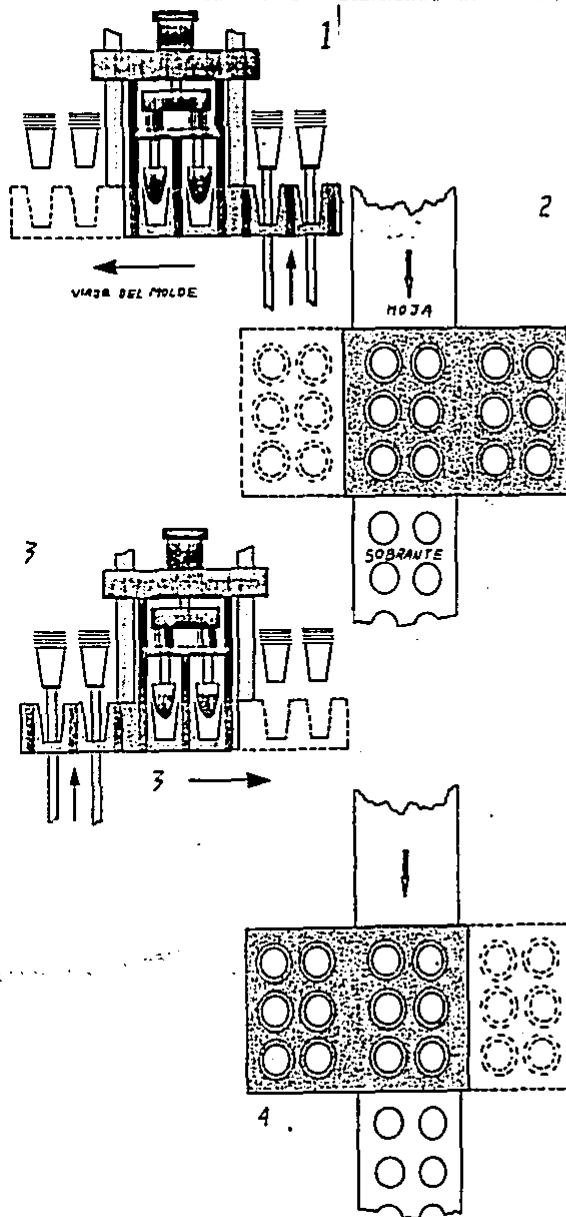
2.3.2 Moldes múltiples :

Cuando el tamaño y la demanda de un producto no son factores limitantes mayores, se instalan múltiples del mismo molde en la máquina termoformadora. Se producen más de una misma pieza simultáneamente. Estos moldes consisten en moldes individuales idénticos con espacios intermedios entre ellos. Es notorio que hojas relativamente gruesas son requeridas para formar varias piezas a la vez . De éste grosor mayor se producirá una disminución substancial en los grosores de pared del producto final.

El formado con moldes múltiples requiere forzosamente recortado múltiple en las operaciones de terminado, para no causar un "cuello de botella " en el flujo de la producción. El tamaño de un molde múltiple es descrito por su arreglo numérico de piezas a formar. vgr: un molde de 48 será de 8 columnas por seis hileras ó viceversa.

2.3.3 Moldes de familia:

Son una extensión y variación de los arreglos múltiples. Un molde de familia está compuesto de moldes individuales varios, que no son idénticos. Puede consistir en cavidades absolutamente diferentes ó pueden ser grupos de diferentes piezas. Para mejores resultados en el formado con moldes de familia, las combinaciones de moldes deben poseer idénticas profundidades de formado.



Es recomendable que al menos una de las dimensiones de las piezas diversas sea muy similar, para minimizar cualquier desalineamiento dimensional. Su principal argumento para usarse en un molde de familia es una igual demanda de productos en artículos individuales. Esta técnica se utiliza también cuando un área grande del producto será cortada. Con un poco de creatividad se puede formar un producto menor del área de desperdicio. Si no existiera demanda para un producto menor, la parte que será recortada puede ser reciclada todavía.

2.3.4 Arreglos de moldes alternados: Este tipo de arreglos se originaron en Europa, y su principio básico consiste en un juego de moldes positivos (macho) que serán termoformadores, contra varios juegos de moldes en hembra. El objetivo es que, después del formado y cortado de las piezas, éstas permanezcan más tiempo en el molde hembra, para que se enfríen sin interferir en la formación continua de otras piezas.

Existen dos tipos básicos de arreglos de moldes alternados: de vaivén y de revolución.

* El de vaivén en un juego de moldes macho y dos juegos de hembras. Los moldes hembra realizarán un movimiento de vaivén perpendicular al movimiento de avance de la hoja. El termoformado es hecho en el sitio central; dentro del cual un juego vacío de moldes hembra entrará en cada ciclo. No es difícil captar que en cada ciclo las piezas recibirán el doble del tiempo usual de enfriado. (v. fig. 3)

* El arreglo de revolución ó giratorio consta de un juego sencillo de taponos macho, asistiendo a cuatro juegos de moldes hembra. El arreglo rotatorio se completa cada 1/4 de vuelta. Los moldes hembra hacia arriba son utilizados para el termoformado y el recortado. Los dos laterales sujetan a las piezas recortadas para el enfriamiento, y el último molde hembra, las piezas son horizontalmente expulsadas de la cavidad del molde. Una vez vacío el molde, regresa al área de moldeado para los ciclos de formado y recortado.

2.3.5 Arreglos rotativos: Son aquellos en los que un arreglo constantemente rotativo es utilizado, y la intención de este tipo de moldeo es crear movimiento continuo, resultante de la rotación sin fin de los moldes. El principal defecto de este tipo de moldes reside en su restricción a moldes de un sólo lado: No es posible intentar formados con moldes de 2 mitades. Por lo general se utilizan moldes en hembra de una sola pieza.

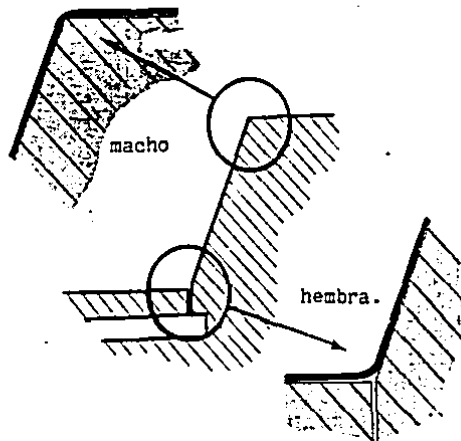
La versión más sencilla de este arreglo rotativo consiste en un sistema de una gran rueda, similar a una rueda de transbordador antiguo. Las cavidades de los moldes son colocadas lado a lado en la circunferencia de la rueda móvil. Conforme va rodando, va levantando la hoja termoplástica precalentada y continuamente la enrolla alrededor de la superficie. Conforme va haciendo contacto la hoja con el molde rotativo, el vacío es aplicado a las cavidades y se forman las piezas. La continuación rotativa y subsiguientes cavidades siguen alas primeras, una tras otras. Las partes formadas son despegadas y enrolladas, lo cual produce una "telaraña" continua de piezas, la que será sometida después a las operaciones de recortado.

Los arreglos de moldes explicados en esta sección no son los únicos utilizados en termoformado. El autor está conciente que existen combinaciones y variaciones que pueden ser desarrolladas. Las innovaciones serán constantemente introducidas y nuevos usos serán encontrados.

2.4 LIMITACIONES EN EL TERMOFORMADO :

El proceso de termoformado ha substituído ya a técnicas de manufactura de productos tradicionales. Además de ésto, ha creado productos nuevos. Conforme la tecnología del termoformado se va desarrollando, va creciendo en audacia. El termoformado ha hecho posible la manufactura de productos partiendo de una hoja de material t.p., donde productos previos requerían ser ensamblados de componentes varios. Las oportunidades de diseño son casi ilimitadas para este método de manufactura.

Sin embargo, las situaciones reales han ido definiendo las limitaciones en el termoformado; los parámetros para los cuales el proceso no puede ofrecer solución alguna. Es una ventaja conocer y entender esas limitaciones antes de intentar el proceso. Estas restricciones deben ser aprendidas y respetadas, para trabajar con ellas, y no contra ellas. Las limitantes del termoformado permanecen en el proceso, y será necesario esfuerzo para minimizar sus efectos.



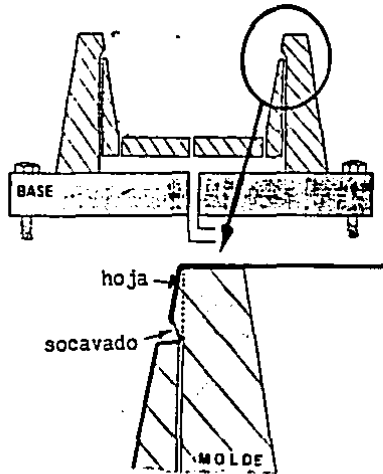
2.4.1 Detalle en las piezas formadas: Si un molde posee un acabado muy meticuloso, es de esperarse algo de pérdida en el detalle al transferirse a la hoja termoplástica, pues nunca se lograrán al 100%. Cuando sólo un lado de la hoja está en contacto con el molde, el lado opuesto mostrará un logro menos perfecto del detalle del molde. Al formarse la hoja contra el molde, tomará los contornos de éste. En donde el estiramiento es directo ó donde existen cambios angulares muy marcados, como en las esquinas, es de esperarse también que se pierda el detalle, ya sea en molde macho ó en molde hembra.(v. figura).

1- Con los tradicionales ángulos de conicidad del molde macho, la superficie de la hoja en contacto con el molde será la que obtenga el mejor detalle. El lado opuesto del artículo formado será estirado y adelgazará sobre el radio del molde. Para evitar pérdida de detalle se recomienda no utilizar diseños con radios muy pequeños.

2- Con los ángulos del molde hembra, el material perderá detalle en las esquinas. Si se utilizan materiales más delgados, ésto disminuye un poco. El grosor del material de la hoja debe ser usado como el mínimo radio formable en este proceso. En el caso del material texturizado sobre molde hembra, los detalles del patrón texturizado(colocados en el lado opuesto al contacto con el molde) tenderán a acercarse. Al completarse el termoformado, la curvatura del radio interno se hará menor que el radio del molde, y comprimitá el texturizado de la hoja. Esto puede disminuirse incrementando las dimensiones de los radios en las esquinas.

2.4.2 Profundidad de estiramiento: Estas limitaciones comprenden la habilidad del proceso para estirar el área determinada y su grosor hasta convertirla en una pieza de 3 dimensiones. Ciertos materiales tendrán mayores propiedades de estirado que otros. Existe el llamado cociente de profundidad de estiramiento de 1:1 para termoformado. Este 1:1 significa que la menor distancia de entrada de una cavidad abierta puede ser estirada dentro de la misma medida de profundidad. En los casos donde se utilizan moldes múltiples macho, el espacio entre cada molde debe ser tratado como un molde hembra, y respetar el 1:1 de cociente. vgr: Moldes macho de 2 pulgadas de altura deben ser colocados dos pulgadas aparte para evitar un adelgazamiento excesivo del material.

Es posible lograr cocientes de estiramiento de 1:3, 1:5 , y hasta 1:7 . Obviamente para lograr esto es necesario un grosor inicial mayor, un control de temperatura excelente y técnicas de preestirado y moldeo sofisticadas.



2.4.3 Desmoldeo al reverso : El producir artículos termoformados involucra configuraciones bien proporcionadas. Sin embargo, de vez en cuando el diseño de un producto puede carecer de conicidad ó poseer ángulos de salida muy pequeños. Los moldes hembra rara vez presentan esta dificultad, pero en el molde macho, al encoger la pieza, ésta aprisionará al molde, y si los ángulos de salida son muy pequeños, el desmoldeo será un problema mayor.

Otra limitación relacionada con los ángulos de los moldes es el socavado. El propósito de producir socavados y ángulos al reverso es obtener una forma completamente detallada. Los socavados se usan por dos razones: 1- Formar un dispositivo espaciador directamente en el artículo termoformado, para evitar que caiga uno completamente dentro del otro. La profundidad del socavado determinará que tan bien trabajará el apilado de las piezas; su localización y altura regularán que tan profundo entrará una pieza en la siguiente al ser apiladas. Un socavado típico se ilustra en la figura de esta página.

2- El segundo uso para socavados y ángulos reversos es para proveer de cierre a presión a un contenedor con su tapadera. El socavado en este caso proveerá un sistema de cerrado mucho mejor que sólo la fricción. En el termoformado, un socavado es el 1er. lugar donde se perderá detalle. Con una mínima pérdida en el detalle, el cerrado quedará inseguro. De hecho éste es el punto crítico de cierres impropios en el ramo de contenedores.

2.4.4 Reducción de grosor en hojas coextruídas.

La producción de contenedores termoformados hechos de materiales coextruídos tiene una limitación única. La principal razón para el uso de este tipo de hojas es el aprovechamiento de las propiedades excepcionales de aislantes térmicos ó químicos. Al utilizar materiales coextruídos cada capa de material trae consigo sus propias cualidades, y debido a ésto, la limitación viene en los diferentes puntos de fusión de las capas y las diferentes propiedades para estirado, lo que hace imposible garantizar una reducción de grosor igual en las diferentes capas de la hoja. Es importante conocer éstas variantes y saber que mediante pruebas y experimentación pueden corregirse variando los grosores de las capas de las láminas a utilizar. También es importante someter los productos ya formados a pruebas físicas, para asegurarse de las cualidades aislantes de las piezas.

CAPITULO TRES : MAQUINARIA PARA TERMOFORMAR .

3.1 INTRODUCCION

3.2 EQUIPO ALIMENTADO POR HOJAS TERMOPLASTICAS PRECORTADAS:

3.2.1 Estacionarias

3.2.2 De vaivén

3.2.3 Rotativas

3.2.4 En línea.

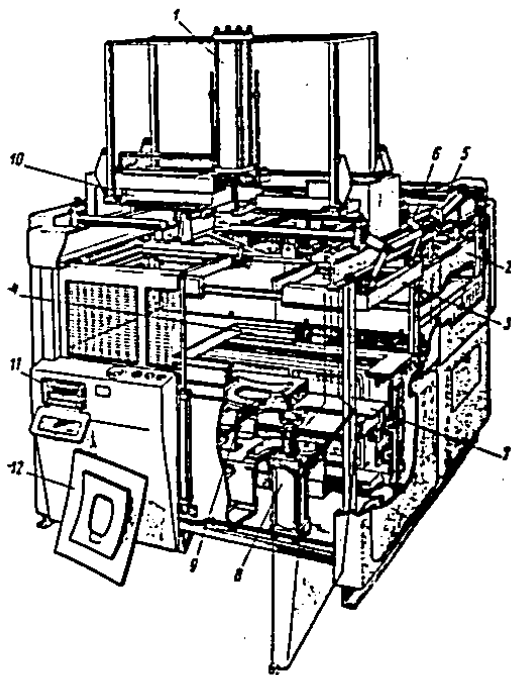
3.3 EQUIPO ALIMENTADO POR PELICULA TERMOPLASTICA EN ROLLO:

3.3.1 De corte automático

3.3.2 De línea de post-terminado.

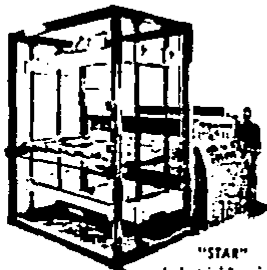
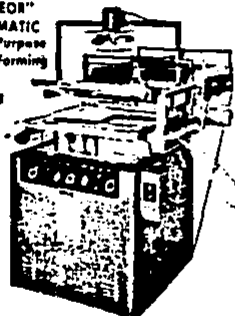
3.3.3 Dedicadas a un propósito específico.

3.3.4 De formado, llenado y sellado.

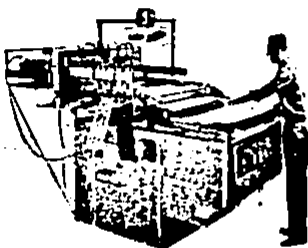


3.1 INTRODUCCION :

"METEOR"
AUTOMATIC
General Purpose
Vacuum Forming
and
Packaging



"STAR"
Industrial Forming—
Deep Draw



"METEOR"
Automated for Skin Packaging

Las máquinas para termoformar se pueden clasificar según su sistema de calor, según la clase, espesor y superficies del material a moldear, según su funcionamiento de ciclo (periódicas ó continuas), según su clase de mandos (automática ó semiautomática), etc. Es difícil encontrar una clasificación consistente para describir la variedad de termoformadoras existentes. Como ya se dijo antes, el proceso de termoformado permite el uso de ciclos de producción repetitivos. Para esto es necesario que las máquinas provean de condiciones de formado idénticas para cada ciclo, y es por la gran cantidad de variantes en el termoformado que existe tal variedad de maquinaria en el mundo. El termoformado de los países del primer mundo significa equipo especializado utilizado para un propósito específico.

El termoformador está obligado a conocer su producto; para elegir el equipo con el que lo producirá. Para agrupar todo el equipo existente de termoformado dentro de una lista funcional, el 1er. criterio a considerarse es si el material termoplástico a formar será de hojas precortadas ó de rollos continuos. Es mejor conocer y respetar las limitaciones del equipo específico antes de intentar producir algo distinto a lo que originalmente fue planeado para la máquina. El 2do. criterio a seguir en la diferenciación entre maquinaria, es el tamaño. Las máquinas son usualmente especificadas por el tamaño de su mesa de formado, que determinará la dimensión de los moldes a utilizar dentro del equipo, y el tamaño de los productos a fabricar.

La maquinaria para termoformar puede ser encontrada en cualquier nivel de diseño; desde las más simples y primitivas instalaciones hasta máquinas muy sofisticadas con auto-control y diagnóstico automático. De acuerdo a su grado de automatización suele subir su precio. Si se producirán pocas piezas, la maquinaria no necesita ser 100% automática, y será económica. Por otra parte, existe maquinaria de altísima producción, completamente automática, que fabrica más de 100,000 piezas por hora, que será capaz de extruir la hoja t.p. partiendo de pellets, de reciclar el sobrante, en fin; de tener una línea de producción continua completa, y llegar a costar cerca de 1 millón de dólares.

Volviendo a la clasificación de la maquinaria, los dos grupos mayores son de acuerdo al material termoplástico a utilizar: Equipo alimentado por hojas precortadas y equipo alimentado por rollo.

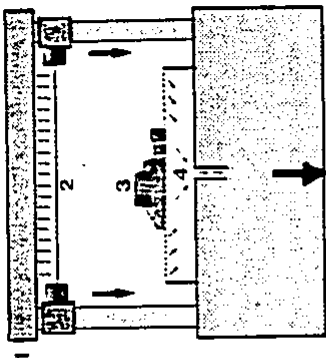
3.2 EQUIPO ALIMENTADO POR HOJAS TERMOPLASTICAS PRECORTADAS:

Estas máquinas se alimentan de hojas precortadas que se almacenan. Es muy importante que los termoformadores que usen estas hojas conozcan la orientación original del extruido de la hoja. Un cambio de 90° en el alineamiento del grano puede afectar al proceso, por lo que no está de más dedicarle un poco de atención.

Las máquinas alimentadas por hojas precortadas son disponibles en varios tamaños: desde las portátiles ó de mesa hasta enormes líneas de producción (importadas). Las pequeñas vienen equipadas con un marco de tamaño fijo. Algunas máquinas mayores utilizan marcos intercambiables, para evitar la creación de un sobrante excesivo.

Las máquinas que enunciaremos a continuación son producidas en USA, en Alemania, e Italia, principalmente. Existen fabricantes ingleses y húngaros también. Examinaremos los principales tipos de máquinas y aclaramos que todas son de importación.

sencillo.

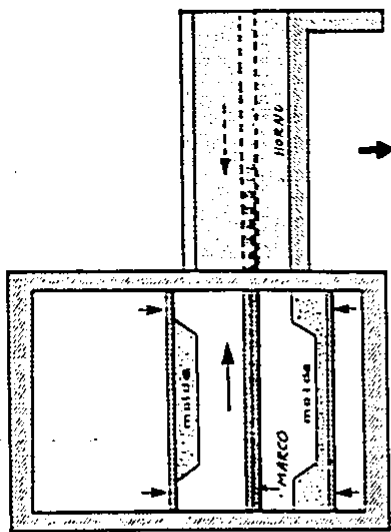


3.2.1 : Maquinas termoformadoras estacionarias: Este es un grupo básico. La producción de piezas termoformadas en estas máquinas es sencillo y limitado. El uso más común para estos equipos es la producción de pocas piezas de dibujo poco profundo. Existen 2 versiones de esta maquinaria : Las de calentador estacionario y las de calentador móvil.

3.2.1.1 : Termoformadora con elemento de calentador estacionario: Es la versión más antigua en el mercado. En este equipo todo es estacionario, excepto el marco sujetador. Este se mueve verticalmente entre el calentador y el molde. (v. fig.) El calentador se coloca sobre la hoja(1) y el marco. La hoja (2) se moverá después contra el molde estacionario(3), cuya base consiste en una pieza de lámina metálica perforada de rejilla fina que a su vez es la parte superior de la cámara de vacío (4). Si se usa molde hembra, los agujeros no cubiertos por el molde se bloquearán con cinta adhesiva, para que el vacío se aplique a través de los agujeros del molde. Si el molde es macho no es necesario el encintado.

3.2.1.2: Termoformadoras con elemento calentador móvil: La única innovación en este tipo de equipo es que la unidad de calor es móvil, y por lo general es de tipo sandwich. Esto da la ventaja que cuando se desliza hacia afuera del área de formado, el calentador puede colocarse sobre el stock de hojas a formar, para provocar un ligero precalentamiento en la hoja superior.

de vaivén



3.2.2 : Máquinas termoformadoras de vaivén : Se denominan así debido al movimiento de la hoja ya enmarcada; siempre va y viene al área de calor. Esto permite mayor control de la temperatura. Existen tres variaciones de este tipo de maquinaria: sencilla, de doble horno, y doble de horno sencillo.

3.2.2.1: Termoformadora de vaivén sencilla: Este tipo de máquina es para todos usos. Puede llevar a cabo cualquier tipo de termoformado. El equipo sencillo de vaivén puede ser fácilmente modificado para "duplicar" los resultados de formado. Este equipo es utilizado en demasía y su popularidad se basa en el rango amplísimo de tamaños, simplicidad de operación y secuencia de trabajo.

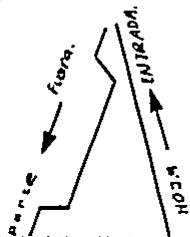
La figura inferior muestra una estación sencilla de TF de vaivén.

Para producir piezas idénticas, la repetición de los pasos debe ser controlada, ya sea por la habilidad del operador ó por control automatizado de la máquina.

La operación de una máquina sencilla de vaivén comienza al colocar la hoja en el marco.

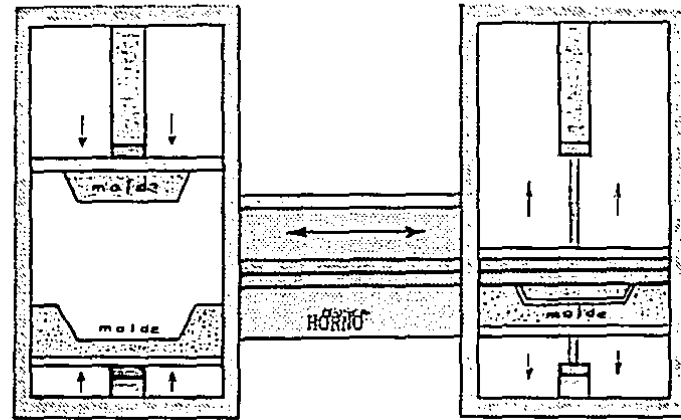
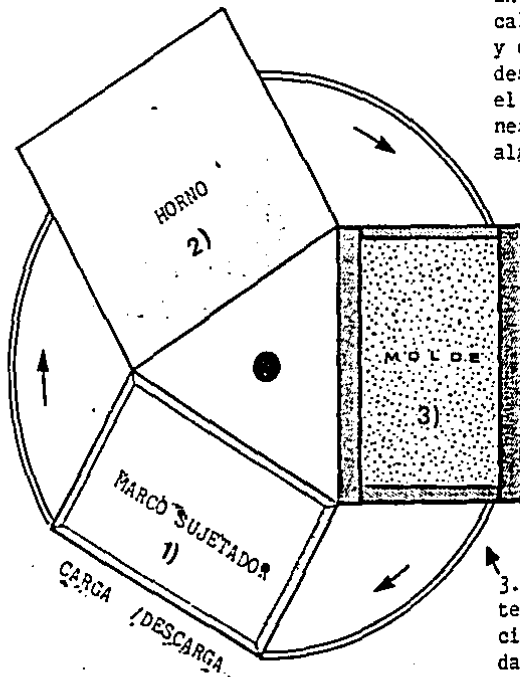
Para auxiliar al operador se coloca el stock de hojas precortadas cerca de la máquina, y casi a la misma altura de formado. Se fija por sus cuatro lados, y una vez ya en el marco, se coloca dentro del elemento calentador, donde se ablandará hasta su punto de formado. Al llegar a este punto, si es máquina manual, el operador sacará la hoja del área de calor y la colocará en el área de formado, en donde se forzará contra el molde, y se aplicarán fuerzas formadoras. Después vendrá el enfriado, desmoldado y se sacará la hoja del marco sujetador.

Se es máquina automática, un microswitch se activará para el ciclo de calor, para cambio al área de formado y para cerrado de los moldes. Al cerrarse los moldes, se activarán las fuerzas de formado. Las desventajas de este tipo de maquinaria de vaivén sencilla son : su comparativamente lenta velocidad de operación y su alto consumo de energía. Para aumentar su velocidad se optimizan tiempos y movimientos mínimos para cada operación del ciclo. En cuanto al consumo de energía, en Europa se utilizan elementos calentadores de cuarzo, que conservan la energía más tiempo que los tubulares.



3.2.2 Termoformadora sencilla de vaivén de doble horno: Este es un equipo contraproducente, pues la idea básica que lo originó fue bajar costos de producción, y sólo funciona así cuando la secuencia de calentamiento puede ser lograda en el mismo lapso de tiempo que el resto del ciclo. Cualquier variación producirá una reducción de optimización. El concepto detrás de este diseño de dos hornos es que un lado del marco calentador sujeta la hoja a formar, y después el producto formado es removido y una nueva hoja es colocada mientras que la hoja en el otro horno es calentada. Es una máquina difícil de justificar, y deben efectuarse consideraciones de cuidado antes de decidirse por este tipo de equipo.

3.2.2.3 Termoformadora de doble marco y horno sencillo: Otra máquina de controversia. Su configuración se muestra en la figura de esta página. Se utilizan dos marcos gemelos. Cuando un marco está en la etapa de formado, el segundo marco estará en el horno. La hoja deberá calentarse en el mismo lapso de tiempo en que la otra hoja se forma, se enfría, se desmolda, y es colocada una hoja nueva. Además de esto existe la necesidad de poseer dos juegos de moldes, cuyo costo anularía cualquier ahorro de energía logrado. Para hacer aún peor esta máquina, el operador que carga y descarga las hojas deberá estar también en vaivén entre las dos estaciones de formado. Si se emplea una segunda persona, su costo eliminará las esperanzas de lograr algún ahorro.



3.2.3 Termoformadoras rotativas: En la búsqueda de mayores velocidades en los ciclos de termoformado se reconocen ampliamente los equipos de acción rotativa horizontal. Existen estaciones individuales localizadas en un formato rotacional, con funciones específicamente asignadas a cada área. Con éste concepto, la hoja termoplástica es cargada a través de los segmentos del termoformado en un ciclo continuo, lo que crea un buen flujo de producción. Una vuelta completa contiene el ciclo completo de termoformado. Cada estación posee una tarea específica y es construída con esto en mente. Se construyen igual número de marcos sujetadores que de estaciones. Con éstas máquinas, los segmentos del ciclo son realizados simultáneamente en cada estación y deben ser sincronizados unos con otros. Existen cantidad de variables de máquinas multi-estacionarias. Para determinar que tipo de t.f. rotativa será más recomendable usar y para descubrir que segmento del ciclo de t.f. demandará interferencia de tiempo, es recomendable realizar tests de simulaciones en una máquina sencilla. En esta sección se compararán los tipos.

3.2.3.1 : Rotativa de tres estaciones: (v. página anterior figura) .

Es muy usual debido a su versatilidad. Sus medidas varían de 12 x 12 " hasta planchas de 10 ft. x 20 ft. Como se ve en la figura, la máquina posee tres estaciones, y c/u realiza una tarea diferente. Existen tres marcos sujetadores iguales.

En la primera estación el operador coloca la hoja dentro del marco y lo cierra.

En la segunda estación, la hoja se coloca en el horno calentador. En este tipo de máquinas es indispensable que el operador esté alerta con los tiempos y movimientos para lograr uniformidad en la producción. Existen también sistemas de ojo eléctrico para máquinas automáticas. En la tercera estación, la hoja es formada y enfriada. Después se abrirá el molde y se colocará el marco con la hoja en la 1ra. estación para pasar la pieza formada a u stock y cargar nuevamente el marco.

La limitación de esta máquina es su vulnerabilidad a corrientes de aire súbitas, especialmente si se trabajan hojas de material muy delgado. Para minimizar estas pérdidas de calor, se utilizan cortinas de asbesto ó rompevientos. Aún mejor si se coloca el equipo en un cuarto pequeño con ventilación controlada.

3.2.3.2 : Rotativa de horno de vaivén: Este diseño se basa en la idea de que el horno calentador acompañe a la hoja t.p. durante el trayecto a el área de formado, para evitar pérdidas de calor. El horno efectuará entonces un efecto de vaivén. Debe enfatizarse que este horno móvil minimizará el problema de las corrientes de aire, pero que lo mejor sería eliminar las corrientes de aire por completo.

3.2.3.3 : De cuatro estaciones con estaciones separadas de carga y descarga :

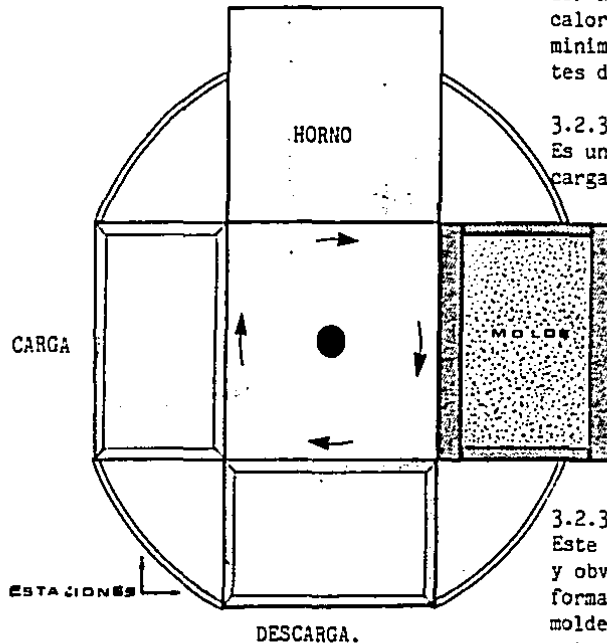
Es una ampliación de la de tres estaciones, añadiendo una estación y separando las tareas de carga y desmoldeo de la pieza formada. En la figura de esta página se aprecia, en vista superior. El uso de dos estaciones separadas para carga y descarga está justificado por la dificultad de manejo de algunas hojas muy delicadas ó muy delgadas. El uso de una máquina de este tipo disminuirá la creación de un "cuello de botella" en la operación de termoformado, y quizá necesite a dos operadores. Sin embargo, en los casos en donde la carga y la descarga no sean un conflicto, con un operador será suficiente.

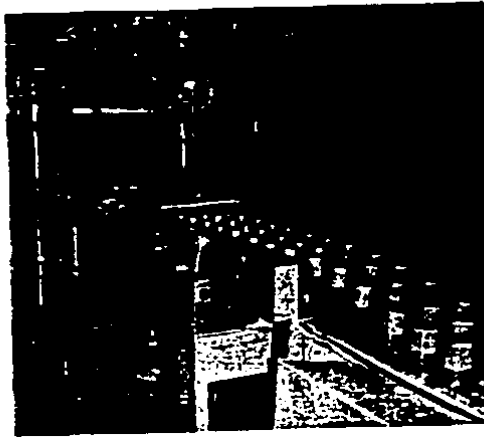
3.2.3.4 : De cuatro estaciones con estaciones separadas de calentado y precalentado:

Esta versión se diseñó para manejar termoplásticos muy gruesos ó con aceptación de calor muy lenta. En algunas máquinas los calentadores de la 1era. estación son fáciles de desmontar y la estación se convierte en estación de carga. Esto provee de una oportunidad de cambiar de máquina, lo que la hace aún más versátil.

3.2.3.5 : De 4 estaciones con doble estación de formado:

Este método es para alargar las limitaciones básicas de estiramiento del termoformado común, y obviamente no está restringido sólo a termoformadoras rotativas. El concepto base es que formas de grandes profundidades son difíciles de lograr con t.f. usual: En el t.f. usual, el molde realiza dos funciones; dar forma a la hoja y enfriar la parte formada. En un intento de extender las limitaciones de estiramiento y de neutralizar los efectos de enfriamiento del molde, se pensó en una máquina con doble estación de formado. La 1era. estación es para el





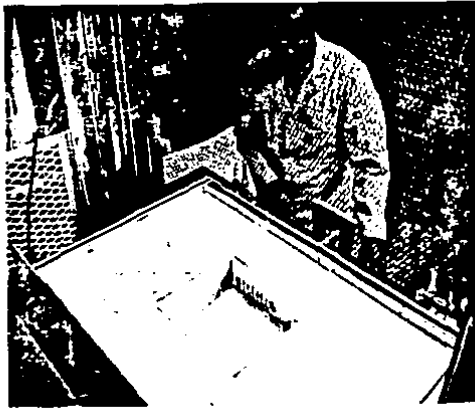
preformado de la hoja, para un preestirado controlado con un molde usualmente a temperatura cercana a la de la hoja, para evitar deformaciones. En la 2da. estación es hecha la forma final. La hoja previamente estirada es formada y enfriada para fijarle la configuración deseada. Un beneficio de este método es la excelente distribución de material en las piezas. Cabe señalar que este método se utiliza en circunstancias donde se necesiten piezas muy profundas, ó con una distribución de material muy específica.

3.2.3.5 De 4 estaciones con estación de recorte: Básicamente todo termoformado requiere de un recortado posterior. Cuando se utiliza maquinaria alimentada por hoja t.p. precortada, el recorte es hecho usualmente en una operación secundaria. Para eliminar este paso posterior, se le añade a la máquina rotativa de 3 estaciones una 4ta. estación para el recortado de las piezas. La clave para el éxito de este equipo descansa en la capacidad de proveer al recortado de el mismo lapso de tiempo en que las otras estaciones realizan sus tareas asignadas. La versatilidad de una t.f. de 4 estaciones provee la oportunidad de sus sustitución de una de sus estaciones por otra que sea más necesaria. El aparato para recorte instalado en la 4ta. estación puede ir desde un suaje sencillo hasta un sistema de láser programado. Naturalmente que la instalación de la estación de recorte será hecha de acuerdo al programa específico del proyecto de termoformado a realizar .

3.2.4 Termoformadoras en línea :

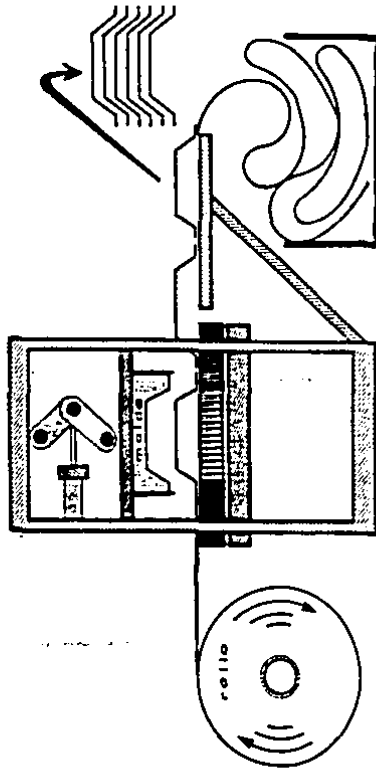
Para hacer el proceso de t.f. más rápido aún que en las rotativas, se diseñó el t.f. en línea. Este tipo de equipo de avance continuo sería después la base del equipo alimentado por rollo. Para alimentar la máquina se utilizan pilas de láminas t.p. precortadas colocadas en la base de la máquina. Una vez que la hoja ha sido colocada en el mecanismo de avance y se ha fijado ésta avanza al horno al momento que la siguiente hoja entra al sistema. La hoja individual probablemente parte cuando menos dos veces antes de entrar al área de formado. Naturalmente, con cada avance, una nueva hoja será alimentada dentro de la máquina, creando un proceso continuo. La ventaja real de el t.f. en línea sobre el rotativo es la protección total sobre corrientes de aire. No hay espacio libre entre el horno y el área de formado. El transporte de la hoja y el mecanismo de sujeción es la clave de esta máquina.:

Los lados de la hoja son capturados por los clavos del mecanismo de cadena. El frente y la orilla posterior son capturados por barras sujetadoras fijas a través de dos cadenas. De este modo, la cadena con las barras pueden hacer su vuelta normal para el viaje de regreso. El abrir y cerrar de las barras y el seguro apriete suele ser controlado por la cadena. Finalmente, los paneles ya formado son expulsados de la máquina al momento que se abren las barras sujetadoras y la cadena da la vuelta para el viaje de regreso.



3.3 EQUIPO ALIMENTADO POR ROLLO DE PELICULA TERMOPLASTICA (bovinas).

Con el objetivo de eliminar la secuencia de carga y descarga, se desarrolló el equipo alimentado por rollo, substituyendo a las hojas precortadas como materia prima. Los materiales que sí permiten ser enrollados son sólidos y delgados, y algunas espumas no rígidas de mediano grosor. El diámetro del rollo y el peso de éste son dos especificaciones que pudieran ser requeridas para ajustarse a las limitaciones de manejo de una máquina termoformadora. Los rollos mayores economizan pues evitan un frecuente cambio, pero debido a su peso y medida requieren de equipo especialmente diseñado para su soporte y manejo. En general, el equipo alimentado por rollo de lámina t.p. es apropiado para altas velocidades y altos volúmenes de producción. Con el rollo alimentando la máquina t.f., el material pasará todas las fases del proceso sin detenerse, y sólo cuando se termine el material del rollo ó falle el equipo, se detendrá el flujo de la producción continua.



