

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA PETROLERA

**“APLICACIÓN DE MOLDEO POR INYECCIÓN EN LA
INDUSTRIA DE PLÁSTICO”.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO PETROLERO**

**P R E S E N T A :
VICTOR SEGURA VILLEGAS**

**ASESOR:
DR. MARIO ENRÍQUE ARIAS VILLANUEVA**



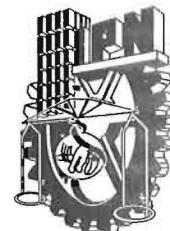
MÉXICO, D. F.

AGOSTO 2013



SECRETARÍA
DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO ACADÉMICO



T-079-12

México, D. F., 23 de mayo del 2012.

Al C. Pasante:
VICTOR SEGURA VILLEGAS
Calle Siracusa No. 130 Ed. 14 Depto. 04
Lomas Estrella
Iztapalapa
México, D.F.
C.P. 09890

Boleta: Carrera: Generación:
182468 IQP 1968-1972


Mediante el presente se hace de su conocimiento que este Departamento acepta que el C. **Dr. Mario Enrique Arias Villanueva**, sea orientador en el tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción **Tesis Individual**, con el título y contenido siguiente:

“Aplicación de moldeo por inyección en la industria de plástico”.

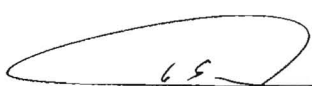
- Resumen.
- Introducción.
- I.- Generalidades.
- II.- Proceso de obtención de los plásticos.
- III.- Aplicación de moldeo por inyección.
- IV.- Operación, funcionamiento y control del proceso.
- V.- Evaluación y resultados.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Se concede un plazo máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarlo a revisión por el Jurado asignado.


M. en C. Julio Sandoval Fernández
Presidente de la Academia de Aplicaciones
de la Ingeniería

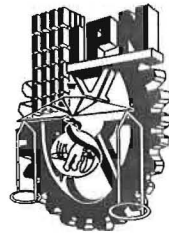

Dr. Mario Enrique Arias Villanueva
Profesor Asesor o Director
Ced. Prof. 303515


Lic. Guillermo Alberto de la Torre Arteaga
Jefe del Departamento de Evaluación y
Seguimiento Académico


Dra. Guadalupe Silva Oliver
Subdirectora Académica



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO ACADÉMICO



T-079-12

México, D. F., 13 de mayo del 2013.

Al C. Pasante:
VÍCTOR SEGURA VILLEGAS
PRESENTE

Boleta:
182468

Carrera:
IQP

Generación:
1968-1972

Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente, denominado:

“Aplicación de moldeo por inyección en la industria de plástico”.

encontramos que el citado Trabajo de ***Tesis Individual***, reúne los requisitos para autorizar el Examen Profesional y ***PROCEDER A SU IMPRESIÓN*** según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

Atentamente

JURADO


Ing. Estelio R. Baltazar Cadena
Presidente


Dr. Mario Enrique Arias Villanueva
Vocal


M. en C. Rene Hernández Mendoza
Secretario

c.c.p.- Expediente
GATA/rcr

AGRADECIMIENTOS

Al IPN por la oportunidad brindada para poder estudiar, desde la prevocacional.

Un profundo agradecimiento por su atinada dirección para la realización de este trabajo al C.

Dr. Mario Enrique Arias Villanueva.

A mis padres:

Silvino Segura Barrera y Enedina Villegas Travecera.

Ya finados, que donde quiera que estén, sé que me siguen apoyando como en el antaño, mil gracias, por preocuparse para que mis sueños fueran realidad.

A mi esposa:

Justina Vega Mercado

A mis hijos:

Uriel

Manuel

Elvia

Gilberto

Elda Gracias por tu apoyo para realizar este trabajo y el tiempo que invertiste.

Elsa

Alejandra

Por su apoyo incondicional gracias.

A mis hermanos:

Rosa

Zenaida

Bertha

Susana

María

Antonio

Mina

También por su apoyo gracias.

ÍNDICE

Resumen		1
Introducción		2
CAPÍTULO I	Generalidades	4
CAPÍTULO II	Proceso de obtención de los plásticos	40
CAPÍTULO III	Aplicación de moldeo por inyección	52
CAPÍTULO IV	Operación, funcionamiento y control del proceso	106
CAPÍTULO V	Evaluación y resultados	186
CONCLUSIONES		187
BIBLIOGRAFÍA		188

RESUMEN

El desarrollo de los plásticos para la industria de transformación se ha incrementado a un ritmo acelerado en lo que a usos y aplicaciones se refiere, para obtener productos para la industria automotriz, electrónica, hogar, agricultura, farmacéutica, mueblera, construcción y otros. Para la obtención de piezas en este sector de la industria, se usan plásticos convencionales o de uso común pero también se usan plásticos de ingeniería que requieren un tratamiento antes de su uso ya que estos plásticos son muy higroscópicos y fácilmente adquieren humedad y deben ser almacenados en lugares a condiciones de 25 grados centígrados. El presente trabajo va dirigido a todos los estudiantes de ingeniería química que en el futuro estarán en esta industria y que sea una guía para el uso de los plásticos y sus temperaturas de plastificación en el moldeo por inyección, para obtener piezas con acabados de alta calidad y alta productividad. Por otro lado también en cuanto a máquinas de inyección al igual que los plásticos su innovación ha sido acelerado ya que en la actualidad existen máquinas de alta productividad con ciclos rápidos de inyección, obteniendo piezas de calidad y estética del producto requeridos para el mercado. En el mercado existen infinidad de marcas de inyectoras, la selección de equipo para cada industria es de acuerdo a la calidad de piezas que desean obtener, también existen maquinas inyectoras con robot sobre todo en la industria automotriz o en donde se requiera automatizar.

El principio de la técnica de moldeo por inyección es el mismo para cualquier inyectora, como se mostrara en el desarrollo de este trabajo donde se mostrara el uso y el control de las variables de inyección, como la temperatura de plastificación, presiones, velocidades y la metodología para el montaje de un molde y su control, esperando que este trabajo en verdad sirva como guía para todos aquellos que están involucrados en la industria del plástico.

INTRODUCCION.

La elaboración de materiales termoplásticos por el proceso de inyección ofrece amplias posibilidades de racionalización desde el punto de vista de producción económica y se extiende a un dilatado campo de aplicación.

El desarrollo del proceso de inyección fue influido necesariamente por desarrollo de materiales termoplásticos y fue acompañado, ya desde sus primeros tiempos, por la exigencia de adaptar la técnica a las particularidades de elaboración de los nuevos plásticos que aparecían en el mercado.

El proceso ofrece entre otras cosas:

- Máxima exactitud de forma y dimensiones de las piezas inyectadas.
- Posibilidades de formación de orificios, refuerzos, ajustes y marcas, así como de inserción de elementos de otros materiales, con lo que la producción se hace completa.
- Superficie lisa y limpia de las piezas inyectadas.
- Buenas propiedades de resistencia a pesar de espesores de pared finos, con una configuración de las piezas adecuadas al proceso y al material.
- Múltiples posibilidades en cuanto a un ennoblecimiento posterior de las superficies.
- Rápida producción de gran cantidad de piezas en moldes duraderos con una o varias cavidades: esto permite plazos de entrega relativamente cortos y una capacidad de almacenaje reducida.
- Gran aprovechamiento del material empleado; en muchos casos puede efectuarse la trituración de la colada directamente junto a la máquina de producción, mezclando de nuevo la molienda con el nuevo granulado, aunque actualmente la gran mayoría de los moldes son de colada caliente y no generan desperdicios ahorrando los costos de producción del producto.

Considerado desde el punto de vista puramente tecnológico, hay que valorar como máxima ventaja de la inyección el hecho de que la pieza inyectada queda determinada por el molde en todas sus superficies, en cuanto a forma y dimensiones.

CURSO DEL PROCESO

- Temperatura (selección de la temperatura del cilindro de plastificación de acuerdo al polímero o resina a utilizar) ejemplo zona 1 (alimentación) zona 2 (dosificación) zona 3 (plastificación) y boquilla del cilindro.
- Una máquina de inyección por tornillo (husillo) traslada, plastifica e inyecta.
- El granulado cae de la tolva al tornillo plastificador, en la zona de alimentación.
- El tornillo gira trasladando el granulado hacia adelante. El granulado comienza a ablandarse por medio de la transferencia de calor del cilindro de calentamiento y por el calor adicional creado por la fricción.
- Se selecciona el gramaje (dosificación de acuerdo al peso de la pieza) en la regleta de la máquina.
- Se acerca la unidad de inyección al bebedero del molde.
- El tornillo inyecta el material (masa) dentro del molde.
- Enfría la pieza moldeada.
- Abre la máquina y expulsa la pieza molde.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

En actualidad los fabricantes de polímeros (termoplásticos), tanto nacionales como extranjeros siguen desarrollando o mejorando nuevos termoplásticos, para nuevos campos de aplicación y propiedades físicas y químicas excelentes tendientes a aumentar la productividad y calidad y que cumplan con los parámetros durante la inyección y que no afecten la calidad dimensional y estética de los productos que se desean obtener. También que no afecten y resistan las temperaturas de proceso a que puedan ser expuestos , por ejemplo un artículo que este expuesto al calor dentro de un coche y que no se deforme(disco duro, la tapa del disco ,juguete, cuchara, o cualquier producto no debe tener ninguna deformación , es cuando en realidad has seleccionado un buen termoplástico para el producto), o por otro lado obtener un producto que sea expuesto a la intemperie y que resista al envejecimiento por el calor a que estará expuesto o por el contrario productos que resistan ser expuestos al frio(productos del hogar que metan al refrigerador o al congelador que no se partan o agrieten u otras deformaciones), para seleccionar un termoplástico que se usara durante la transformación por medio de inyección de un producto , se tomara en cuenta el estudio de mercado en donde se distribuirá el producto y a que estará expuesto normalmente los fabricantes te proporcionan la información técnica de los plásticos y sus propiedades físicas y químicas , mecánicas y resistencias a los solventes , así como sus temperaturas de proceso.

En la práctica las temperaturas de proceso dadas por lo fabricantes pueden variar debido a lo siguiente:

- 1) En la máquina, que las resistencias del cilindro de plastificación no estén debidamente calibradas en el más, menos de calentamiento o que el termopar no registre bien la temperatura y se dispare o por el contrario que la resistencia este abierta , en estas condiciones la viscosidad del plástico varía porque no hay un calentamiento uniforme durante la inyección y llenado del molde tampoco será uniforme presentará uniones u otras deformaciones como las dimensiones porque no hay un empaquetamiento correcto.
- 2) Tamaño de grano del material plástico debe ser uniforme para tener una plastificación correcta.

- 3) El molde debe tener un buen diseño en los canales de distribución del plástico y la entrada del punto de inyección a la pieza, para la fluidez y llenado sin deformaciones en el acabado de la pieza.
- 4) Pared de la pieza a inyectar, cuando las piezas son muy delgadas para tener un buen llenado se necesita aumentar más la temperatura del plástico y ciclos rápidos para evitar la degradación del plástico.
- 5) El molde, debe tener una buena refrigeración para que pueda ser controlada con los rotámetros del agua de refrigeración.
- 6) Los moldes deben ser controlados en sus temperaturas de la parte de la inyección para obtener una excelente fluidez.
- 7) En Polietilenos de baja y alta densidad, polipropilenos (los llamados flexibles) las temperaturas del molde en la parte fija son de 30 a 45 grados centígrados.
- 8) Poliestireno cristal (ps), Poliestireno alto impacto (PSAI) las temperaturas del molde parte fija son de 45 a 50 grados centígrados.
- 9) Acrilonitrilo butadieno estireno (A B S), Estireno acrilonitrilo (S A N), Poliamidas (PA) las temperaturas del molde en la parte fija son de 60 a 80 grados centígrados.
- 10) Policarbonato (P C) y todos los plásticos reforzados con fibra de vidrio las temperaturas del molde son de 80 a 120 grados centígrados y se usan termorreguladores de aceite para controlar las temperaturas y obtener una buena distribución del refuerzo de fibra de vidrio.

SELECCIÓN DE MATERIALES

En la siguiente relación se refieren a las masas de inyección más usuales. Se elaboraron a base de las indicaciones de diversos fabricantes y contienen solamente los datos comprensibles para el industrial y provechosos para su asistencia a clientes de acuerdo a las gráficas de temperatura se obtienen recomendaciones directas para la elaboración.

Los datos son experimentales y se refieren a máquinas de elaboración con unidad de plastificación por husillo. Generalmente se prefiere este sistema de plastificación, porque tiene la ventaja de una disgregación de material rápida y uniforme con una pérdida de presión mínima.