MAQUINARIA DE FORMADO Y CORTADO EN POSICION.

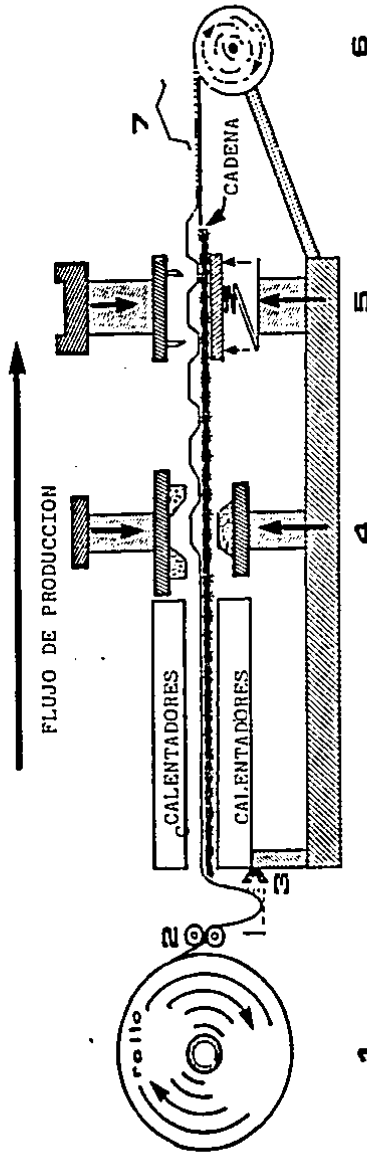
3.3.1 Maquinaria de recortado en línea: El rollo de lámina termoformática simplifica el alimentado de la maquinaria, y hace permanentes las secuencias de formado. Las orillas de la lámina en rollo pueden ser adaptadas para guiar y cargar la lámina a través del proceso. El uso de éste método permite la alimentación continua y el termoformado impacto tras impacto, creando piezas inmediatas unas a otras, en forma de una red. Cada pieza es producida idénticamente a las otras. El uso de la forma de red de la hoja termoplástica asegura la uniformidad del producto, además de ofrecer gran velocidad de formado. En suma a éstos beneficios, los artículos formados en red continua se prestan a un recortado automático, que ofrece un acabado en el ciclo. Para el recortado en línea existen dos métodos: Con el lero., el recorte es hecho con un implemento cortador en el molde (en posición). Con el 2d0. el cortado se produce en una 2da. estación con la misma máquina (en línea).

3.3.1.1 Maquinaria de formado y cortado en posición: Si el proceso de formado es seguido inmediatamente del recortado estando en posición en el molde todavía, no existe riesgo de un corte fuera de registro. Algunos productos demandan uniformidad intachable, como contenedores que requieren unión casi perfecta con sus tapas. Existen dos técnicas diferentes para el formado y cortado en posición. Cada una de ellas fue fabricada específicamente para ese trabajo, y no se consideran intercambiables, pues persiguen diferentes objetivos y usos.

a) Maquinaria de calentado, formado y recortado en posición: Este tipo de maquinaria es especial y no puede utilizarse para otro método diferente. La maquinaria fue diseñada para producir las secuencias de formado descritas como "atrapado a presión" (v. 2.2.1)

El nombre comercial de estas máquinas en Norteamérica es Thermrol y Kirkhof, y se producen sólo sobre pedido. El tamaño de la mesa de trabajo varía desde 12"x12" hasta 46"x42". Las funciones del equipo se ilustran en esta página. La única parte móvil del sistema de planchas es la superior. Esta placa sostiene al molde, el cual posee un aditamento de corte. La placa superior es movida generalmente con fuerzas neumáticas ó hidráulicas. El movimiento de la placa superior es realizado en 2 pasos: 1- el cerrado del molde sobre la hoja termoplástica, con las cuchillas de corte creando un sello. 2- La acción cortadora de la placa para el reborde de las piezas formadas.

Los beneficios de este tipo de maquinaria radican en su operación sencilla, facilidad de controlar el ciclo, y mínima susceptibilidad de interferencia externa. Además de esto, la maqui-



MAQUINARIA DE FORMADO Y RECORTADO EN LINEA.

naaria utiliza moldes comparativamente baratos. Con su única placa móvil, el equipo prueba ser una máquina bastante productiva, de larga duración. La primera limitante de este tipo de equipo está en el método de t.f., y no en el equipo mismo. Al utilizar calentamiento por contacto directo, no se puede realizar un calentamiento rápido, y además no se puede considerar el manejo de hojas cuyo grosor exceda las 25 mil. de pulgada, pues el ciclo sería lentísimo. La otra limitación es la restricción de utilizar sólo moldes hembra. Esta limitación establece que deben utilizarse coeficientes de profundidad de estiramiento de 1:1, para no producir objetos que posean una pobre distribución de material en sus paredes.

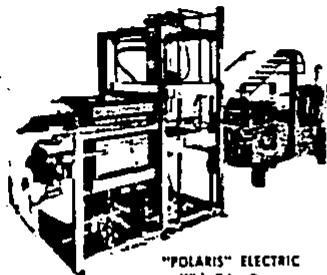
3.3.1.2 Maquinaria de formado y recortado en posición:

Este tipo de maquinas también son especializadas. están atadas a una técnica de termoformado únicamente, observado en el punto 2.2.3 de esta tesis. Todas las funciones en este equipo se realizan con un rollo de hoja t.p. El rollo es colocado en una base, de la cual se alimentará la máquina, mediante un mecanismo transportador de cadena. La hoja será transportada por las denas a través del horno calentador, donde avanzará 2 ó 3 veces antes de entrar al área de moldeado. Esto permite el calentamiento por zonassi es necesario lograr condiciones específicas de temperatura en la hoja. Posteriormente la hoja entrará al área de formado, en donde se conformará la hoja y se recortará. Es muy importante que no exista más que el espacio necesario entre el horno y el molde. Cualquier espacio adicional permitirá enfriamiento en el material, haciendo el termoformado vulnerable.

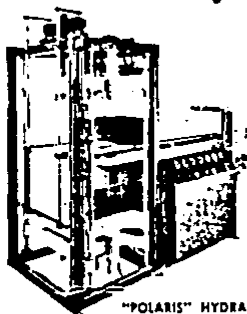
3.3.1.3 Maquinaria de formado y recortado en línea:

Utilizando los mismos principios de t.f. el equipo puede variar en tamaños de área de formado, desde 12"x12" hasta 30"x30". Esta maquinaria se diferenciá de otras por el factor de avance de la hoja de rollo, transportada por un mecanismo de cadena de alfileres. La hoja avanza hacia al área de calor. Los hornos más comunes son hechos de calentadores tubulares radiantes generalmente. Es necesario que el horno sea capaz de deslizarse fuera del área de la hoja, para situaciones de emergencia, ó para detener la máquina. La secuencia de operación de la máquina se muestra en la figura a mi izquierda: El proceso comienza con el rollo abastecedor de hoja termoplástica (1). La hoja avanza hacia el área de calor y de moldeo (2). Al avanzar más la hoja ya formada saldrá de la t.f. para entrar al área de recortado (5), donde se separará del sobrante (6) y se almacenará en stock(7). Estas termoformadoras suelen ser operadas por fuerzas neumáticas. Si el equipo lo requiere, se necesitarán fuerzas hidráulicas para el corte de las piezas, que generalmente se realizan con suajes. El propósito de este tipo de máquinas es proveer a un equipo de todas las fases del termoformado. La falla principal de este equipo es el mantener un corte uniforme constante, y dentro del registro, y se debe a tres causas diferentes: 1- La ligera discrepancia causada por el mecanismo de avance, al detenerse y avanzar cada vez. 2- La variación causada por la penetración de los alfileres, al calentarse la hoja y moverse. 3- La mínima variación de encogimiento del material termoplástico.

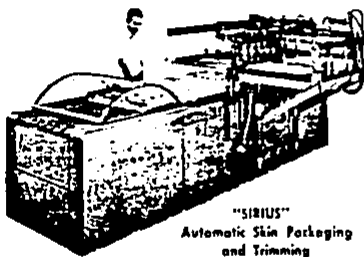
A pesar de éstas limitaciones, los termoformadores han aceptado este tipo de maquinaria, y trabajando con márgenes de error programados siguen logrando producciones satisfactorias.



"POLARIS" ELECTRIC
With Trim Press
High Speed
Container Equipment



"POLARIS" HYDRAULIC
Form And Trim in Place
for Hollow Products



"SIRIUS"
Automatic Skin Packaging
and Trimming

3.3.2 De línea de post-terminado:

Es el tipo de equipo alimentado por los rollos de lámina termoplástica que posee una prensa para el recortado de una manera separada pero sincronizada. Pueden trabajar a velocidades de 30 ciclos por minuto, y además de su gran velocidad, sus áreas de formado son mayores que las máquinas de recortado en línea. Pueden variar desde 25"x25" hasta 56"x90".

3.3.2.1 De formado y post-recortado en línea: El equipo se compone de la termoformadora y la prensa de recortado;

a) La Termoformadora: La introducción de la hoja al sistema de transporte de cadena es hecho con un aparato que guiará el alineamiento del material hacia los alfileres. La hoja es cargada a través de un horno de 3 zonas de calor, y efectuará las tres paradas requeridas. En estas máquinas es común el uso de resistencias de cerámica. Estos hornos son hechos de manera que protejan a la hoja de corrientes de aire y están diseñados para ser removidos del área de la hoja en cualquier momento. Aún con estos dispositivos de seguridad se recomienda incluir en el equipo los extinguidores de CO₂, pues los termoplásticos son muy inflamables.

La hoja una vez calentada avanzará al área de formado, en donde se convertirá a su forma final. Es aquí donde las placas móviles con los moldes consigo aparecen (v. fig). El objetivo de estas placas móviles es crear un movimiento secuencial con la fuerza y la velocidad óptimas.

El movimiento arriba-abajo de las placas es usualmente forzado por cilindros neumáticos ó hidráulicos. Para lograr un movimiento más preciso de las placas, se utiliza un mecanismo de palanca acodillada, incorporado entre el cilindro actuante y el cuerpo de la placa.

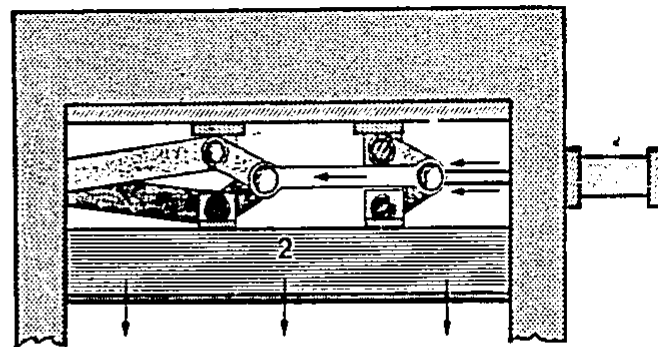
Este mecanismo provee el movimiento más uniforme y positivo, y un cilindro menor puede proveer un viaje mayor de la placa.

En esta maquinaria, se utilizan fuerzas mecánicas más comunmente que fuerzas neumáticas. Un motor eléctrico transmite el movimiento vía caja de engranes a un árbol de levas. Este árbol de levas controlará las funciones de la máquina.

Un sistema conjugado de levas, combinado con un mecanismo de palanca acodillada superior y otro inferior, puede ser la fuente de movimiento de las placas. Las termoformadoras operadas por levas son clasificadas como mecánicas, y sus ventajas son obvias cuando se habla de consumo de energía y velocidades de formado, pues operan hasta 3 veces más rápido.

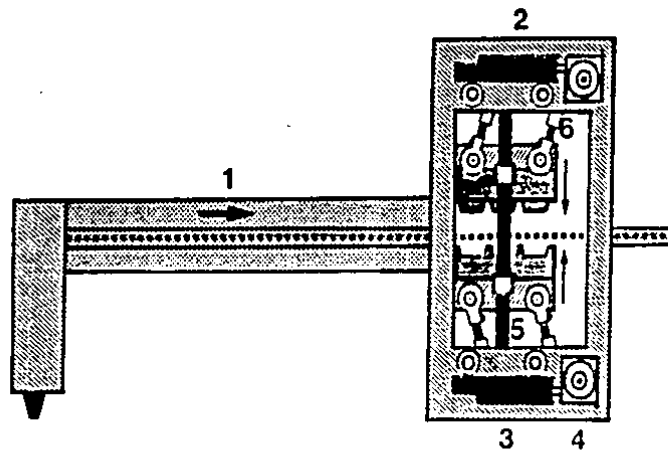
Su operación es casi libre de vibración y no requiere de un control meticuloso de válvulas para lograr producciones en serie de carrera uniforme. Un ejemplo de esta maquinaria se ilustra en la página siguiente. Con este grupo de t.f. el rollo saldrá del área de formado una vez completo el ciclo, y abandonará la termoformadora, y avanzará hasta llegar a la cortadora en línea, sincronizada con el proceso.

Mecanismo de palanca acodillada.

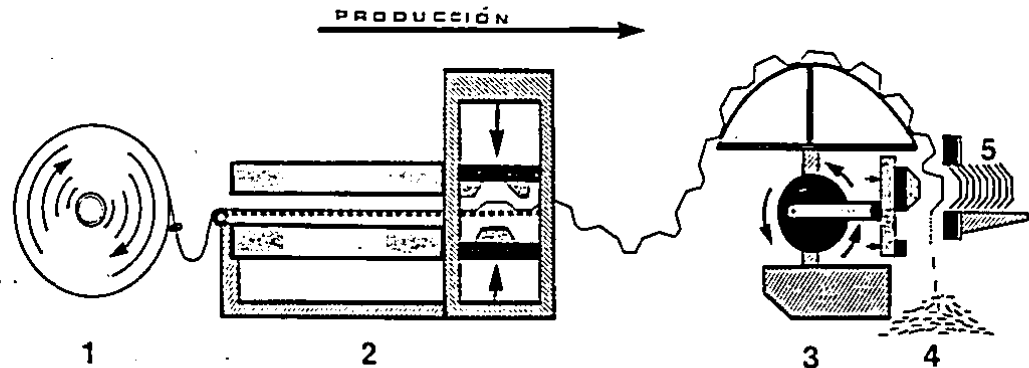


Termoformadora operada por levas para el movimiento de las placas:

- 1- Horno de tunel
- 2- Estación de formado
- 3- Motor operador.
- 4- Caja de engranajes.
- 5- Placa móvil
- 6- Una Leva móvil (de 8).



Es muy importante que el registro de las piezas sea preciso, para evitar cortes desalineados. Una máquina de este tipo se ilustra en la figura siguiente:



1-Rollo de hoja t.p.

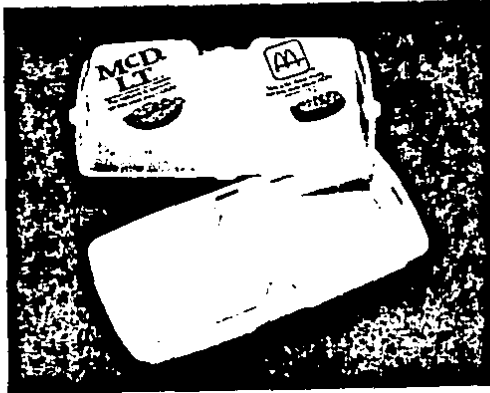
2- Termoformadora

3- Prensa de recortado

4-Desperdicio

5- Partes termoformadas terminadas.

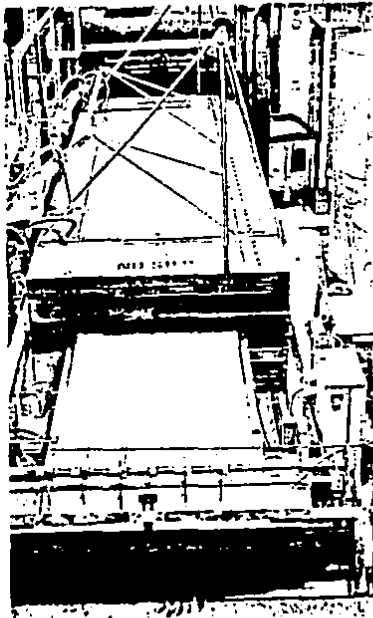
3.3.2.1



b) La prensa de recortado: Esta máquina en línea debe estar en perfecta sincronización con el proceso seguido por la termoformadora. Cuando se ha acumulado bastante rollo de piezas formadas entre las máquinas, este es "enhebrado" sobre un estante, del cual se alimentará la prensa de recortado. El estante sólo sirve para evitar que la red de piezas formadas toque el suelo. Como lo muestra la figura anterior, la hoja suelta horizontalmente, se coloca sobre el estante. Esto guiará y girará la red sobre su larga superficie radial para que las piezas entren verticalmente al recortado. Esta verticalidad provee la ventaja del apilado horizontal, ideal para el manejo de piezas. Para un recortado óptimo, la red de artículos termoformados es generalmente posicionada de manera que sea atacada por el lado negativo (hembra). El corte de esta manera hará el registro más fácil de coincidir y de producir.

Por lo general, estas prensas de recorte utilizan motores eléctricos. El motor es utilizado para dirigir unas levas ó un volante. En cualquier caso, un movimiento de giro es convertido en un movimiento recíproco que concuerda con la secuencia de producción. La clave para obtener el máximo provecho del esfuerzo es diseñar un sistema de movimiento suave que corte limpiamente el plástico sin titubeo alguno.

El último componente de este tipo de termoformadoras es el granulador de sobrante. Este aparato reduce el sobrante a granulos, para su manejo más fácil. Obvio que no todas las máquinas terminan con un granulador de este tipo. Muchas partes termoformadas pueden ser sujetas a otros pasos adicionales en su manufactura, como enrollado del borde, impresión, etc. y estas operaciones finales deben sincronizarse con el sistema de la línea de producción.

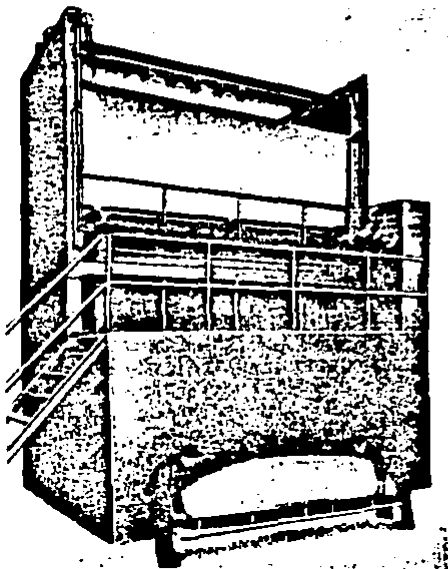


3.3.2.2 Termoformadoras de Impresión, Formado y Post-recortado:

Cuando se requieren imágenes impresas en los artículos termoformados para propósitos de decoración ó etiquetación, la impresión puede ser aplicada una vez que el artículo está formado y recortado. Las tintas de agua ó de aceite deben estar casi secas al momento que la hoja alcanza la estación final de calor, y completamente secas cuando el área de moldeo es alcanzada. La hoja es impresa después que el rollo es desenrollado y alimentado dentro de la impresora. La impresora es una pieza separada del equipo, colocada en línea entre la estación de desenrollado y la termoformadora. Se recomiendan utilizar registros si se quiere lograr una buena impresión y una producción uniforme. Lo difícil en la impresión es después de hecha ésta, cuando la imagen impresa debe ser hecha para localizarse en los sitios y registros exactos del artículo termoformado. Este es el objetivo a seguir. Para la impresión de registro, se utilizan márgenes de error que oculten ó al menos hagan la diferencia menos notoria de algún error.

3.3.3 Maquinaria Termoformadora de Propósito específico:

La mayoría de las máquinas termoformadoras están diseñadas para propósitos generales de termoformado, el cual es categorizado por el tipo específico y tamaño de la maquinaria. El comprador que obtiene maquinaria para un propósito especial de manufactura nunca sabe que otros trabajos quizá tenga que realizar con su equipo en el futuro. Por esta razón, la mayoría de los equipos son hechos con un amplio rango de capacidades. En esta industria ciertas máquinas son utilizadas de manera muy específica, sólo para algún método ó algún material especial. Su especialización las hace "dedicadas a un propósito específico", y en esta categoría se hallan tres tipos:



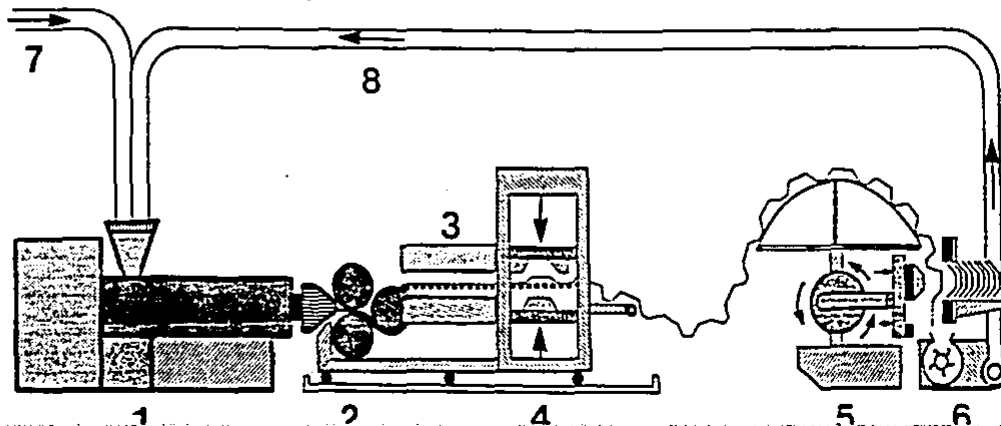
3.3.3.1 Asignadas: Las termoformadoras en la categoría "asignadas" pueden ser cualesquiera de las discutidas anteriormente, incluyendo las alimentadas por hojas precortadas. Algunos termoformadores asignan un artículo singular a una máquina, y esa máquina producirá continuamente esa pieza. A pesar de las otras capacidades de la máquina, la producción constante de ese artículo no requiere el uso de sus rangos y capacidades disponibles. En esta situación, la máquina es dispuesta con un molde asignado, un específico rango de avance para la hoja, para las placas, y aún un criterio de corte predispuesto. El único ajuste posible es en la velocidad del ciclo ó en las temperaturas del horno, para compensar variaciones del ambiente.

3.3.3.2 De extrusión y Termoformado en línea: En este grupo de sistemas, se coloca en línea una extrusora con la termoformadora. La extrusora convierte los pellets de resina t.p. en una hoja continua, la cual alimenta directamente a la máquina. La ventaja de esta producción en línea es el ahorro de energía, pues la hoja extruída retiene en gran parte su calor de extrusión, y los hornos de t.f. sólo deben calentar un poco ó quizá nada para termoformar la pieza. La clave para el éxito de este proceso lineal es la simultaneidad y sincronización de las operaciones. Cualquier trastorno en la producción afectará el flujo del proceso y puede forzar un paro total de la línea de producción. Es también obvio que para lograr buenos resultados económicos, el equipo alineado debe mantener largos períodos de producción, y no estar sujeto a cambios frecuentes de material ó de herramientas.

3.3.3.3 Sistemas de Pellet a producto: Este es el sueño de los fabricantes en volúmen. Poseer un sistema que comience la producción con gránulos ó pellets, y continuar sin parar hasta el producto final. El sobrante en este proceso es automáticamente reciclado, y nada dejará la planta de producción sino el paquete de productos finales terminados. En USA, Italia e Inglaterra, los fabricantes ofrecen líneas completas de producción. El equipo entero puede ser manejado por una sola persona y un monitos de computadora que a su vez monitoreará los diferentes aspectos de la línea completa de termoformado. Aquí también se aplica el ahorro en el consumo de energía, pues la hoja extruída guarda un gran porcentaje del calor de formado.

En la figura de esta página apreciamos el proceso.

1- Extrusora 2-Rodillos 3- Horno 4-Estación de formado 5- Prensa de recortado
6- Granulador de sobrante y soplador. 7- Línea de resina virgen 8- Línea de sobrante granulado.



Existen casos en que se incorpora una impresora en el proceso, y los rodillos que forman la hoja extruída deben enfriar casi por completo el material, para que la superficie esté firme y acepte la impresión sin distorsión alguna.

Las desventajas de estas líneas de productos son: El altísimo precio, las complicadas conexiones entre cada componente individual del sistema, su sincronización, que no permite cambios frecuentes. Cada cambio demandará alteraciones mayores en las funciones del equipo. Estas dificultades para cambios sugieren que este tipo de equipo debe ser usado con un juego de moldes por períodos largos. El último obstáculo encontrado en el uso de esta maquinaria es la manera en que cualquier desperfecto en los componentes causará un paro total del sistema. El uso de monitores electrónicos y computadoras minimizan las probabilidades de una descompostura, que suelen hacerse presentes en los momentos más inoportunos.



3.3.4 Equipo de Formado-Llenado-Sellado:

Este grupo de maquinaria no es otra cosa que una empacadora que utiliza el termoformado. Para la hechura de los empaques, el proceso comienza con un rollo de lámina termoplástica, calentada y después formada en un proceso continuo de termoformado; y los aspectos del proceso son básicamente los descritos en los métodos anteriores. El propósito de este tipo de equipo es lograr una máquina que realice todas las tareas: Crear los contenedores, llenarlos, sellarlos con su tapadera, y cortarlos en unidades individuales.

Existen dos características únicas comunes a todas las máquinas dentro de esta clasificación, y que las diferencian de las otras termoformadoras:

- 1- La usualmente angosta medida de los rollos de hoja t.p. utilizada. Se utilizan medidas angostas para crear pocas cavidades a la vez, y que el ciclo de producción permita llenarlas sincronizadamente. Si se producen demasiadas a la vez, las operaciones de llenado crearán un cuello de botella en el proceso.
- 2- Después del llenado, la red completa es sellada en caliente con una película que la cubre. Este sellado es hecho inmediatamente después del llenado, y todo se realiza cuando aún es una red de piezas formadas. La separación y cortado son realizados cuando la película selladora ya ha enfriado.

Esta maquinaria se utiliza para empaqueo de alimentos ó instrumental quirúrgico. Una de las "desventajas" de estas máquinas es que la velocidad de producción es mucho menor, pero la precisa justificación del equipo Formado-Llenado-Sellado es completamente válida si se adapta a las necesidades de producción del empacador.

CAPITULO CUATRO: MOLDES EN TERMOFORMADO.

4.1 CONCEPTO BÁSICO:

4.1.1 Materiales.

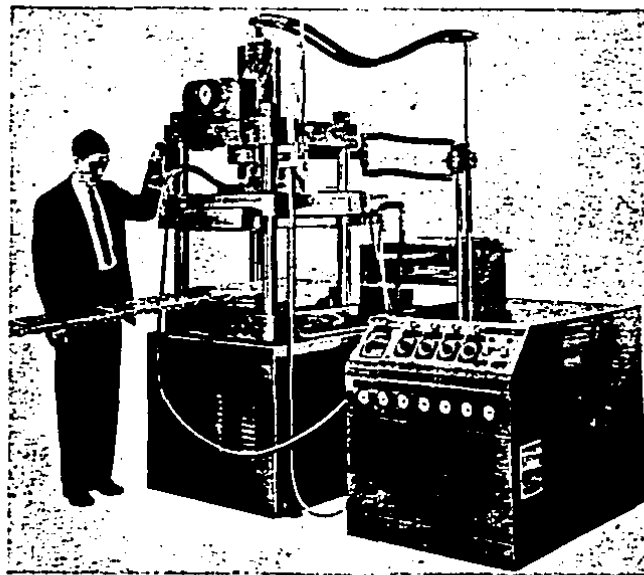
4.1.2 Manufactura.

4.1.3 Ventilación.

4.2 CONTROL DE TEMPERATURAS.

4.3 MOLDES ESPECIALES..

4.4 ERRORES MÁS COMUNES EN LOS MOLDES.



4.1 CONCEPTO BASICO : Para producir artículos termoformados, los dos componentes "mayores" son el molde y el mecanismo de cortado, pues los procesos principales son el formado y el recortado. En algunos casos estos dos componentes son combinados dentro de una sola pieza. Si los componentes son separados, su compatibilidad en el proceso se convierte en una responsabilidad del termoformador. El molde es considerado el componente principal del proceso, pues de acuerdo a la configuración de éste, se transformará una hoja bi-dimensional en un artículo de tres dimensiones .

A) De la Idea al molde final. Procedimientos:

La mayoría de las ideas de productos, casi siempre se originan en un boceto. De ahí se afinarán los detalles, se desarrollará la forma y el concepto final quedará diseñado. Este suele ser el proceso de creación de un molde, pero antes de iniciar los procedimientos de fabricación es necesario analizar la forma y el trabajo a realizar para lograrlo de la manera más fácil. La primera decisión es saber si el molde será macho ó hembra, e influirán aquí los métodos de t.f. a usar, la forma del producto a fabricar, y que lado/cara del producto se desea que posea el mejor detalle. Una vez determinado ésto y conociendo la forma del molde, el siguiente paso es la fabricación del molde, y deberán cuidarse las superficies del molde y sus detalles, para obtener una buena superficie de contacto del plástico, pues éste tomará todas las imperfecciones de la forma del molde. Deberán planearse los márgenes para el grosor del material y un correcto contacto entre superficie para la versión final del molde.

B) Margenes de encogimiento. Contracción del material t.p.:

Para la versión final del molde deben planearse márgenes de encogimiento, para lograr las dimensiones exactas del producto. Para el control de la reducción de tamaño posterior al formado, los moldes son contruidos a propósito con mayores dimensiones, para compensar el encogimiento. Esto es particularmente importante cuando se producen componentes que deberán acoplarse juntos, como un contenedor y su tapadera. Cada particular tipo de plásticos posee sus niveles de encogimiento, dependiendo del tipo de resina y de su peso molecular. La tabla en esta página proporciona los rangos de encogimiento de algunos de los más populares termoplásticos.

El encogimiento puede llegar a afectar las capacidades de contenedores termoformados. Cuando la cantidad apropiada de encogimiento no está prevista en el molde, el resultado será una pieza menor proporcionalmente. Esto se hace notar especialmente al copiar un producto existente directamente de una pieza ya termoformada.

C) Construcción de Moldes:

Una de las principales razones para elegir el termoformado como proceso de manufactura es el bajo costo de sus moldes, y la facilidad para fabricarse. La reducción en el costo no es la única razón para esta elección, sino las grandes producciones que puede llegar a crear este método. A Continuación examinaremos los materiales para hacer moldes, los métodos y la ventilación en ellos.

TABLA DE ENCOGIMIENTO .

material	Rango de encogimiento (en pulg)
ABS	0.004- 0.009
Polyester	0.015- 0.025
Polietileno	0.015- 0.050
P.Propileno	0.010-0.025
Poliestireno	0.002- 0.006
PVC	0.001-0.006

4.1.1 Materiales para moldes: Para escoger un material para el molde, es indispensable conocer cuantas piezas deberá producir el molde. La mayoría de los moldes temporales y de prueba son fabricados de madera, y sellados con algún barniz. El inconveniente principal es su reacción a la humedad, la cual causará cambios dimensionales sensibles. Otro inconveniente aún mayor es que la madera misma retiene el calor producido dentro del ciclo de t.f. lo cual causará pérdidas de tiempo para el enfriamiento. Si se producirán muy pocas piezas, quizá valga la pena usar madera, pero, para producciones mayores se utilizan moldes de epoxy ó yeso. Debido a su mayor densidad poseen mayor absorción de calor y mejor permanencia dimensional. El molde típico de yeso es hecho de "Hydrocal", un yeso de tipo cemento. Cuando se utilice Hydrocal deben recordarse dos cosas: La primera es que debe utilizarse un agente resistente a la humedad para evitar la adhesión del molde al patrón original. La segunda es que el Hydrocal debe estar completamente seco antes de intentar el termoformado. El calor generado por el proceso convertirá la humedad retenida en vapor entre el molde y la pieza, y desarrollará presión interna capaz de causar rajaduras y aún rupturas en el molde.

Existen termoformadores que prefieren trabajar con resinas epóxicas, que tardan más tiempo en formarse que un molde de yeso. Además de esto, la mezcla de las dos resinas epóxicas genera mucho mayor calor al estar reaccionando que el yeso. Con las resinas epóxicas también es necesario el uso de un agente desmoldante.

Los moldes de epoxy ofrecen mucho mayor detalle en su superficie, mayor fuerza estructural y mayor estabilidad dimensional. Su absorción de calor es eficiente, y puede ser aumentada al mezclarle polvos metálicos, como aluminio, por ejemplo. Los moldes epóxicos, de acuerdo a su durabilidad son considerados para medianas producciones en serie.

El último grupo de moldes son los metálicos. Las dos maneras básicas para transformar metales en moldes son : el calentado-fundido-moldeado- ó bien el maquinado(corte-rebajado-formado mecánico) Los metales ofrecen las mejores cualidades de transferencia de calor, lo que los hace ideales para enfriar las superficies de los termoplásticos calientes.

El aluminio es el más usual, por su peso ligero y su maleabilidad. Es fácil de trabajar por su dureza y no se corroe como el fierro. La única desventaja del aluminio es su suavidad, lo que le permite ser fácilmente rayado ó mellado.

Existen otros metales utilizados para producir moldes, como aleaciones de latón ó de titanio, que son más resistentes. Los moldes de latón pueden niquelarse ó cromarse, si el proceso de termoformado lo requiere. El aluminio puede anodizarse para aumentar su dureza superficial. Incluso pueden recubrirse de teflón para facilitar el desmoldeo de las piezas. Las posibles variaciones de los moldes metálicos son tan complejas y diferentes como el termoformado mismo.

Pueden usarse muchísimos materiales para moldes, basándose siempre en conceptos y propósitos diferentes y necesarios.

4.1.2 Manufactura de moldes :

Con tantos materiales disponibles, el fabricante de moldes tiene muchísimas opciones a seguir. La primera decisión a tomar es saber si el molde será macho ó será hembra. El siguiente paso es planear cómo conseguir las características de diseño y los arreglos del molde.

Cuando esta información ha sido recopilada, el tercer paso es conocer cuantos artículos termoformados producirá el molde; si será para pruebas, para mediana producción, ó para volumen. Para pequeña producción los moldes de yeso, madera ó epoxy son los más recomendables.

Existe una medida de seguridad respetada por los termoformadores: Estos materiales no deben usarse para técnicas de formado a presión, debido a que su fuerza estructural y estabilidad no soportarían una presión de 100 libras por pulgada cuadrada (100 ppsi). Esto los convierte en bombas potenciales.

Para moldes muy grandes en operaciones de termoformado alimentado por hoja precortada, se usan moldes de fibra de vidrio. Estos moldes son hechos generalmente de capas gruesas de gel, para lograr una superficie más rígida (de 1/4" a 3/4" de grosor de pared). La fibra de vidrio posee cualidades de absorción de calor, y esto puede aumentarse con ventiladores. El uso de moldes de fibra de vidrio se enfoca en jacuzzis, Spas, tinas de baño y botes pequeños.

Los moldes con mayor eficiencia en enfriamiento son los de metal. Estos moldes constan de 2 componentes básicos: El cuerpo del molde y la placa de montaje. Con moldes metálicos es común producir el cuerpo del molde de aluminio y la placa de montaje de acero. Sin embargo hay quienes fabrican ambas partes de aluminio, ó las dos de acero. En USA, la aleación más utilizada en hechura de moldes vaciados es la #356 de aeronaves (aircraft). Es fácil de trabajar y no es demasiado suave ni rígida. No requiere alivio de tensiones internas y no se pega fácilmente a las cuchillas de los buriles u otras herramientas de corte.

Cualquier molde, macho ó hembra, requiere un terminado de superficie posterior al maquinado, pues el plástico en formación copiará todas las imperfecciones del molde. Sin embargo no se recomienda un pulido ni un superacabado, pues esto puede resultar en un contacto tan perfecto que forme una adhesión a vacío, la cual interferirá en la liberación de la pieza formada. Es una situación indeseable el someter a un molde pulido a un proceso de destrucción de superficie para que funcione. En el termoformado, la hoja plástica formada sólo sobre tapones macho y dentro de cavidades hembra debe proveerse de canales de ventilación. Cualquier cavidad cautiva que no pueda liberar el aire atrapado causará una deformación. Armado con estos conocimientos, el fabricante debe remover y suavizar los puntos críticos de la superficie de moldeo, sin trabajar en las superficies huecas para pulirlas. Si no es sobrecalentada la hoja ó se es forzada de más por la presión de aire, la hoja salvará las superficies huecas y saldrá del molde con un terminado suave y un acabado aceptable.

4.1.3 Ventilación en los moldes: Desplazamiento de aire.

Los moldes hechos de cualquiera de los materiales descritos y con cualquiera de los métodos vistos, deben poseer suficientes agujeros de ventilación para poder funcionar. A través de esos huecos tanto el vacío como el aire a presión, ó ambos, son introducidos con el propósito de formar la hoja caliente contra la forma del molde. El hueco de ventilación debe localizarse en puntos clave, y esto es un aspecto crítico del termoformado. Tanto la localización, el número y el tamaño de los agujeros son puntos clave para un proceso exitoso. En el caso de los moldes múltiples, la interconexión entre cada molde individual es tan importante como la conexión del primer molde a la fuerza formadora.

FRACCIÓN DE PULGADA	Grosor EN ALAMBRE	PULGADAS DECIMAL (fracción)
	80	0.0135
	79	0.0145
1/64	-	0.0156
	78	0.0160
	77	0.0180
	76	0.0200
	75	0.0210
	74	0.0225
	73	0.0240
	72	0.0250
	71	0.0260
	70	0.0280
	69	0.0292
	68	0.0310
1/32	-	0.0312
	67	0.0320
1/32	66	0.0330
	65	0.0350
	64	0.0360
	63	0.0370
	62	0.0380
	61	0.0390
	60	0.0400
	59	0.0410
	58	0.0420
	57	0.0430
	56	0.0465
3/64	-	0.0469
	55	0.0520
	54	0.0550
	53	0.0595
1/16	-	0.0625

Los agujeros colocados en el molde deben interconectarse por canales en la parte posterior del molde, que viajen hasta alcanzar las conexiones de tubería que llegan hasta la fuente de fuerza (Compresor ó bomba de vacío). La tubería y todas las conexiones deben ser herméticas y estar provistas de mangueras flexibles que no restrinjan el movimiento del molde.

a) Tamaño de los barrenos de ventilación: Para empezar, el termoformado debe establecer el máximo tamaño de barreno que pueda manejar, pues mientras mayor sea el agujero, mayor será la fuerza formadora que se introducirá a través de él. Obvio que mientras mayor sea, mayores marcas dejará en el artículo termoformado. Los materiales más delgadas pueden formarse fácilmente con agujeros pequeños, y también se marcarán más que en los materiales gruesos.

Para materiales particularmente sensibles, debe utilizarse una medida mínima de barreno.

Siempre es más fácil barrenar con brocas largas. En la tabla se muestran la selección de barrenos usuales en el termoformado y sus moldes.(v. izq)

Como la aparición de marcas no deseadas está fuertemente relacionada con el grosor del material es bien aceptado utilizar como medida de barreno la mitad del grosor del material. Nunca debe excederse de esta medida.

b) Localización de los barrenos de ventilación: Para lograr el mejor detalle posible es necesario que todo el espacio de aire interno del molde sea evacuado, ya sea por vacío ó por desplazamiento. Como no debe existir aire atrapado entre el molde y el plástico, el aire debe removerse de las áreas de formado a través de los barrenos. Cada barreno estará conectado a la fuente principal de ventilación, ya sea a la atmósfera ó a la fuente de fuerza de formado.

Para una ventilación ideal, los barrenos se colocan en las esquinas, tanto como en las intersecciones del fondo y las paredes laterales, y en todas las marcas, canales y detalles del molde.

Debe tomarse cada configuración del molde como una pieza individual y diferente, en donde deberá planearse propiamente la localización de los barrenos. En la página siguiente se muestra la importancia de la localización de los barrenos en las esquinas de la cavidad para un formado completo en una pieza plástica termoformada.

c) El Número de barrenos de ventilación en un molde: Para aumentar la velocidad y la calidad del termoformado, es necesario evacuar el aire rápidamente. Para determinar el número de barrenos a utilizar en un molde, es necesario establecer la capacidad de volumen del molde. Este valor representa el desplazamiento de aire que se llevará a cabo cuando el termoformado se realice. En formas geométricas sencillas, el cálculo es simple; sin embargo, en cuerpos irregulares complicados, el cálculo se determina aproximadamente, llenando el área del molde con arena ó alpiste.

El valor del desplazamiento de aire del molde debe ser comparado primeramente con la capacidad de la bomba de vacío. El siguiente factor a establecer es el diámetro de salida de vacío de la bomba. Este diámetro debe ser idéntico al resto de la tubería. Cualquier restricción en las líneas de tubería causará una caída en la fuerza de vacío, creando un cuello de botella.

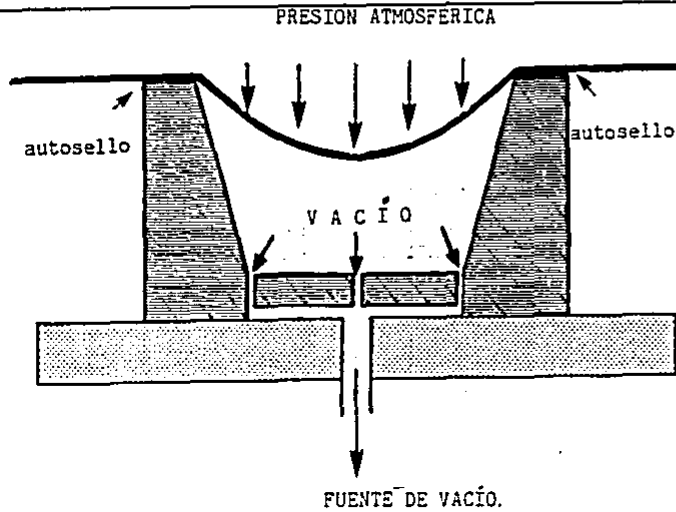
Además, la sección de tubería debe ser dividida primero entre el número de moldes individuales (si el molde es múltiple) y después entre el tamaño de barreno elegido. Este cálculo se expresa así:

Donde ϕT es el diámetro del corte del tubo, MI es el número de moldes sencillos

ϕT ϕB en el molde, y ϕB el diámetro de los barrenos.

$$\frac{\phi T}{\phi B \cdot MI} = \text{número de agujeros de ventilación requeridos por unidad de molde.}$$

1-Correcta colocación de
agujeros de vacío : Formado detallado.



2-Incorrecta colocación de a
agujeros de vacío: Agujeros centrales cubiertos
por la hoja dejando aire atrapado.

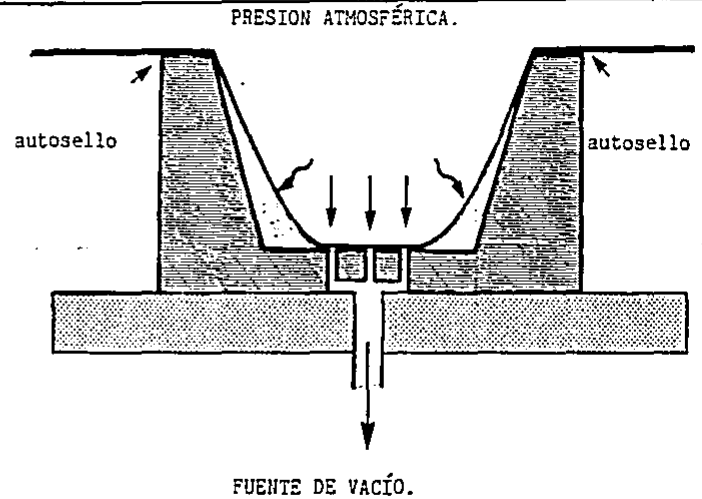
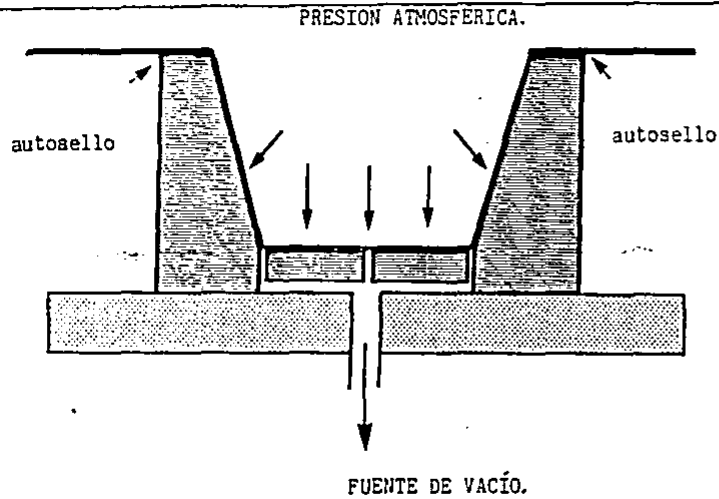
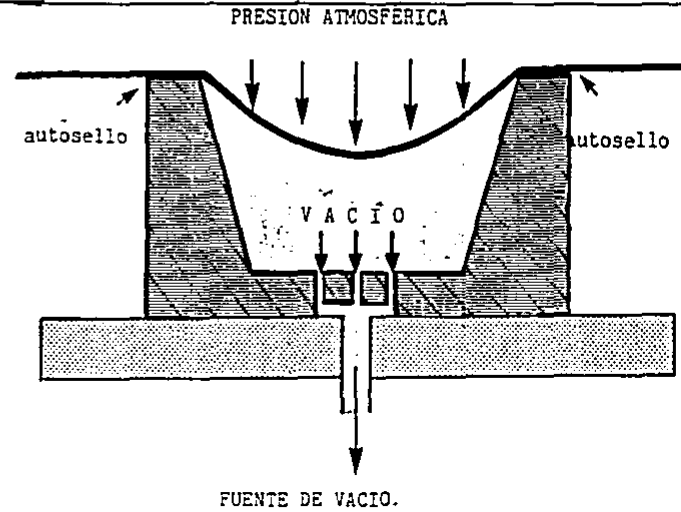


TABLA DE CONVERSIÓN
DE VACÍO A PRESIÓN DE AIRE.

Vacío Pulg/Hg	Presión (PSI)
5.00	2.45
6.00	2.94
6.12	3.00
7.00	3.43
8.00	3.92
8.16	4.00
9.00	4.42
10.00	4.91
10.20	5.00
11.00	5.40
12.00	5.89
12.24	6.00
13.00	6.38
14.00	6.87
14.28	7.00
15.00	7.36
16.00	7.85
16.32	8.00
17.00	8.34
18.00	8.66
18.36	9.00
19.00	9.32
20.00	9.81
20.40	10.00
21.00	10.30
22.00	10.79
22.44	11.00
23.00	11.28
24.00	11.77
24.48	12.00
25.00	12.27
26.00	12.76
26.52	13.00
27.00	13.25
28.00	13.74
28.56	14.00
29.00	14.23
29.92	14.70

Se recomienda añadir el 25% más de barrenos para preveer la obstrucción de alguno de ellos, que pudiera ocurrir en el transcurso de la producción.

El número de barrenos a usar es importantísimo en el formado a presión. El vacío puede llegar al máximo de 29.92" de mercurio, produciendo un equivalente de 14.7 p.s.i. de presión.

El formado a presión se realiza hasta 100 psi. La tabla a mi izquierda compara las fuerzas de vacío y presión. Para lograr el número ideal de barrenos en formado a presiones una buena idea aumentar el número que se usaría normalmente en formado al vacío.

Para estimar la evacuación de aire del molde y consecuentemente las medidas de caudal a varios niveles de presión, la tabla inferior debe ser consultada. Para determinar la medida de evacuación de aire en un molde, debe calcularse una correcta medición de barrenos.

FLUJO DE EVACUACION DE AIRE:

presión (psi)	pies cúbicos de aire por minuto por línea sencilla ó diámetro de orificio (pulgadas)										
	1/64	1/32	1/16	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
3	0.048	0.194	0.77	3.1	12.4	27.8	49.5	77.5	111	152	198
4	0.056	0.223	0.89	3.5	14.3	32.1	57.0	89.2	128	175	228
5	0.062	0.248	0.99	3.97	15.9	35.7	63.5	99.3	143	195	254
6	0.068	0.272	1.09	4.34	17.4	39.1	69.5	109	156	213	278
7	0.073	0.293	1.17	4.68	18.7	42.2	75.0	117	168	230	300
9	0.083	0.33	1.32	5.30	21.1	47.7	84.7	132	191	260	339
12	0.095	0.38	1.52	6.07	24.3	54.6	97.0	152	218	297	388
15	0.105	0.42	1.68	6.72	26.9	60.5	108	166	232	329	430
20	0.123	0.49	1.96	7.86	31.4	70.7	126	196	283	385	503
25	0.140	0.56	2.25	8.98	35.9	80.9	144	225	323	440	575
30	0.158	0.63	2.53	10.1	40.5	91.1	162	253	365	496	648
35	0.176	0.70	2.81	11.3	45.0	101	180	281	405	551	720
40	0.194	0.77	3.10	12.4	49.6	112	198	310	446	607	793
45	0.211	0.84	3.38	13.5	54.1	122	216	338	487	662	865
50	0.229	0.92	3.66	14.7	58.6	132	235	366	528	718	938
60	0.264	1.06	4.23	16.9	67.6	152	271	423	609	828	1082
70	0.300	1.20	4.79	19.2	76.7	173	307	479	690	939	1227
80	0.335	1.34	5.36	21.4	85.7	193	343	536	771	1050	1371
90	0.370	1.48	5.92	23.7	94.8	213	379	592	853	1161	1516
100	0.406	1.62	6.49	26.0	104	234	415	649	934	1272	1661
110	0.441	1.76	7.05	28.2	113	254	452	705	1016	1383	1806
120	0.476	1.91	7.62	30.5	122	274	488	762	1097	1494	1951

Esta tabla proporciona valores teóricos a 1 atm de presión y 70°F. La fricción del flujo causará una ligera disminución.....

4.2 CONTROL DE TEMPERATURA EN LOS MOLDES:

En el proceso de termoformado, el molde debe realizar una doble tarea. La 1ra. función del molde es proveer la forma para el plástico. La 2da. e igualmente importante es absorber el calor del plástico formado para fijar la nueva forma adquirida. Sin el enfriamiento, el calor se acumularía en el molde y eventualmente alcanzaría la misma temperatura que la hoja termoplástica. Esto evitaría el enfriamiento de la pieza formada, y haría el termoformado un proceso incompleto. En algunos casos, el termoformado puede ser llevado a cabo sin sistemas de enfriamiento adicionales. El calor del artículo formado puede ser disipado a través del molde, las placas y el marco sujetador. Este tipo de enfriamiento puede ser aventajado utilizando ventiladores. Los ventiladores se colocan sobre el área de formado y son usualmente operados sólo para el ciclo de enfriamiento. Jamás deben colocarse hacia el horno, pues crearían una corriente de aire indeseable. En el proceso de termoformado, un molde llamado "FRÍO" no es necesariamente un hielo. La temperatura neutral es considerada la alcanzada por la hoja en formación. Los moldes con temperaturas menores se denominan FRIOS, y con temperaturas superiores se denominan CALIENTES.

a) Enfriamiento de moldes: Para fijar la forma adquirida por la hoja termoplástica, es necesario enfriarla, y para lograr esto, la temperatura del molde deberá ser de FRÍO. Mientras mayor sea la diferencia de temperaturas entre la hoja y el molde, menor será el período necesario para el enfriamiento.

Desde luego que un molde excepcionalmente frío provocará un formado prematuro, causando un detalle pobre en las piezas y quizá hasta un formado no uniforme.

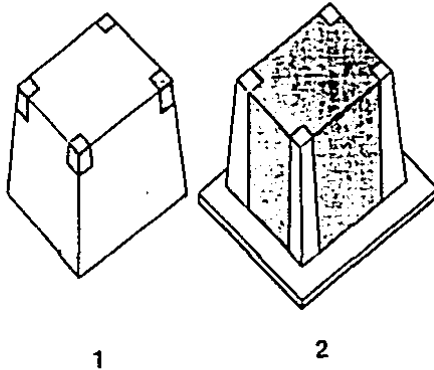
En producciones de altas velocidades (más de 29 ciclos por minuto) es necesario un sistema de enfriamiento por fluidos que circulen dentro del molde. Antes de lograr las condiciones óptimas de producción, es necesario realizar numerosas pruebas y ajustes hasta lograr una línea de producción continua a velocidades de operación uniformes.

b) Calentamiento de moldes: Hay ocasiones que el termoformado exige una temperatura del molde muy cercana a la temperatura de formación de la hoja t.p. caliente. Por una parte, en los formados con asistencia de tapón (macho), si el tapón está más frío, puede ocurrir un enfriamiento no deseado, por lo que el macho debe ser calentado. Por otra parte, existen materiales como el CPET (Polietileno-terephtalato cristalizabile) que exigirá moldes calientes, para crear la cristalización del plástico. Productos hechos con este material, una vez pasada la cristalización, soportan hasta 400°F sin destruirse. De hecho, el CPET se utiliza para charolas industriales de cocina. La manera más común de calentar un molde es utilizando resistencias eléctricas. Se perfora la parte posterior del molde y se le coloca una resistencia de cartucho, controlada por un termostato. También existe el calentamiento por circulación de fluidos, que obtiene una temperatura con un rango mínimo de fluctuación.

Si el fabricante en lugar de calentar el molde sólo necesita conservar la temperatura de éste, se utilizan materiales aislantes térmicos para los moldes. Estos materiales son aquellos que a través del contacto con la hoja termoplástica alcanzarán la temperatura de ésta, y la retendrán. Los principales son: Urea, madera, resinas fenólicas, polyamidas, y la más popular en USA y en Europa es la llamada "espuma Syntáctica". El uso de esta espuma sintáctica se ha adaptado particularmente a la fabricación de tapones macho. Desde luego, estos tapones no son las únicas aplicaciones del material. El uso de materiales aislantes es más apropiado en ciclos continuos, en maquinaria alimentada por rollo de hoja t.p. y provee una mejor distribución de material en las piezas. En máquinas alimentadas por hojas precortadas, es necesario un ciclo rápido y continuo, para que la espuma no pierda el calor de ciclo en ciclo, y resulte costeable.

Moldes de temperatura programada:

- 1- Molde frío de aluminio con insertos calientes de espuma sintáctica.
- 2- Cuerpo del molde caliente de espuma sintáctica, con insertos fríos de aluminio, extendidos hasta la placa de fijación.



c) Moldes de temperatura programada :

Existen dos tipos de moldes de termoformado de temperatura programada. El primero cambia las temperaturas a lo largo de todo su cuerpo. Por ejemplo, dentro de un ciclo de proceso sencillo, un molde frío debe cambiar a caliente y después de nuevo a frío, ya sea por medio de electricidad ó por flúidos circulantes, ó ambos. Es obvio que el material del molde será capaz de soportar los cambios bruscos de temperatura.

El segundo tipo de molde de temperatura programada consiste en un molde construído de varios materiales. Dentro del mismo molde existirán áreas frías y áreas calientes. El principio que sustenta a estos rarísimos e inusuales moldes es el hecho que la hoja t.p. se estirará más en los puntos más calientes de contacto, donde no se administra enfriamiento; y al mismo tiempo, aplicará resistencia a estirarse donde el enfriamiento se aplique.

El propósito de un molde de temperatura programada es lograr una distribución de pared uniforme en los artículos a producir, y en la figura se ven dos ejemplos.

4.3 MOLDES ESPECIALES :

Existen obstáculos dentro del proceso de termoformado que no pueden resolverse con moldes comunes. Es necesario un molde de construcción especial ó con un tratamiento en su superficie que funcione en favor del proceso. La mayoría de los procedimientos de termoformar NO requieren molde especiales, y el alto costo de este tipo de moldes puede resultar prohibitivo en la manufactura del artículo. Sin embargo, es recomendable conocer sus aplicaciones.

a- Superficie de moldes: Cuando el molde no "suelta" el artículo formado, la acción de desmoldeo puede dañar el producto, y frenar el flujo de la producción. La dificultad en el desmoldeo generalmente ocurre en artículos profundos, de ángulo de salida insuficiente, ó de diseños intrincados, y en moldes macho. Los moldes hechos de metal pueden ser tratados con recubrimientos que faciliten la tarea de desmoldar. Estos recubrimientos especiales pueden proveer amplia resistencia a corrosión.

*Recubrimientos desmoldantes: Debido a los efectos de encogimiento, el artículo termoformado en ocasiones se fijará al molde. El agente principal desmoldante es el teflón. Este recubrimiento es durable y suele aplicarse sobre moldes de aluminio. Para los moldes de prueba de yeso, una mezcla de detergente y agua funcionará como agente desmoldante.

* Resistencia a rasgaduras: En los termoformados producidos por hojas "cargadas" de pigmentos metálicos, fibras de vidrio ó carbono, aserrín, y otros expansores de resina, el material funciona como un abrasivo contra el molde. Además, el molde puede dañarse en el manejo inapropiado por parte del operador incapacitado, y para prevenir esto, el molde de aluminio se somete al proceso de anodización, que le dará una dureza de 60 Rockwell.

El anodizado además protege el aluminio de la corrosión. Cuando se termoforma en un ambiente de corrosión, el procesador tiene dos opciones: Rocíar un líquido anti-corrosivo sobre el molde, ó construir el molde de latón ó de berilio, lo cual quizá aumente mucho el costo.

* Moldes de acabados especiales: Para fabricar artículos de tolerancias comparables a los de inyección, los moldes se fabrican con alto grado de calidad y se desarrollan con un mínimo de distorsión. Después se croman, y aunque el costo suba, se sobreentiende que las hojas termo-plásticas en uso están dentro de las mismas normas de alta calidad, de otra manera el gasto excesivo en el cromado ó niquelado sería un desperdicio de dinero.

4.4 ERRORES MAS COMUNES EN LOS MOLDES :

La mayoría de los termoformadores que están "envueltos" en el proceso de una manera competitiva saben la ventaja que es poseer moldes libres de problemas. Los errores hechos en el proceso de fabricación del molde pueden detener el flujo de la producción, y crear productos de baja calidad. Las dificultades en el proceso pueden ser causadas por varios factores. Es posible que existan fallas ocultas en cualquiera de los ciclos del proceso, y el termoformador debe estar capacitado para resolver éstas situaciones. Los errores más comunes en los moldes son :

a- Localización de barrenos de ventilación: Es el principal. El barrenar las áreas críticas no es fácil, pero debe realizarse de acuerdo a las capacidades necesarias de desplazamiento de aire y en los lugares específicos.

b- Mala conexión de la fuerza formadora: La medida incorrecta de las tuberías es causa de una fuerza de formado deficiente. Deben conectarse las tuberías y los coples apropiados a la fuente de fuerza formadora y a los barrenos de ventilación.

c- Enfriamiento deficiente: Si se utilizan sistemas de enfriamiento por fluidos, es necesario conocer que función desempeña exactamente cada válvula, y es recomendable asignar un color diferente a cada una. Todos los canales de enfriamiento deben planearse

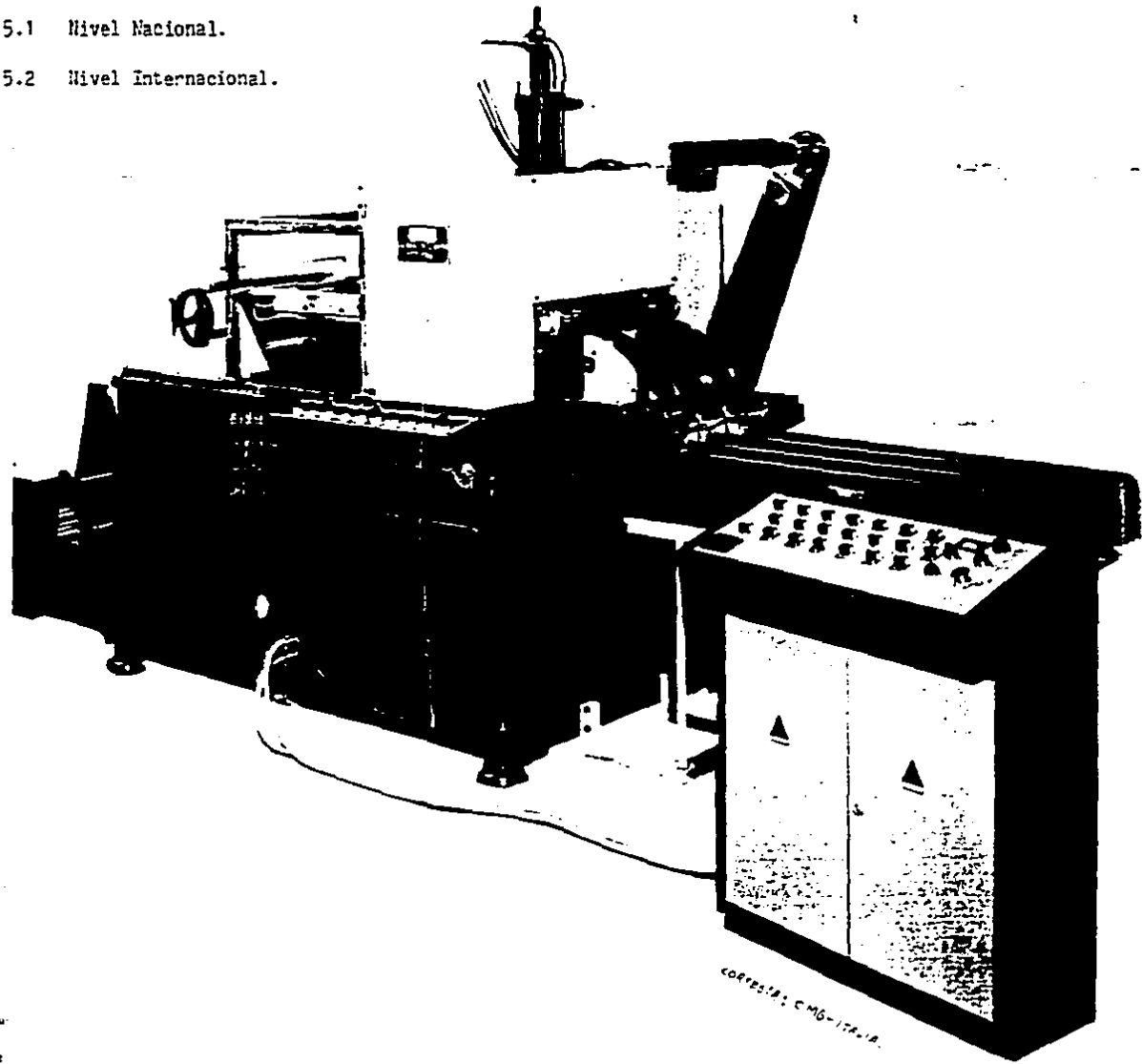
d- Incorrecto alineamiento del molde : Este es un error de instalación, y ocurre cuando las dos partes del molde no están alineadas entre sí. Esto puede causar un gran daño en los moldes mismos. Se recomienda instalar pernos de localización, ó abrazaderas de alineamiento para reducir el desalineamiento.

e- Espacios entre moldes : Este problema ocurre en formados con machi-hembrado utilizando espumas plásticas para formar, y sucede cuando la espuma no se expande lo esperado, porque su estructura de celda no es la adecuada. Entonces se crean vacíos entre los moldes. Se recomienda usar espumas de celda cerrada:

f- Moldes sobre-especificados: En ocasiones se fabrican moldes con estándares de calidad extremadamente altos. Las esquinas y orillas del molde son tan detalladas que el termoformado simplemente no es capaz de producir las piezas. El fabricante debe reconocer las limitaciones del proceso (v.2.4) y saber hasta que grado de calidad puede trabajar con este proceso.

5.1 Nivel Nacional.

5.2 Nivel Internacional.



COVEMA S.p.A.



Spett.le
 S.p.A. ALBERTO CALOGERO S.p.A.
 Quadrilatero - Casale
 Monf.

VE/CT

20/10/1987

Alle cortese attenzione del sig. Alberto Calogero S.

Ogg. Vs. lettera del 13/7/87

Vi ringraziamo per la Vs. gentile lettera in oggetto e ci scusiamo per il ritardo nel metterci in contatto con Voi ma purtroppo sulla stessa non figurava il Vs. indirizzo. Speriamo che la Camera di Commercio Italiana Vi faccia pervenire quanto da noi inviato.

Per quanto riguarda il Vs. interesse in macchine di termoformatura, purtroppo le Vs. indicazioni non sono sufficienti per poterVi sottoporre un'offerta dettagliata.

Come primo passo alleghiamo un catalogo de. nostri impianti tipo PC/PF idonei alla lavorazione sia del Polipropilene che nel Polietilene anidride e PVC.

Vi facciamo presente inoltre che le macchine adatte alla produzione di contenitori quali bicchierini, vasi per yogurt ecc. non possono essere usate per la produzione di blister-pack per i quali è richiesta un'altra tecnologia produttiva.

COVEMA S.p.A. C.M.G. - 174-18

5.1 PRODUCTOS EXISTENTES: NIVEL NACIONAL.

Al inicio de la investigación se conocían sólo dos fabricantes de termoformadoras. En el transcurso del proyecto, salieron al mercado sólo dos fabricantes nuevos de este provechoso método de manufactura. Los cuatro fabricantes nacionales producen maquinaria de estación sencilla, de formado al vacío, exclusivamente para blister y skin pack. Son máquinas para producciones limitadas y las cuatro empresas se localizan en el distrito federal. Estas empresas son:

1- VULCANO, s.a.	Modelo f-v- 4/5	Modelo f-v 5/7	
2- AFISAMATIC	Modelo vtf 4661 A	Modelo VTF 6176 A	Modelo VTF7691 A
3- FADIMA, s.a.	Modelo tfv 5065	Modelo tfv 6580	
4- PLASTIFORMAS ARTISTICAS	Modelo 5060	Modelo 3045	

A continuación presentamos los catálogos proporcionados por estas empresas, a quienes agradecemos su valiosa cooperación.

5.2 PRODUCTOS EXISTENTES : NIVEL INTERNACIONAL .

En este apartado se hará mención de los fabricantes internacionales más destacados y de las innovaciones más recientes que han aportado a la industria termoformadora.

Existen diferentes naciones productoras de termoformadoras, por lo que es imposible repasar todas. Las que se verán son escogidas como fabricantes tipo de lo que ocurre en la industria termoformadora en el mundo:

En Hungría, se fabrica la máquina VPB-940, destinada a la producción de artículos de embalaje en gran escala, puede fabricar 200 cajas de 40 x 40 x 20 mm por minuto. La VP-Super está concebida para fabricar artículos de gran tamaño, como bañeras, refrigeradores, etc.

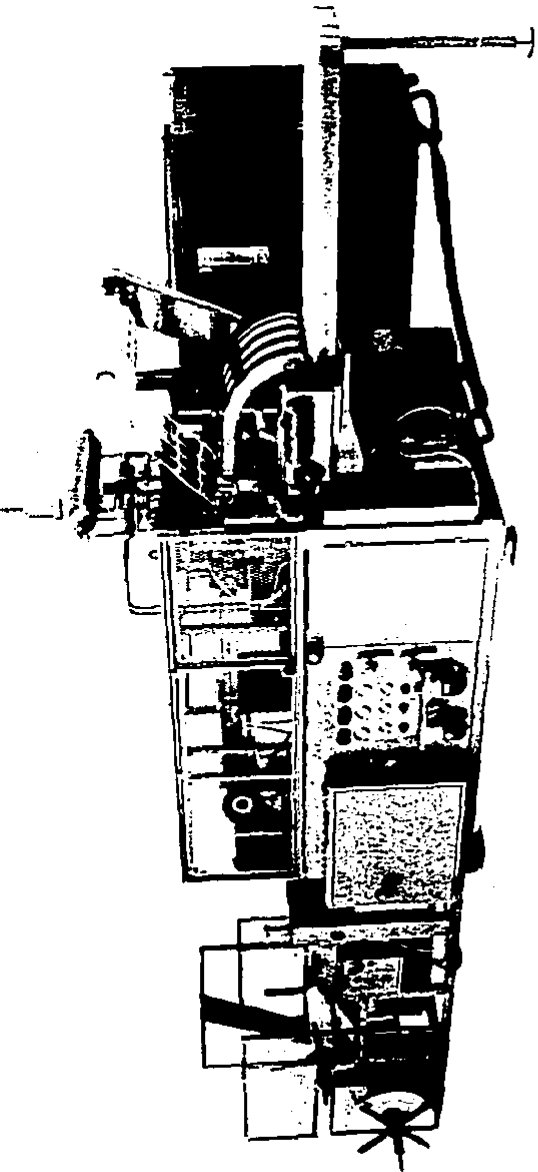
La casa John Brown de Inglaterra se dirige hacia mayor precisión. Altas velocidades, menores rechazos y mantenimiento de tolerancias de esfuerzo son sus metas. Brown produce maquinaria para formado a presión de aire, para formar con mejor detalle.

Para el empaquetado aséptico de alimentos, la máquina Sentinel Newpack forma, llena y sella.

Por 1/2 del sistema de peróxido de hidrógeno esteriliza las hojas y tapaderas, antes del formado y llenado, y se llevan a estaciones asépticas.

OMG de Italia lanza al mercado maquinaria de producción pellet-producto con controles computarizados, que chequean temperaturas, presiones, vacío, y tiene un sistema de alarmas para notificar algún desperfecto en la producción. El equipo se compone de extrusora, horno, termoformadora, contador automático, cortador automático y enfriador.

De la división Egan de John Brown Plastic Machinery se lanza un equipo para producir partes gruesas automotrices. Un extrusor produce hojas de ABS, de 1 a 7 mm de grosor, y 1320 mm de ancho. El área máxima de prensado por la termoformadora es de 1.2 m x 2 m y profundidad de formado de 600 mm. El sistema incluye reciclaje automático del sobrante, el cual se mezcla con el material virgen. El extrusor alimenta a la termoformadora a temperaturas de formado, y no es necesario calentar más.



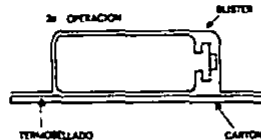
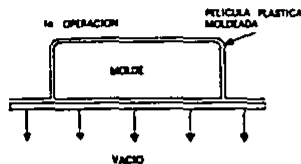
Datos Tecnicos

MODELO	VTF 4661 A	VTF 6176 A	VTF 7891 A
TAMARO DE LA HOJA	500 X 650 mm.	650 X 800 mm.	800 X 950 mm.
AREA DE FORMADO	460 X 610 mm	610 X 760 mm.	760 X 910 mm.
PROF. MAX. DE FORMADO	150 mm.	150 mm	150 mm.
GRUESO MAX. PLAST.	3.8 mm	3.8 mm.	3.8 mm.
MOT. SISTEMA VACIO	3/4 H. P.	1 H.P.	2 H.P.
RESIS. CALEFACTORA	5000 W	8000 W	10000 W
CONTROL DE TEMP.	50-300°C	50-300°C	50-300°C
ALIMENTACION	2 X 220 V 50-60 c/s	3 X 220 V 50-60 c/s	3 X 220 V 50-60 c/s
CONSUMO MAXIMO	5500 W.	8750 W.	12000 W
CORR. DE ENTRADA	25 A.	25 A.	32 A.
CONTROL DE TIEMPO	0-30 Seg. X 3	0-30 Seg. X 3	0-30 Seg. X 3
CONSUMO DE AIRE A 6 Kg/cm ²	1 HP	2 HP	3 HP
DIMENSIONES	1100 X 1500 X 1700 mm. 1250 X 1650 X 1700 mm. 1400 X 1800 X 1700 mm		

BUSTER

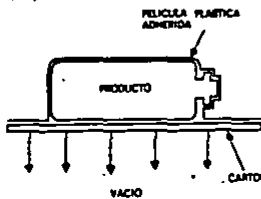
Para este proceso se prepara previamente la burbuja plástica utilizando un molde; dentro de la

burbuja se coloca el producto; al adherirse la burbuja al cartón el producto queda encastrado.



SKIN

Este proceso consiste en la sujeción del producto entre un cartón, generalmente impreso, y una película plástica que lo aprieta como si fuera su propia piel.



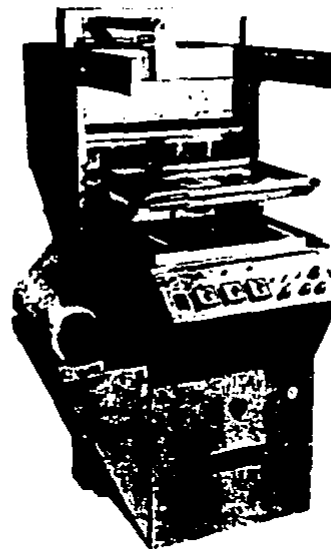
AFISA/MATIC

68
MÁQUINAS BUSTER Y SUJADORAS DE HOJAS
MÁQUINARIA PARA EMPAQUE Y MOLDEO POR VACIO

RAE
REACTORES AEROSOL
MÁQUINAS BUSTER
MÁQUINARIA PARA EMPAQUE Y MOLDEO POR VACIO

68

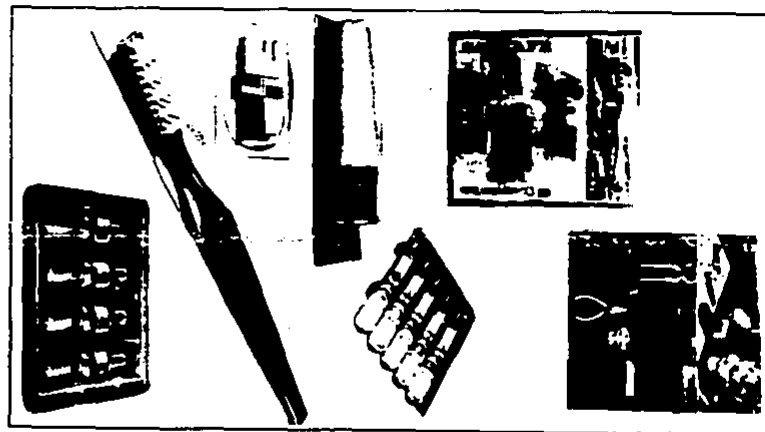
Termoformadora de vacio VTF embalajes Blister y Skin



Con la VTF: embalajes mas efectivos avanzados y más económicos.

La máquina VTF esta construida con los adelantos de la técnica moderna. El moldeo por embutición se realiza limpiamente y sin ningún desperdicio.

Gran seguridad industrial por su sólida construcción, su operación segura y fácil y por su sencilla conservación.



	MODELO FV -4-5	MODELO FV -5-7
Accionamiento	manual	neumático
Altura máx. moldeada	7 cms.	15 cms.
Ancho del rollo del film plástico	56 cms.	56 cms.
Tamaño de la hoja del plástico	45 x 55 cms.	55 x 75 cms.
Area del moldeo	40 x 50 cms.	50 x 70 cms.
Espacio en el piso	68 x 80 cms.	84 x 95 cms.
Altura de la máquina	117 cms.	128 cms.
Calefacción Eléctrica	2,250 W 115 V	4,500 W 220 V
Total amperaje	26 amps.	30 amps.
Peso bruto aproximadamente	140 Kgs.	295 Kgs.

MAQUINA DE FORMADO AL VACIO

CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA

USOS: La máquina para formado al vacío sirve para moldear lámina de plástico en diferentes formas y gran variedad de dimensiones, y es ideal para la fabricación de empaque de tipo ampolla, recipientes para envasar alimentos, formado de letreros, embalajes desechables, etc., que se utilizan como complementos de líneas base para facilitar su exposición al público.

MATERIA PRIMA QUE UTILIZA: Se usa lámina de material termoplástico de varios calibres tales como acetato, estireno, P.V.C. polietileno, A.B.S., etc.

MOLDES QUE SE UTILIZAN: Las matrices para este tipo de moldeado son muy económicas y pueden hacerse en metal, madera o yeso.

VENTAJAS MAS NOTABLES:

FACIL MANEJO: La operación de la máquina es tan sencilla que puede ser realizada por empleados sin previa preparación.

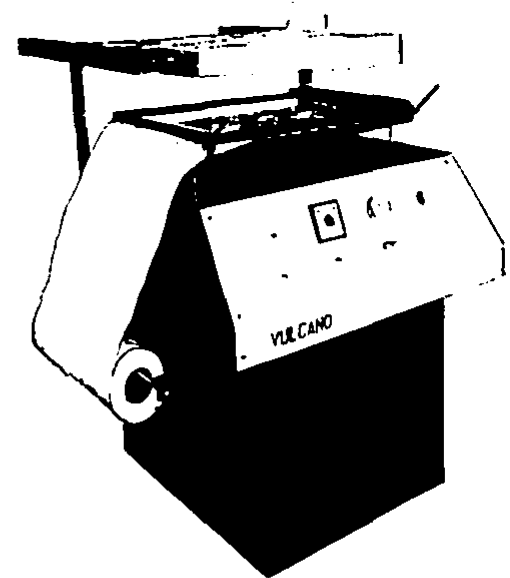
SOLIDA CONSTRUCCION: Hecha para tener un mantenimiento mínimo y muy económico.