Las zonas de temperatura de disgregación para cada tipo de material viene notablemente determinadas por la unidad de plastificación de la máquina utilizada, así como con la construcción

del molde. Es recomendable utilizar el valor mínimo al iniciar la producción y aumentarlo lentamente hasta obtener piezas perfectas.

La presión de inyección necesaria es determinada en gran parte por la viscosidad del material: los termoplásticos muy viscosos exigen en general el máximo potencial de presión para el llenado del molde. También la velocidad de inyección queda influida por la viscosidad sin embargo podrá ajustarse teniendo en cuenta la geometría de los caminos de flujo de cada tipo de producción.

La temperatura del molde depende del primer lugar de la sección de las piezas a inyectar.

POLIESTIRENO (NORMAL)

El Poliestireno cristal con mayor uso en la industria de la transformación que a continuación se describirán sus propiedades físico-químicas, mecánicas y otros; así como la resistencia a los productos químicos.

Normal comerciales: por ejemplo, Polystyrol III, VI, EF, Vestyron D, LO. (Véanse también din 7741 y TGL O-7741).

Olor y aspecto del material corriente en el mercado:

Masas granuladas uniformes (forma cilíndrica, prismática o esférica); transparente y coloreado hasta opaco.

Propiedades generales del producto acabado:

Gran rigidez y exactitud de medidas, valores, dieléctricos favorables, resistentes a la humedad y estables al agua. Insípido e inodoro. Tiende a formar grietas.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Elementos constructivos y piezas aislantes con pocas pérdidas para la técnica eléctrica y de telecomunicaciones, objetos domésticos, juguetes y artículos de escritorio, artículos publicitarios, de bisutería, botes y pequeños recipientes.

Temperatura de uso permanente no perjudicial, máximo 60-75°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos y álcalis, alcohol, aceite mineral.

Condicionamente estable frente a aceites y grasas animales y vegetales.

Inestable frente a ésteres, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo tras separarla. Llama brillante, fuerte formación de hollín.

Olor: típicamente dulzaino (estireno).

Conductibilidad térmica 0,14 kcal/mh°C.

Calor específico (c) 0,3 kcal/kg°C.

Densidad a 20°C 1,05 g/cm³.

Tiempo de secado (se cado previo) 1-3 h a 60-80°C.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4 a 0,6 %.

Temperatura

De molde

Grafica 1. Temperatura de plastificación.

Parte fija

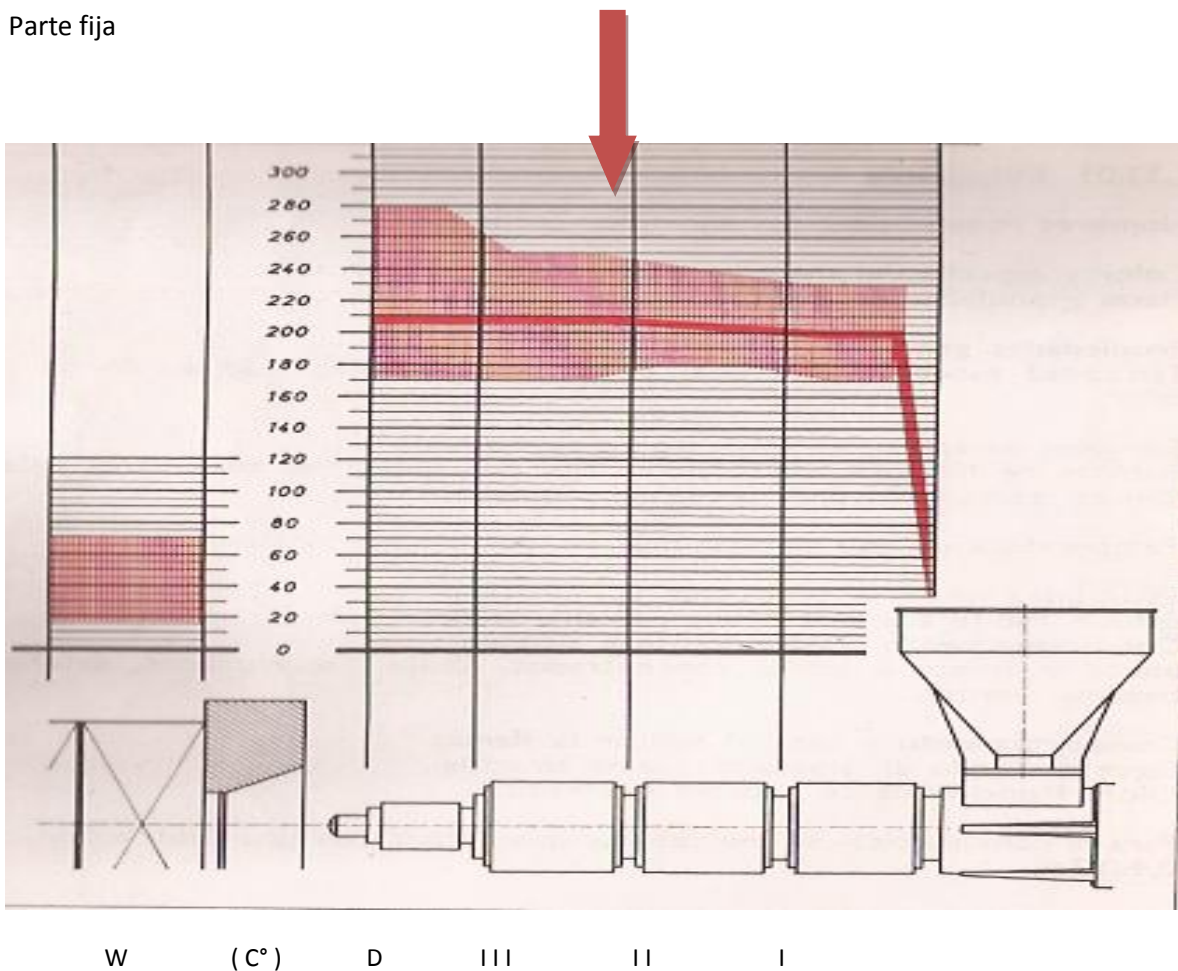


Figura 1. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de poliestireno normal (PS1)

Como se muestra en la figura 1 en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento las cuales se identifican en la gráfica 1; las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la graficas se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) es señalada con una letra W.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

El Poliestireno de alto impacto es un termoplástico con mayor uso en la industria de la transformación, por su resistencia anti-choque esto lo hace más resistente por el contenido de caucho (hule) y no se rompe tan fácilmente a continuación se muestran sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

POLIESTIRENO ANTICHOQUE (ALTO IMPACTO)

Nombres comerciales: por ejemplo, Polystyrol EF; Vestyron 540, 550, 551, 560, 570, 571.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Granza en colores opacos.

Propiedades generales del producto acabado:

Alta rigidez, buenas propiedades dieléctricas. Resistente al choque, duro y tenaz. Poca tendencia a la corrosión por tensiones, por lo que es apropiado para inserción de piezas. Insípido e inodoro.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Cajas de teléfono, radio y televisión, puertas y piezas para neveras, cajas de instalaciones, interruptores, cubiertos, vasos, juguetes, embalajes.

Temperatura de uso permanente no perjudicial, máximo 60-70°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos débiles, álcalis débiles.

Condionalmente estable frente a ácidos concentrados, álcalis concentrados, alcohol, aceites y grasas.

Inestable frente a ésteres, cetonas, éter, hidrocarburos clorados, benzol, benzina, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo tras separarla. Llama luminosa, con fuerte formación de hollín.

Olor: dulzaino, también parecido a la goma, o áspero.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4 a 0,6 %.

Las zonas del siguiente diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

Temperatura

Grafica 2. Temperatura de plastificación.

de molde parte

fija W (C°) D III II I

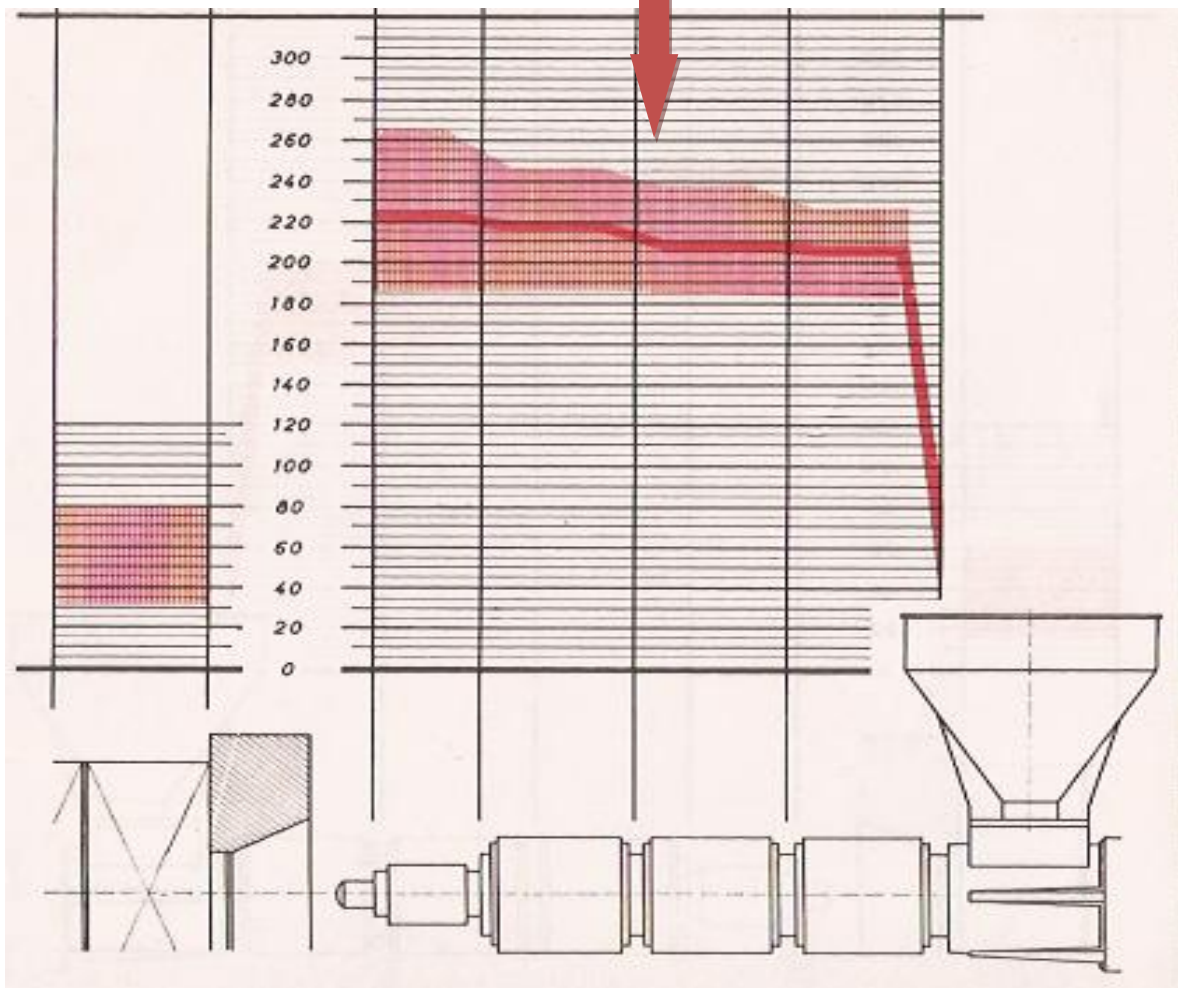


Figura 2. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de poliestireno antichoque (alto impacto).

Como se muestra en la figura 2, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento, las cuales se identifican en la gráfica 2, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) y se señala con una letra W para obtener una buena inyección durante el proceso.

El SAN es un termoplástico copolímero compuesto de (Estireno y Acrilonitrilo) es un polímero rígido con poca contracción y uno de los plásticos llamados de ingeniería ya que son muy higroscópicos, es decir que adquieren con facilidad la humedad, para poderse inyectar es necesario un pre secado antes de usarse. A continuación se muestran sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

Masas SAN (copolímero estireno-acrilonitrilo)

Nombres comerciales: por ejemplo, Luran, Vestoran.

Color y aspecto del material corriente en el mercado: granulado incoloro, tonos transparentes y opacos.

Propiedades generales del producto acabado: dureza, tenacidad, resistencia a las raspaduras y al desgaste de las superficies. Muy estable al clima, intemperie y envejecimiento. Fisiológicamente inocuo.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Cajas y diversas piezas de aparatos de oficina y domésticos, aparatos de radio y televisión, aparatos de registro y reproducción de sonido, artículos domésticos y vajillas de calidad.