EQUIPO: Sólo se utiliza equipo de la más alta calidad y prestigio.

INSTALACION: Utiliza corriente de 115 Voltios ó 220 Voltios, 60 -- Hertz.

SERVICIO Y REFACCIONES.

VULCANO



MODELO FV-5-7

FADIMA

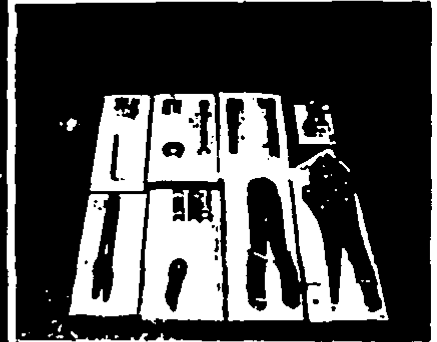
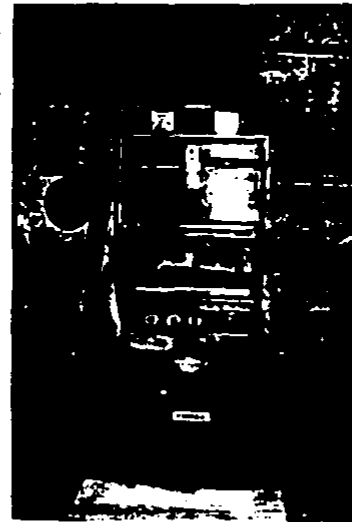
Skin Blister y embalajes

TODO EN LA

Termoformadora de vacio TFV

Datos Técnicos

MODELO	TFV 5065	TFV 6580
ALIMENTACION	2 x 220 V 50-60 c/s	2 x 220 V 50-60 c/s
CONSUMO DE AIRE A 6 Kg/cm ²	1 H.P.	2 H.P.
CONSUMO MAXIMO	5500 W	8750 W
CORR. DE ENTRADA	25 A	25 A
CONTROL DE TIEMPO	0-30 Seg. x 3	0-30 Seg. x 3
CONTROL DE TEMPERATURA	50-300°C	50-300°C
RESISTENCIA CALEFACTORA	4600 W	7000 W
MOT. SISTEMA VACIO	3/4 H.P.	1 H.P.
GRUESO MAX. PLAST.	4.0 mm.	4.0 mm.
PROF. MAX. DE FORMADO	150 mm.	150 mm.
AREA DE FORMADO	460 x 610 mm.	510 x 750
TAMAÑO DE LA HOJA	500 x 650 mm.	560 x 800



Las TFV cuentan con la más avanzada Tecnología que existe.

Han sido estudiadas y diseñadas para una época moderna.

Con las TFV podrá fabricar SKIN BLISTER y EMPAQUES que nunca habría imaginado.

Tienen una elevada producción haciendo un ciclo cada 45 segundos aproximadamente.

Las TFV por su avanzada Tecnología no requiere de personal altamente preparado para su mantenimiento.

PLASTIFORMAS ARTISTICAS

MAQUINA TERMOFORMADORA MOD. 5060
BLISTER Y SKIN PACK.

CARACTERISTICAS:

AREA DE FORMADO 50x60 CMS.
CORRIENTE TRIFASICA 220
CONSUMO ELECTRICO 5000 WATTS.
SISTEMA DE SUCCION 1 H.P.
TIMER 6 A 60 SEGUNDOS
OPERACION MANUAL PROMEDIO 30 A 60 SEGUNDOS

DIMENSIONES GENERALES

ALTURA 1.25 MTS.
LARGO 1.31 MTS.
ANCHO .95 MTS.

MAQUINA SUAJADORA DE BLISTER MOD. 605509

CARACTERISTICAS:

AREA DE SUAJADO 60x55 CMS.
SUAJA HASTA 9 CMS. DE ALTURA.
CORRIENTE MONOFASICA 110V.
OPERACION PNEUMATICA.
PRESION 60 A 80 LIBRAS.
CONSUMO DE AIRE 2 LITROS CUBICOS CADA OPERACION
OPERACION MANUAL PROMEDIO 10 A 30 SEGUNDOS CADA OPERACION.
REQUIERE COMPRESOR $\frac{1}{2}$ H.P.

DIMENSIONES GENERALES

ALTURA DEL PISO AL AREA DE SUAJADO 1 METRO.
ALTURA CENTRAL MECANISMO DE SUAJADO 1.15 MTS.
LARGO 1.60 MTS.
ANCHO .65 MTS.

MAQUINA TERMOSELLADORA DE BLISTER MOD. 3045

CARACTERISTICAS:

AREA DE SELLADO 30x45 CMS.
SELLA BLISTER O BUREJJA PVC.
OPERACION PNEUMATICA.
PRESION 60 A 80 LIBRAS.
CONSUMO DE AIRE .375 M.L. CADA OPERACION
CORRIENTE MONOFASICA 110V.
CONSUMO ELECTRICO 1500 WATTS.
OPERACION MANUAL PROMEDIO 10 A 30 SEGUNDOS C/OPERACION.
REQUIERE COMPRESOR $\frac{1}{2}$ H.P.

DIMENSIONES GENERALES

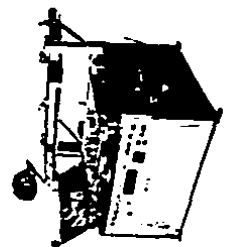
ALTURA DEL PISO AL AREA DE SELLADO .60 MTS.
ALTURA CENTRAL MECANISMO PNEUMATICO 1.40 MTS.
LARGO 1.50 MTS.
ANCHO .62 MTS.

Avenida 719 D Col. Del Valle
C.F. 03100 Tel. 542-40-16

PLASTIFORMAS
ARTISTICAS

Imaqui Barrera Licena
Experto de Ventas

Avenida 719 D Col. Del Valle
C.F. 03100 Tel. 542-40-16



SKIN PACK



NEW ADDRESS
P. O. Box 1794 1125 W. Boardstey Ave.
Goshen, IN 46526
(219) 294-1899

TAMCO MANUFACTURING COMPANY

64510 CR 27
Goshen, Indiana 46526
(219) 533-5339

Effective February 2, 1987

(Prices Subject to Change)
(without Prior Notice.)

proto•vac

PRICE SHEET

**PRICE LIST
AND
TECHNICAL
INFORMATION**

Tamco designs and builds
custom Machines. Let us
build one to meet your needs.

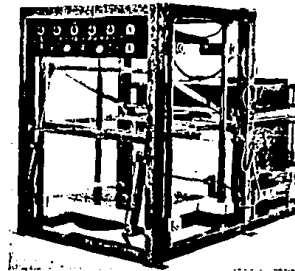
MODEL	50		\$3,695.00
	Maximum Sheet Size	22" x 22"	
	Maximum Mold Size	20" x 20"	
MODEL	100		\$4,595.00
	Maximum Sheet Size	30" x 22"	
	Maximum Mold Size	28" x 20"	
	Special Features:		
	This Model can be used as a packaging machine or a vacuum former. Please specify your desired application.		
MODEL	200		\$5,795.00
	Maximum Sheet Size	30" x 30"	
	Maximum Mold Size	28" x 28"	
MODEL	400		\$8,595.00
	Maximum Sheet Size	60" x 30"	
	Maximum Mold Size	58" x 28"	

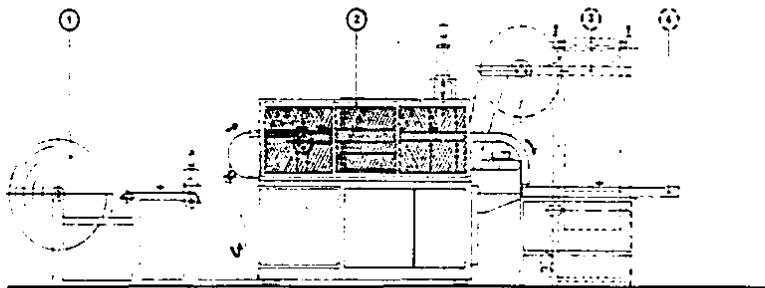
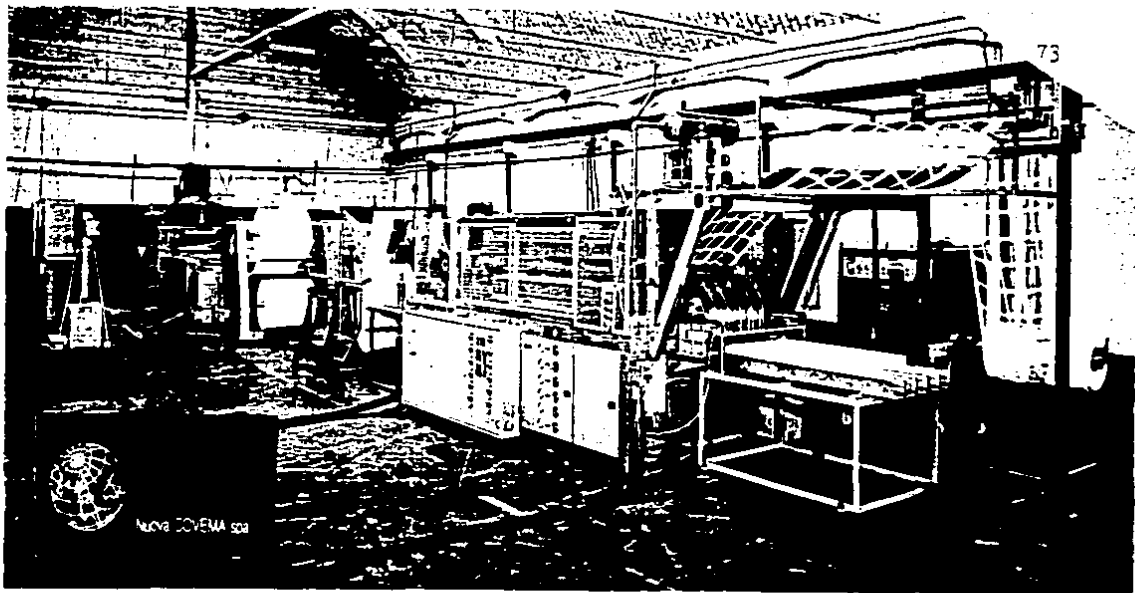
TAMCO PROTO-VAC FEATURES



20 gal. surge reservoir and 4 CFM vacuum pump.

1000 watt CR
Coil-O-Rod
generators
with polished
aluminum
specular.





FORCUTTING PL

OPTIONAL

TECHNICAL DETAILS

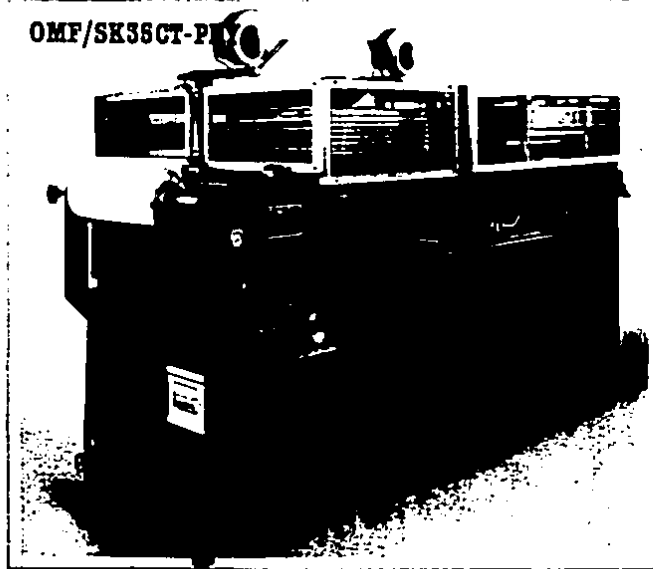
Type of plant Code	FORCUTTING PL							Power kW	Consumption kg/t	PLANT DIMENSIONS				
	1	2	3	4	5	6	7			Height m	Width m	Depth m		
Hot metal converter C00	1000	1200	1500	1800	2100	2400	2700	1000	10	12	15	20	25	30
Hot metal converter C01	1000	1200	1500	1800	2100	2400	2700	1000	10	12	15	20	25	30
Hot metal converter C02	1000	1200	1500	1800	2100	2400	2700	1000	10	12	15	20	25	30
Hot metal converter C03	1000	1200	1500	1800	2100	2400	2700	1000	10	12	15	20	25	30



WPI
WPI - Covema Industrie - Via Sesto 100 - 40138 Bologna - Italy - Tel. 051/2611111 - Telex 320321 - Fax 051/2611112

Macchina automatica attrezzata per confezionamento Skin-Pack e termoformatura blister in continuo con incluso taglio in linea dei prodotti termoformati.

OMF/SK3SCT-P



CONTINUOUS WORKING AUTOMATIC MACHINE PARTICULARLY EQUIPPED FOR PACKING SKIN-PACK AND THERMOFORMING BLISTER, WITH CUTTING ON LINE OF THE THERMOFORMED PRODUCTS
SONDERLICH AUSGERÜSTETE AUTOMATISCHE MASCHINE FÜR DIE KONTINUIERLICHE SKIN-PACK VERPACKUNG UND BLISTER TIEFZIEHEN MIT SCHNITT IN LINIE DER TIEFGEZOGENEN PRODUKTE

La macchina termoformatrice OMF SK-CT è di robustissima struttura monoblocco in profilati d'acciaio.

Particolari dispositivi consentono il semplice cambio di programma di alimentazione automatica dei cartoni e dei particolari da confezionare in combinazione con una camera mobile che avanza insieme al cartone fornendo la corretta azione ed reazione stabilizzante degli oggetti durante l'impilazione e l'impilazione risultando in sempre maggiore precisione e separazione in linea dei prodotti.

termoformatrice che un motore a presa elettrica. Tali sistemi di taglio annua l'impilamento del prodotto in maniera da assicurare ad una macchina di struttura separata, ottenendo anche una massima precisione dimensionale del taglio.

Avanzamento del film e scarico dei prodotti mediante sistemi ad azionamento a motore, uniformità di pastificazione del materiale mediante dotazione di un regolatore di temperatura.

Controllo elettronico della temperatura di lavoro sul piano superiore e inferiore, per evitare l'usura dei materiali.

La macchina è dotata di un sistema di controllo elettronico della temperatura di lavoro sul piano superiore e inferiore, per evitare l'usura dei materiali.

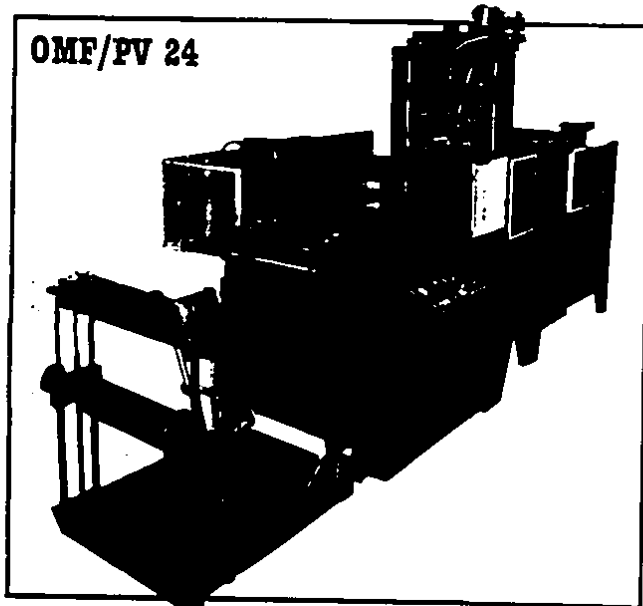
Tutte le operazioni di manutenzione sono gestite automaticamente.



Termoformatrice rapida ad azione combinata vuoto e pressione per medie e grandi produzioni

AUTOMATIC THERMOFORMING MACHINE WITH PRESSING AND VACUUM COMBINATION
MACHINE A THERMOFORMER RAPIDE A ACTION COMBINEE VIDE ET PRESSION
SCHNELL - TIEFZIEHMASCHINE MIT VAKUUM UND DRUCKLUFT KOMBINIRTER ARBEITSWEISE

OMF/PV 24



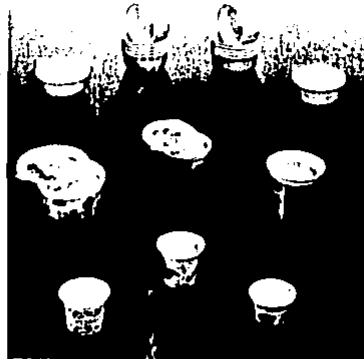
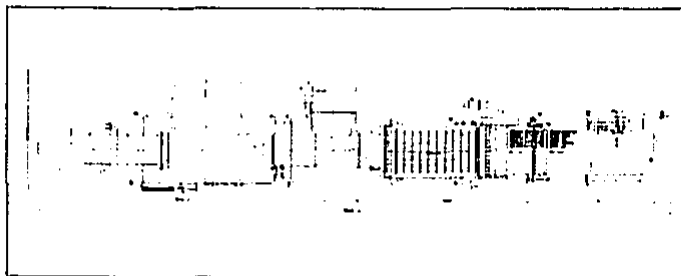
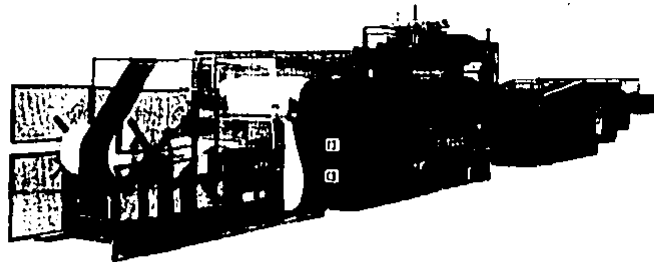
Questa macchina modulare, dotata di diversi optional aggiuntivi, consente di risolvere svariati problemi di termoformatura. Dispone, ad esempio, di:

- programma di termoformatura sottovuoto, ad alta velocità;
- programma di termoformatura vuoto e pressione combinati;
- termoformatura con positivo sul piano superiore;
- termoformatura con negativo sul piano inferiore;
- termoformatura con negativo sul piano superiore;
- termoformatura con positivo sul piano inferiore;
- contrastampi indipendenti sui piani inferiori e superiori.



O.M.G. di Fretta Severino & C. s.n.c.
 Via Torino 78 - 10040 Givoletto/Torino - Tel. (011) 984 71 56 - 984 74 53

linea completa 7530.1 + I.P. + alimentatore



Linea automatica di termoformatura per la lavorazione dei materiali plastici PS - PP - PVC - ABS in bobina. Utilizzando stampi automatici con le cavità disposte a più file. Da termoformato il prodotto viene impilato e alimentato su una fila unica di alimentazione. Produzione approssimativa 40.000 - 50.000 pezzi/h. Predisposizione all'applicazione del gruppo bordatura, gruppo conteggio, confezionamento o stampa offset.



Automatic thermoforming line for the processing of plastic materials in rolls such as PS-PP-PVC-ABS. Using self cutting moulds with several rows of cavities. After thermoforming, the item is stacked and conveyed on a single feeding row. The line is prepared for the application of following groups: flanging - counting - packaging or offset printing. Production rate (approx.) 40.000 / 50.000 pcs per hour.



Automatische Thermoformanlage für die Verarbeitung von Plastikmaterial in Rollen wie z. B. PS-PP-PVC-ABS. Es werden Selbst-Schneidende Formen mit verschiedenen Lochreihen benutzt. Nach dem Thermoformen werden die Teile gestapelt und in einer einzelnen Zuführungreihe gefordert. Diese Anlage ist für folgende Gruppen geeignet: Stanzen, Zählen, Verpacken oder Offsetdruck. Produktionsstückzahl ca. 40.000 bis 50.000 Teile pro Stunde.



Linea completa et automatique de thermoformage pour PS - PP - PVC - ABS alimenté en bobine ou feuillet. Utilise des moules à découpe incorporées avec empreintes disposées sur plusieurs files. Après le thermoformage le produit est empilé et alimenté sur une seule file d'alimentation. Production 40 à 50.000 pièces / heure. Predisposition pour l'emballage, le comptage, l'emballage ou l'impression offset.



Linea automática de termoformado para trabajar PS-PP-PVC-ABS. Emplea moldes con sistema de corte incorporado y con más hileras de cavidades. Una vez termoformado el artículo viene apilado y canalizado en una única hilera de alimentación. Producción aprox. de 40.000 a 50.000 pzh/h. Línea predispuesta para la aplicación de sucesivos equipos para el rebobinado de los vasos, conteo, impresión offset, empaque automático, envasamiento automático.

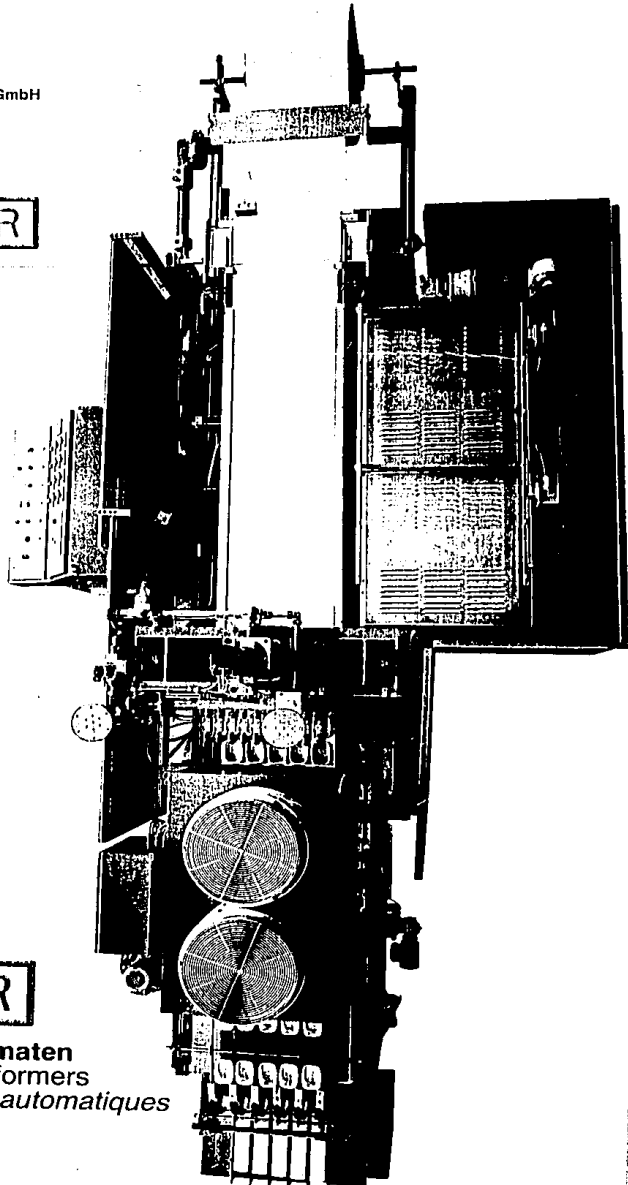


s.r.l.

20052 MONZA (MILANO) ITALY VIA DELLA GIARDINA 19 TEL. (039) 792385 TELEX: 341175 TCN I

76
Maschinenbau Gabler GmbH
Niels-Bohr-Ring 5 a
D-2400 Lübeck 1
Tel. (0451) 3107-0
Telex 26768
Telefax (0451) 3107204

GABLER



GABLER

Thermoformautomaten
Automatic Thermoformers
Thermoformeuses automatiques

6.1 PLANTEAMIENTO.

6.2 ANALISIS:

6.2.1 Funcionamiento.

6.2.2 Factor Humano: Antropometría-Ergonomía.

6.2.3 Anexos de Información.

6.3 REALIZACIÓN: CURSOGRAMAS DE FABRICACIÓN.
PLANOS DE PRODUCCIÓN.

6.4 T E R M O V A C .
Presentación gráfico-descriptiva.

6.2 ANÁLISIS :

" El análisis es el procedimiento de separar a un todo en sus partes constitutivas."

DUGALD STEWART.

En este apartado se examinarán los elementos constitutivos del proyecto y las situaciones que determinarán la vida esperada del diseño por ser, para reconocer las circunstancias a las que se verá sometido el equipo a diseñar, tomando en cuenta los siguientes factores :

6.2.1 Funcionamiento: Esto concluirá con la memoria descriptiva de funcionamiento.*

6.2.2 Factor Humano: Se analizará de acuerdo a un sistema hombre-Máquina, considerando Ergonomía y Antropometría.

6.2.3 Anexos de Información: Será la información específica necesaria para completar la proporcionada por la investigación, y requerida para diseñar.

(E T A P A D E D I S E Ñ O : B O C E T O S)

Posteriores a estos puntos y una vez obtenida la solución final, se pasará a la realización del proyecto, a los cursogramas de fabricación y a los planos de producción, para finalmente presentar gráficamente el resultado.

* Una vez detectada la vida esperada del diseño se examinarán las condicionantes y sus respectivas alternativas de solución, para establecer finalmente los parámetros de diseño a considerar, agrupándolos dentro de una memoria descriptiva, la cual será la guía para pasar a la etapa creativa y de realización del proyecto, pasando previamente por el estudio del factor humano en relación con el equipo.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

6.2.1 FUNCIONAMIENTO: Análisis de los elementos constitutivos del equipo.

Las situaciones de operación de funcionamiento del proyecto serán determinadas por los siguientes factores:

- a) Fuentes de alimentación de material termoplástico disponibles en México.
- b) Mecanismo de Sujeción del material termoplástico.
- c) Fuente de calor de la maquinaria.
- d) Medios para el formado de la pieza.
- e) Enfriado.
- f) Operaciones de terminado de las piezas.

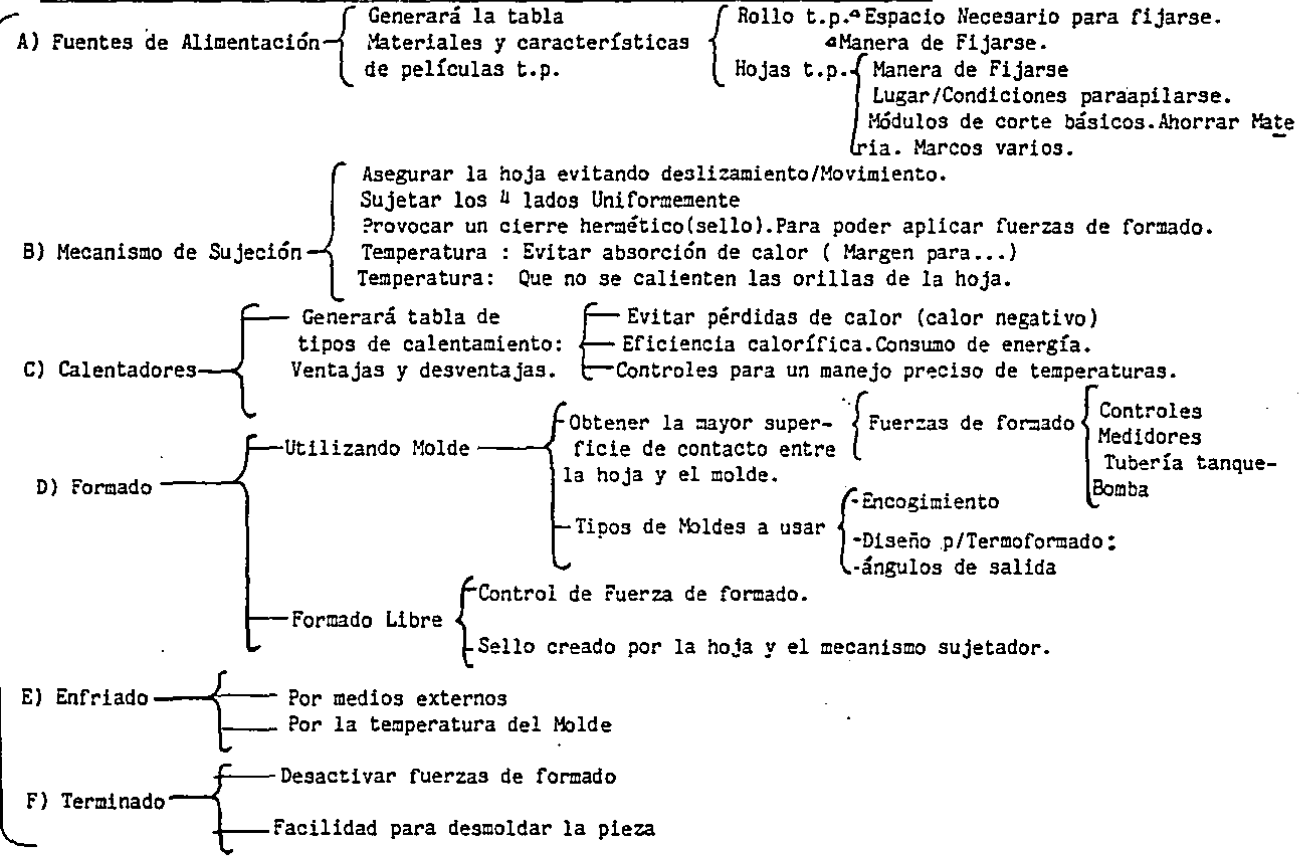
El funcionamiento de la máquina no será totalmente automático, (v. planteamiento). El carácter semi-automático del equipo dividirá a las situaciones de operación de funcionamiento en dos grupos:

- * Pasos realizados por la Maquinaria, bajo el comando del operador.
- * Pasos realizados por el operador.

A continuación se presenta un cuadro sinóptico a manera de guía, sobre el desarrollo del análisis de funcionamiento de la termoformadora, y posteriormente el análisis de cada uno de los elementos del equipo. Después se presenta la memoria descriptiva de conclusiones de funcionamiento.

* PASOS REALIZADOS POR LA MAQUINARIA

Pasos Realizados por la Maquinaria .



* PASOS REALIZADOS POR EL OPERADOR *

Pasos Realizados
por el operador .

- | | | |
|---|---|---|
| A) Fuentes de alimentación de material t.p. | { | Cargar el material termoplástico.
Colocar en posición para entrar al mecanismo sujetador
Colocar la materia en el mecanismo |
| B) Mecanismo de sujeción | { | Abrir el mecanismo.
Colocar la materia prima en él.
Cerrar el mecanismo.
Colocarlo en posición para entrar a calentamiento.
Colocar el mecanismo sobre el molde. Uso de registros. |
| C) Calentadores | { | Programar la temperatura necesaria.
Encender la fuente de calor.
Apagar la fuente de calor cuando sea necesario en el ciclo. |
| D) Formado | { | Colocación de Molde en la mesa de formado(Existencia de mesa de Formado...)
Fijación del molde y de la mesa de formado. Si es necesario sellar con cinta.
Colocación del mecanismo sujetador sobre el molde. Uso de registros.
Aplicación de fuerzas de formado. Control de éstas. |
| E) Enfriado | { | Activar agentes de enfriamiento.
Esperar enfriado de la(s) pieza(s). |
| F) Terminado | { | Desactivar fuerza de formado.
Desmoldar pieza.
Apilado para preparar operaciones de terminado: { |
| | | Recortado,
Barrenado,
Etc. |

Podríamos resumir lo anterior en dos puntos :

*Carga y descarga del Mecanismo de Sujeción . Movimiento de éste a las diferentes áreas:Formado,Calor.termin

*Manejo de los controles de la máquina : Interfase Hombre-Termoformadora.

Para éste segundo punto es necesario establecer . los parámetros antropométricos y de ergonomía.

A) FUENTES DE ALIMENTACION DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO DISPONIBLES EN MEXICO.

NOMBRE DEL POLIMERO	MEDIDAS	GROSORES	RANGO DE °C DE MOLDEO	OBSERVACIONES
ACRILICO	1.85 x 0.91	3 mm	85 °C a 120°C	Encoge de 2 a 4%. Altamente resiliente. Formarse antes de 120°C
	1.85 x 2.44	3,4,5,6 mm	85°C a 130°C	
	1.85 x 1.25	3,4,5,6 mm	85°C a 130°C	
ABS	Sobre pedido	Hasta 2mm	80°C a 104°C	Laminado vía PEMEX
Polietileno A D	Sobre pedido	Sobre pedido	90° a 130°C	Laminado vía PEMEX
Polipropileno	Sobre pedido	Hasta 2mm	69°C a 79°C	Laminado vía PEMEX
PVC	rollo 52cm X 100mts	Calibres 3,7,15,20	65°C a 85°C	Se contrae hasta 3%
Poliestireno	1.80 x 1.20	.3mms	69°C a 86°C	Altamente Inflamable " " " " "
	1.80 x 1.20	1,2 y 3mms	73°C a 90°C	
	1.20 x 1.00	"	" "	
Acetato de Celulosa	Sobre Pedido	Sobre pedido	67°C a 74°C	Laminado Vía PEMEX

- * PROBLEMAS GENERADOS:
- 1- Espacio para colocación de un rollo . de manera que esté bien sujeto, pero se permita su giro libre para alimentar la máquina termoformadora.
 - 2- Espacio para colocar un stock de hojas precortadas que alimenten a la máquina.

El rollo se puede fijar con un eje central en la bovina que permita su giro.
Las hojas precortadas pueden apilarse horizontalmente ó una inclinación de 10° verticalmente.
Para determinar las medidas de corte de las hojas precortadas es necesario analizar también las diferentes opciones de mecanismos de sujeción, y aunado a la información aquí presentada, dimensionar paneles estándar de corte.

Laminado Vía PEMEX: No existen en el mercado en forma de Láminas, pues su consumo se reduce a fábricas inyectoras. Se espera que conforme avance el termoformado salgan al público en forma de láminas ó rollos.

B) MECANISMOS DE SUJECION:

El mecanismo sujetador de la materia termoplástica deberá sujetarla firme y uniformemente, evitando cualquier movimiento ó deslizamiento posible durante el formado. Deberá provocar un cierre hermético, aprovechando las características de la hoja t.p. ;para poder aplicar fuerzas de formado, y deberá ser de un material aislante térmico, que evite que el marco absorva el calor ó que se calienten las orillas de la materia a formar. y en relación con el área de calor, el mecanismo sujetador deberá ser menor, para evitar que el marco ó cadena sombrée el área de la lámina a termoformar.

Los tipos de mecanismo de sujeción son los siguientes:

- De Marco con bisagra aun lado.
- De marco con tachuelas remachadas en el marco inferior y ofiricios en el superior.
- De Marco con muescas en el superior y salientes en el inferior.
- De cadena con alfileres en los eslabones(para líneas de producción continuas)

Por las variantes de materiales disponibles para ser termoformados y sus diversas medidas, es necesario un mecanismo de sujeción que se adapte ó ajuste a las medidas de corte de las hojas, a fin de aprovechar al máximo el material, por lo que se requiere un mecanismo variable.

Dentro de los materiales no metálicos que se utilizan para los mecanismos sujetadores están:

La madera de maple, las maderas cubiertas con plaste, ó epoxy .

De los materiales metálicos se utiliza el aluminio, y el acero inoxidable.

En las medidas de hojas precortadas en la maquinaria existente (Nivel nacional e internacional), encontramos como medida mínima de trabajo 30cms x 30 cms. y medida máxima 1.80 mts x 90 cms. Como área promedio utilizada 56 x 56 cms. Si proveemos a la maquinaria de un rango de 30 a 70 cms, será un dimensionamiento multi-adaptable a las necesidades de infinidad de productos, siempre y cuando sea ajustable.

C) CALENTADORES :

Aquí nos encontramos con una infinidad de posibilidades, estudiadas previamente en el capítulo uno (VI.2.3) Nuestra necesidad es la de controlar la temperatura, su uniformidad, su tiempo de aplicación y su velocidad. Para analizar las posibilidades dividimos en los tres tipos de calentadores que existen:

POR CONVECCION.

Son comúnmente los hornos de gas y son económicos. Se utilizan para hojas de más de 4 mms.

POR CONDUCCION

Es el calentamiento por contacto con una lámina metálica. Se usa para hojas de Espuma, no disponibles en México. Es por un sólo lado de la hoja.

POR CALENTADORES RADIANTES

Son las resistencias las más utilizadas por su excelente control y su alto rango de eficiencia de energía. Las más eficientes son las de longitud de onda de 3.0 a 3.5 μ . Como ya se examinó en el punto 1.2.3, las más eficientes son las tubulares, las de cuarzo y las de pyrex. Sólo las tubulares se producen en México. Son durables, de bajo costo, y de acuerdo al máximo de temperatura necesario (130°C) que es fácilmente alcanzado, son las ideales.

Para controlar su temperatura se deberán utilizar reóstatos, para su tiempo, timers programable, y la uniformidad dependerá de un calentamiento bilateral (sandwich). Deberá poseer un switch general de seguridad para encendido/apagado. Finalmente, el calentador deberá poseer un termómetro que mida la temperatura de la hoja, para poder respetar las indicaciones del fabricante.

El área del calentador deberá ser mayor a el área ocupada por el mecanismo sujetador en su máxima dimensión, para evitar zonas con pérdida de calor. Si es posible, deberá tener capacidad de programación de calor por áreas. Además deberá evitar los shocks térmicos, provocados por corrientes de aire ó cambios bruscos en la temperatura ambiente.

D) F O R M A D O :

El formado de la pieza implica la existencia de una fuerza formadora, que puede ser mecánica ó neumática. El formado mecánico casi siempre se auxilia de fuerzas como la presión ó el vacío para detallar los productos. Por el carácter didáctico de la maquinaria, y el alto riesgo que representa el uso de la presión como fuerza formadora, además que limita la utilización de moldes metálicos para su uso, se propone a la presión atmosférica como fuerza de formado: el vacío.

El vacío es una fuerza poderosa, fácil de lograr, de manipular y de controlar.

Con una aplicación de más de 500 mmhg(milímetros de mercurio) se realiza aceptablemente. Puede lograrse hasta 700mmHg.

Utiliza al mismo material termoplástico como sello, y a la presión natural como fuerza. Es económico.

Con un mínimo de desplazamiento de 113 lts. por minuto se puede formar al plástico blando. La mayoría de las bombas desplazan 200 lts. por minuto y 500 mm de Hg.

Ahora bien, será necesario controlar la bomba y su flujo y la tubería no deberá ser menor de 25mms de diámetro,.

Dentro del formado se incluyen los moldes. Sería ridículo tratar de incluirlos dentro del equipo, pues existen una infinidad de tipos y tamaños de productos realizables por termoformado. Por 1

Este proyecto deberá proveer al usuario de una mesa de formado, y manera de fijar los moldes que éste necesite.

La mesa de formado deberá ir comunicada con la fuerza de formado, y deberá tener registros que guíen al usuario a la correcta colocación de los moldes y del mecanismo sujetador sobre el molde. Se recuerda que los moldes deberán ser para termoformado, esto es con ángulos de salida suficientes para el desmoldeo de las piezas.

Para el formado sin molde, el mecanismo sujetador deberá ser capaz de crear un sello con el material termoplástico.

E) E N F R I A D O :

El enfriado de las piezas formadas en la mayoría de los casos requiere sólo de tiempo y de la temperatura adecuada del molde. Esta temperatura suele ser la temperatura ambiente, debido a los rangos de formación de los termoplásticos.

Por esta razón se recomienda utilizar moldes metálicos ó aislantes térmicos, y provocar que se obtenga la máxima superficie de contacto entre el molde y la hoja, y que no se "fugue" el vacío.

Para trabajos especiales ó de piezas mayores de 50 cms, es necesario el uso de un ventilador, y la colocación de este agente externo de enfriamiento debe planearse para que no afecte a los calentadores.

F) T E R M I N A D O : Para desmoldar, si el molde es hembra, la pieza sale fácilmente. Si el molde es macho y presenta ángulos de salida suficientes, el operador no encontrará problemas. Sólo deberá desactivar la fuerza formadora y sacar la pieza. Las operaciones posteriores al termoformado suelen realizarse con equipos automáticos en producciones a gran escala. Por el tipo de maquinaria a diseñar y el mercado potencial que la utilizará, se proveerá a la máquina de cuchillas manuales para corte de plásticos, y será opcional al comprador la adquisición de un router manual (Moto-tool) ó algún equipo adicional. Es obvio que el láser ó el water-jet quedan fuera de discusión .

G) CARACTERISTICAS DEL EQUIPO GENERADAS POR LA VIDA ESPERADA DE ESTE:

UNIDAD: El equipo estará integrado en una sola máquina, por lo que será necesario diseñar una estructura que agrupe a los componentes de éste en un mismo conjunto.

AUTOESTABILIDAD: Esa estructura proporcionará al equipo de estabilidad, para poder ser colocado en cualquier taller.

MANEJO: Deberán codificarse sus controles y funciones, de manera que sea fácil de operar.

LIMPIEZA: Al integrarse las partes a la estructura base, deberá observarse que su diseño facilite las tareas de limpieza, y MAENTENIMIENTO proporcionando fácil acceso a cualquier parte de la máquina. De igual manera, para su reparación ó cambio

SEGURIDAD: Los materiales elegidos deberán ser resistentes a los esfuerzos. La instalación eléctrica y neumática del equipo equipo trabajará con márgenes de seguridad (fusibles, switches, etc.)

TRANSPORTE: De dimensiones que permitan su acceso a talleres e industrias, por medio móviles comunes.

INSTALACION: Ocupará un lugar en el espacio, con ciertas características específicas para adaptar el equipo al medio de trabajo.

H) OBJETIVOS DESABLES EN EL EQUIPO A DISEÑAR :

- +1- VERSATILIDAD: Esto abarca funcionalidad y facilidad en cambios de materia prima, de moldes, de dimensiones en el mecanismo sujetador, en la temperatura y programación de ésta y su tiempo de residencia, en la intensidad y duración de la fuerza de formado, además, facilidad para detener/reiniciar el proceso en cualquier momento.
- +2- ESTETICA : Cuidado en sus formas y proporciones. Colores y acabados, semántica, y mensajes de utilidad/seguridad/función.
- +3- VENTA : Será útil y su costo no será prohibitivo para su mercado dirigido.
- +4- DURABILIDAD : Aquí intervendrán los materiales, acabados y procesos de fabricación que se elegirán en la etapa de diseño.
- +5- PRODUCIBLE : De acuerdo a la tecnología mexicana, se diseñará con el menor número de piezas diferentes posibles con proceso de fabricación similares y que puedan llevar un estricto control de calidad. Para ésto se realizarán los cursogramas sinópticos de fabricación.

MEMORIA DESCRIPTIVA DE FUNCIONAMIENTO :

* En esta sección, se enlistarán las soluciones elegidas a las situaciones problemáticas generadas por el análisis; éstas conclusiones serán los parámetros a tomar en cuenta para el diseño del equipo. Además de éstos parámetros, están los generados por el análisis del factor humano, que dimensionarán la máquina. Una vez diseñado el equipo, se realizará una memoria gráfico-descriptiva .

- ☐ Se diseñará una máquina termoformadora de tipo vaivén, de acción recíproca, y se eligió este tipo de máquina por las siguientes razones:
 - El mecanismo sujetador de la hoja en una termoformadora de vaivén provee mejor control de calentamiento, al entrar y salir de la zona de calor sin interferencia alguna, además de los efectos enfriadores del molde.
 - Este tipo de equipo puede realizar cualquiera de los métodos de termoformado sin exigir cambios mayores :Versatilidad.
 - La complejidad de estos equipos no es mucha, por lo que su costo es limitado. Este tipo de equipo es fácilmente adaptable a un proceso semi-automático para ser manejado por un sólo operador, y así estar dentro de los límites de costo fijados.
 - Aunque sus velocidades de producción no igualan a las líneas completas de producción, cumple perfectamente con el requisito de satisfacer una producción media de artículos termoformados para una pequeña industria(aprox. entre 3 y 5 ciclos x min.)
- ☐ Será capaz de trabajar los materiales termoplásticos disponibles en México, ya sea en hojas precortadas ó en rollos, las cuales se colocarán fuera del área de movimiento continuo para su depósito provisional, en un lugar fácil para el acceso del operario.
- ☐ Se trabajarán varias medidas de película termoplástica, de 0.5 hasta 5 mm de grosor, y en un rango de 30 x 30 cms. hasta 75 x 75 cms. con una profundidad de formado de hasta 15 cms.
- ☐ El mecanismo de sujeción a diseñar deberá ser de dimensiones variables, por medio de piezas de ajuste que operarán como marcos independientes. La hoja deberá ser sujeta por los cuatro lados uniformemente. Este mecanismo de sujeción será el transporte de la hoja dentro y fuera de las zonas de calor y de formado. Deberá ser de acero para evitar una absorción de calor extrema.
- ☐ El mecanismo de sujeción deberá proveer a la hoja de un cierre hermético para que sea posible la aplicación del vacío.
- ☐ Al ser una máquina de tipo vaivén, deberá diseñarse un horno de calentamiento. Se equipará con energía radiante, por su alto grado de control en la temperatura. Se equipará con resistencias tubulares de nicromel, con longitud de onda de 3.00 a 3.50 ^ul. Su consumo no deberá exceder de 5500 watts para que no resulte una fuente de energía muy costosa. El horno deberá evitar pérdidas de calor por corrientes de aire y/o cambios bruscos en la temperatura ambiente.
- ☐ Se utilizará la separación de zonas en la distribución de las resistencias, para crear condiciones de calentamiento de acuerdo a las necesidades de las piezas a producir. Además de esto, se utilizará una lámina de acero como reflejante, detrás del banco de resistencias, para evitar pérdidas de calor.
- ☐ El usuario deberá estar en posibilidad de ver el comportamiento de la hoja, por lo que el horno se diseñará con una ventana de cristal pyrex. El horno deberá fabricarse con materiales térmicos aislantes, como asbesto ó fibra de vidrio, ó p.e espumado. Este horno poseerá una entrada/salida para el marco sujetador. El marco entrará al horno por deslizamiento y sobre rieles. En ocasiones, el colgado del material caliente es la única manera para determinar su grado de formabilidad.

- III El área de calor deberá ser mayor a la máxima área de formado, para evitar falta de calor en las orillas de la hoja termoplástica.
- III El área de formado estará inmediata al área de calor, para evitar pérdidas de calor por un transporte/recorrido excesivo.
- III Se utilizará el vacío como fuerza de formado por razones previamente explicadas (inciso D:Formado).
Se logrará a través de una bomba de vacío que desplace 200 lts. por minuto, y 500 mm de mercurio, para trabajar con un margen de seguridad amplio(el mínimo para formado al vacío es de 113 ltrs/min.)
- III La tubería que conecta ala bomba de vacío con la mesa de formado no deberá ser menor a 25 mms de diámetro, procurando ser igual en todo el trayecto, y desde la salida de la bomba.
- III La bomba de vacío no deberá ser lubricada, para evitar problemas con el mantenimiento, ó contaminación del aire por aceite.
Deberá poseer una válvula check y una válvula solenoide para evitar que el aire regrese. Además poseerá un thermodetector de seguridad y una válvula reguladora (% de vacío en capacidad) como control, además de un vacuómetro para medir el vacío en mmHg y un filtro para la bomba.
- III Se utilizarán ventiladores como medio extra de enfriamiento para piezas mayores ó para ciclos de formado rápidos. Su objetivo será enfriar la pieza completamente antes que reduzca la presión del vacío. Serán dos ventiladores conectados en serie, tipo Mc millan de 1/40 de h.p y se considerarán equipo opcional.
- III Se equipará a la unidad termoformadora de una superficie de trabajo para el terminado , y de un equipo para terminado sencillo, consistente en cuchillas manuales. Se recomienda el uso de la fresadora manual existente en el mercado (Dremel Moto-tool) distribuída en el país por SEARS-ROEBUCK de México, y se considerará como equipo opcional.
- III Los controles del horno consistirán en : Switchs/dimers reguladores de capacidad INFITROL de Crhomalox, uno para cada zona de calor. Un indicador de temperatura en el horno Un switch general de seguridad, que activará la iluminación interior del horno.
- III La distancia entre cada elemento calentador deberá ser menor que la distancia entre la hoja t.p. y el plano de resistencias. Los rangos de temperaturas a operar serán hasta de 130°C, ya que la mayoría de los plásticos se forman entre 70 y 130 °C.
- III Será necesario utilizar un tanque de reserva para el vacío , considerando que el volumen máximo a formar será de 70x70x14= 68,600cm³ esto ya nos indica que con un tanque de 70lts= 70000 cm³ estamos sobrados en capacidad de vacío.

"Las dimensiones antropométricas están estrechamente ligadas en interfase hombre-máquina, como una herramienta indispensable para el buen diseño ."

JULIUS PANERO.

6.2.2 Análisis del Factor Humano: Antropometría- Ergonomía.

En su relación con los objetos que el hombre crea para ayudarse a realizar diversas tareas, la comodidad y el bienestar influyen en alto grado en su eficiencia. Para esto el hombre tiene que estudiarse a sí mismo, sus características y limitaciones, para poder "acomodarse" a las ayudas y viceversa. Para ello creó la ergonomía y la antropometría.

ERGONOMÍA: Procede de dos conceptos griegos que significan trabajo-ley, y su alcance lo delimitan los aspectos fisiológicos, anatómicos y psicológicos del hombre en sus alteraciones durante la actividad motriz desarrollada en el trabajo y en las acciones que requieren una participación física y psíquica. Esto se conoce como "sistema Hombre-Máquina".

En la ergonomía se analiza este sistema de interrelación desde dos factores principales:

- 1- Acrecentar la eficacia funcional de la ayuda para que sea utilizado por el hombre.
- 2- Mantener y acentuar los valores humanos en el proceso (salud, seguridad, confort, etc.)

El sistema hombre/máquina se compone de relaciones operacionales entre las personas y los componentes del equipo y a estas relaciones se les denomina "Valores de enlace".

Existen valores de enlace comunicativos (visuales, auditivos, táctiles, audiovisuales); y valores de enlace de control (on/off, arriba/abajo, más/menos, etc)

y estos valores de enlace son los que se tomarán en cuenta para diseñar la maquinaria.

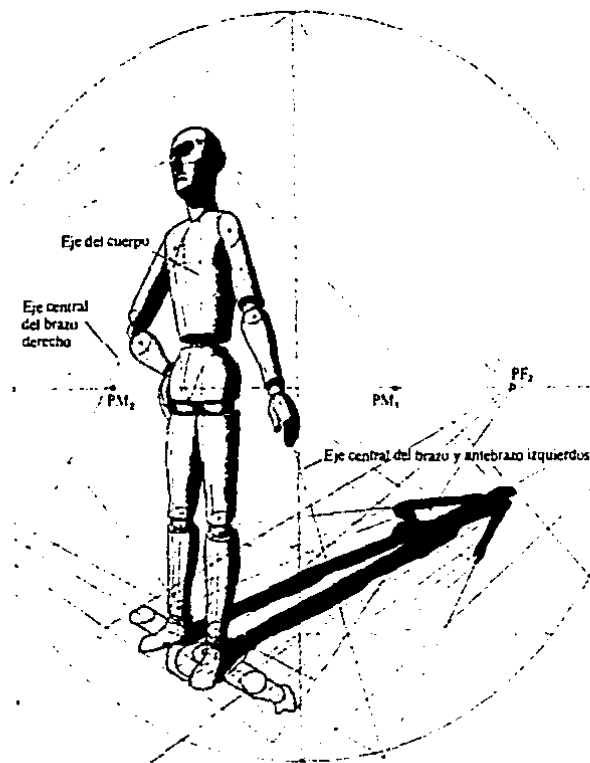
ANTROPOMETRIA: Etimológicamente es la medición del hombre. Dimensiona las características físicas y las funciones del cuerpo humano, dimensiones lineales, peso, volumen, movimientos. Para los problemas de diseño aquí presentados, se tomarán en cuenta las dimensiones humanas del hombre en movimiento (funcionales). El hombre, al realizar funciones físicas, los miembros del cuerpo no operan independientemente, sino más bien concertados. Se diseñará de acuerdo a las dimensiones del hombre en movimiento, tomando en cuenta que el equipo lo utilizará un hombre adulto mexicano, estableciendo los percentiles para promedios adaptables (5ª a 95ª) en percentiles.

Por el tipo de equipo a diseñarse, se establece que el estudio de antropometría y ergonomía será en relación con una postura de pie del operador, quien controlará el termoformado de las piezas desde esta posición, y será necesario que exista desplazamiento e inclinaciones, por lo que se descartó la posición inicial "sentado".

Las áreas para el análisis de antropometría y Ergonomía, que serán las que finalmente dimensionarán a la maquinaria son :

- 1- Localización de stock para hojas de 25 x 25 cm hasta 75 x 75 . Lugar para fijar bovinas.
- 2- Carga y descarga del mecanismo de sujeción. Transporte. Seguros de cierre.
- 3- Horno de calentamiento. Entrada para marco . Fijación de éste dentro del horno.
- 4- Mesa de formado. Altura. Accesibilidad. Distancia segura con el horno. Colocación de marco.
- 5- DISPLAYS. Controles distribuidos por funciones(x áreas).
- 6- Localización de ventiladores.
- 7- Localización de herramientas de terminado y/o mantenimiento del equipo.
- 8- Tanque de vacío. Bomba de vacío.

A continuación presentamos las dimensiones físicas en movimiento tomadas en cuenta para el diseño del equipo. (Percentil 50-95 alcance máximo. 5-50 mínimo).



Dimensiones funcionales del cuerpo de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según edad, sexo y selección de percentiles

95
5

	A		B		C		D		E		F	
	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
HOMBRES	38.3	97,3	46.1	117,1	51.6	131,1	35.0	88,9	39.0	86,4	88.5	224,8
MUJERES	36.3	92,2	49.0	124,5	49.1	124,7	31.7	80,5	38.0	96,5	84.0	213,4
HOMBRES	32.4	82,3	39.4	100,1	59.0	149,9	29.7	75,4	29.0	73,7	76.8	195,1
MUJERES	29.9	75,9	34.0	86,4	55.2	140,2	26.6	67,6	27.0	68,6	72.9	185,2

*** ALCANCE PUNTA MANO, EXTENDIDA:**

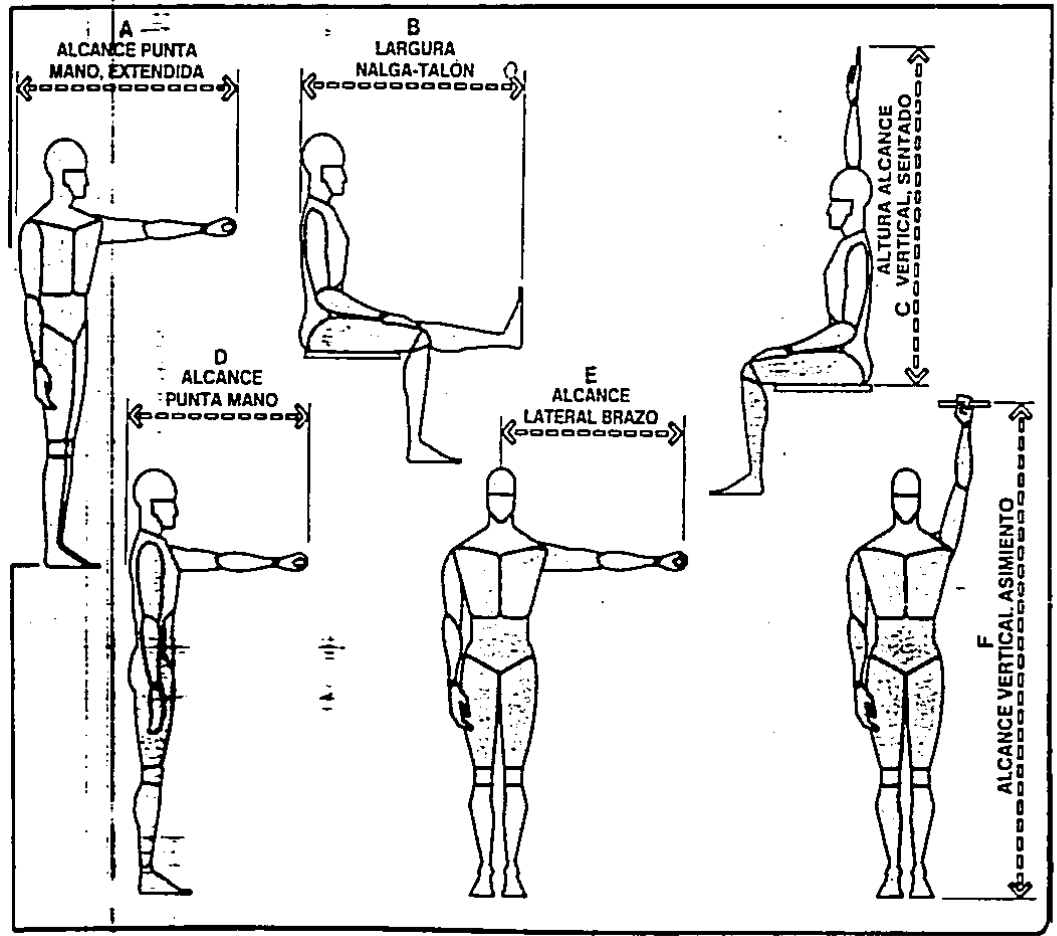
Con estos datos se determina la máxima distancia de alcance (de 82.3 a 97.3) es la distancia de separación entre un obstáculo y una persona, que no impida asir un objeto ó manipular una pieza del material del equipo.

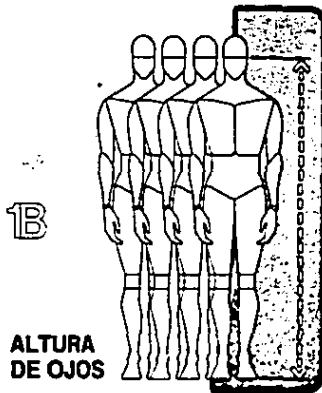
*** ALCANCE PUNTA MANO :**

Es básicamente similar a la anterior, sólo que sin extender al máximo. Nótese que aún faltaría la flexión hacia adelante del tronco, para aumentar así el alcance.

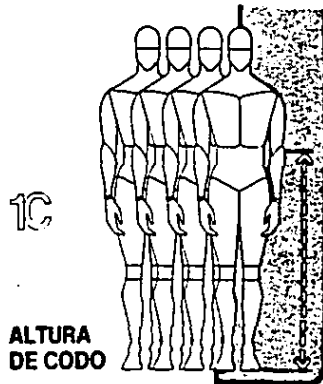
*** ALCANCE LATERAL BRAZO:**

DE 73 a 86 cms. Esta distancia permite saber hasta dónde puede extenderse lateralmente el operador para controlar el equipo ó algún mecanismo de seguridad.





B
ALTURA
DE OJOS



C
ALTURA
DE CODO

Definición

La altura de ojos es la distancia vertical desde el suelo a la comisura inferior del ojo, tomado en una persona de pie, erguida y con la vista dirigida al frente.

Aplicación

Estos datos sirven para fijar líneas de visión en teatros, auditorios y salas de conferencias, los puntos donde instalar señalizaciones y todo equipo de naturaleza visual. Con su auxilio se establecen también la altura de mamparas y particiones en oficinas.

Consideraciones

Las tolerancias a incorporar en concepto de calzado son 2.5 cm (1 pulgada) y 7.5 cm (3 pulgadas) para el de los hombres y mujeres, respectivamente. Conjuntamente a estos datos se trabaja con los relativos a la flexión y giro del cuello y ángulo de visión, con objeto de calcular la magnitud del ángulo de visión en condiciones e inclinación de cabeza variables.

Definición

La altura de codo es la distancia vertical desde el suelo hasta la depresión que forma la unión de brazo y antebrazo.

Aplicación

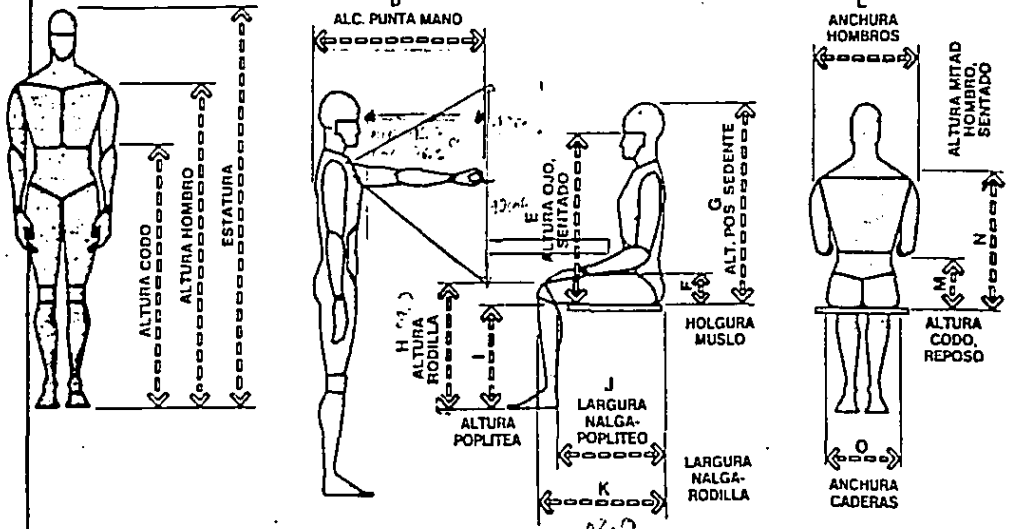
Este dato es fundamental para adjudicar una medida cómoda a la altura de mostradores, encimeras de cocina, tocadores, bancos de taller y otras superficies de trabajo de pie. Demasiado a menudo esta altura se ha calculado al azar, empíricamente o por la misma práctica. Sin embargo, los estudios científicos la sitúan en 7.5 cm (3 pulgadas) por debajo de la altura del codo; en una instalación deportiva, por ejemplo, un elemento de apoyo debe estar 7.5 cm por debajo de la medida precedente.

Consideraciones

Es necesario considerar previamente la suerte de actividad para determinar la altura correspondiente, factor preferente ante la medida que se recomienda.

Dimensiones del cuerpo: previsión 1985, de hombres y mujeres adultos, en pulgadas y centímetros, según sexo selección de percentiles

		Peso		A	B	C	D	E	F	G							
		lb	kg	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm							
95	HOMBRES	215.4	97,7	47.6	120,9	61.3	155,7	74.3	188,6	34.4	87,4	34.1	86,5	7.5	19,1	39.0	99,0
	MUJERES	165.1	74,9	42.8	108,7	55.7	141,4	68.0	172,8	31.7	80,6	31.3	79,6	5.9	14,9	36.0	91,5
5	HOMBRES	143.7	65,2	41.5	105,5	53.7	136,5	66.2	168,2	29.3	74,3	30.1	76,4	5.7	14,5	34.8	88,5
	MUJERES	104.5	47,4	36.0	96,5	48.4	122,9	60.0	152,3	26.7	67,7	27.4	69,5	4.1	10,4	32.0	81,2
				H	I	J	K	L	M	N	O						
				pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm	pulg. cm						
95	HOMBRES	23.7	60,3	18.8	47,8	21.7	55,1	25.7	65,4	20.8	52,9	11.7	29,7	27.4	69,6	16.6	42,2
	MUJERES	21.4	(54,3)	17.4	(44,2)	20.7	52,7	24.4	62,0	18.4	46,6	10.7	27,1	24.8	63,1	16.4	41,6
5	HOMBRES	20.5	52,1	15.9	40,4	18.3	46,4	22.2	56,4	17.5	44,4	8.3	21,0	23.9	60,6	13.5	34,4
	MUJERES	18.4	46,7	14.9	37,8	17.2	43,7	21.0	53,3	15.2	38,6	7.6	19,2	21.3	54,2	13.9	35,4



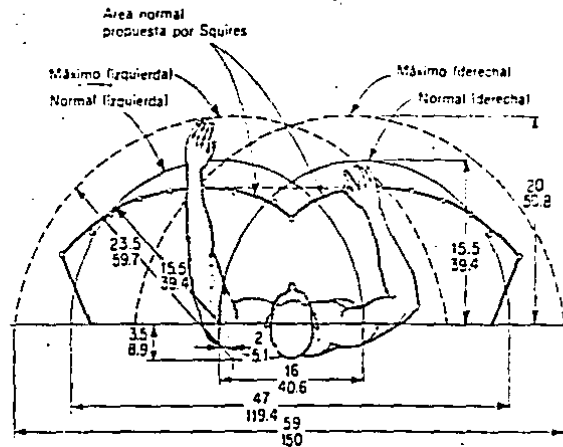
Algunas personas investigadoras en antropometría consideran que la posición sentado no es recomendable para trabajos repetitivos, pues el operador corre el riesgo de convertirse en un autómatas que recibe estímulos y actúa, y no razona sus pasos, por lo que vienen los accidentes. La posición de pie y en movimiento de desplazamiento continuo es un poco más dinámica, y requiere de mayor atención por parte del operador. Para una tarea que debe realizarse de pie, la superficie de trabajo horizontal normalmente debe estar un poco abajo de la altura del codo. Por lo que respecta a la altura por encima del suelo, representaría unos valores medios de 84 a 107 cms. Si el trabajo es pesado se recomiendan de 86 a 100 cms.

Por lo que respecta a la superficie horizontal de trabajo, se proponen las áreas normal y máxima.

NORMAL: Es el área que puede alcanzarse con una extensión del antebrazo, manteniendo la parte superior del brazo en su posición natural lateral.

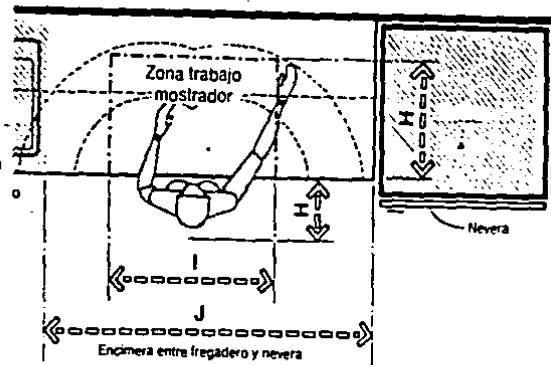
MAXIMA: Es el área que puede alcanzarse al extender el brazo a partir del hombro.

Sin embargo, investigaciones afines realizadas por Squires han servido como base para proponer un perfil algo diferente de la superficie de trabajo que tiene en cuenta la interrelación dinámica del movimiento del antebrazo en cuanto el codo también se mueve. El área queda así circunscrita en el dibujo acotado y se sobrepone al área propuesta por Barnes como máximos y mínimos.



Arriba: pulgadas
Abajo: centímetros

Fig. 10.8. Dimensiones (en pulgadas y cm) de áreas de trabajo normal y máxima en un plano horizontal, propuestas por Barnes, junto con un área de trabajo normal que propuesta por Squires, aparece en sobreimpresión a fin de mostrar las diferencias. (Según Barnes,² y Squires.²¹)



En el dibujo inferior se representa la zona crítica propia de un banco de trabajo con el usuario visto de pie. El perímetro exterior está definido por la extensión horizontal de la punta de la mano del usuario de tamaño más pequeño. La dimensión 45,7 cm (18 pulgadas) que se indica aquí se extrajo de los datos femeninos que comprenden el 5° percentil. La superficie de trabajo inmediata frente al usuario varía de 45,7 a 76,2 cm (18 a 30 pulgadas), todo aquello que en ella se encuentre es accesible, haciendo prácticamente innecesario todo alcance; superada la dimensión mayor es preciso cierto esfuerzo y el grado de accesibilidad deriva de la capacidad de alcance del cuerpo humano, es decir, del tamaño de cada individuo.

	pulg.	cm
A	18 min.	45.7 min.
B	7.5 min.	19.1 min.
C	32	81.3
D	30	76.2
E	4 max.	10.2 max.
F	4	10.2
G	22-24.5	55.9-62.2
H	18	45.7
I	36	91.4
J	42	106.7

" La ergonomía es la actividad interdisciplinaria que estudia los requerimientos humanos que deben tomarse en cuenta para el óptimo funcionamiento de un objeto ó aparato."

Ernest J. Mc. Cormick. 1976.

En los puntos clave de el análisis ergonómico para el diseño del equipo, encontramos que:

- Se diseñará de manera que se evite un esfuerzo muscular elevado.
- Se realizará el trabajo de pie.
- Se alternará de acuerdo con el ciclo de termoformado los espacios entre el trabajo y el descanso, el trabajo estático y el dinámico.
- Será necesario el desplazamiento del cuerpo humano para aumentar el grado de atención.
- Los controles se separarán por áreas; formado, y calentado.
- La información será clara e inequívoca, por medio de controles de fácil manejo y tamaño accesible.
- Los indicadores de datos se colocarán a un ángulo que permita su fácil identificación.
- El ciclo de formado se adecuará por timers y control de calor y fuerzas de formado de manera que el operador pueda tomar las acciones y/o desiciones a tiempo.
- Es característica del termoformado su facilidad para adaptarse a estos tiempos y movimientos.
- Se deberá proteger al operador del escape de calor del horno.
- Se considera que el nivel de ruido del proceso es inofensivo para el operario.
- Se evitarán sombras sobre los controles ó indicadores.
- Se controlarán las temperaturas por progresión numérica que reduzca al mínimo los errores de lecturas.
- Se equipará a la unidad con un horno con ventana de pyrex, para vigilancia visual .
- Se colocarán controles visuales que permitan identificar inmediatamente cuál es la situación indicada del equipo y su posición de trabajo.
- Se manejarán las diferentes partes del equipo con guantes protectores para aumentar las medidas de seguridad en las operaciones de manejo de material caliente y de recortado.
- Se consideran a éstas operaciones como las únicas con posibilidades de riesgo.

En este apartado se presentan algunos de los catálogos y los nombres de las empresas consultadas , quienes amablemente otorgaron asesoría para calcular las características específicas del equipo, tomando en cuenta las áreas a calentar, las materias primas a termoformar, la fuerza de formado a utilizar, la reserva de fuerza de formado, los controles de la máquina, en fin las limitantes del equipo detectadas por el análisis de funcionamiento.

Son las partes ya existentes en el mercado, que no necesitan diseñarse, sino cumplir los requisitos generados por las necesidades de funcionamiento de la maquinaria. Se presentan también catálogos de fuentes distribuidoras de material termoplástico. Estos componentes pasarán a formar parte del diseño por ser.

A) Fuentes de alimentación de material Termoplástico en México:

Plástiglas de México S.A de C.V.	Productos Newton S.A de C.V.	Cadillac Plastic Phoenix, AZ
Agrotileno de México S.A de C.V.	Plásticos el Álamo, S.A. de C.V.	Plásticos Garen S.A de C.V.
PYN SA. DE C.V.	CAREINTRA. Sección de Plásticos.	

B) Mecanismos de Sujeción:

URREA EMPAQUES S.A de C.V.	REPRESENTACIONES VAN-LIEN (Afisamatic).	L.D.I MARIO GASCA SALAS(Arconte)
ARIZONA STATE UNIVERSITY .Steve Biltz.CAED.		

c) Fuente de calor de la maquinaria :

RAF. Resistencias y cautines. S.A.	Calor y Control CASILLAS, S.A.	Alpe de Occidente, S.A.de C.V.
Hornos Felisa-Guadalajara.	Ventiladores Hornos LINDBERG, S.A.	

D) Enfriado: Ventiladores Mc. Millan. FAN Ventilación Industrial.

E) Formado :	GAST. Vacuum Pumps.PHOENIX	ARIZONA STATE UNIVERSITY.Bill Sadler.I.D.
	URREA Empaques. Bombas Esivac.	FELISA. Bombas de Vacío.
	Tanques DICASA.	Ingersoll-Rand.Tanques y Compresores.
	FESTO pneumatic. Válvulas .	



- EQUIPO DE FORMADO.-El equipo de formado consiste de cuatro elementos básicos:

- Equipo para calentar **PLASTIGLAS** lámina de acrílico a la temperatura adecuada: Horno de 200°C.
- Equipo mecánico, de vacío y de presión para conformar **PLASTIGLAS** lámina de acrílico al molde:
Prensa de 2,000 Kg. mínimo.
Aire 7 Kg/cm² tubos de 20 mm. mínimo de Ø.
Vacio 0.05 m³/min. tubos de 25.5 mm. mínimo de Ø.
- Aditamentos para sujetar **PLASTIGLAS** lámina de acrílico a los marcos o anillos durante los procedimientos de calentamiento, formado y enfriado.
- Bases adecuadas para sujetar el material.

PLASTIGLAS lámina de acrílico es un material termoplástico, por lo que se torna flexible y maleable cuando se calienta, comportándose como una lámina de hule. Cuando está caliente, puede ser formada en casi cualquier figura, ya que toma la forma del molde a la que es sometida, conservándola cuando se enfría. Debe considerarse que las dimensiones se reducen por la contracción del material, causada por el enfriamiento.

Las temperaturas excesivamente altas pueden causar a la lámina burbujas y quemaduras.

La lámina debe ser calentada a temperaturas entre 170°C y 190°C.

NUNCA caliente **PLASTIGLAS** lámina de acrílico en un horno de cocina. La lámina de acrílico desprende gases altamente inflamables cuando es sobrecalentada y debido a la falta de circulación de aire se pueden acumular y ser explosivos.

- TERMOFORMADO.- El termoformado de **PLASTIGLAS** lámina de acrílico es probablemente la manera más simple de transformarlo. El costo de equipo y moldes es relativamente bajo. En el proceso de termoformado se deben observar las siguientes reglas básicas:

- El manejo del material y las características del producto terminado, están determinadas por el proceso escogido.
- **PLASTIGLAS** lámina de acrílico debe ser uniformemente calentada a su punto de revenido y formada totalmente antes de que se enfríe por debajo de su temperatura de moldeo (a menos de 120°C), o de lo contrario se producirán esfuerzos internos y le aparecerán fisuras.
- Mientras **PLASTIGLAS** lámina de acrílico esté en el molde, deberá enfriarse lenta y uniformemente para eliminar esfuerzos internos.

¹ Punto de Revenido 170° a 190°C

newton
newton
Productos Newton, S.A.

LÁMINA ACRÍLICA
DOMOS
PERFIL DE VINIL
PROTECTOR DE ALFOMBRA
LAMINA DIFUSORA

96

MEDIDA DE HOJA	ESPESOR	SUPERFICIE	COLOR Y BLANCO
1.85 x 1.25 x	3mm	2.3125	\$130,481.00
1.85 x 0.91 x	3mm	1.6835	106,276.00
1.85 x 1.85 x	3mm	3.4225	214,661.00
1.85 x 1.50 x	3mm	2.7750	176,290.00
1.85 x 2.44 x	3mm	4.5740	274,883.00
1.25 x 2.44 x	3mm	3.0500	186,506.00

LÁMINA TEXTURA TAPIZ

MEDIDA DE HOJA	SUPERFICIE EN M ²
1.85 x 0.70	1.2950
1.85 x 0.91	1.6835
1.85 x 1.25	2.3125
1.85 x 1.48	2.5900

COLORES EN LÁMINA TAPIZ : CRISTAL, PERLA, NUBES, HUNO OI AZUL O3, ROSA, VERDE OI, MARFIL.

- Extensive Inventory
- Custom Fabrication
- Film



CADILLAC PLASTIC
AND CHEMICAL COMPANY

Your Sales Representative is:

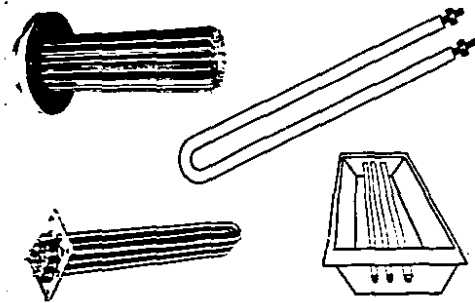
PHOENIX

Sheet Products

- Plexiglas®
Acrylic Safety Glazing
Lucite® S-A-R
Lucite® 'L'
ABS
Kydex®

Uvex®
Lexan® Poly-carbonate
Lexgard® Laminates
Thermoclear®
Polyolefins
PVC

Welding Rods
Acrylic Mirror
MR-5



USOS PRINCIPALES:

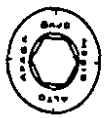
- PARA CALENTAR AIRE EN DUCTO, HORNOS, CUARTOS, ETC.
- AHOGADOS EN ALUMINIO O FIERRO PARA CALENTAR DADOS Y PLACAS O FUNDIR METALES SUAVES.
- SOLDADAS A TAPONES O BRIDAS, PARA INMERSION EN LIQUIDOS, SEGUN EL MATERIAL DEL TUBO Y LA CONCENTRACION DE CALOR PUEDEN CALENTAR AGUA, ACEITE, DIESEL, PETROLEO CRUDO, SOLUCIONES ACIDAS Y ALCALINAS, ETC.
- PUEDEN DISEÑARSE TAMBIEN PARA CALOR RADIANTE, COMO: REFLECTORES DE INFRARROJOS.
- DIAMETROS DE: 6.5, 8.0, 11.0 y 12.7 mm.