Temperatura de uso permanente sin prejuicios, máximo 85°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estabilidad frente a agua caliente y disolventes orgánicos, así como álcalis débiles, ácidos, aceites y grasas.

Inestabilidad frente a ácidos concentrados, hidrocarburos clorados, ésteres y éteres.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo tras separarla. Llama con mucho hollín. Olor áspero, similar al caucho.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4 a 0,6 %.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde,

sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

Temperatura

Grafica 3. Temperaturas de plastificación.

De molde parte

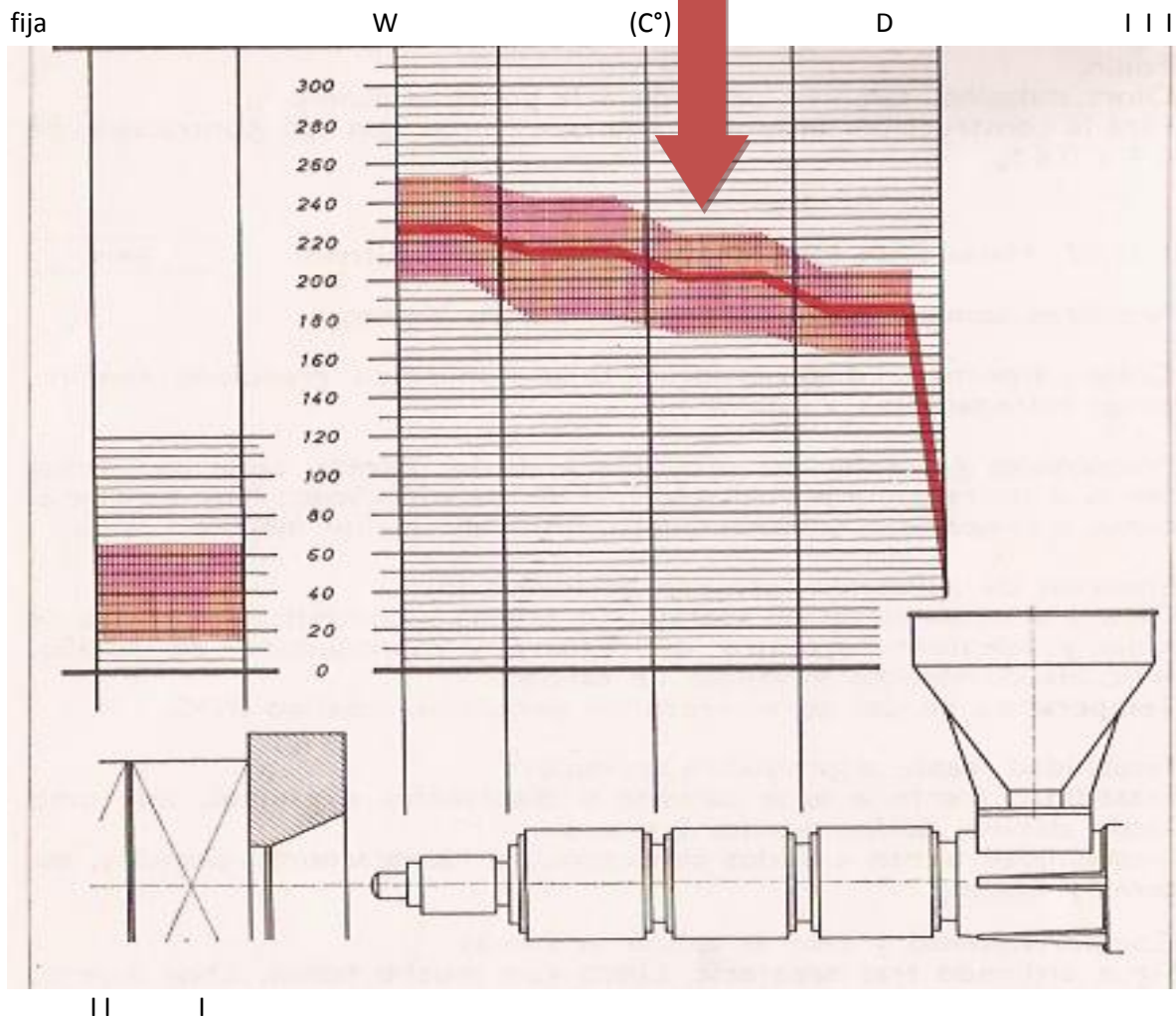


Figura 3. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de copolímeros estireno-acrilonitrilo (SAN).

Como se muestra en la figura 3, en un cilindro de plastificación en una inyectora y sus zonas de calentamiento los cuales se identifican en la gráfica 3 las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) que se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

1. El termoplástico Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS), también es un copolímero de ingeniería muy higroscópico que fácilmente adquiere la humedad. Para su uso se requiere secarlo antes de su aplicación, es un plástico también con poca contracción y a continuación se muestran sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

Masas A B S (acrilonitrilo-butadieno-estireno)

Nombres comerciales: por ejemplo, Novodur W, W 20, H; Lustran I: Vestodur

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Grana en tonos opacos (color natural: amarillo-cremoso, opaco).

Propiedades generales del producto acabado:

Tenacidad, gran resistencia, rigidez y dureza. Estable al sonido (sin resonancia). Muy estable al clima, intemperie y envejecimiento. Buenas propiedades dieléctricas. Fisiológicamente inocuo-

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Piezas para elementos de la industria del automóvil, cajas y diversas piezas para máquinas de oficina, teléfonos aparatos domésticos y de cocina; recipientes de transporte, revestimientos y piezas especiales para aparatos de radio, televisión y magnetófonos; juguetes.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 60-80°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a álcalis, ácidos débiles, bencina, aceites y grasas.

Inestabilidad frente a ácidos concentrados, hidrocarburos clorados, ésteres, cetonas, éteres.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo tras separarla. Llama luminosa, fuerte formación de hollín.

Olor: dulzaino, también similar a la goma, o áspero.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4 0,6 %.

Las zonas del siguiente diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

Temperatura

Grafica 4. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija

W

(C°)

D

III

II

I

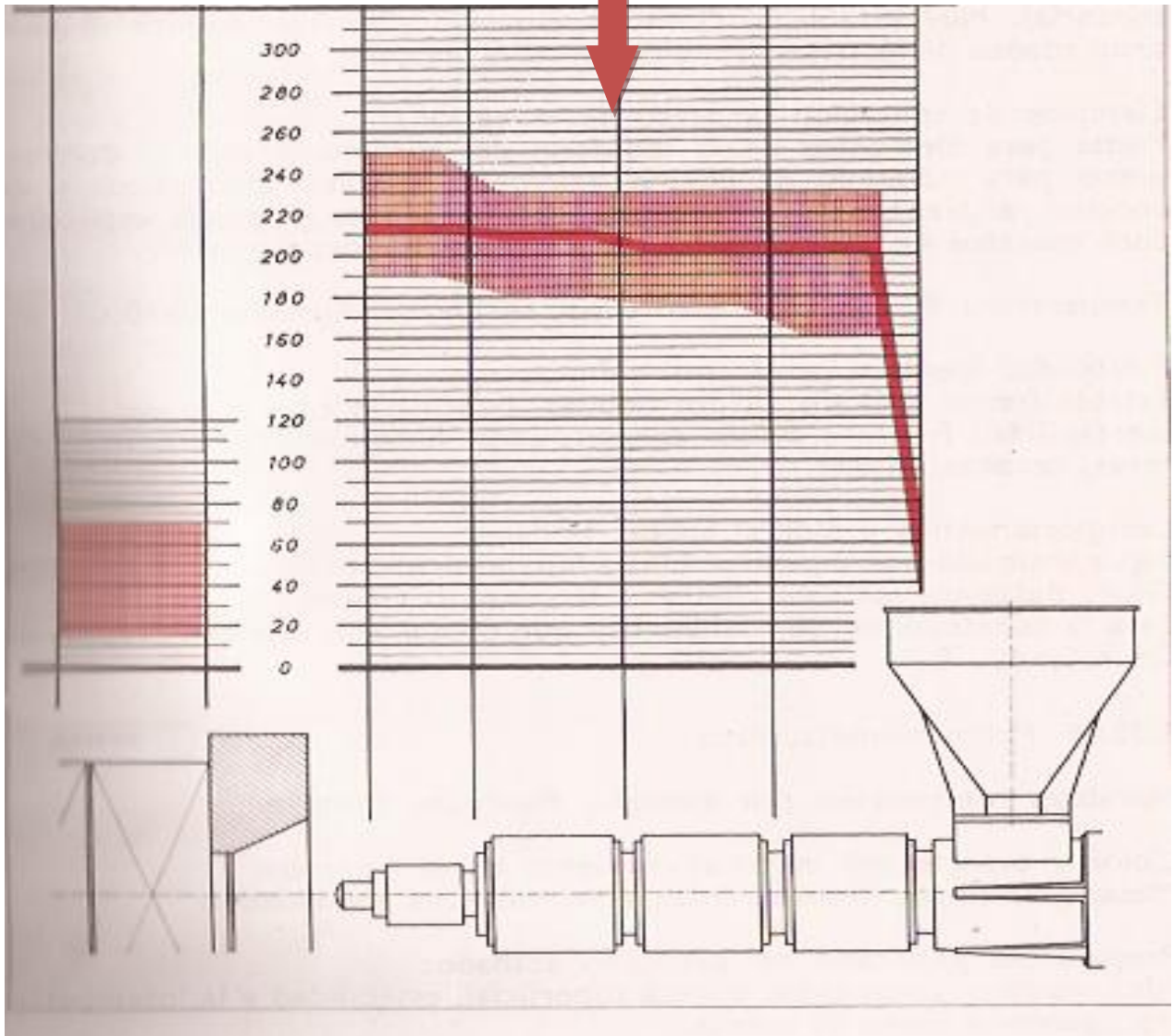


Figura 4. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de acrilonitrilo-budatadieno-estireno (A B S).

Como se muestra en la figura 4, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento las cuales se identifican en la gráfica 4, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En las gráficas también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) que se señala con la letra W para obtener una buena inyección durante el proceso.

El Acrílico (Polimetil-metacrilato).

Es un plástico transparente y es uno de los plásticos de ingeniería que requiere secado antes de su uso porque es muy higroscópico y fácilmente adquiere humedad. A continuación se describen sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas, y usos.

Polimetil-metacrilato

Nombres comerciales: por ejemplo, Plexigum, Resarit.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Masas granuladas, transparentes y en todas las tonalidades.

Propiedades generales del producto acabado:

Alta resistencia mecánica, dureza superficial, estabilidad a la intemperie, transparencia como el vidrio.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Elementos de construcción para la técnica óptica e iluminación (lentes, cubiertas de focos luminosos, etc.) estilográficas, piezas de moda y técnica, vidrios para gafas y relojes, teclas para máquinas de escribir e instrumentos musicales, carlingas de aviación, escalas.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 70-90°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos débiles, álcalis débiles, benzol, aceites y grasas.

Condicionamente estable frente al alcohol.

Inestable frente a ácidos concentrados, álcalis concentrados, ésteres cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, bencina, carburantes.

Comportamiento y olor a aplicar la llama:

Sigue ardiendo tras separarlas. Llama luminosa, con chisporroteo.

Olor: típico a frutas.

Conductibilidad térmica 0,16 kcal/mh°C.

Calor específico (c) 0,35 kcal/kg°C.

Tiempo de secado (secado previo) 8-10 h a 70-100°C.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4-0,7%.

Temperatura

Grafica 5. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (C°) D III II I

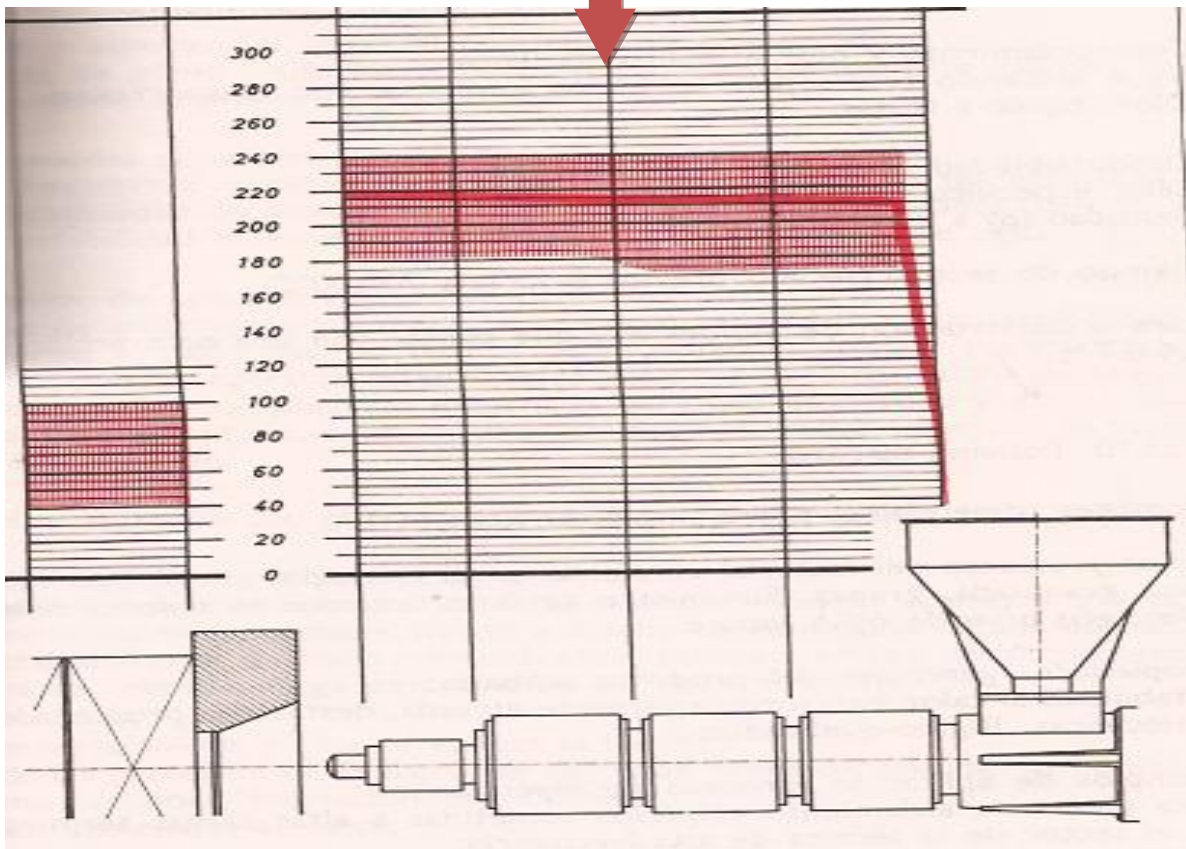


Figura 5. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de polimetilmetacrilato (PMMA).

Como se muestra en la figura 5, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento los cuales se identifican en la gráfica 5, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) el cual se señala con la letra W para obtener una buena inyección durante el proceso.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

El Policarbonato es un plástico transparente de mucho uso en la industria, su aplicación para la inyección también corresponde a un plástico de ingeniería y requiere un secado antes de su aplicación. A continuación se describen sus propiedades físicoquímicas, mecánicas y usos.

POLICARBONATO

Nombres comerciales: por ejemplo, Makrolon, Lexan.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Grana de grano uniforme, colores naturales (transparente incoloro a ligeramente amarillento) y coloreado).

Propiedades generales del producto acabado:

Alta resistencia mecánica dentro de un amplio campo de temperaturas. Alta estabilidad de dimensiones y calor, buenas propiedades dieléctricas, estabilidad de envejecimiento. Reducida absorción de agua.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Piezas de aislamiento y cobertura con gran tenacidad y gran estabilidad de forma al calor para la técnica de iluminación, industria eléctrica, y del automóvil; aparatos esterilizables para uso médico, cascos de seguridad, objetos con elevadas exigencias para uso doméstico y diario (vajillas); lentes ópticas, cajas, núcleos de bobinas, recubrimientos de cajas de conmutación.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 110-135°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estabilidad frente a ácidos débiles, alcohol, bencinas, aceites y grasas.

Condionalmente estable frente a ácidos concentrados, álcalis débiles.

Inestable frente a álcalis concentrados, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, bencol; larga permanencia en agua hirviente,

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Arde en presencia de la llama, se extingue fuera de ella, se carboniza.

Llama luminosa, formación de hollín.

Olor: semejante al fenol.

Conductibilidad térmica 0,17 kcal/mh°C.

Calor específico(c) 0,28 kcal/kh°C.

Densidad a 20°C 1,2 g/cm³.

Tiempo de secado (secado previo) 8-12 h 120-130°C.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4 a 0,8%.

Temperatura

Grafica 6. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (C°) D III II I

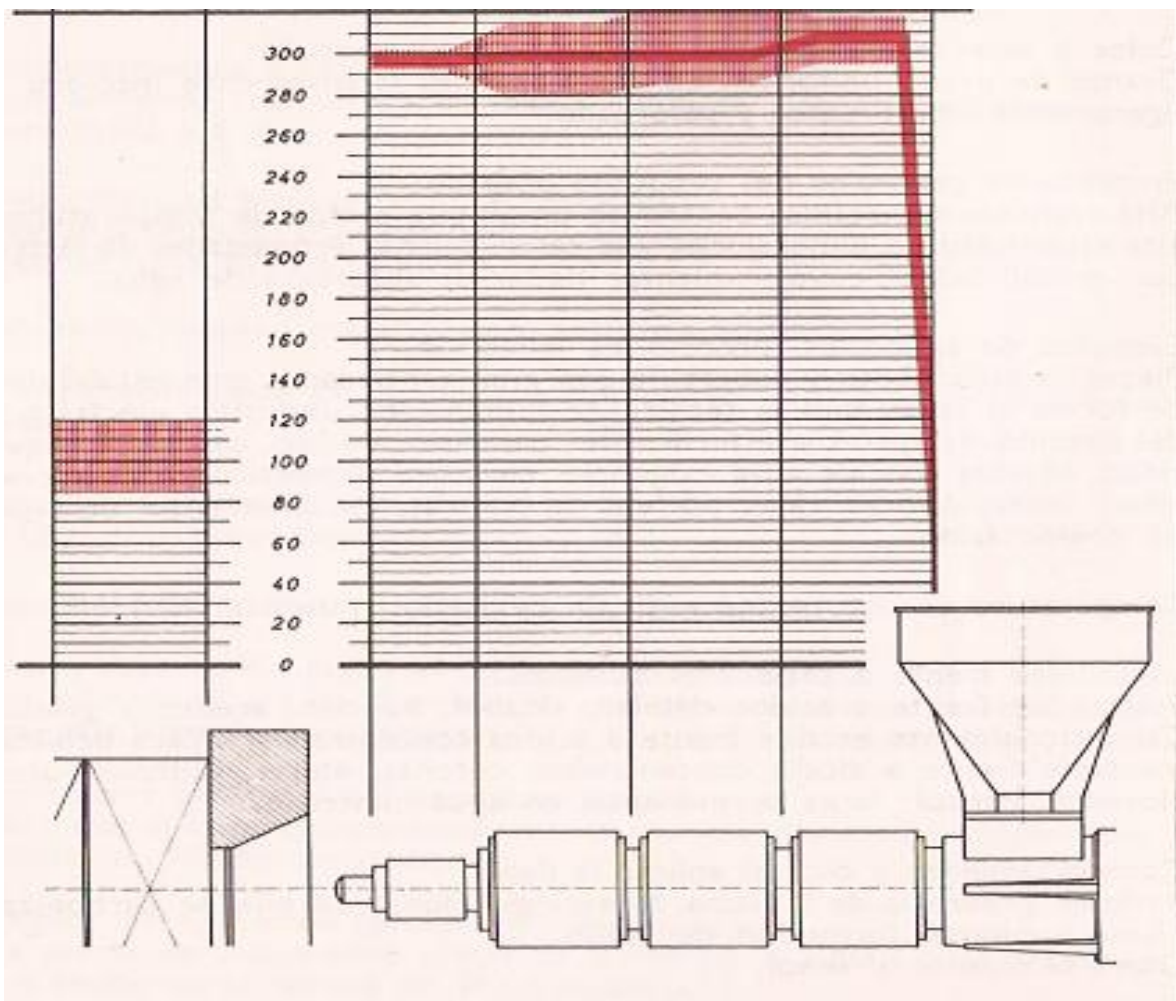


Figura 6. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de policarbonato (PC).

Como se muestra en la figura 6, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento los cuales se identifican en la gráfica 6, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) el cual se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

CLORURO DE POLIVINILO (PVC-rígido, TROSIPLAST, Vestolit, Vinoflex, Hostalit).

Es un termoplástico usado para la inyección y en la extrusión de tubería sanitaria e hidráulica. A continuación se describen sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas, y usos.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Polvo fino o granza, colores desde transparentes claros hasta opacos.

Propiedades generales del producto acabado:

Buena resistencia, dureza y tenacidad. Resistente frente a herrumbre y corrosión. Buenas propiedades dieléctricas. Difícilmente combustible.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Accesorios y valvulería, piezas de bombas, discos, juntas, piezas para aislamiento eléctrico, cubetas para revelado fotográfico, elementos para aparatos domésticos y máquinas de oficina. Temperatura de uso permanente no perjudicial, máx. 60-70°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos y álcalis, alcohol, bencina, aceites y grasas.

Inestable frente a éster, cetona, éter, hidrocarburos clorados, benzol, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Arde en la llama, se extingue fuera de ella, se carboniza. Llama verde en los bordes, chispeante.

Olor: ácido clorhídrico (irritante).

Conductibilidad térmica 0,14 kcal/mh°C.

Calor específico (c) 0,23 kcal/kg°C.

Densidad a 20°C 1,4 G/CM3.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 0,4 a 0,5%.

Las zonas de siguiente diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, etc.).

Temperatura

Grafica 7. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (C°) D III I I

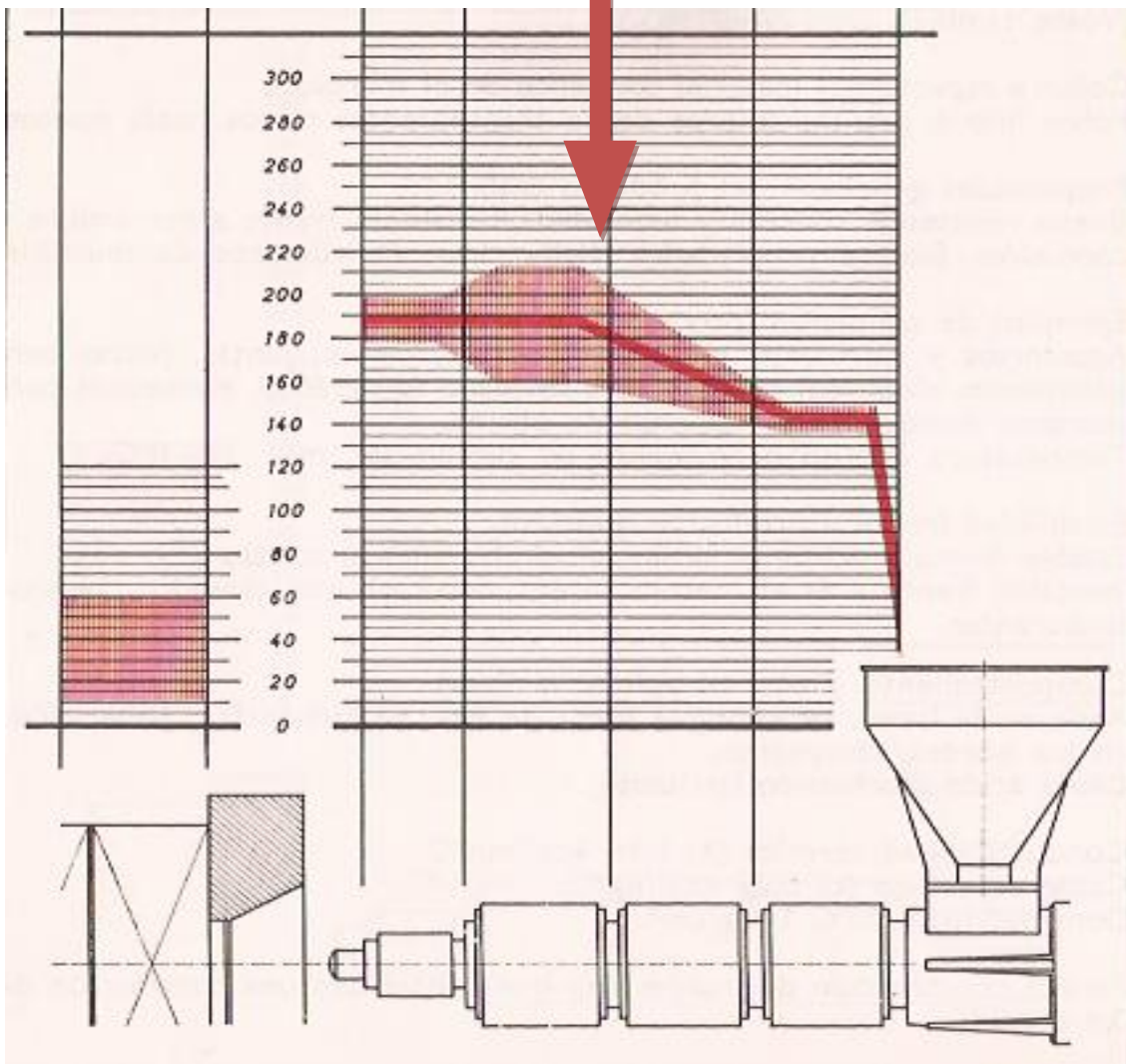


Figura 7. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de cloruro de polivinilo rígido (PVCh).