ESPECIFICACIONES			
FORRO METALICO	APLICACION	TEMPERATURA MAXIMA EN SUP. (°C)	TEMP. DE OPERACION
COBRE	INMERSION EN AGUA	175°	90°
ACERO	INMERSION EN ACEITE	400°	Combustible 70 Maquinaria 120 Vegetal 205°
	INMERSION EN ASFALTO	400°	150°
ACERO INOX.	COLADO	800°	Fierro 500° Aluminio 350°
	AL AIRE	800°	50° 300°

RESISTENCIAS Y CAUTINES RAF

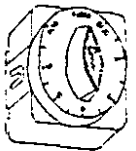
ING. JOSE LUIS MORA
ASESOR TECNICO





3 CALORES

APAGADOR DE 3 CALORES
MODELO 393 S2M-R
VOLTAJE DE 120 Y 240 V.
20 AMPERES MAXIMOS
GRADUACION - RANGO CALOR
BAJO - 25%
MEDIO - 50%
AHO - 100%



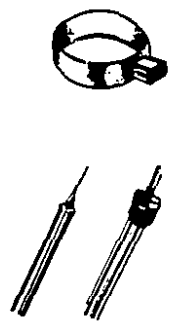
INFINITO

CONTROL INFINITO
MOD. INF 120-8 120 V.
MOD. INF 240-2 240 V.
15 AMPERES MAXIMOS
GRADUACION DE CALOR
MULTIPLE

Resistencias Eléctricas

Tipo Banda
Cartucho
Tubular

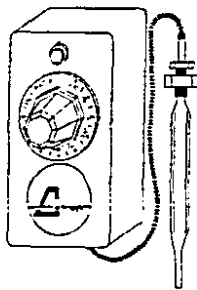
Cartucho
Alta Concentración



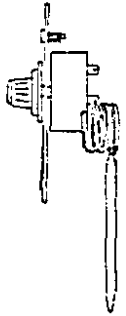
Pirómetros y Termostatos

Digitales
Análogos





CB-101

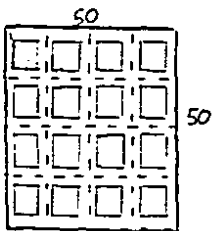


CB-100

CARACTERISTICAS DE TERMOSTATOS CASILLAS

MODELO	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
CB-100-A	Repuesto	15 AMP.-125 V.
CB-100-F	Con placa y parrilla	10 AMP.-230 V 1 POLO
CB-100-H	Con placa, perilla, foco y tabillita	1 TIRO
CB-101-J	Con caja, perilla, foco, tabillita y protección capilla	15 AMP.-125 V 10 AMP.-230 V. 2 POLOS
CB-101-K	Tipo J más termopozo	1 TIRO

CABLE ALTA TEMPERATURA		
DIAMETRO	TEMPERATURA	RESISTENCIA
16	2500 m.m.	10
18	2400 m.m.	7
20	2300 m.m.	5



El vacío como fuerza de formado. **NECESIDAD:** 70 litros de almacenado.
 Volúmen de un cilindro - área de la base por altura. $v = 3.1416 \times r^2 \times h$.
 si $r=37\text{cms}$ y $h=65\text{ cms}$ $V=(3.1416 \times 18.5) \times 65 = 69,889\text{ cm}^3 = 70\text{ litros}$.

2

El tanque será de diámetro de 37 cms por 65 cms de altura.

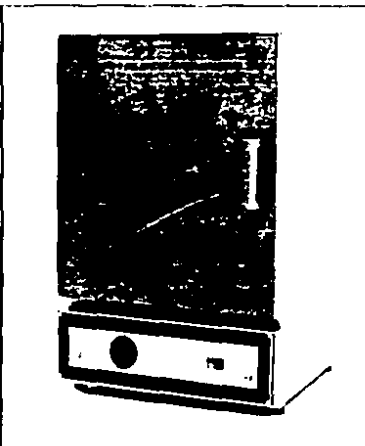
FACTOR DE SEGURIDAD: En el formado al vacío se emplea un f.s. (factor de seguridad) de 4.
 Esto es, si formamos una pieza de 10 x 10 x 10 (1000cm³) necesitará un litro x 4=4 litros de vacío.
 Si de una pieza de 50 x 50 formamos 16 cubos de 10x10x10 necesitaríamos 16 lts. x f.s.= 64 lts.
 Aún estaríamos dentro del límite de vacío de los 70 litros. Se considera que serán muy pocas situaciones de operación en que se superen los 70 litros de capacidad de vacío, aún con un f.s. de 4.

ING. IGNACIO LOPEZ NIEGRETE A.

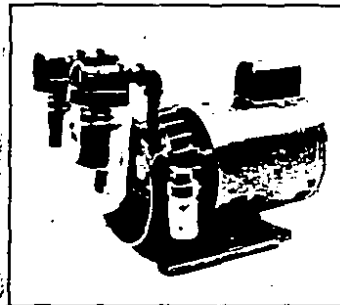
PASO JONAS AITAS 376
 FRACC. JONAS DEL VALLE
 C.P. 45200 CUADALAJARA, JAL.
 TELER 064786

TELE (50) 61-18-87
 61-41-48
 61-39-50
 61-37-18

HORNOS



FE-1700



PRESION GARANTIZADA:	600 mm. de Hg. 24 pulgadas de Hg.
DESPLAZAMIENTO EN VACIO:	200 litros/minuto 72 pies cúbicos/minuto
PRESION:	1.1 Kg/cm ² 16 lbs/pul ²
ESPECIFICACIONES:	
Acoplamiento directo	Manómetro opcional
velocidad bomba	1,725 R.P.M. Vacuómetro opcional
Capacidad motor	1 H.P. Filtro silenciador incluido
Voltaje motor	127 Volts. Dimensiones (48 x 25 x 26 cms)
Lubricada o sin lubricar	Peso neto 23 Kgs.
Válvulas reguladoras	opcional Peso empacada 26 Kgs.

HORNOS de convección mecánica y por gravedad para operar con rango de 50 a 220°C. Ajustable a cualquier punto por medio de un termostato hidráulico con sensibilidad de 2°C.

GABINETE DE DOBLE PARED aislado con lana de vidrio. Todo el gabinete interior, construido en acero inoxidable calibre No. 22 para la serie 290 y en aluminio calibre No. 20 para la serie 240, provisto de dos entrepaños terminados en cromo y con alturas intercambiables. Gabinete exterior en lámina de acero calibre No. 20 punteado y terminado en esmalte. Porta termómetro integrado con regulador, situado en la parte superior permitiendo así un mejor control en los cambios de aire y en la observación de la temperatura.

PUERTA fija al gabinete con una robusta bisagra continua. Construida en lámina de acero punteado calibre No. 20, terminada en esmalte. Cierre de seguridad, aislante de fibra de vidrio y jaladera de aluminio anodizado.

ELEMENTO CALEFACTOR de NiCr. Tipo abierto, con aisladores de cerámica refractaria y soportes de acero inoxidable, punteado para evitar la corrosión.

PANEL DE CONTROL FRONTAL situado en la parte inferior, con interruptor, luz piloto y dial termostático graduado del 1 al 10, lo cual permite al operador obtener una referencia confiable para fijar temperaturas de operación repetitivas. La luz piloto indica cuando se está aplicando energía al elemento calefactor.

INVENTARIO DE LOS PRODUCTOS YA EN EL MERCADO QUE FORMAN PARTE DEL EQUIPO .

Tubular redondo de Acero 1.5" DHACSA.
2 Ventiladores Mc. Millan de 1-40 de caballo
Bibeles ,Herrajes de fundición "BULNES"
Lamina perforada de acero PALME. de 1/8" barrenos 1/16"
Empaquetaduras de Hule John Crane.
Resistencias tubulares Calculadas diseñadas por RAF,s.a.
Paredes doble acero para horno/fibra de vidrio FELISA
Dremel Fresadora Manual. Sears Roebuck de México
Bomba de vacío. Válvula check. Medidores FELISA
Control Infinito INPITROL de CROMALOX.
Termómetros Casillas. RAF.
Tanque de 70 litros DICASA.
Cristal para horno PYREX.
Rodamientos SKF.
Switches de seguridad IUSA.

COSTO PARA PRODUCIR " TERMOVAC"
(a Julio de 1988. I.V.A incluido)

Piezas Tubulares, total	84,600.00
Ventiladores Mc.Millan (2)	121,000.00
Vistas de Lámina .	98,000.00
Herrajes(total)	22,000.00
Bomba de vacío y Controles.	1'254,000.00
Tubería.Conexiones.	162,000.00
Cajas de Moldeo(10)	166,000.00
Mesa de formado	46,000.00
Marcos.Portamarco.Ajustadores.	174,000.00
Mecanismo sube y baja.	84,000.00
Cristal Pyrex	51,000.00
Horno (Resistencias,controles,etc.)	1'659,000.00
Carrito Inferior Horno.	259,000.00
Tanque 70 Litros	180,000.00
Instalación Eléctrica (trifásica)	10,000.00

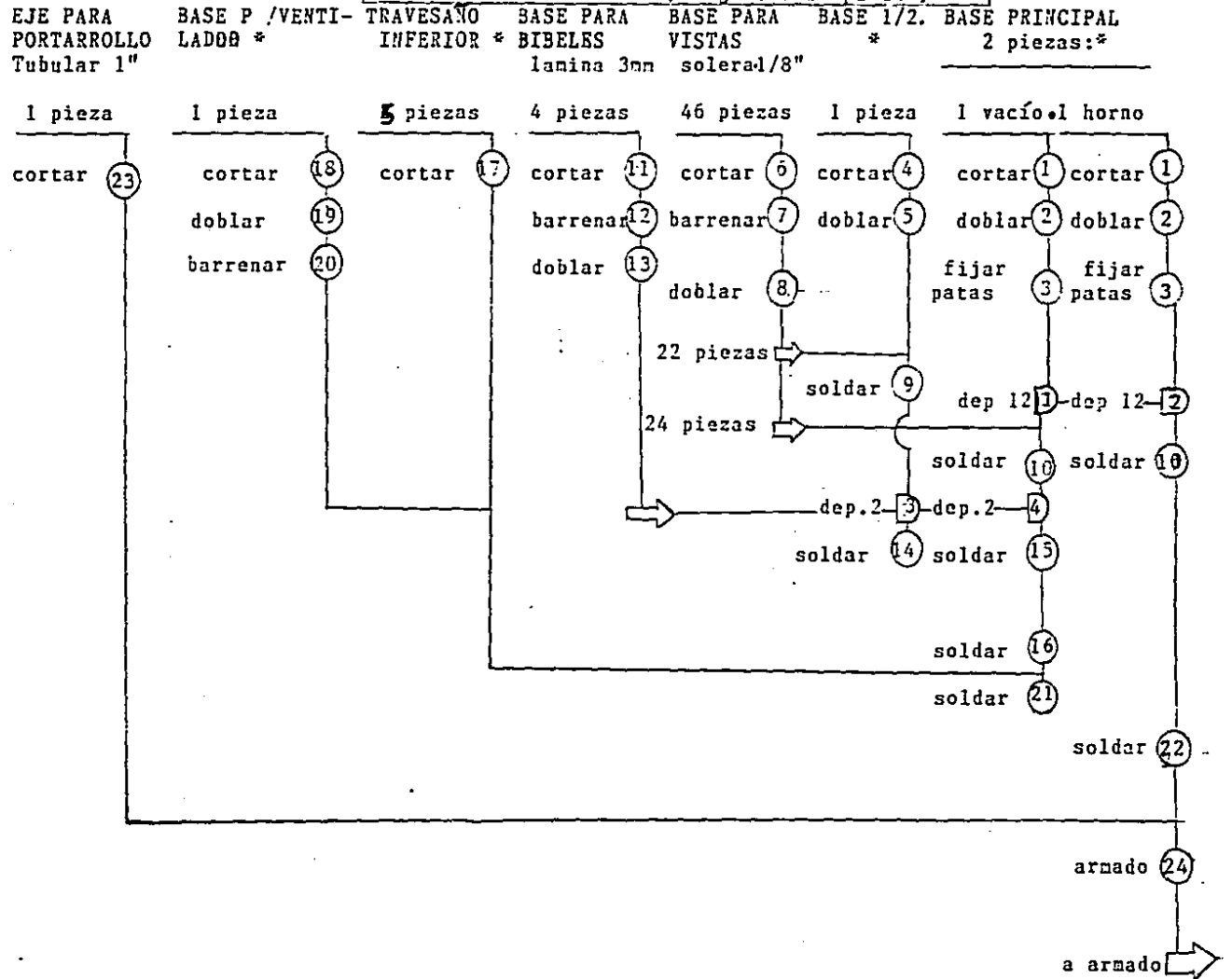
T o t a l (Moneda Nacional) 4'370,600.00

Total (aprox. U.S.D.) 1,800.00

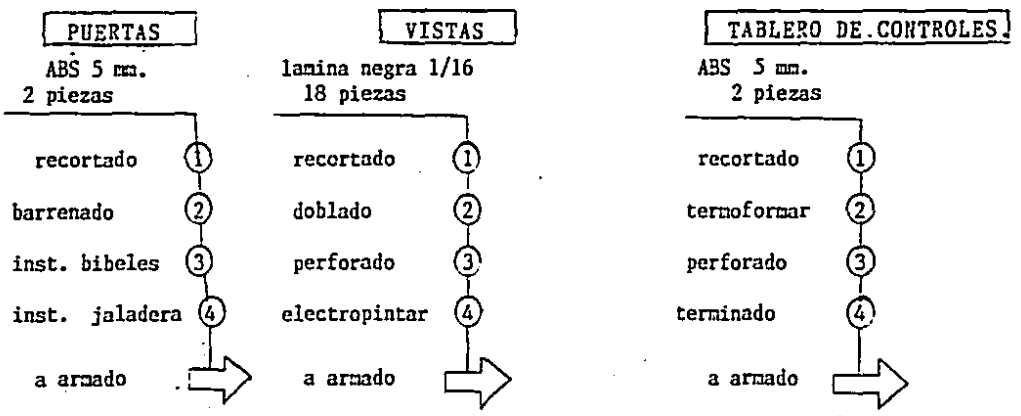
Precio de Venta sugerido \$ 3,200.00 Dólares.

V. PLANOS # 1,2,3

ESTRUCTURA TUBULAR*(tubular 1 1/2" redondo 1/4" grosor de pared)



V. PLANOS 4, 5

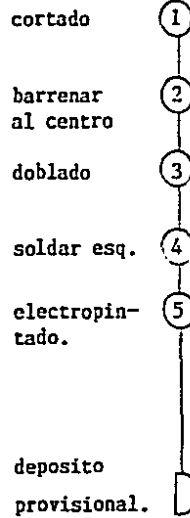


V. PLANOS # 6 , 8

CAJAS DE MOLDEO

lamina perforada 1/8"

10 piezas



V. PLANO # 7

MESA DE FORMADO

SOPORTE TRANSVERSAL
solera 13/16"

4 piezas

cortado 6

TUBO CENTRAL
tubo 1 1/4"

1 pieza

cortado 5

MESA P/FORMADO
Lamina negra 1/8"

1 pieza

cortado 1

perforado 2

grabado con
punta p/trazar 3

doblado 4

soldado 7

remover excedente 8

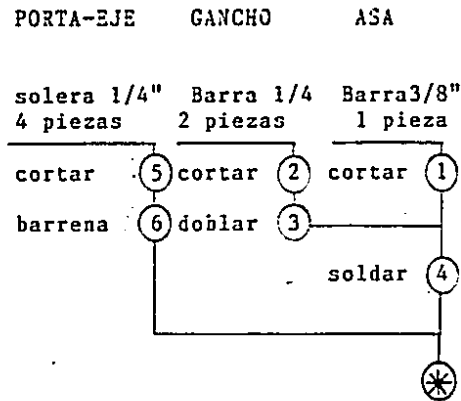
electropintado 9

a armado



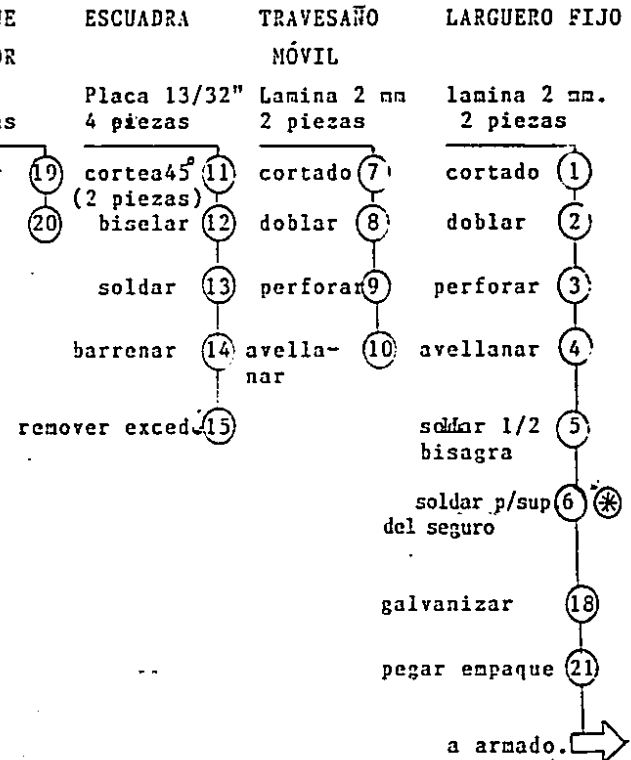
V. PLANO # 9

PARTE SUPERIOR DEL SEGURO.



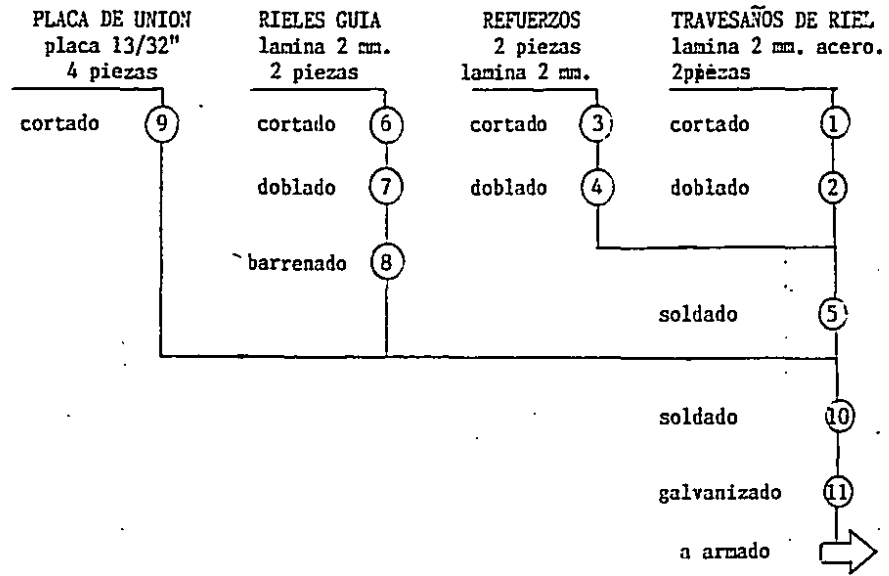
V. PLANO # 9

MARCO SUPERIOR (móvil)



V PLANO # 10

PORTAMARCO

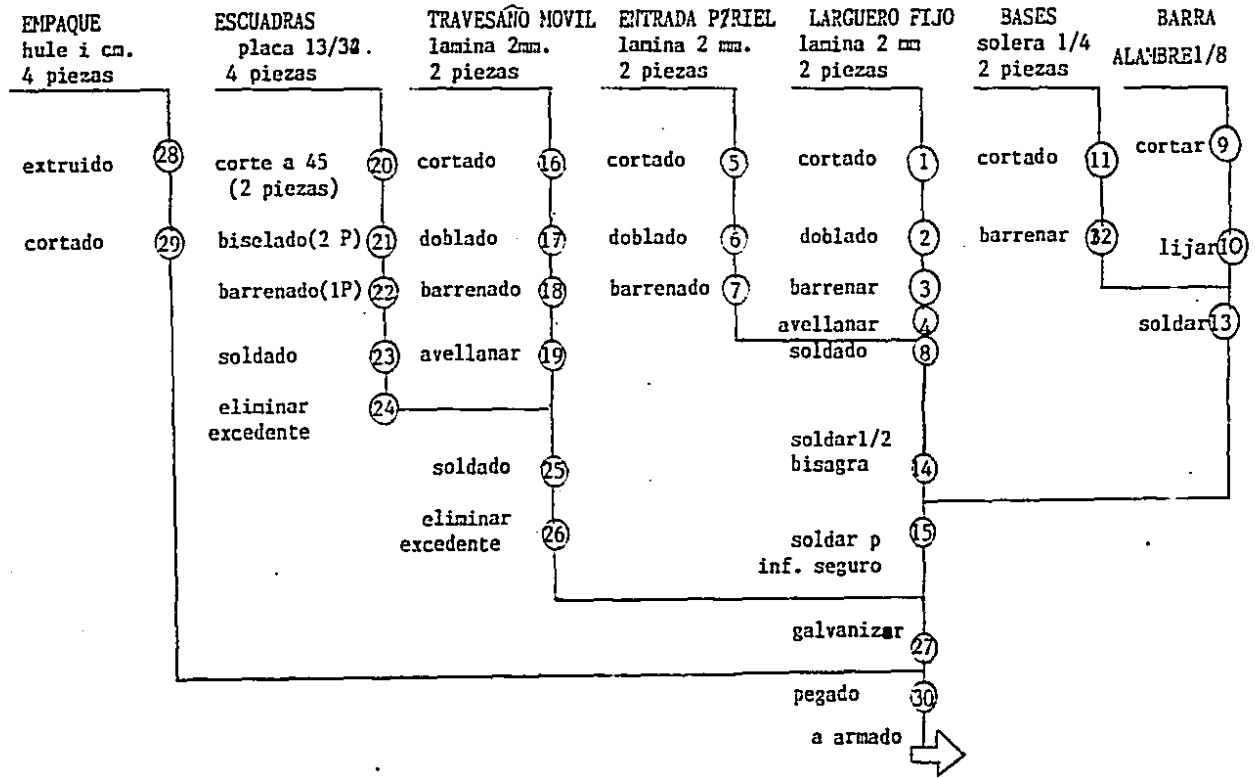


V. PLANO # 11

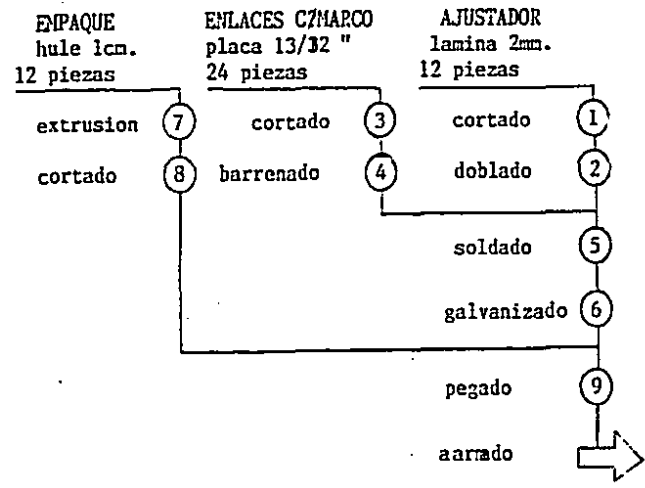
V. PLANO # 9

MARCO INFERIOR

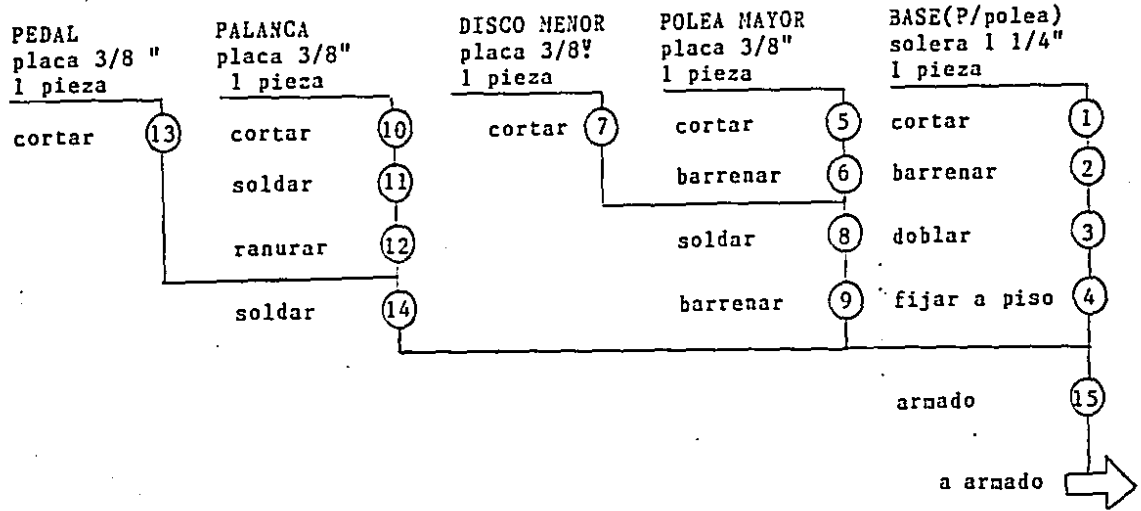
PARTE INF
SEGURO.



AJUSTADORES PARA MARCO

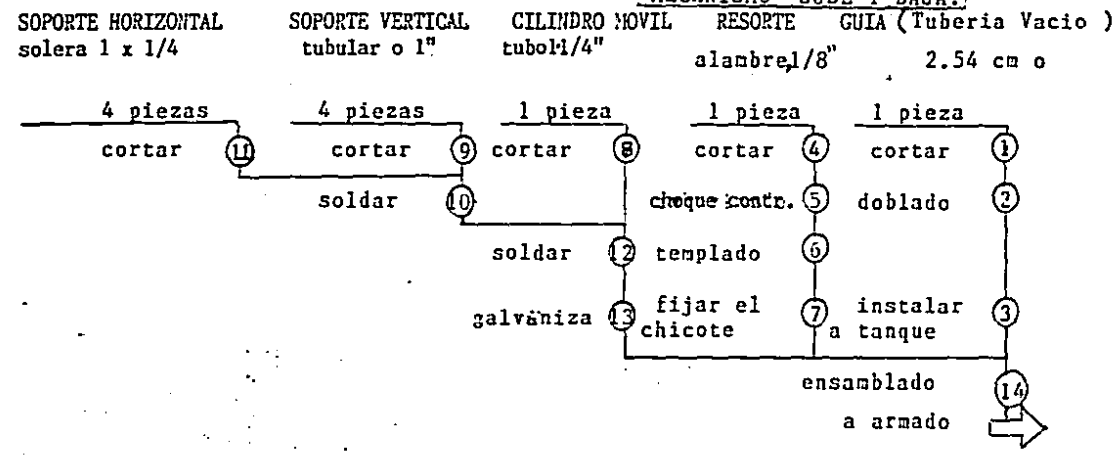


MECANISMO POLEA-PEDAL.



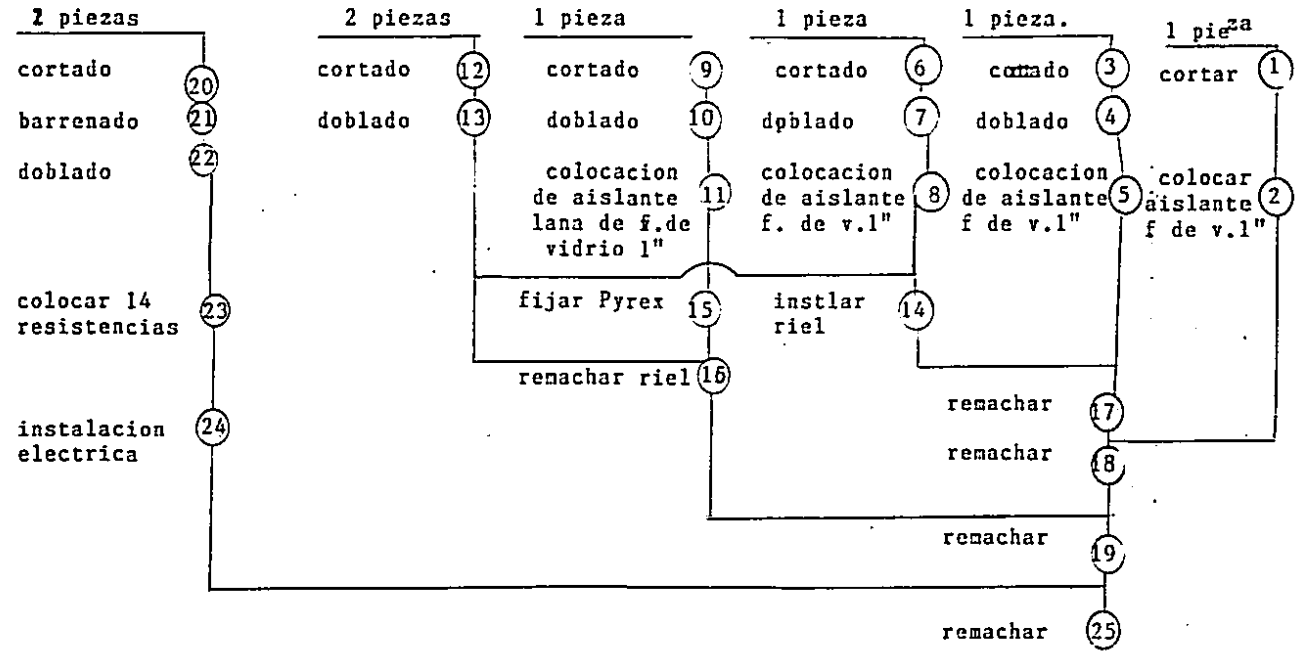
V. PLANOS # 13 14

MECANISMO SUBE Y BAJA.



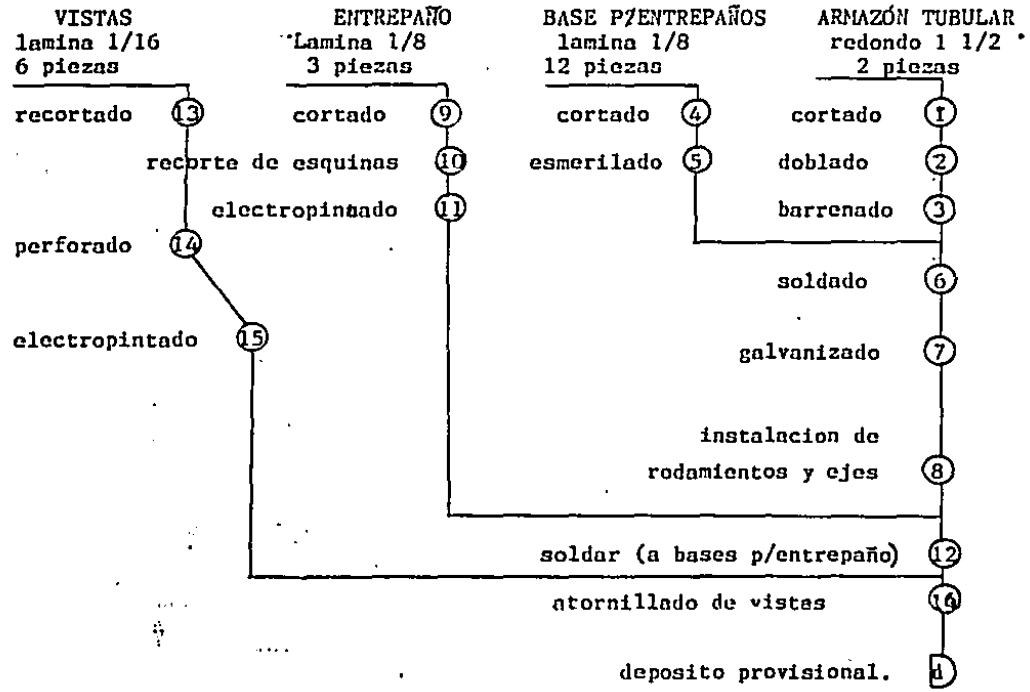
V. PLANO # 15 HORNO.

BANCO DE RESISTENCIAS TUBULARES lamina 1/8" ac.inox.	RIELES GUIA lamina 2 mm	CARA FRONTAL lamina ac inox doble pared	CARA POSTERIOR lamina ac inox. doble pared	ENVOLVENTE lamina ac.inox. doble pared	base =
---	----------------------------	---	--	--	--------

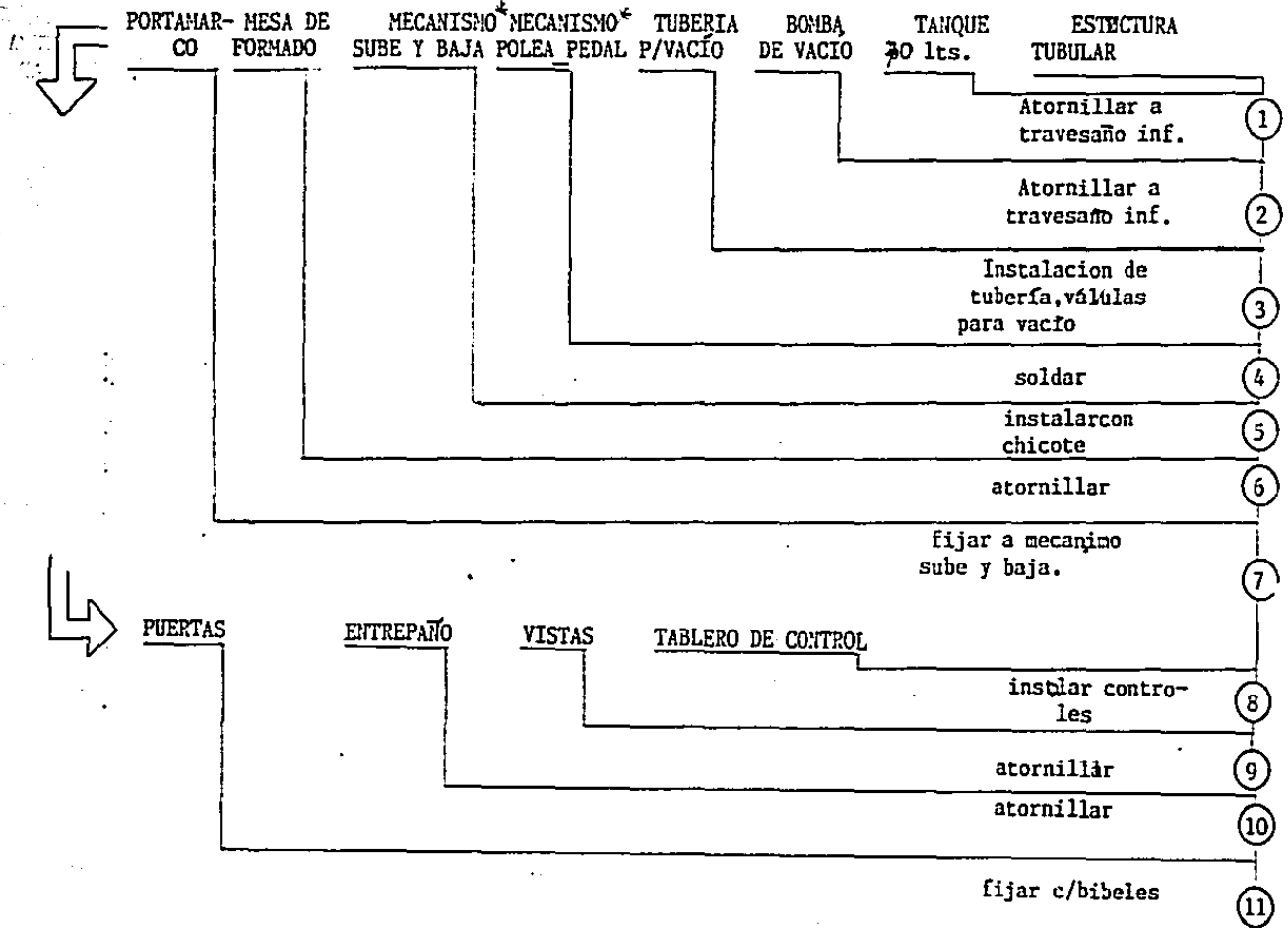


V PLANO 1. #16

CARRITO PARTE INFERIOR HOEIO.



V. PLANOS 13, 14, 17.

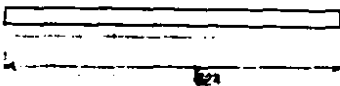
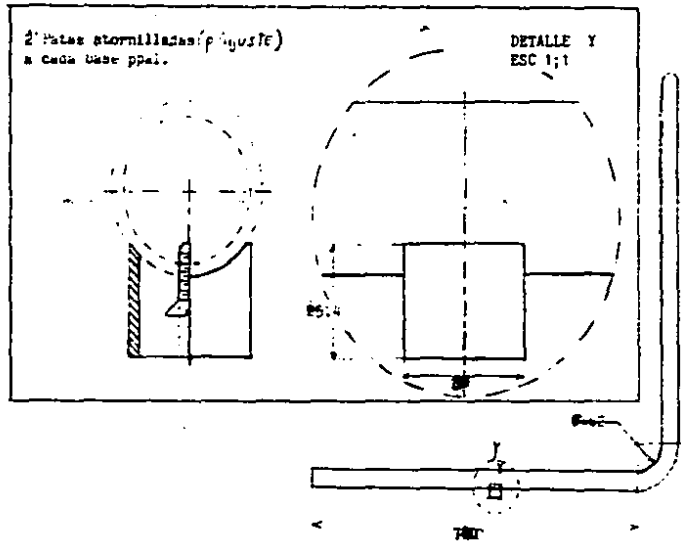


TERMOVAC

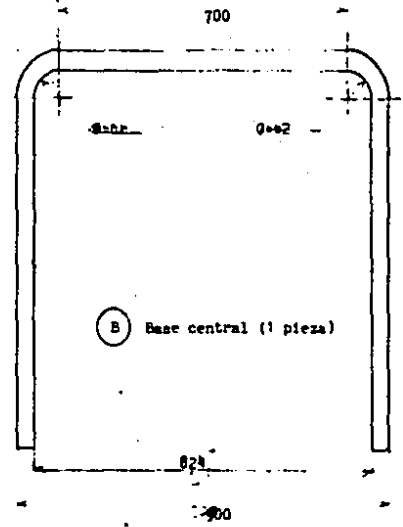
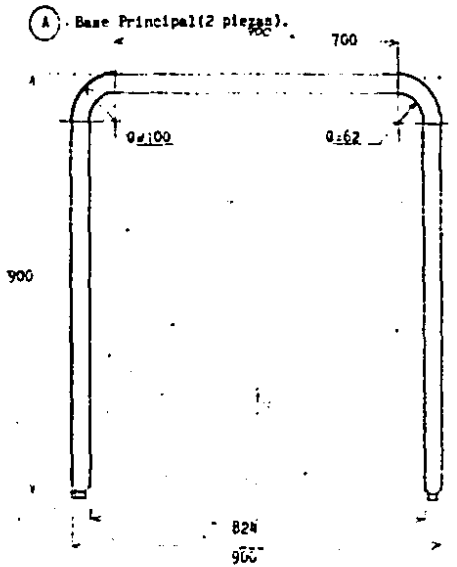
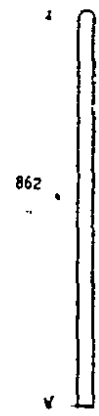
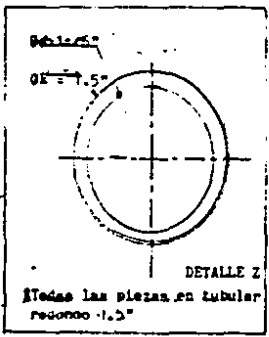
PROYECTO: ESCALAS 12 5 ACOTACIÓN: JUN. JUNIO 1986.