Como se muestra en la figura 7, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento, los cuales se identifican en la gráfica 7, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) la cual es señalada con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

El Cloruro de Polivinilo (PVC-flexible) es un termoplástico para diferentes aplicaciones en inyección como suelas, huaraches, tenis, botas industriales entre otros, por su alta resistencia a productos químicos: A continuación se describen sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

COLORURO DE POLIVINILO (PVC-flexible)

Nombres comerciales: por ejemplo, TROSIPLAST, Coroplast, Vestolit.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Plaquetas cilíndricas o cubos (de unos 3 mm) incoloros o coloreados en forma transparente u opaca.

Propiedades generales del producto acabado:

Muy elástico, carácter semejante a la goma. Debido a los efectos del plastificante no es apropiado para embalajes de productos alimenticios.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Juntas, elementos de amortiguación en la construcción de radios y teléfonos, pies para aparatos, juguetes, piezas para instalación, mandos de vehículos, botas, zapatos, sandalias, suelas.

Temperatura de uso permanente sin perjuicio, máximo 40-70°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos débiles, álcalis débiles.

Condionalmente estable frente a ácidos y álcalis concentrados, aceites y grasas.

Inestable frente a alcohol, éster, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo en parte al separar la llama (según plastificante). Llama luminosa.

Olor: ácido clorhídrico (irritante), olor a plastificante.

Para la construcción de moldes hay que tener en cuenta una contracción de 1,5 a 3,0%.

Temperatura

Grafica 8. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (C°) D III II I

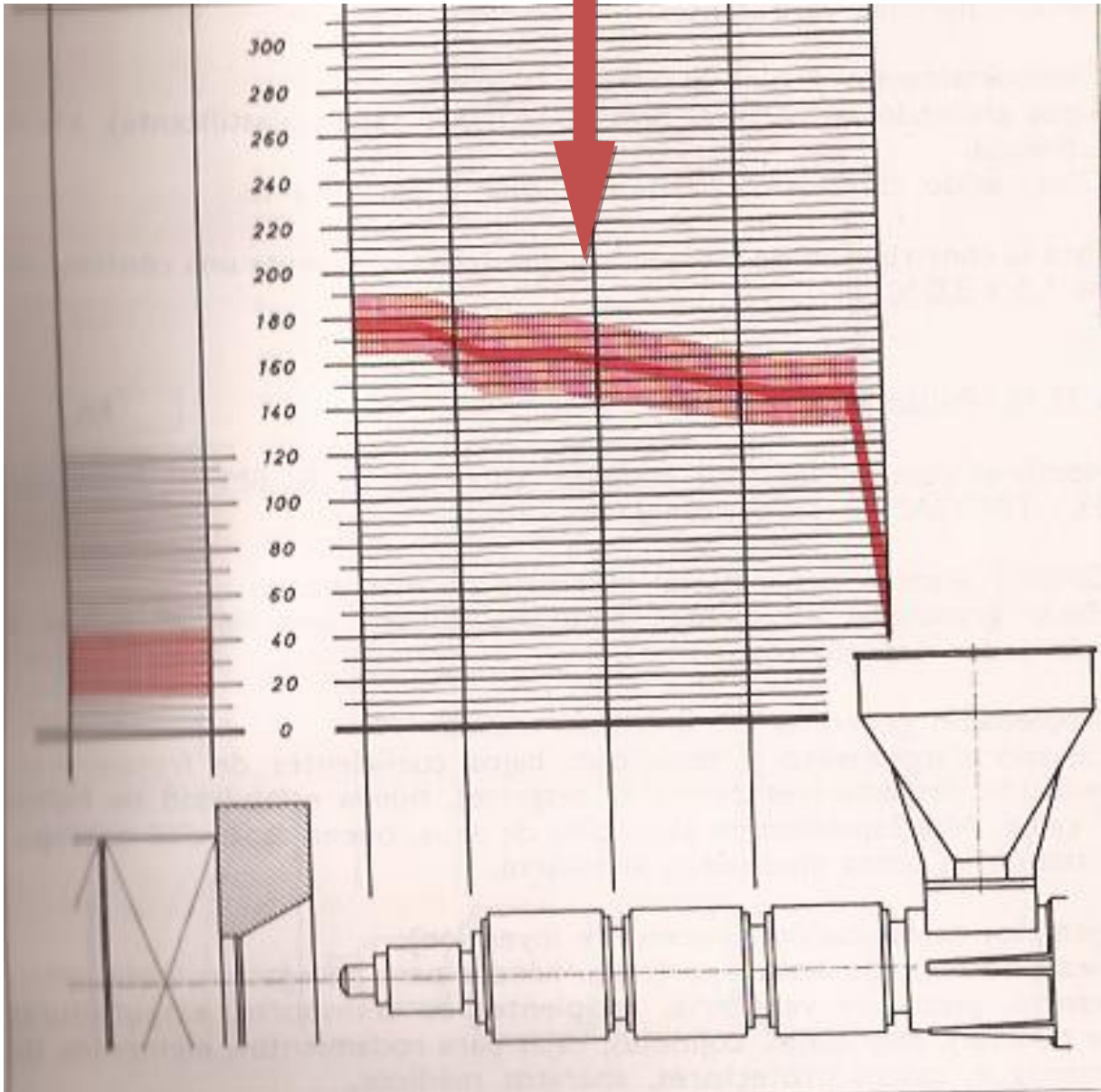


Figura 8. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de cloruro de polivinilo flexible (PVCW).

Como se muestra en la figura 8 en un cilindro de plastificación en una inyectora y sus zonas de calentamiento, los cuales se muestran o se identifican en la gráfica 8, como las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) la cual se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

El Termoplástico Poliamida es un Nylon también Polímero de ingeniería que necesita secado antes de su uso. Un material muy higroscópico fácil de adquirir humedad, este plástico su almacenamiento debe ser controlado a temperaturas de 25°C. A continuación se describen sus propiedades físicoquímicas, mecánicas y usos.

POLIAMIDA

Nombres comerciales: por ejemplo, Ultramid A, B, BM, S; Durethan BK; TROGAMID T; Vestamid.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Masas granuladas en colores naturales (blanco amarillento) opacas y coloreadas. Aspecto córneo.

Propiedades generales del producto acabado:

Elevado alargamiento y tenacidad, bajos coeficientes de frotamiento, reducido desgaste (resistencia al desgaste), buena estabilidad en forma al calor. Alta capacidad de vaporización. Se torna quebradizo al secarse.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Piezas técnicas de todo tipo (cajas, hélices para navegación, para ventiladores, piezas de valvulería, recipientes de transporte, empuñaduras de puertas), engranajes, cojinetes, cajas para rodamientos, elementos de embargue, cascos protectores, aparatos médicos.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 90-110°C.

Conductibilidad térmica 0,22 kcal/mh°C.

Calor específico 0,4 kcal/kg°C.

Densidad a 20°C 113g/cm³.

Tiempo de secado (secado previo) 2-3 h a 60-85°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a álcalis débiles, alcohol, ésteres, éteres, hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes aceites y grasas.

Inestable frente a ácidos, álcalis concentrados, cetonas.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo tras separarlas. Llama azulada con borde amarillo, gotea con burbujas y forma de hilos como el lacre de sellar.

Olor: similar al cuerno quemado.

Para la construcción de molde hay que contar con una contracción de 1,0 a 2,5%.

Temperatura

Grafica 9. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (C°) D III II I



Figura 9. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de poliamida (PA).

Como se muestra en la figura 9 en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento los cuales se identifican en la gráfica 9, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) la cual se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

El Termoplástico Polietileno de alta densidad es un polímero de uso general de fácil manejo en la inyección, es un plástico resistente a los productos químicos no lo atacan fácilmente. A continuación se describe sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

POLIETILENO DE BAJA PRESION (High density)

Nombres comerciales: por ejemplo, Hostalen; Vestolen A.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Masas granuladas, en granza. Incoloro opaco (lácteo) y en todas las tonalidades transparentes y opacas. Tacto semejante a la cera.

Propiedades generales del producto acabado:

Alta rigidez, estabilidad a la temperatura y estabilidad de forma; buena dureza superficial; destacadas propiedades dieléctricas. Insípido e inodoro, resistente a la ebullición y esterilizable.

Ejemplos de aplicación (procesos de inyección): Utensilios domésticos (fuentes, cubos, barreños, tinas); juguetes; recipientes de transporte; botellas, piezas para alta frecuencia, aparatos médicos, artículos técnicos, cajas.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 105°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos y álcalis, alcohol.

Condicionamente estable frente a ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas.

Inestable frente a hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama: Sigue ardiendo tras separarla. Llama luminosa con núcleo azul, gotea.

Olor: a parafina, velas de estearina.

Conductibilidad térmica 0,33 kcal/mh°C.

Calor específico 0,45 kcal/kg°C.

Densidad a 20°C 0,94-0,96 g/cm³.

Tiempo de secado (secado previo) 1-1,5 h a 65°C.

Para la construcción de molde hay que contar con una contracción de 2,0 a 4,0%.

Temperatura

Grafica 10. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (°C) D III II I

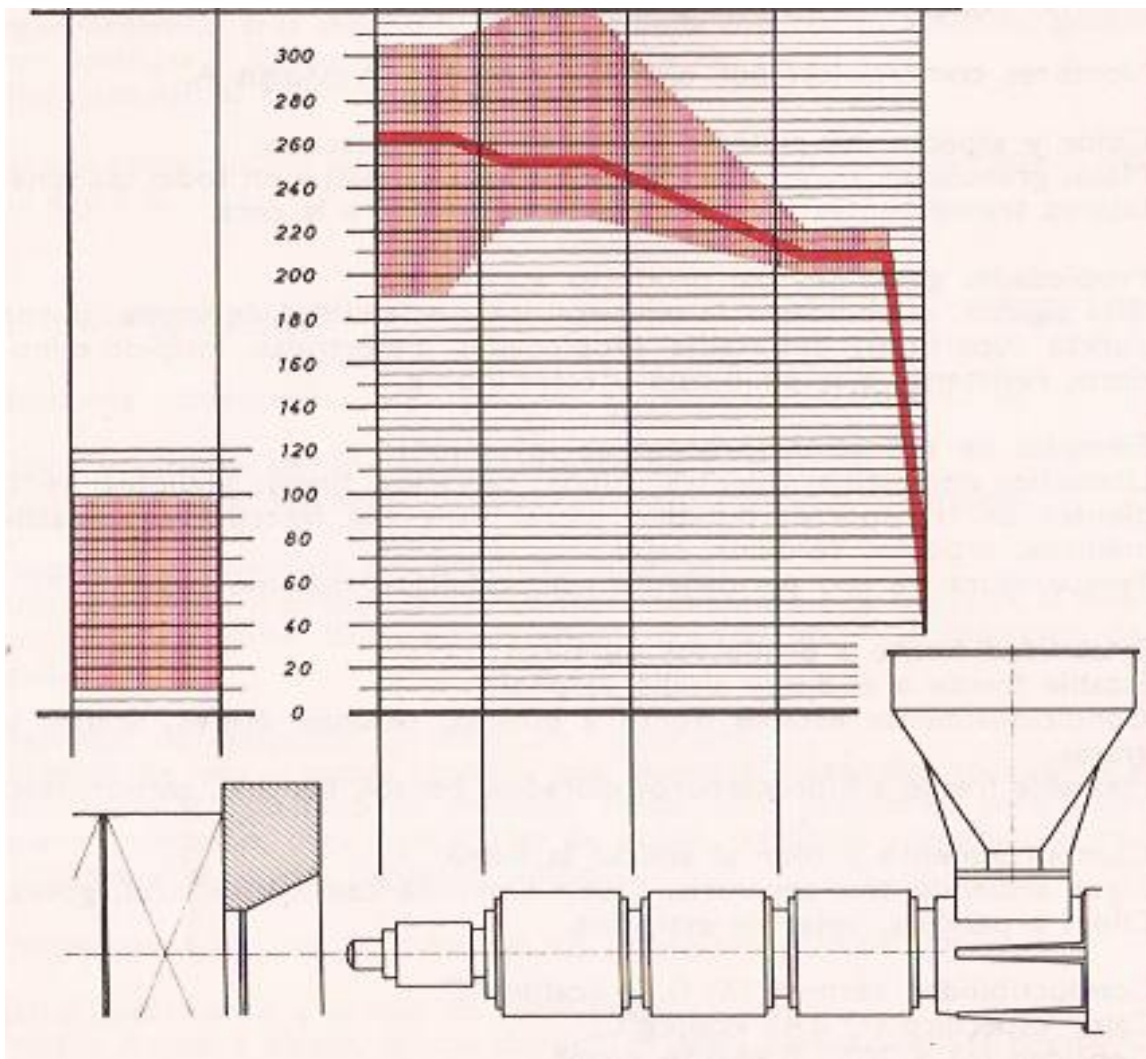


Figura 10. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de polietileno de baja presión rígido (PEHD).

Como se muestra en la figura 10, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento los cuales se identifican en la gráfica 10, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) la cual se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

El Polietileno de baja densidad es un termoplástico flexible y de fácil manejo durante la inyección con encogimiento que oscila entre 1.5 a 3.0 %. A continuación se describen sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

POLIETILENO DE ALTA PRESION (low density)

Nombres comerciales: Lupolen H; Trolen 200.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Masas granuladas, en granza. Incoloro opaco (lechoso) y en todos los tonos de color transparente y opaco. Tacto semejante a la cera.

Propiedades generales del producto acabado:

Alta flexibilidad, buena resistencia térmica; baja dureza superficial.

Muy buenas propiedades dieléctricas. Insípido e inodoro.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección): Recipientes domésticos (fuentes, cubos y similares), juguetes, flores artificiales, recipientes de embalaje, frascos flexibles, aparatos médicos, piezas para alta frecuencia.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 85-95°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos y álcalis, alcohol.

Condicionamente estable frente a ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas.

Inestable frente a hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama: Sigue ardiendo tras separarla. Llama luminosa con núcleo azul, gotea.

Olor: a parafina, velas de estearina.

Conductibilidad térmica 0,26 kcal/mh°C.

Calor específico 0,5 kcal/kg°C.

Densidad a 20°C 0,92-0,94 G/CM³.

Tiempo de secado (secado previo) 1-1,5 h 65°C.

Atención: Los recipientes de polietileno de alta presión son permeables respecto a líquidos volátiles.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 1,5 a 3,0%.

Las zonas del siguiente diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

Temperatura

Grafica 11. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija

W

(C°)

D

III

II

I

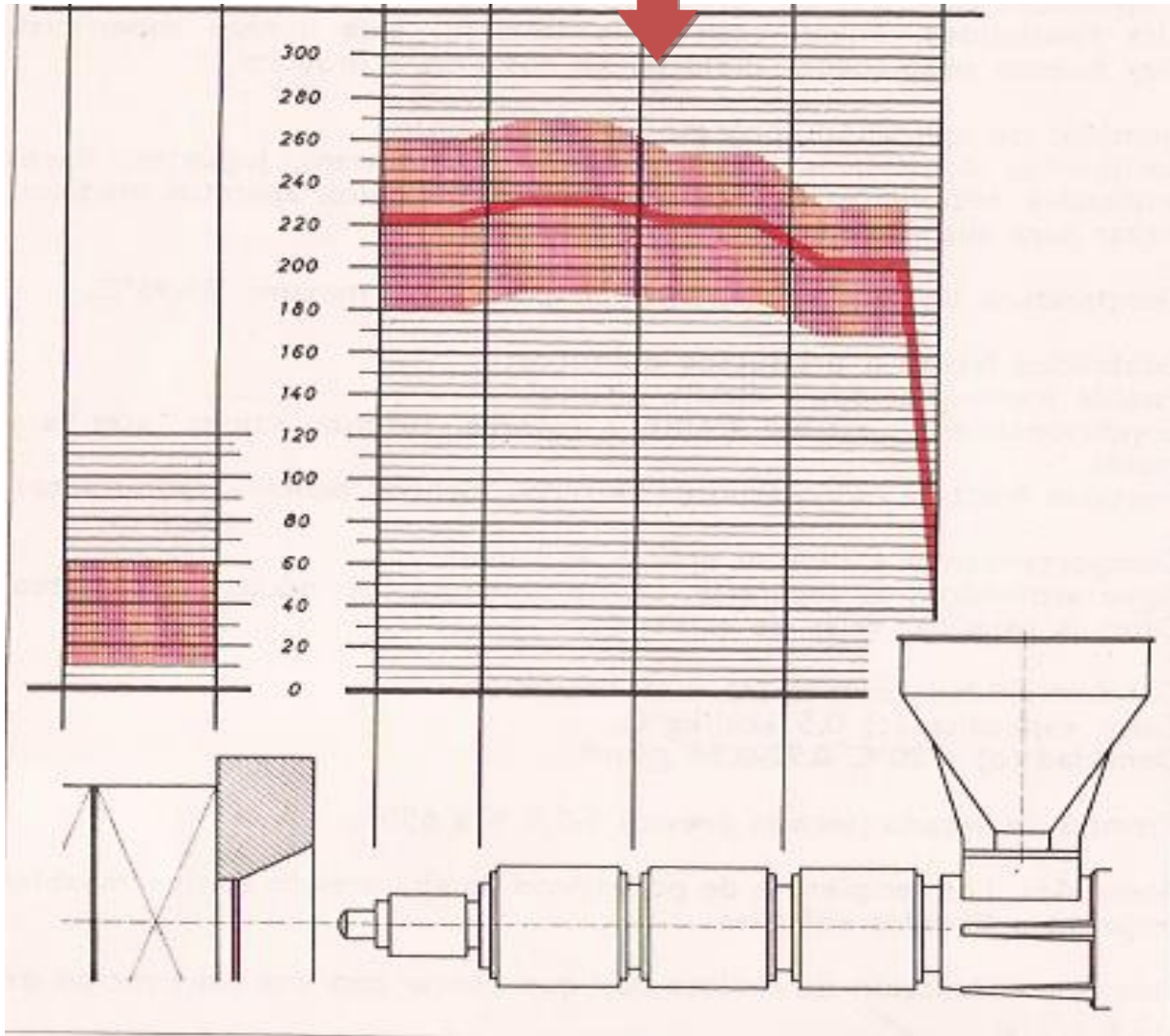


Figura 11. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de polietileno de alta presión flexible (PELD).

Como se muestra en la figura 11, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento, los cuales se identifican en la gráfica 11, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) la cual se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante el proceso.

El Polipropileno es un termoplástico de uso general y de fácil manejo durante la inyección y muy resistente a los productos químicos y es el polímero más usado en la industria de transformación. A continuación se describen sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y usos.

POLIPROPILENO

Nombres comerciales: por ejemplo, Hostalen PPH; Luparen; Vestolen P.

Color y aspecto del material corriente en el mercado:

Masa granulada, incolora opaca y teñida, transparente y oscura.

Propiedades generales del producto acabado:

Elevada estabilidad de forma al calor, resistencia a la tracción y al choque, rigidez. Buena dureza superficial; sin tendencia a la corrosión por tensiones. Esterilizable hasta 120°C. Prácticamente sin absorción de agua. Se hace quebradizo a temperaturas inferiores a 0°C.

Ejemplos de aplicación (proceso de inyección):

Recipientes y objetos de uso (cubos, fuentes, barreños, bidones, frascos), juguetes, artículos para mecánica fina y aparatos eléctricos, cascos protectores, tacones para zapatos de señora.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 120-130°C.

Estabilidad frente a productos químicos:

Estable frente a ácidos débiles, álcalis débiles.

Condionalmente estable frente alcohol, ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas.

Inestable frente a ácidos concentrados, álcalis concentrados, hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes.

Comportamiento y olor al aplicar la llama:

Sigue ardiendo al separarla. Llama luminosa con núcleo azul, gotea.

Olor: débil a parafina o resina.

Conductibilidad térmica 0,26 kcal/mh°C.

Calor específico 0,46 kcal/kg°C.

Densidad a 20°C 0,91 G/CM³.

Tiempo de secado (secado previo) 1-1,5 h a 75°C.

Para la construcción de moldes hay que contar con una contracción de 1,2 a 2,5% en partidas de buena fluidez; de 2 a 3 % en partidas de menor fluidez.

Temperatura

Grafica 12. Temperatura de plastificación.

De molde parte

fija W (C°)

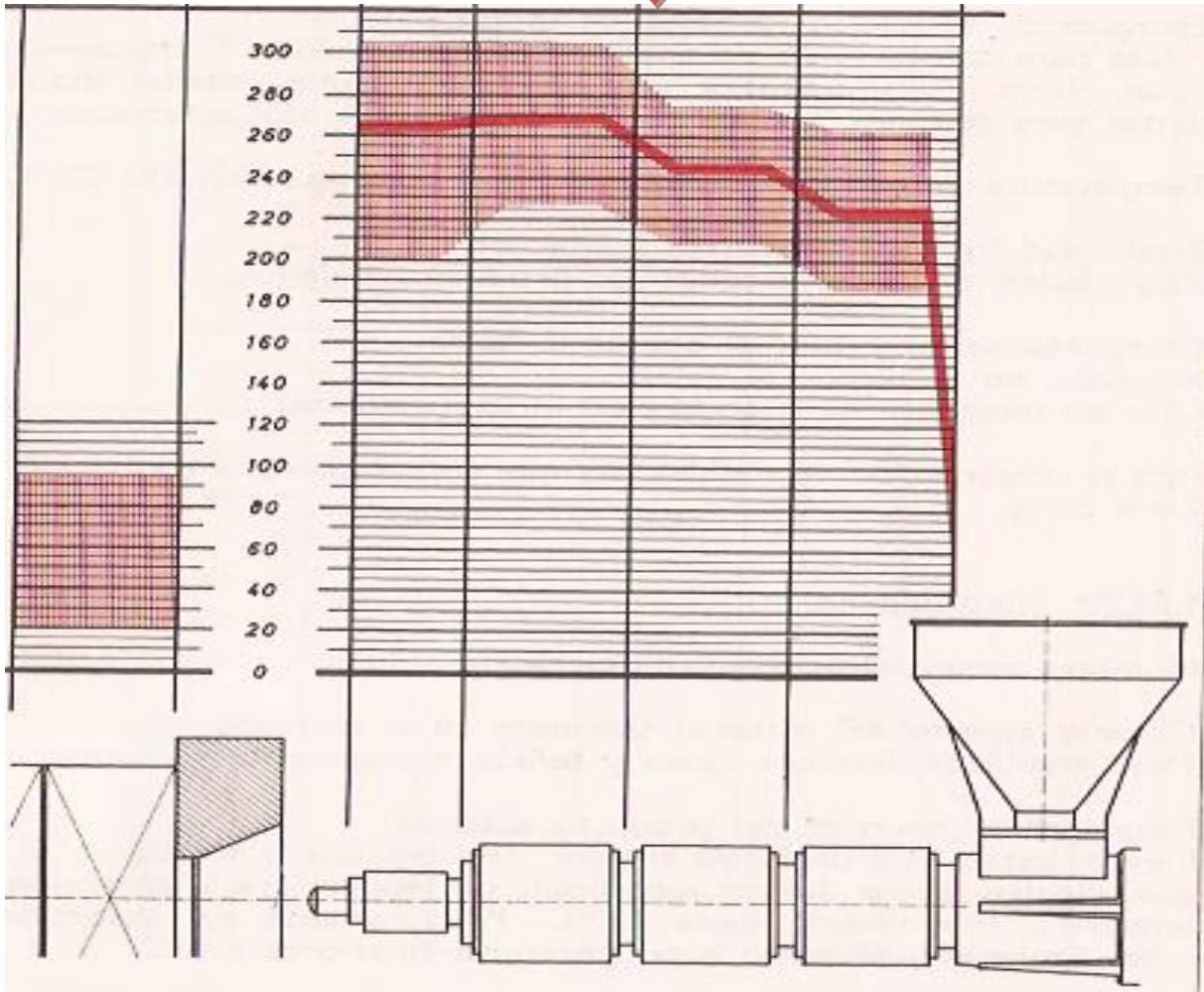


Figura 12. Zonas de temperatura recomendables para la elaboración de polipropileno (PP).

Como se muestra en la figura 12, en un cilindro de plastificación de una inyectora y sus zonas de calentamiento, los cuales se identifican en la gráfica 12, las temperaturas de plastificación en las zonas correspondientes. En la gráfica también se señala la temperatura del molde de la parte fija (cavidad) la cual se señala con la letra W, para obtener una buena inyección durante la inyección.