REVISOR: 11.6 CONVENIO: base ppaly central, patas, arvesano.

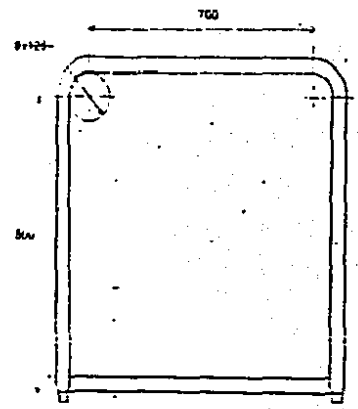
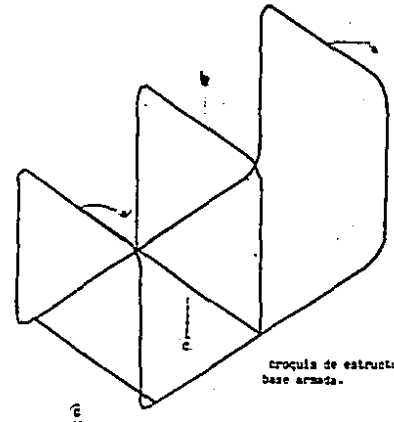
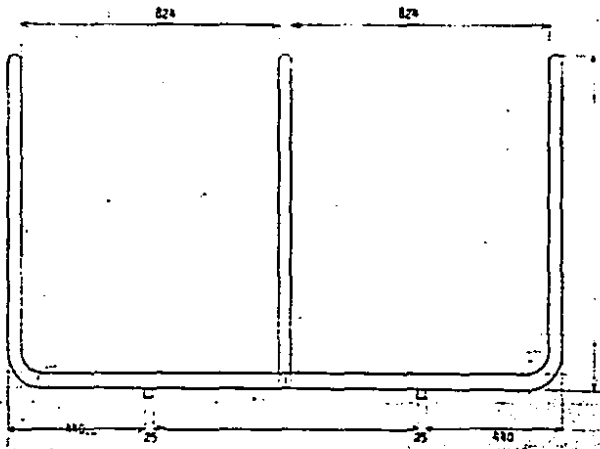
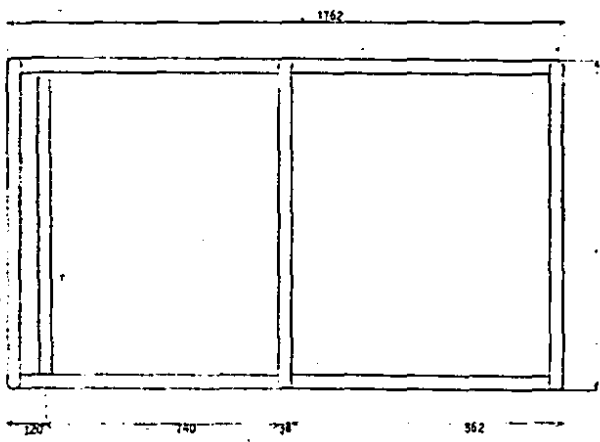
APROBADO: 1/17



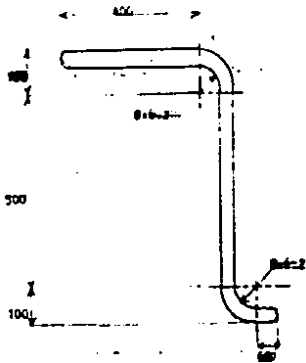
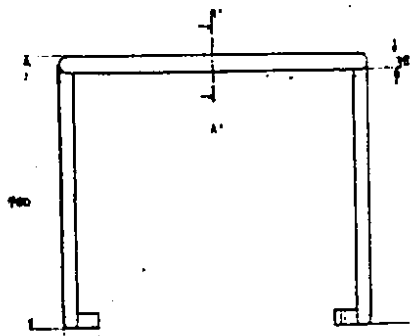
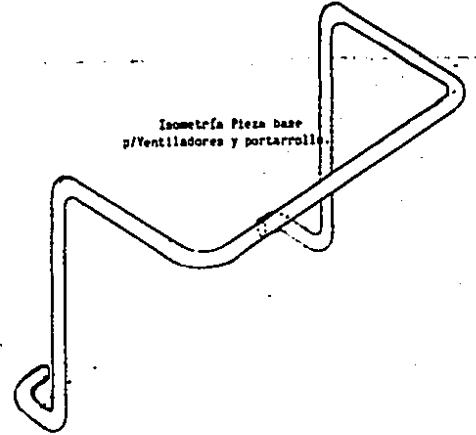
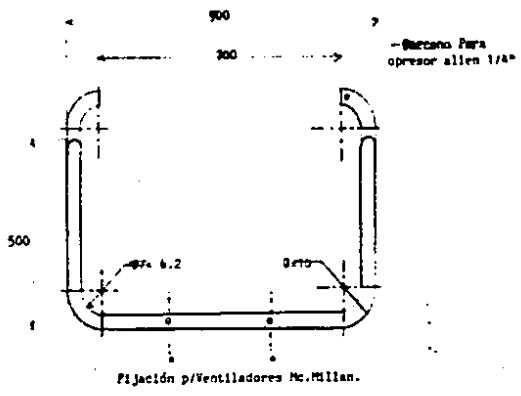
3 piezas 82.4 x 1.5" E x 1.25" int.



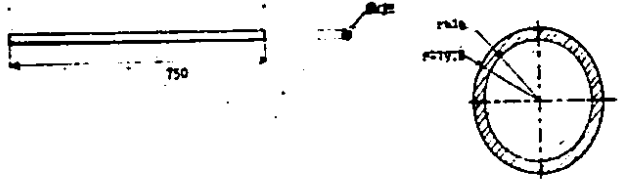
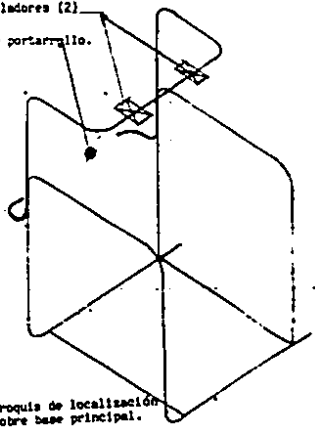
DISEÑO		TERMOVAC		© JUNIO 1988.	
FABRICA CALOR		ESCALA 1:5		ACOTACIONES EN MM	
REVISOR		M. G		CONTENIDO	
APROBADO				VISTAS GRALES, ESTRUCTURA TUBULAR BASE	
				2 / 17	



TERMOVAC
 DIBUJOS ELEMENTOS COLGANTES
 ESCALAS 1:10 ACOTACION= mm. © JUNIO 1988.
 REVISOR: M. G. CONTENIDO: pieza de base p/ventilador portarrollo
 APROBADO: 3/17

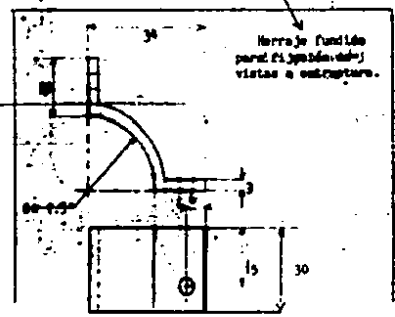
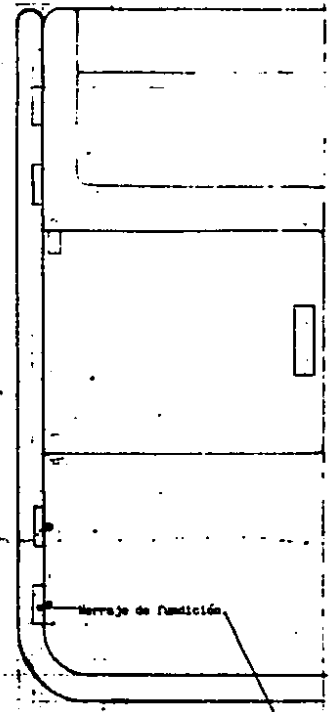


Fijar Ventiladores (2)
 Base Eje portarrollo.

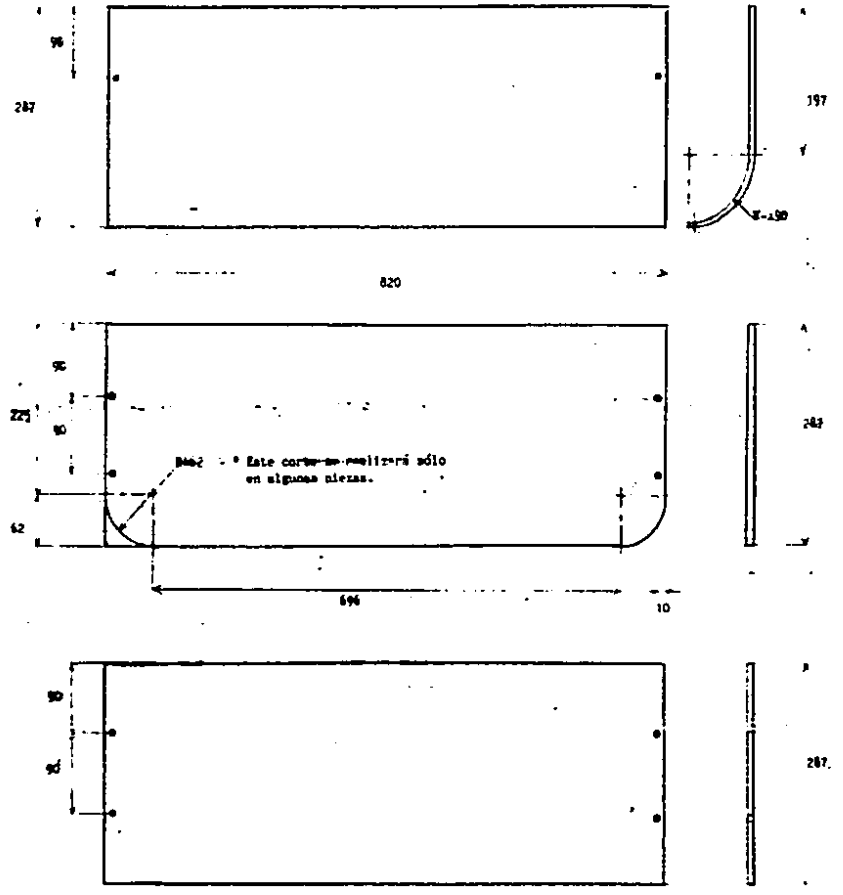



DIBUJOS: ELEMENTOS CALDERAS	ESCALAS 1:5
REVISOR: G.	ACOTACIÓN: mm
APROBÓ: (Signature)	CONTENIDO: V.B. VISTAS 10 LÍMINAS.
4 / 17	

1/2. Vista frontal de termotransformador.
 con tubular y vistas de láminas.




*Lamina de Acero 1/16"
 *Todos los recorrenos pasados 1/4"

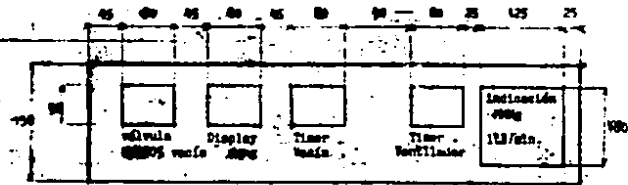
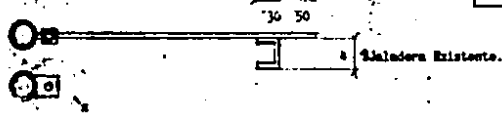
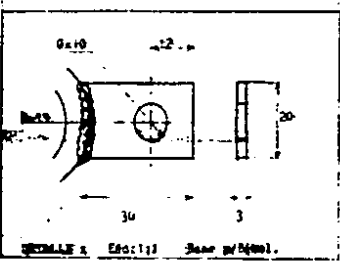
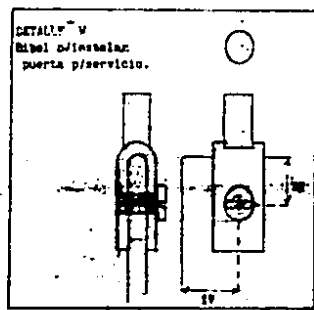
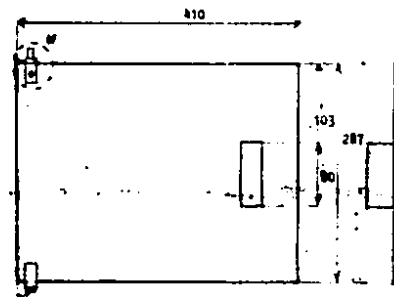
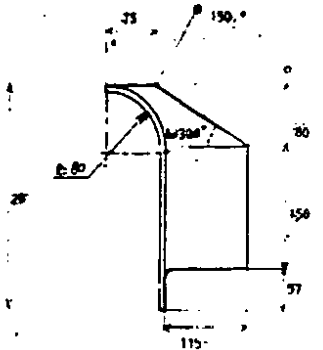
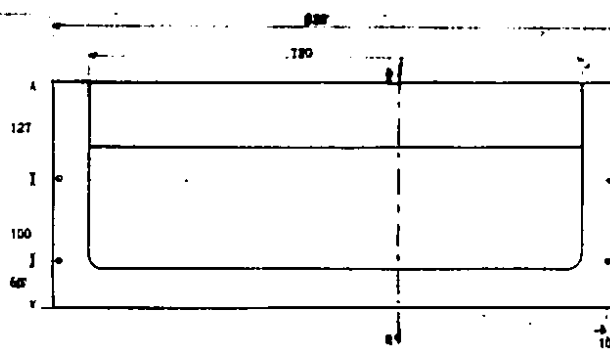


TECNOVAC  **1988**

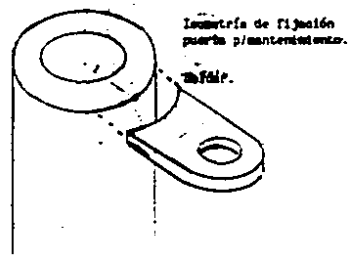
ESCALAS 1:5 ACOTACIONES MM © JUNIO 1988.

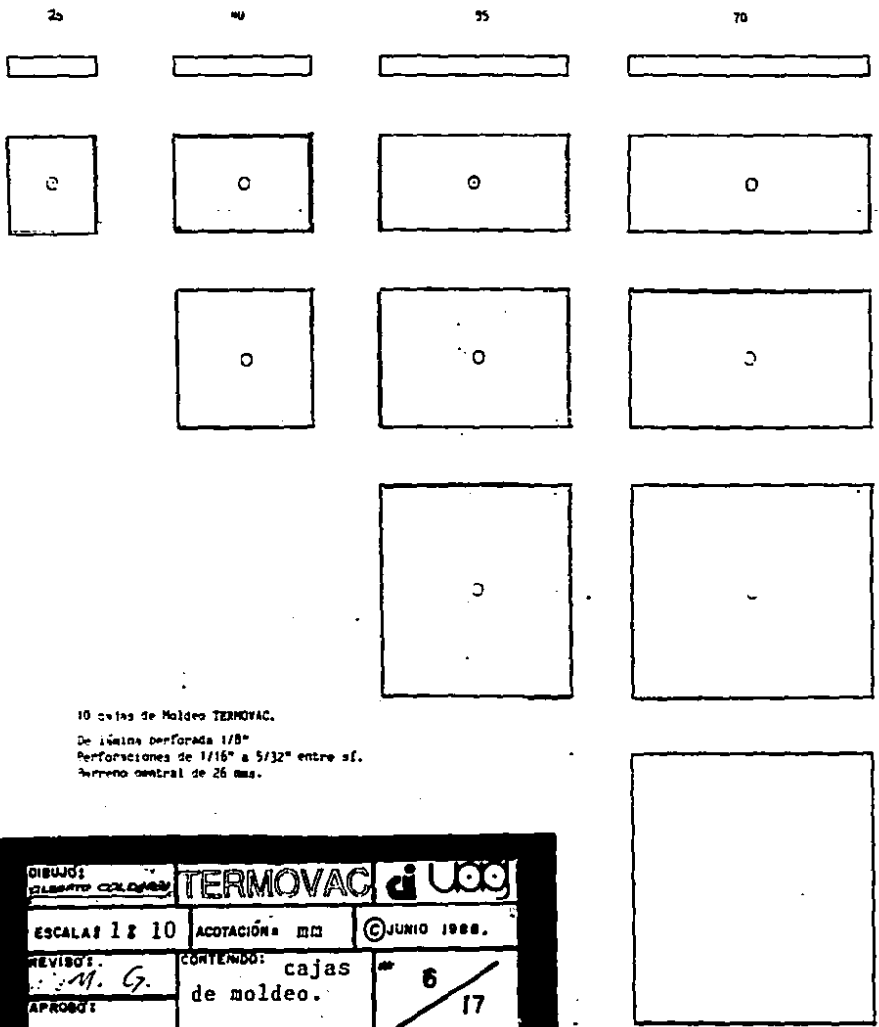
REVISIÓN: 1/1/88. CONTENIDO: 5/17

APROBADO:  CUBIERTA de CONTROLES



Tablero de controles TEMUTEC.





5 cm/ de altura (todas.)

25

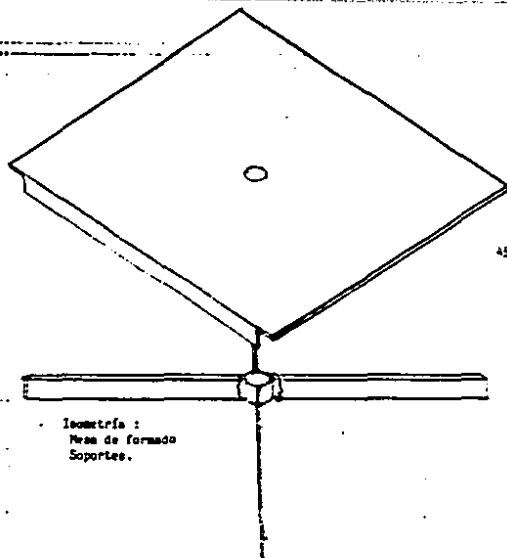
35

55

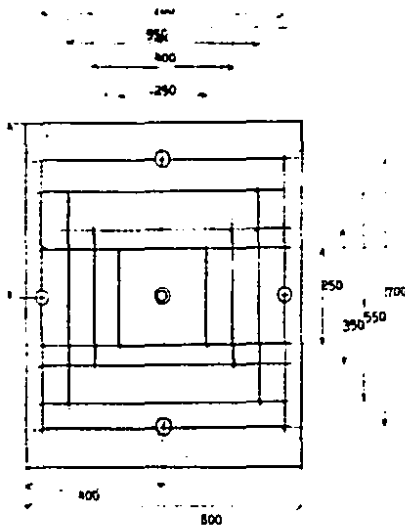
70

10 vistas de Moldeo TERMOVAC.
 De lámina perforada 1/8"
 Perforaciones de 1/16" a 5/32" entre sí.
 Ancho central de 26 mm.

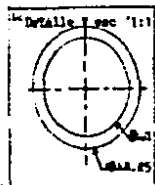
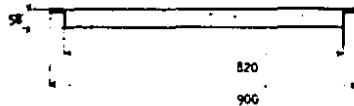
DIBUJOS: ALBERTO COLARCA		TERMOVAC		UOG	
ESCALAS 1:10		ACOTACIÓN: mm		© JUNIO 1988.	
REVISOR: M. G.		CONTENIDO: cajas de moldeo.		6 / 17	
APROBÓ:					



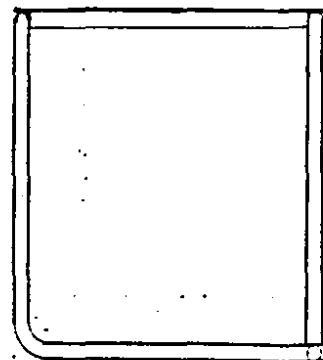
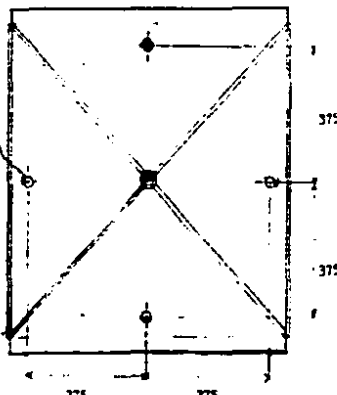
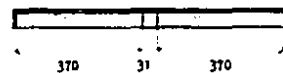
Isometría :
Mesa de formado
Soportes.



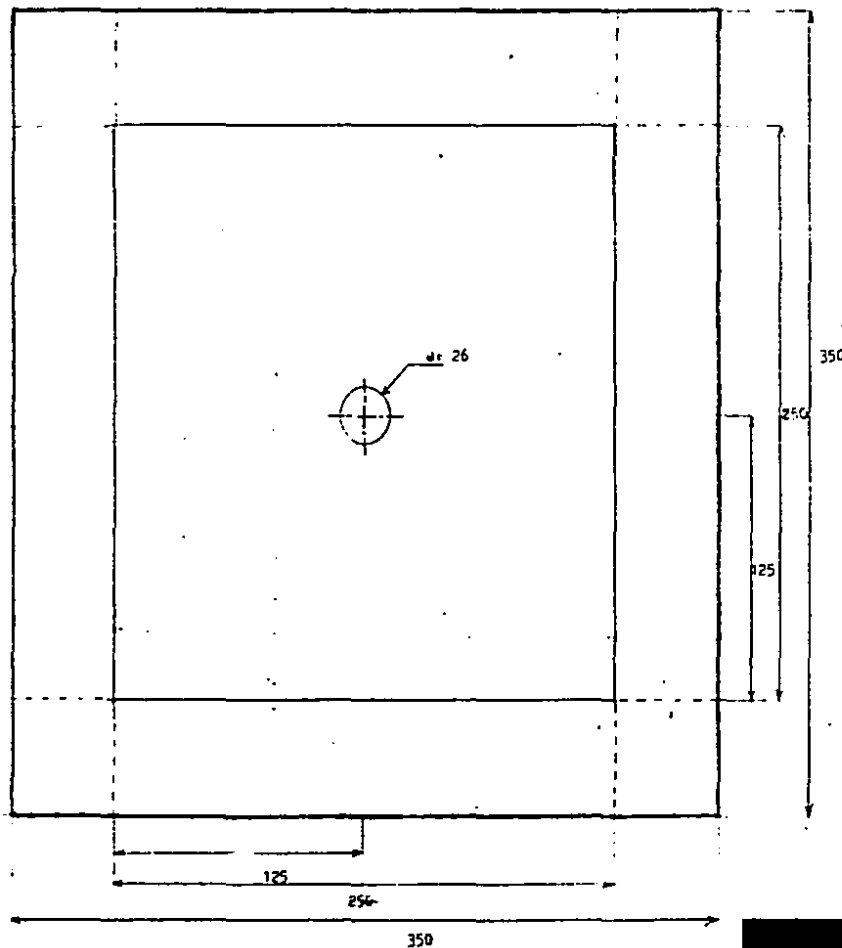
Vista frontal.
Ubicación de Mesa de
formado sobre estructura.



4. Anillos
pasados, de 1"

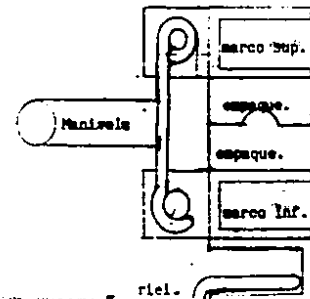
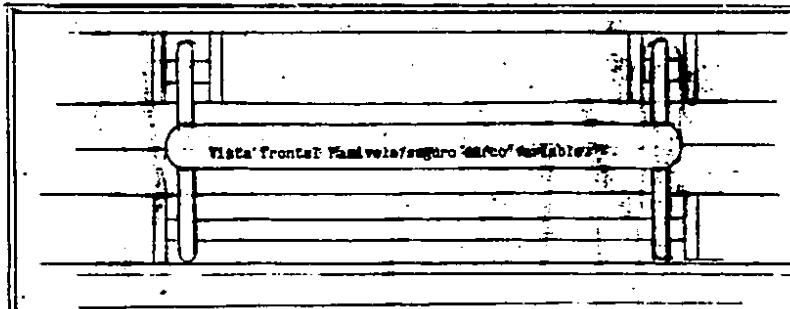
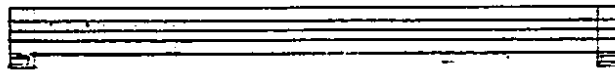
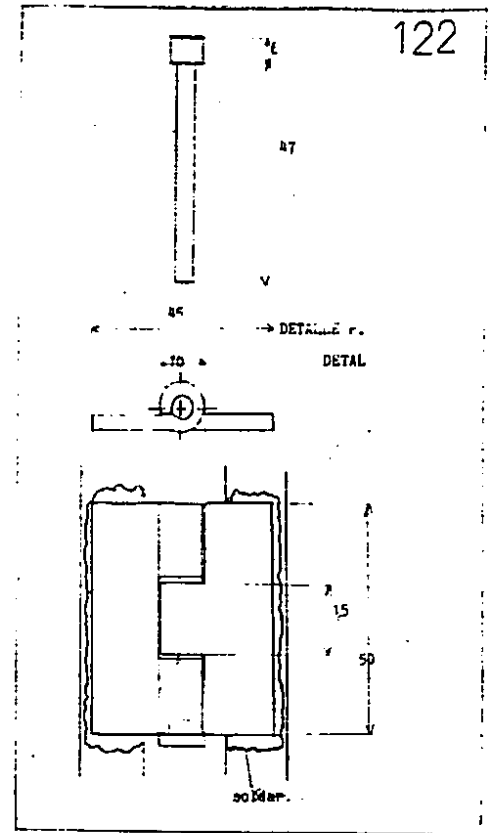
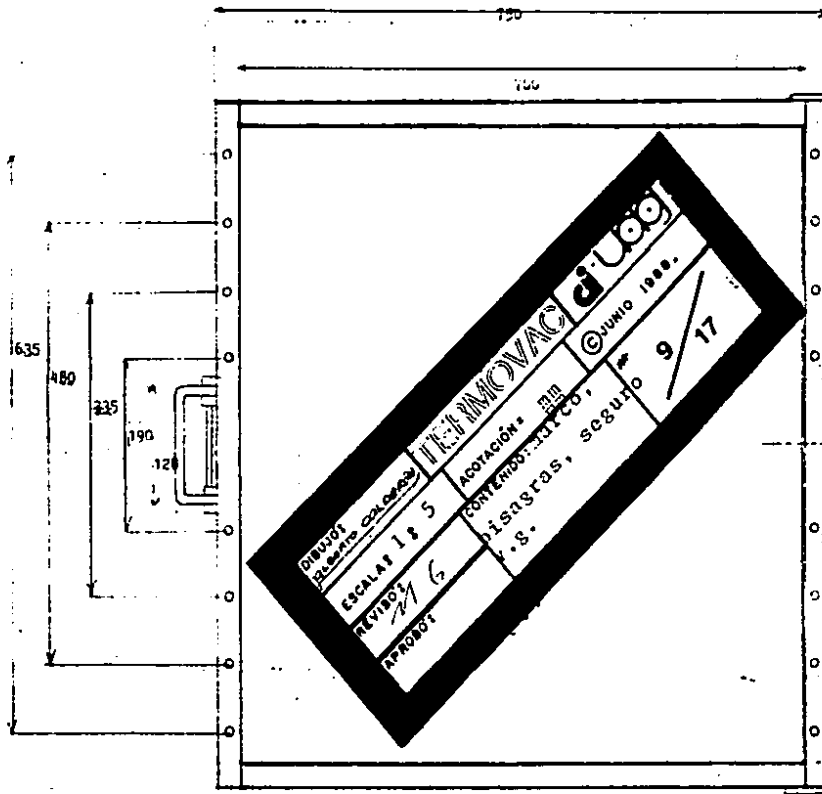


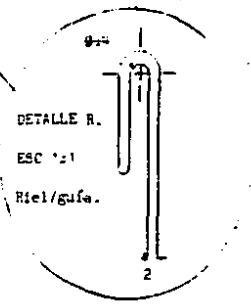
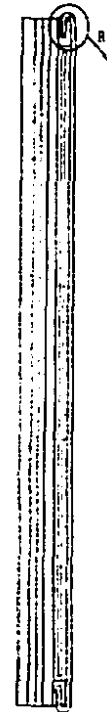
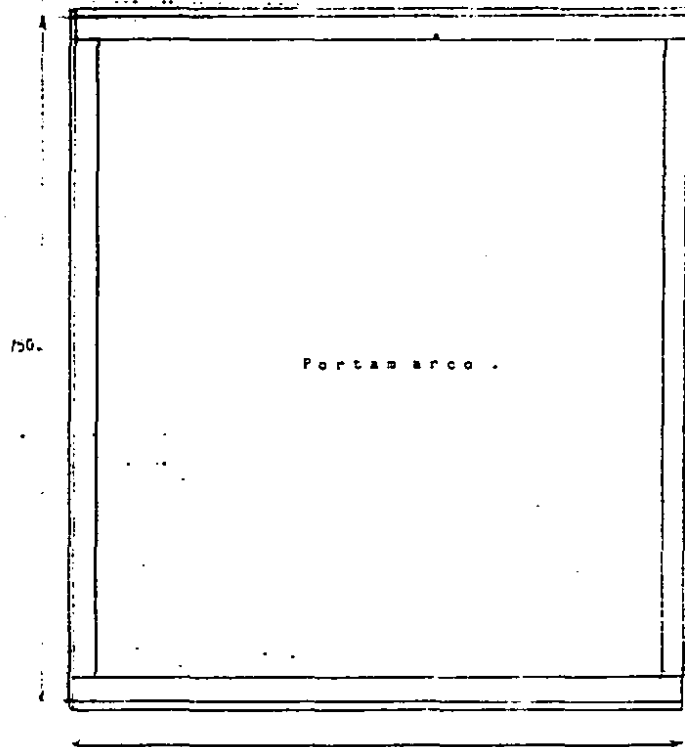
DIBUJO: ALBERTO COLONIA		TERMOMOVAC		C. U. O. O.	
ESCALA: 1 : 10		ACOTACION: mm		© JUNIO 1988.	
REVISOR: M. G.		CONTENIDO: V.S. mesa de formado		7 / 17	
APROBÓ:					



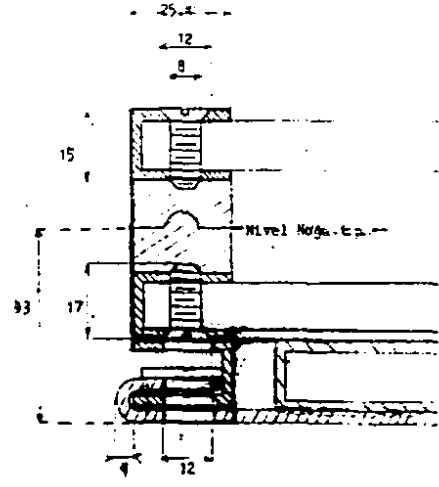
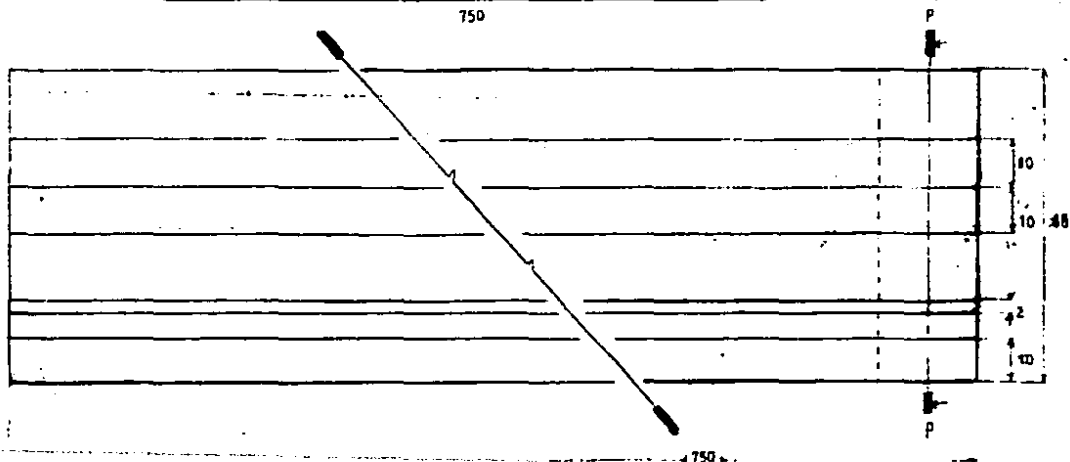
• Todas las cajas de Moldeo son de lámina perforada de 1/8" de grosor. Las perforaciones son estándar de 1/16" Localizadas a 5/32" entre sí. El barrenado central es de 26 mm.

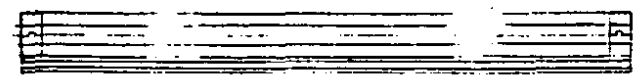
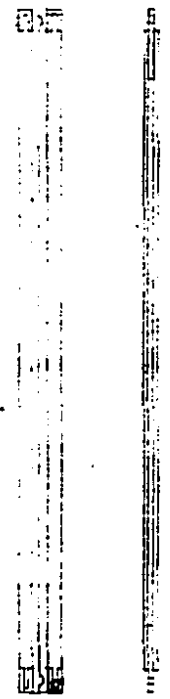
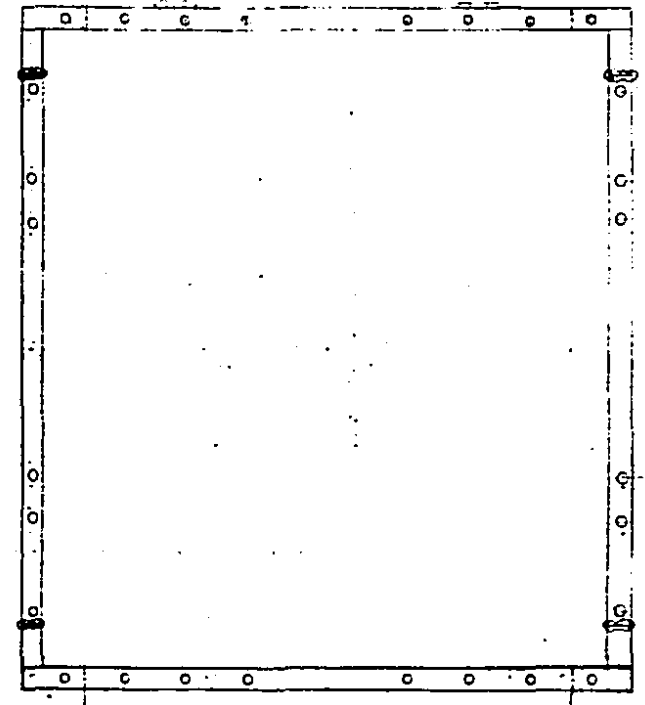
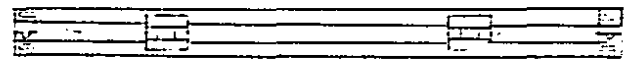
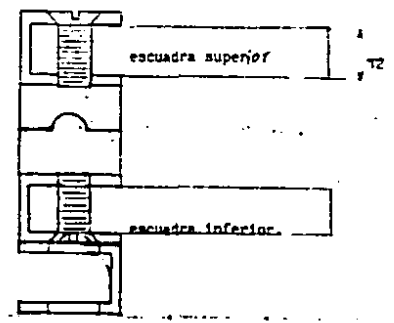
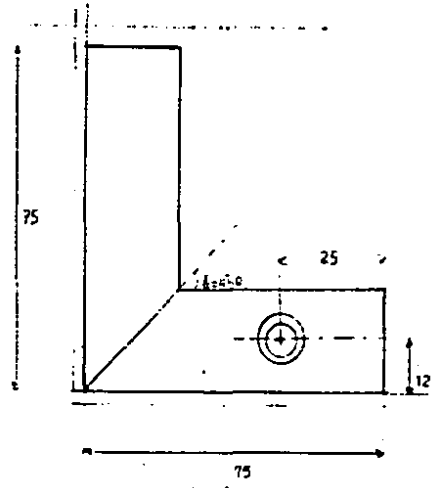
DIBUJO: PLANTO COLADO	TE: THERMOVAC	di UOO
ESCALA 1 : 2	ACOTACIÓN = MM	© JUNIO 1988.
REVISOR: M6	CONTENIDO: desarrollo de caja de moldeo	8 / 17
APROBADO:		



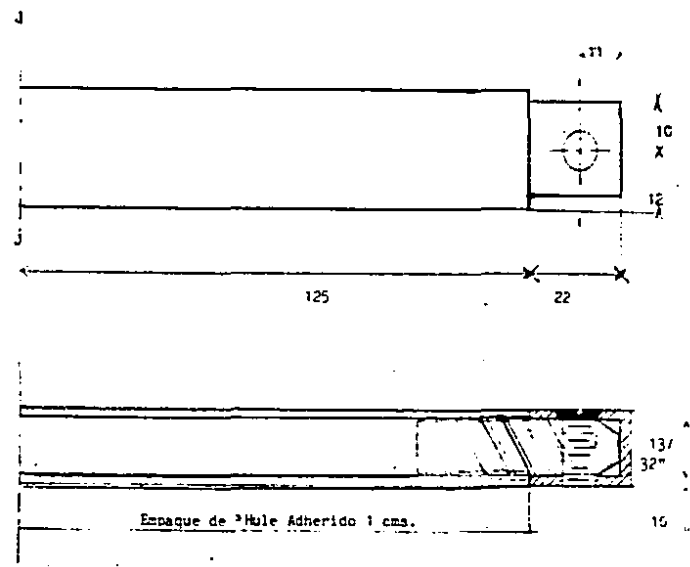
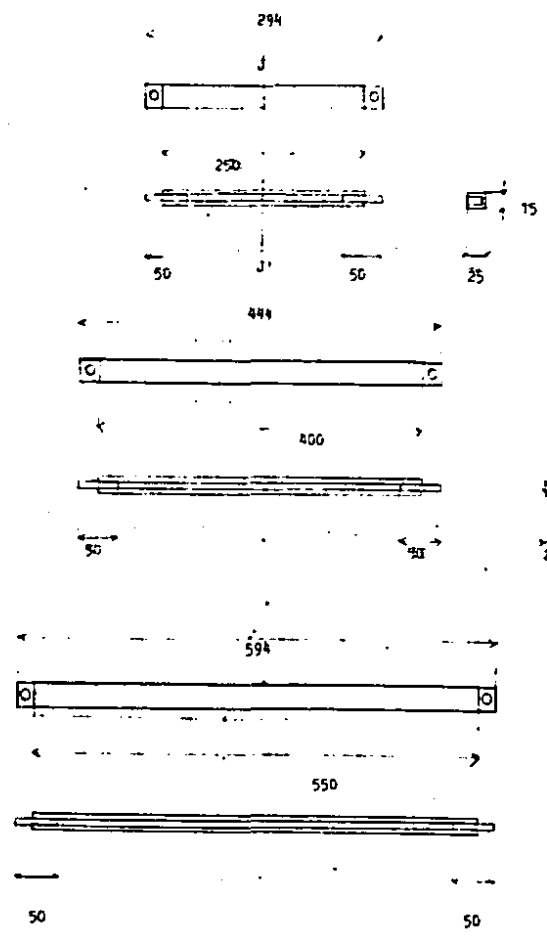


DIBUJO: ALBERTO CILIBASTI		TELMOVAC	di UOO
ESCALA: 1:5	ACOTACIÓN: mm	© JUNIO 1988.	
REVISO: M 6	CONTENIDO: porta-	10 / 17	
APROBO:	marco. Instala- ción.		