Las zonas de este diagrama se establecieron de acuerdo con conocidos fabricantes de estos materiales, pero hay que tener en cuenta que precisamente en el proceso de inyección se hace notable la influencia de otras magnitudes (configuración y dimensiones de la pieza, estructura del molde, sistema de llenado, geometría del husillo de la unidad de plastificación, sistema de accionamiento de la máquina, entre otros).

RESINAS TERMOPLASTICOS (POLIMEROS) SU SIMBOLOGIA Y DENOMINACIONES.

LOS TERMOPLASTICOS.-Son resinas con una estructura molecular lineal (obtenidas por procesos de polimerización o de policondensacion) que durante el moldeo en caliente no sufren ninguna modificación química.

La acción del calor causa que estas resinas se fundan, solidificándose rápidamente por enfriamiento en el aire o al contacto con las paredes del molde. Dentro de ciertos límites, el ciclo de fusión-solidificación puede repetirse; sin embargo, debe tenerse en cuenta que el calentamiento repetido puede dar como resultado la degradación de la resina. Un material plástico listo para ser moldeado por inyección o por otros procedimientos de transformación, puede ser definido como un " compuesto " orgánico de elevado peso molecular(PM) que tiene la característica de pasar por el estado fluido (líquido viscoso) y que por la aplicación de calor, presión o bien por la acción de un catalizador se puede moldear, endureciendo finalmente.

POLIMERO.-Un polímero es simplemente una molécula muy grande (macromoléculas) formada por la unión de muchas moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

MONOMERO.-A su vez el monómero se define como una molécula unitaria de bajo peso molecular, capaz de unirse con otra similar o diferente y formar un compuesto de elevado peso molecular.

A continuación se muestra una tabla de las resinas termoplásticas más usadas en el mercado.

RESINAS TERMOPLASTICAS (resinas base)	SIMBOLO ISO 1043	DENOMINACIONES
Acrílicas	PMMA	polimetil-metacrilato
Celulosicas CA acetato de celulosa	CA CAB CP	acetato de celulosa acetobutirato de celulosa propianato de celulosa
Estirenicas	PS	poliestireno (cristal natural)

	SB ABS SAN	poliestireno alto impacto acrilonitrilo-butadieno- estireno acrilonitrilo-estireno
VINILICAS	Pvc Pvac	cloruro de polivinilo poliacetato de vinilo
Poliolefinicas	PEBD PEAD PP	polietileno baja densidad polietileno alta densidad polipropileno
Poliacetalicas	POM	poliacetal(polio-simetileno)
Poliamidas (nylon)	PA 66 PA6 PA610 PA11 PA12	poliamida 66 poliamida 6 poliamida 610 poliamida 11 poliamida 12
Policarbonatos	PC	Policarbonato
Poliesteres	PBTP	polibutilen-tereftalato
Polifenilenicas	PPO	poli óxido de fenileno
Poliuretanos (con estructura lineal)	PUR	poliuretano termoplástico
Resinas	FEP	floro etileno-propileno
Flouro-carbonicas	ETFC	tetrafluoretileno-etileno

	PCTFE	trifluoroetileno-polícloro

Tabla 1. De las resinas termoplásticas más comunes.

*símbolos no incluidos en la norma ISO 1043 (edic. 1978)

* * Se ha generalizado el nombre de nylon (marca registrada de DU PONT) para las poliamidas.

<u>CARACTERISTICAS DE LOS POLIMEROS CON ESTRUCTURA AMORFA Y CRISTALINA</u>	
AMORFOS	CRISTALINO
Baja contracción	Alta contracción
Transparente	opaco(lechoso)
bajo índice de fluidez	alto índice de fluidez
Bajo punto de reblandecimiento	alto punto de reblandecimiento
Mala resistencia química	Muy resistentes a productos químicos
Bajas propiedades mecánicas	Altas propiedades mecánicas
Baja flexibilidad	alta flexibilidad
Esterilizable hasta 120 °C	
Se hacen quebradizos a temperaturas Inferiores a 0 °C.	

Tabla 2. Características de los Polímeros.

POLIMEROS CON ESTRUCTURA AMORFA SE MUESTRAN EN LA TABLA 3.

Termoplásticos con estructura amorfa	Símbolo ISO	intervalo de fusión°C	Contracción en moldeo.
ABS copolimero	copolimero ABS	170 -200	0.4 -0.7
Poliestireno (cristal natural)	PS	130 -160	0.3 -0.6
Poliestireno resistente al impacto	SB	130 -160	0.3 -0.6
Acrilonitrilo-estireno	SAN	140 -170	0.4 -0.6
Acetato de celulosa	CA	130 -170	0.3 -0.7
Acetato butirato de celulosa	CAB	130 -170	0.3 -0.7
Propionato de celulosa	CP	130 -170	0.3 -0.7
Policarbonato	PC	220 -260	0.5 -0.8
Polimetil metacrilato	PMMA	150 -180	0.4 -0.8
Oxido de polifenileno(modificado)	PPO	240 -270	0.5 -0.8
Cloruro de polivinilo (rígido)	PVC	130 -160	0.4 -0.8

Tabla 3. Descripción y simbología- intervalo de fusión- contracción.

POLIMEROS CON ESTRUCTURA CRISTALINA SE MUESTRAN EN LA TABLA 4.

Termoplásticos semicristalinos	símbolo ISO	Temperatura de fusión °C	Contracción en moldeo %
Polietileno (baja densidad)	PEBD	110	1 - 3
Polietileno (alta densidad)	PEAD	130	1 - 2.5
Polipropileno	PP	165	1 -2.5
Poliamida 66	PA 66	255	1.2 – 2.5
Poliamida 6	PA 6	220	0.8 – 2
Poliamida 610	PA 610	220	0.8 – 2
Poliacetal (homopolimero)	POM	175	1.5 - 3.5
Poliacetal(copolimero)	POM	165	1.5 - 3.5
Polibutilentereftalado	PBTP	225	1.2 - 2.8
Fluorotilenopropileno (copolimero)	FEP	270	3.5 - 5
Etileno-Tetrafluoruro- etileno (copolimero)	ETFE	270	3.5 - 5

Tabla 4. Descripción-simbología, así como la contracción.

Nota: Todos los valores corresponden a polímeros sin refuerzos fibrosos ni cargas de otro.

INDICE DE FLUIDEZ (MELT INDEX)

El índice de fluidez es una medición de la viscosidad de un polímero en condiciones conocidas de temperatura y presión. Se determina de acuerdo al método ASTM D1238, siendo la cantidad en gramos de un termoplástico que es forzado a pasar a través de un orificio con un diámetro de 0.0825 pulgadas mediante un pistón que proporciona una fuerza de 2160 gramos a una temperatura de 190 °C, el peso del polímero extruido durante 10 minutos es lo que se conoce como índice de fluidez.

Este valor se interpreta generalmente como una función de peso molecular, decir, a mayor índice de fluidez, corresponde menor peso promedio de peso molecular y viceversa. La viscosidad de fundido generalmente es mayor en resinas de bajo índice de fluidez lo cual, es un factor importante de proceso debido a que es necesario fundir al polietileno antes de darle forma.

Por otra parte, es importante señalar que esta determinación simple de viscosidad efectuada en condiciones arbitrarias no puede caracterizar totalmente a las propiedades de flujo en un polímero.

En efecto se sabe que las resinas con índice de fluidez similares pueden mostrar diferentes propiedades de flujo cuando se someten a ciertas condiciones operativas de temperatura y presión, así este valor puede usarse junto con otros factores para describir apropiadamente a las propiedades mecánicas y de flujo de una resina. (ver la figura 13).

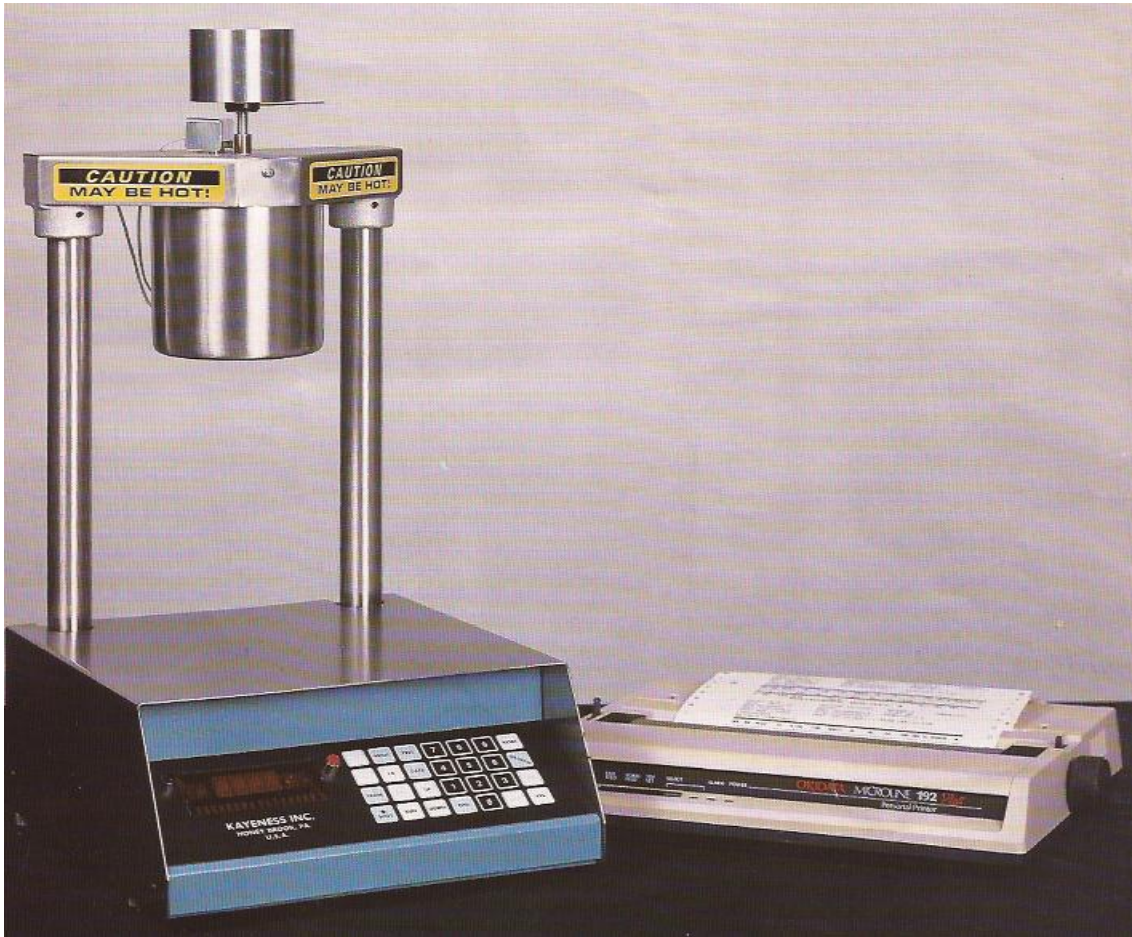


Figura 13. Nos muestra un equipo para medir la viscosidad de los polímeros.

SECADO PREVIO DE LOS MATERIALES

A pesar del almacenamiento más cuidadoso no siempre puede evitarse la absorción de humedad, algunos termoplásticos tienen especial tendencia a absorber agua, que produce vapor y burbujas durante la disgregación, perjudicando también la superficie de las piezas inyectadas. Además de la disminución de la resistencia mecánica; variación en la contracción o marcas superficiales (manchas, grumos).

Estos materiales también llamados (PLASTICOS DE INGENIERIA) si no son secados previamente ni siquiera se pueden inyectar por la cantidad de agua que pueden desprender con la temperatura de plastificación y al purgar estos el plástico de purga sale inflado haciendo explosiones.

Existen materiales que presentan una nula o escasa tendencia a la absorción de agua como son las Poliolefinas (polietilenos y propilenos) .Las resinas acetilicas y las fluoradas, que normalmente pueden ser utilizadas directamente del recipiente de almacenamiento y que deben ser secadas solo en caso de que encuentren en ambientes húmedos (sobre todo el POM).

Existen materiales que absorben muy fácilmente la humedad del medio ambiente y que son llamados “PLASTICOS HIGROSCOPICOS”, LAS POLIAMIDAS, POLICARBONATO, ABS, RESINAS CELULOSICAS Y ACRILICAS.

Cuando un material es Higroscópico es debido a que en su estructura molecular presenta elementos muy electronegativos que originan la formación del “PUENTE DE HIDROGENO” con el agua (humedad) y lo que sucede al secarlo es precisamente romper el puente de hidrogeno y eliminar la humedad.

Actualmente las maquinas de inyección todas traen secador de aire caliente que viene adaptado a la tolva de la maquina y así evitar los hornos secadores que solo causan retrasos en la producción.

Para aquellas empresas que todavía usan hornos secadores a continuación se muestra una tabla de tiempos de secado para cada material.