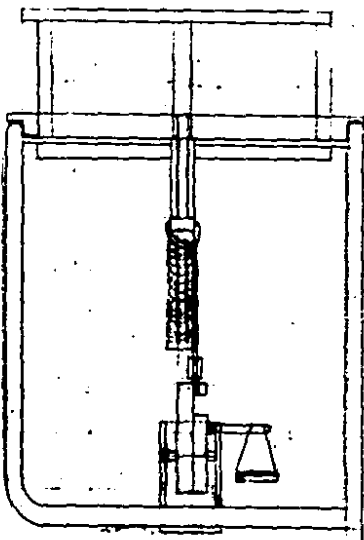
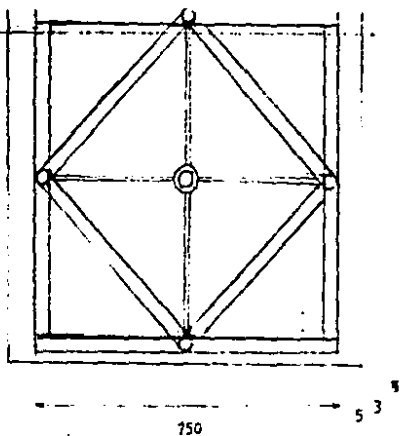
DIBUJÓ: ALBERTO COLAPRE	TERMOVAC	di Uog
ESCALA 1 : 5	ACOTACIÓN: □□	© JUNIO 1988.
REVISÓ: 17 6	CONTENIDO: MATEO inferior. Es- cuadras. v.g.	11 / 17
APROBÓ:		



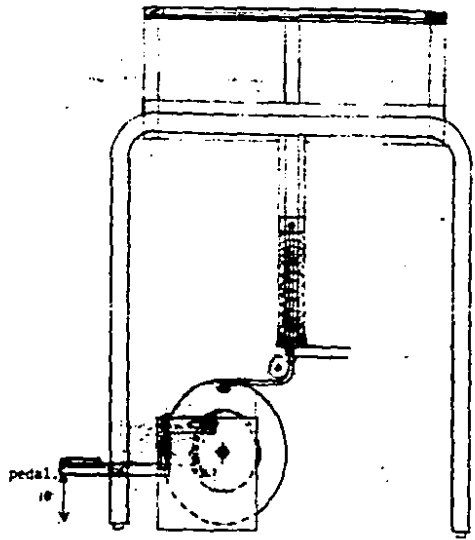
*Los ajustadores para el marco universal se fabricarán en 3 tamaños, 25, 40 y 55 cms. Al igual que los marcos base, llevarán empaque de hule para la creación del sellado con la hoja t.p. Se fabricarán de perfil extruido de acero, 2 piezas de c/tamaño.

DIBUJO: ELMERO COLERA		TECNOVAC		UNO	
ESCALA: 1 : 5		ACOTACION: □□		© JUNIO 1988.	
REVISOR: M 6		CONTENIDO: ajustadores para marco universal.		12	
APROBADO:				17	

DIBUJOS ELABORADOS POR	110	REVISO	M/G	APROBÓ	© JUNIO 1988.
					ESCALAS 3
THERMOVAC		ACOTACIONES DIM		13/17	
CONTENIDO Y -II-		mecanismo sube y baja.			



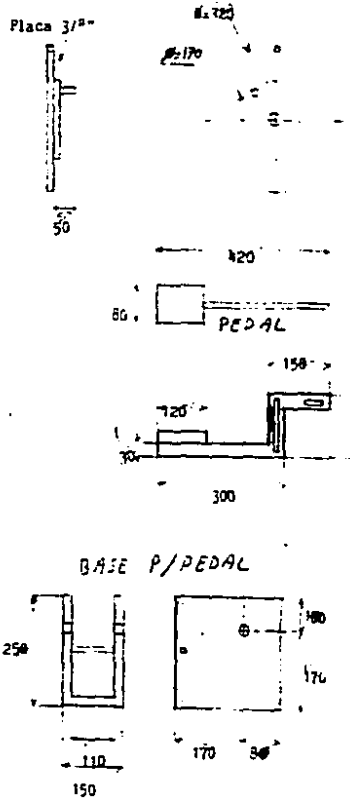
Vista frontal . Mecanismo Sube y baja.



V. lateral . Mecanismo sube y baja.



- 250
- 210
- 535
- 25 : 0
- 350
- 36 : 1
- 350
- 1 resorte
- 0 int 1"
- 0 ext 1.25"
- 2 piezas Ø=1"
- 1 pza. Ø= 1.25"
- 4 pzas. 535 x 1" x 1/4"
- 3 pzas. 350 1.5" x 1/4"

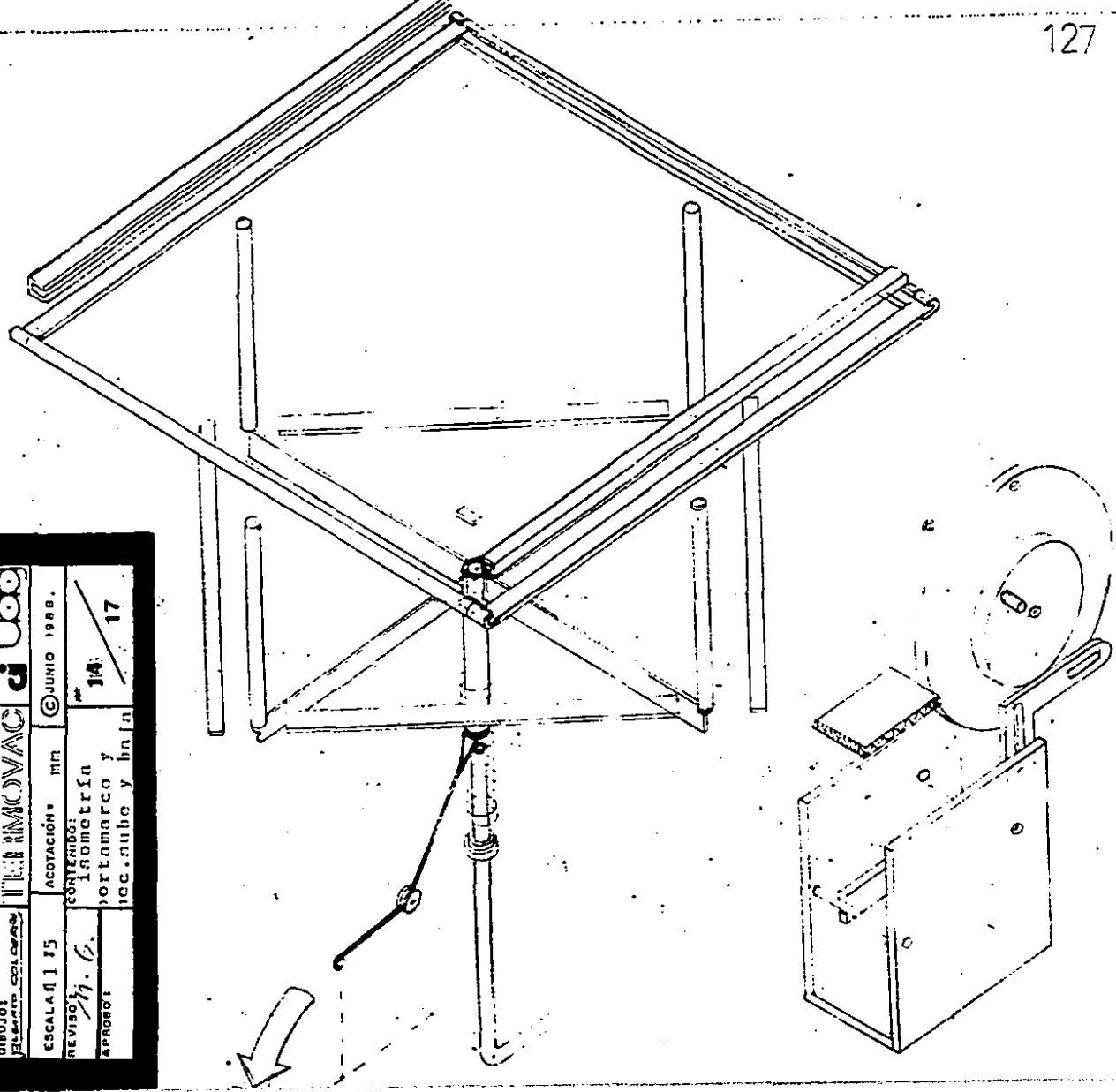
126



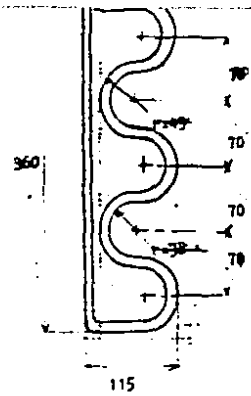
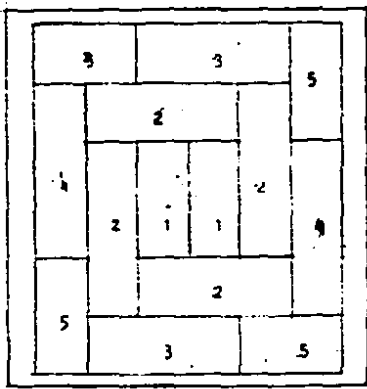
520 (encole)

150

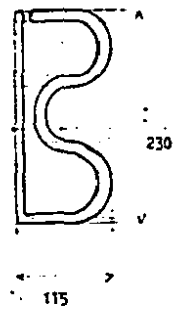
			
ESCALA: 1/25 REVISOR: M. G. APROBÓ:	ACOTACIONES: mm CONTENIDO: portamarco y picapunto y h. in	JUNIO 1988.	No: 14 / 17



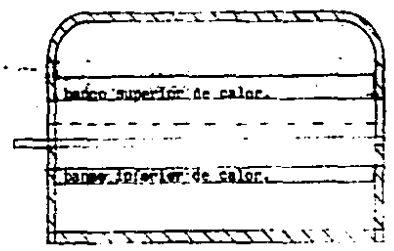
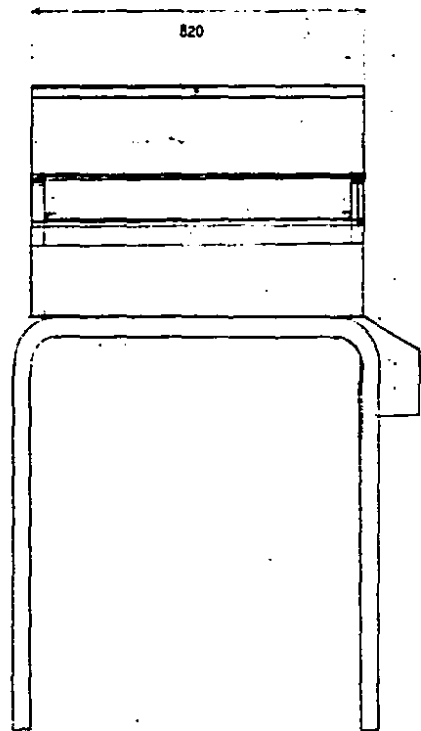
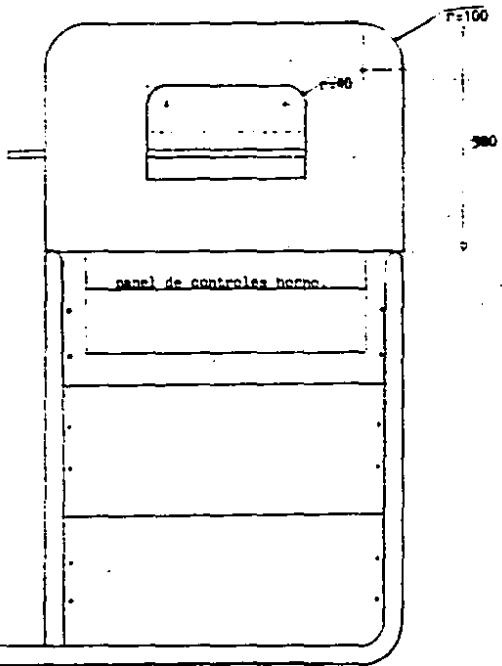
820



RAF



205



Horno de gabinete de doble pared acer inox #22. Alasado con 1" lana de vidrio.

Item	Qty	Material	Size	Dimensions
1	2	200	150	12.5 x 25 cm
2	4	300	150	12.5 x 38 cm
3	2	300	150	12.5 x 38 cm
4	2	300	150	12.5 x 38 cm
5	4	200	150	12.5 x 38 cm

Cámaras de control totalmente por microprocesor, infinito de control.
 Modelo: horno CRIMOVAC M4, INP-120-B

CRIMOVAC

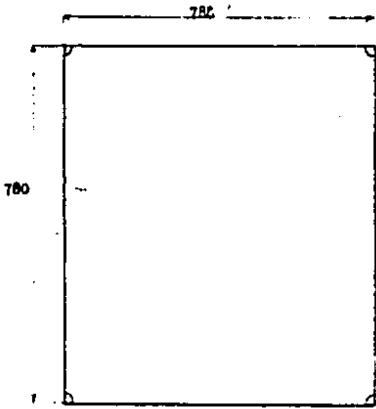
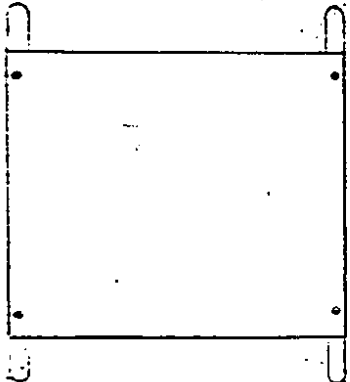
ESCALAS 1:10 ACOTACIÓN: mm © JUNIO 1988.

REVISOR: M. S. CONTENIDO: V. 8. y corte horno

APROBADO: 15 / 17

DIBUJOS: PLANTAS, CAL, CORTES

780



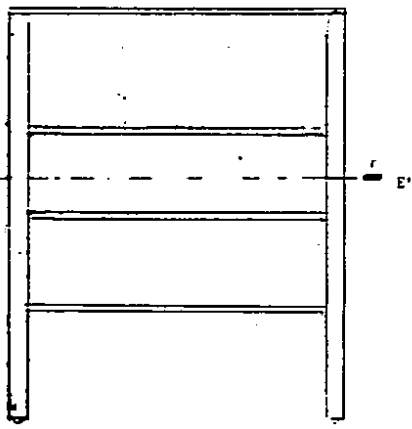
780

780

Corte a manijas
1/2"

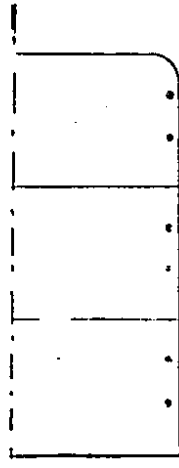
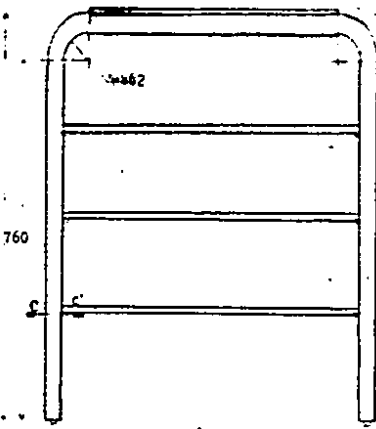
820

820



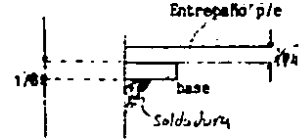
960

760

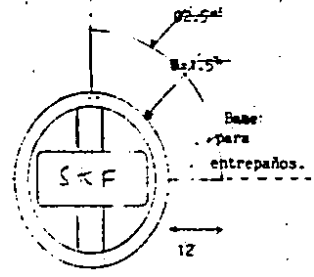


Vistas de lámina
(1/2)


Detalle de soldado de entrepaños.



Corte Cc' esc 1:1



Detalle instalación rodamientos SKF.



 DIBUJO: []

 ESCALAS: 1 : 10

 ACOTACIÓN: mm

 REVISOR: M.G.

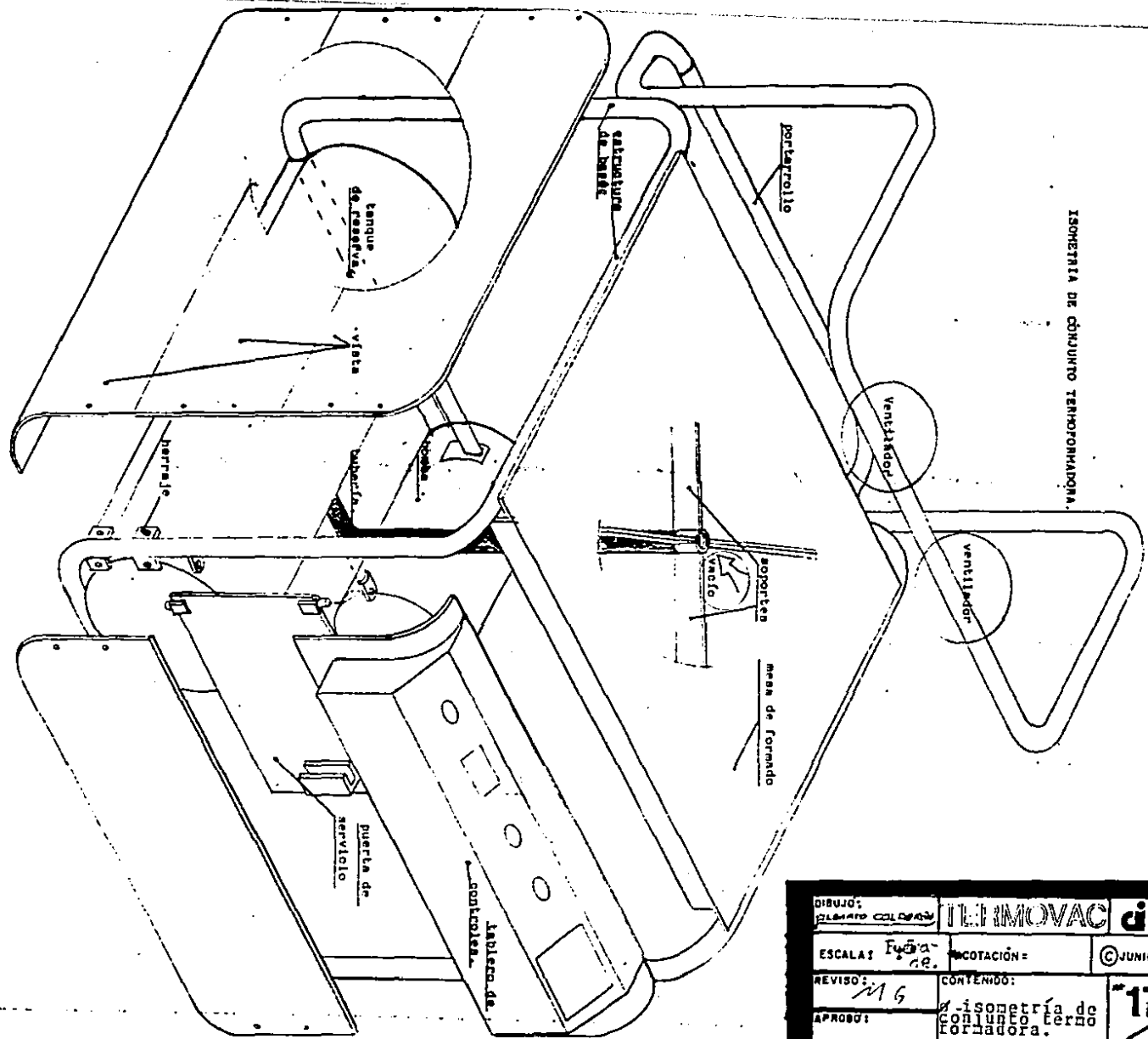
 APROBÓ:

 CONTENIDO: carro inferior del horno

 # 16 / 17

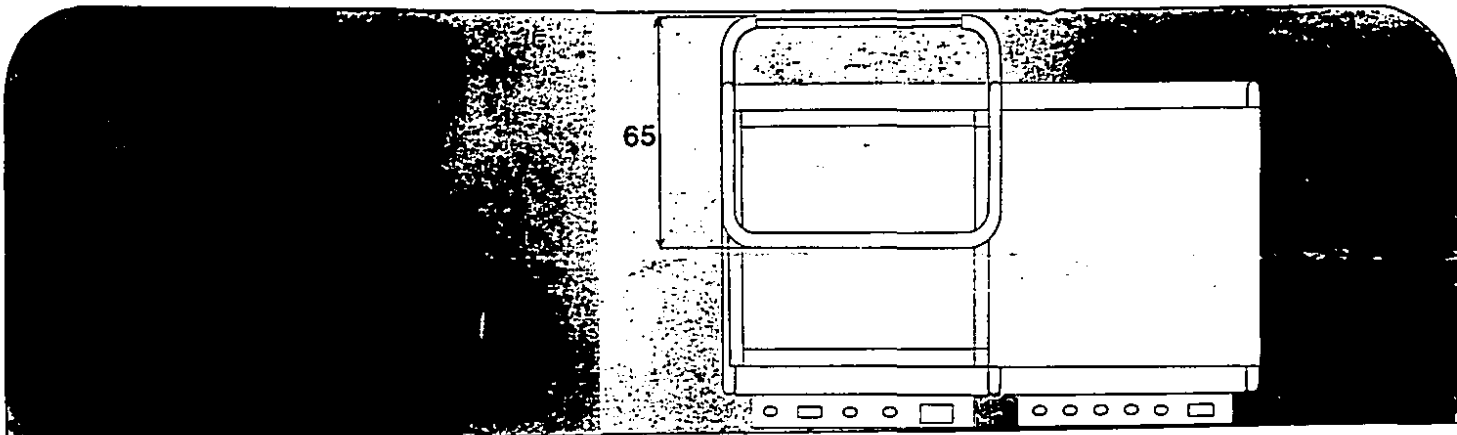
 © JUNIO 1988.

620



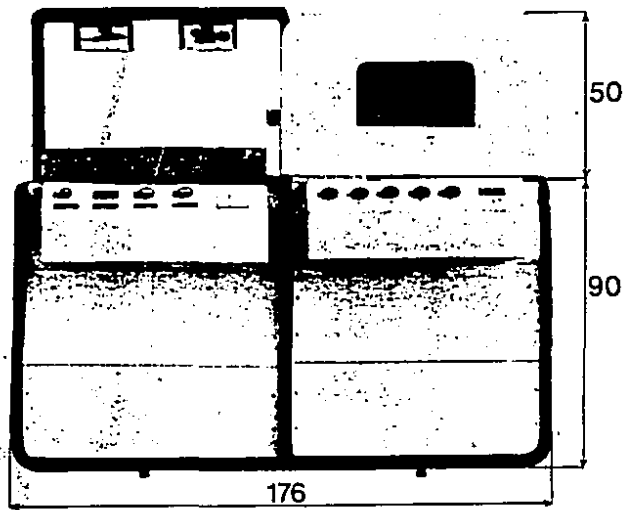
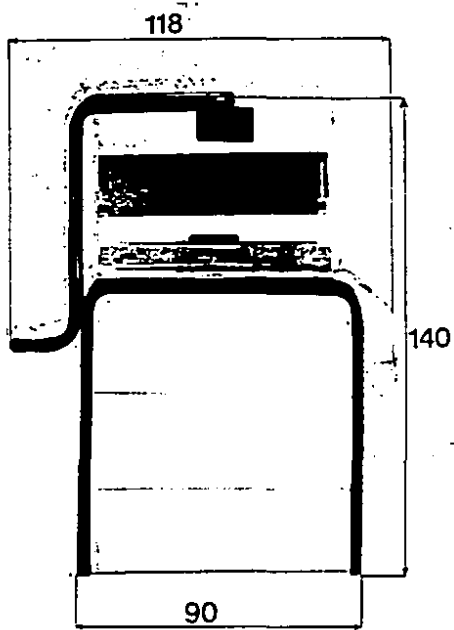
ISOMETRIA DE CONJUNTO TERMOFORMADORA.

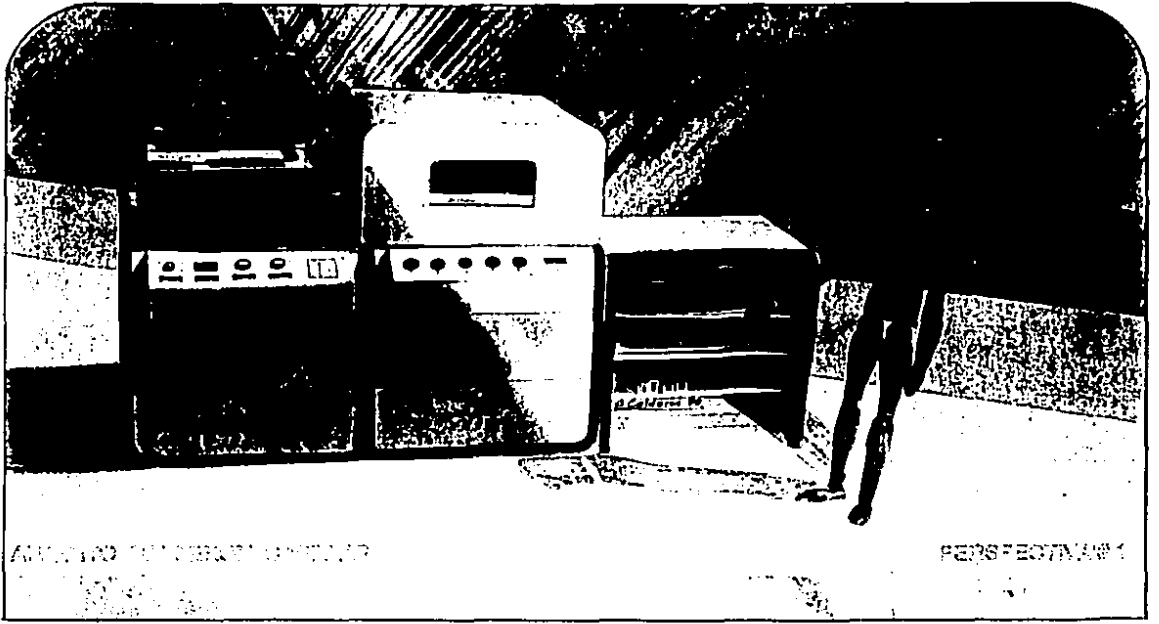
DIBUJO: ALEJANDRO COLLAZO		TECNOVAC		di UAG	
ESCALA: 1/2"	FECHA: 1988	COTACION:		© JUNIO 1988.	
REVISO: MG	CONTENIDO:		17/17		
APROBU:	Isometría de conjunto termoformadora.		17/17		



TERMOVAC

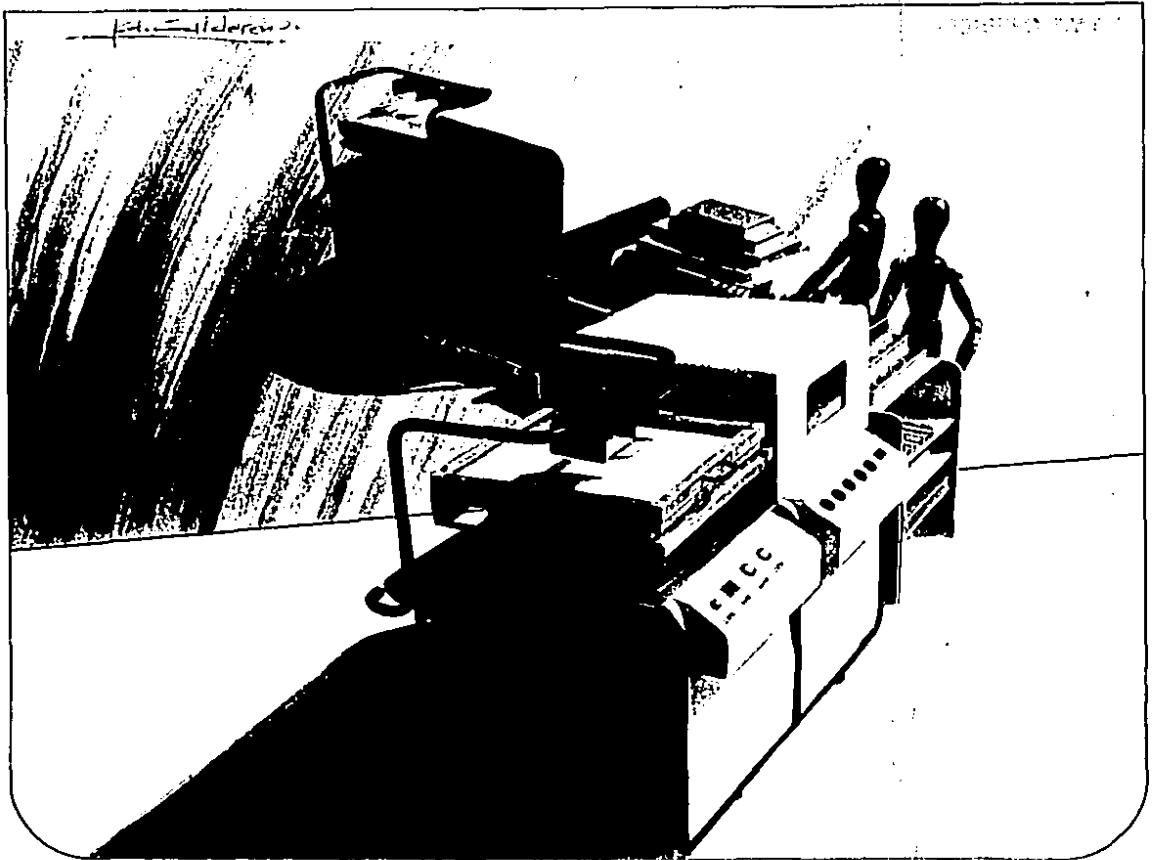
VIEWS GENERALIS





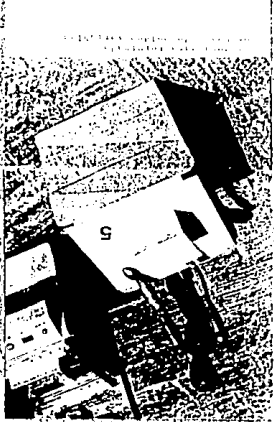
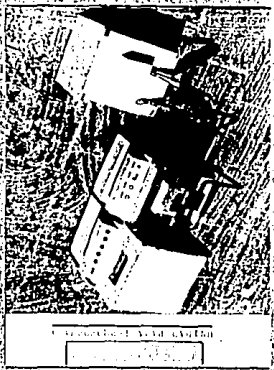
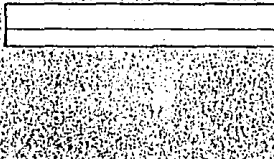
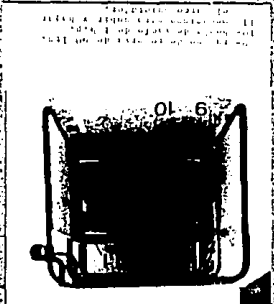
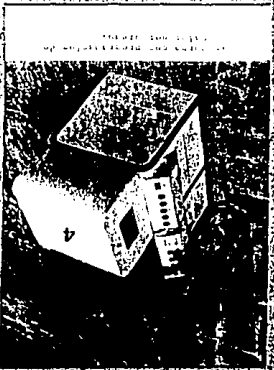
AMERICAN UNIVERSITY LIBRARY

PERSPECTIVE 1



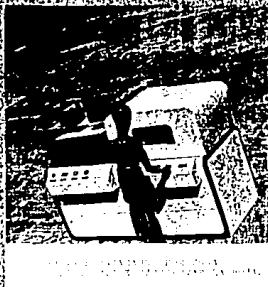
Ed. S. Anderson

PERSPECTIVE 2

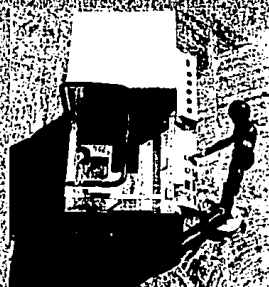




OPERAZIONE DELLA MACCHINA



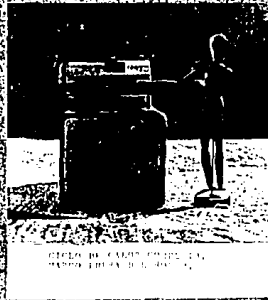
OPERAZIONE DELLA MACCHINA



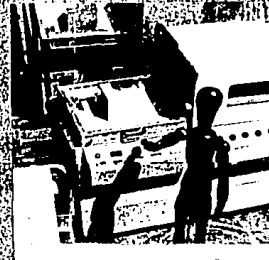
OPERAZIONE DELLA MACCHINA



OPERAZIONE DELLA MACCHINA



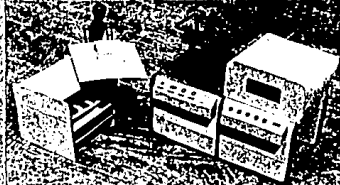
OPERAZIONE DELLA MACCHINA



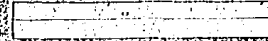
OPERAZIONE DELLA MACCHINA



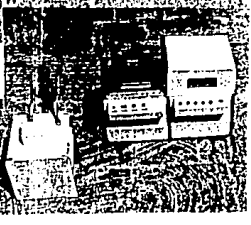
OPERAZIONE DELLA MACCHINA



COMPONENTI ELETTRICI



COMPONENTI ELETTRICI



COMPONENTI ELETTRICI

AGRADECIMIENTOS :

INSTITUCIONES :

Universidad Autónoma De Guadalajara.
Escuela de Diseño Industrial.

Arizona State University.
School of Industrial Design.C.A.E.D.

CAREINTRA. Sección De Plásticos.

Plásticos PYNSA.
Plastiglas de México.
Plásticos el Alamo,s.a.
Productos Newton,s.a.

Cámara de Comercio Italiana .

FELISA. Bombas de vacío .Hornos.

Cadillac Plastic. Phoenix,AZ.

Festo Pneumatic.

DICASA. Ingersoll-Rand.Tanques.

COLABORADORES :

D.I. Mario Gasca Salas.

D.I. Cristina Olivera Olmos.

Ing. Virgilio Castro .

D.I. Jaime Lombell.

Prof. Adolfo Wriedt K.

I.D. William Sadler.

I.D. Steve Biltz.ASU Shop.

Ing. José Mora.(RAF.Resistencias).

Sr. Jorge Urrea.(Urrea Empaques).

Sr. Justino Van-Lien (Afisamatic)

I.D. Michael R. Cwikoski.

I.D. Christopher Domina.

COLABORADORES :

L.D.I. Guillermo Ibarrola

L.D.I. Juan A. Serrano.

L.9.I. Francisco Leal A.

L.D.I. Sergio Luna L.

L.D.I. Carsten Groppe.

L.D.I. Juan Ignacio Michel Z.

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

- Modern Plastics Encyclopedia, MC GRAW-HILL, New York (1980-1986).
- Plastic Engeneering Handbook, Parte A, MARCEL DEKKER INC. New-York (1981).
- Florian, John . Practical Thermoforming. MARCEL DEKKER INC. New York (1987).
- Savgorodny, V.K. Transformación de plásticos. GUSTAVO GILI. Barcelona (1989).
- Begeman, Myron L. Procesos de manufactura. CECSA. México (1982).
- Plásticos, Fuente de Información de . CAREINTRA. Catálogo 1987.
- Churh, James M. Plásticos, Formulación y Moldeo. SOMONDS. México (1980).
- Lozano, Victor Miguel. TIEMPO.POLITICA ECONOMICA .Suplemento #43. (1986).
- Diver, Walter e. Química y tecnología de Plásticos. CECSA. México (1983).
- Mc Cormick, Ernest J. Ergonomía. GUSTAVO GILI. Barcelona (1980).
- Panero, Julius. ANTROPOMETRIA. Gustavo Gili. Barcelona(1980).