A continuación se presenta una tabla (5) de sugerencias para el secado de diversos materiales.

MATERIAL	SIMBOLO	CONDICIONES DE SECADO
POLIOXIMETILENO	POM	90-100 °C DURANTE 1-2 HR.
POLIMETILMETACRILATO	PMMA	70-80 °C DURANTE 3HR.
POLIESTIRENO	PS	
ESTIRENO BUTADIENO	SB	
ACRILONITRILO BUTADIENO		
ESTIRENO	ABS	70-80 °C DURANTE 2-3 HR.
ACRILONITRILO ESTIRENO	SAN	
RESINAS CELULOSICAS	CA, CAB, CP	70-80 °C DURANTE 2-3 HR.

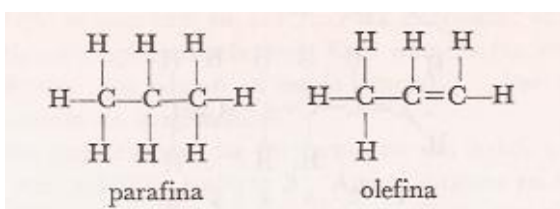
POLICLORURO DE VINILO	PVC	60-70 °C	DURANTE 1 HR.
POLICARBONATO	PC	120 °C	DURANTE 1HR.
POLIAMIDAS	PA	70-80 °C	DURANTE 4-6 HR.
POLIETILEN TEREFALATO	PET	70-80 °C	DURANTE 6 HR.

Tabla 5. Secado de materiales y sus temperaturas correspondientes.

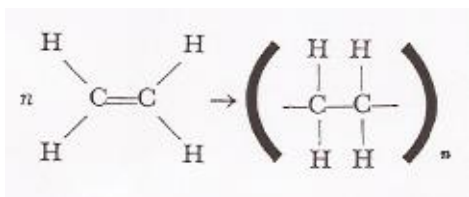
CAPÍTULO II

PROCESO DE OBTENCIÓN DE LOS PLÁSTICOS

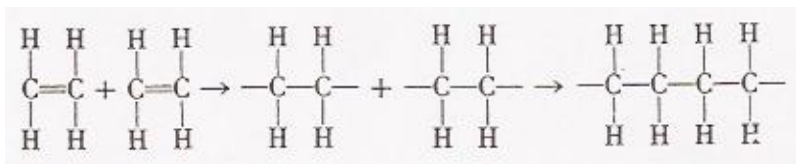
Para la obtención de resinas sintéticas con largas cadenas moleculares (conocidos como macromoléculas o polímeros) .Existen varios procesos de obtención de polimerización por medio de compuestos orgánicos extraídos del petróleo como son los hidrocarburos no saturados las olefinas y alquenos. Ejemplo, los hidrocarburos que contienen dobles enlaces carbono – carbono son llamados alquenos u olefinas podemos imaginarnos que están formados por la separación de átomos de hidrogeno a partir de dos átomos de carbono contiguos que forman parte de un hidrocarburo parafínico: por ejemplo.



POLIMERIZACIÓN.-Se presenta la adición intermolecular de las olefinas, por ejemplo, en presencia de un catalizador, el etileno experimentara la reacción siguiente:



En donde el símbolo del segundo miembro indica una cadena formada por eslabones del tipo indicado. Podemos imaginar que esta reacción se efectúa en los pasos que siguen:



Esta reacción se detiene por la adición de trazas de aditivos a los extremos de la cadena .El compuesto que proporciona el eslabón es llamado un monómero; un compuesto con dos eslabones es llamado dímero; un compuesto con tres eslabones es llamado un trímero; un compuesto con muchos eslabones es llamado un polímero .Se conocen polímeros que contienen en una molécula individual más de un millón de eslabones. Tales moléculas gigantes, a menudo son visibles individualmente, cuándo se ven en un microscopio electrónico.

La polimerización es típica de los hidrocarburos no saturados. Sin embargo, los polímeros resultantes, a menudo son sorprendentemente diferentes en sus propiedades.

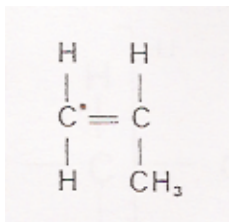
POLIMERIZACION POR ADICION.- Es un proceso en el cual, bajo condiciones apropiadas de temperatura y presión, las moléculas monoméricas se enlazan entre sí para formar largas cadenas moleculares. Durante esta reacción no se forman productos secundarios o sub productos.

A un monómero de etileno se le rompe el enlace covalente entre sus dos átomos de carbono dejando dos electrones desapareados esto atrae otro monómero de etileno rompiéndole el enlace covalente y acoplándolo, así puede continuar indefinidamente la reacción formando la cadena polimérica. Obviamente, cuando se va a iniciar la reacción el primer monómero no es capaz por sí solo de romper el enlace covalente, por lo que se utilizan iniciadores. Los iniciadores son moléculas que tienen la particularidad de romper por sí mismas uno de sus enlaces. Luego de haberse dividido se tienen dos fragmentos, denominados fragmentos iniciadores, cada uno con un electrón no apareado. Moléculas como estas son el peróxido benzoico y el 2, 2'-azo-bis-isobutiril-nitrilo (AIBN).

EJEMPLO DE FABRICACION DE LAS POLIOLEFINAS POR ESTE METODO.

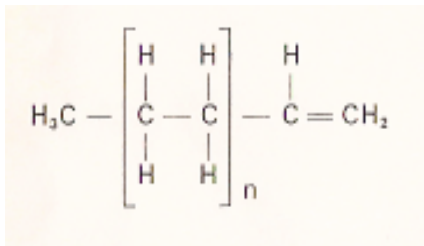
Los elementos constitutivos de las poliolefinas son hidrocarburos no saturados, denominados olefinas que forman largas cadenas por polimerización.

EL ETILENO GASEOSO.



Tiene la estructura más sencilla del grupo de las olefinas.

En la polimerización, los enlaces dobles de la molécula (enlace covalente) del etileno se abren, permitiendo la formación de largas cadenas moleculares.



Actualmente, el polietileno se obtiene a altas presiones procedimiento descubierto en 1933 por Fawcett y Gibson, en Inglaterra. Esta polimerización de un gas se realiza a presiones de 1500 atm y temperaturas del orden de los 200° C en presencia de cantidades mínimas de oxígeno en calidad de catalizador. El polietileno de alta presión resultante es blando (polietileno de baja densidad), de tacto semejante a la cera, tiene buena fluidez y presenta una zona de fusión relativamente baja.

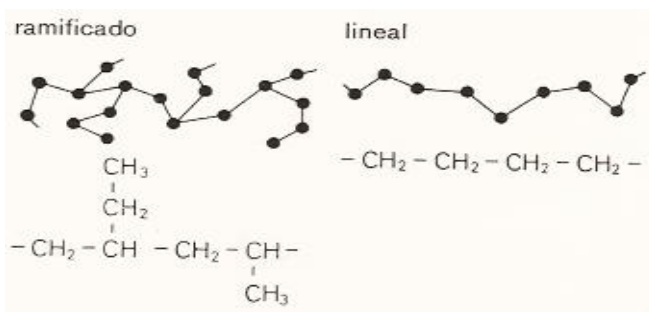
Especialmente al principio, resulto sumamente costoso y difícil controlar las altas presiones y temperatura de polimerización a alta presión. Por ello, causo gran sensación entre los especialistas el descubrimiento del Prof. Ziegler, el cual en 1953 fue el primero en conseguir polimerizar el etileno a presión normal y temperatura apenas elevada. Farbwerke Hoechst AG fue la primera empresa del mundo en desarrollar a escala industrial el ensayo de laboratorio de Ziegler, iniciando, ya año y medio más tarde, la producción del polietileno a baja presión.

En este procedimiento, el etileno se conduce, manteniéndolo aislado del aire, en una suspensión de compuestos organometálicos que contienen titanio y aluminio en una fracción de bencina. Agitando y evacuando constantemente el calor producido, el polietileno flocula, formando finalmente una masa que se separa y libera de los restos de catalizador que aun pueda contener,

El polietileno de baja presión así obtenido posee mayor rigidez (polietileno de alta densidad) y estabilidad térmica que el polietileno de alta presión, sin perder las ventajas de éste, como buenas propiedades dieléctricas y alta resistencia a las bajas temperaturas y a los agentes químicos.

CONSTITUCION DE LAS MACROMOLECULAS DEL POLIETILENO.

El grado de ramificación de las cadenas moleculares y la longitud de las cadenas laterales influyen considerablemente en las propiedades físicas del polietileno. Según el procedimiento de polimerización a que se recurra, se obtiene un polietileno muy lineal o más o menos ramificado. El polietileno de alta presión por ejemplo, presenta un alto grado de ramificación, es decir, sus cadenas moleculares poseen mayor número de cadenas laterales cortas y largas, y éstas, a su vez, ramificaciones laterales.



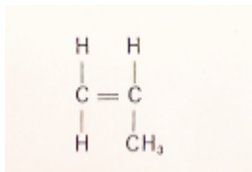
Polietileno de alta presión polietileno de baja presión

Las cadenas moleculares del polietileno pueden ordenarse en estructuras cristalinas al pasar del estado de fusión al sólido. La proporción de estas estructuras (grado de cristalinidad) es tan mayor cuanto más pueden acercarse las cadenas entre sí, o dicho en otras palabras, cuanto menor es el grado de ramificación. Las cadenas laterales dificultan la ordenación paralela. Las zonas cristalinas que se entremezclan con el material amorfo provocan un aumento de densidad respecto a aquel. La densidad está supeditada directamente al grado de cristalinidad. Según el procedimiento de polimerización a que se recurra, el grado de cristalinidad del polietileno oscila entre un 40 y un 80% (polietileno alta densidad). El polietileno de alta presión, también llamado polietileno blando (baja densidad), tiene un grado de cristalinidad de un 40 a un 55% a una densidad de 0.915 a 0.930 g/cm³. Sin embargo el polietileno de baja presión, por ejemplo el hostalen G, tiene un grado de cristalinidad de 60 a un 80% a una densidad de 0.942 a 0.965 g/cm³. Por su mayor rigidez también se denomina polietileno duro (alta densidad). Las propiedades del polietileno dependen del estado de ordenación del material. A medida que aumenta la densidad (cristalinidad) aumentan:

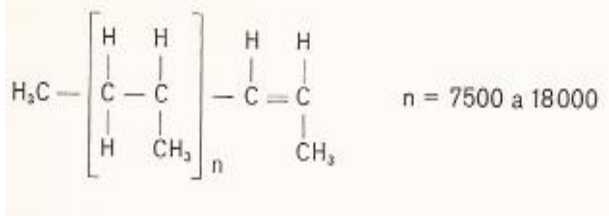
La zona de fusión de las cristalitas; la tensión de tracción (resistencia a la tracción), rigidez, la dureza y el módulo de elasticidad o de rigidez a la tensión, la resistencia a los solventes; la impermeabilidad a gases y vapores.

OTRO PLASTICO QUE SE OBTIENE POR ESTE METODO DE POLIMERIZACION POR ADICION ES EL POLIPROPILENO.

A diferencia del etileno, en el polipropileno, así mismo gaseoso,



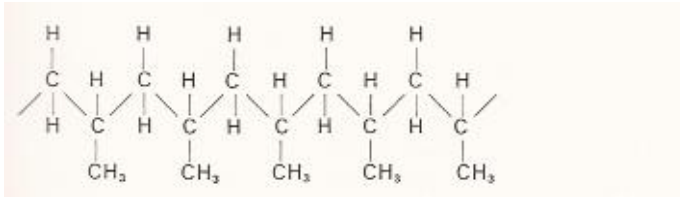
Se sustituye un átomo de hidrogeno por un grupo CH₃. De su polimerización resulta el polipropileno, cuya estructura molecular presenta el siguiente aspecto:



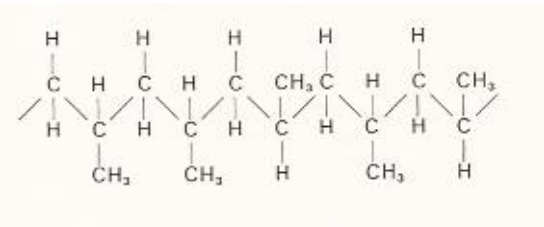
1. La ordenación entre sí de los grupos CH₃ existentes en cada segundo átomo de carbono puede ser distinta. En la fórmula que hemos reproducido es regular, por tratarse de polipropileno isotáctico.

La ordenación de los grupos CH₃ de la molécula del polipropileno depende de los catalizadores que se hayan elegido para la polimerización. Según la ordenación de los grupos CH₃ hay que

distinguir entre: polipropileno isotáctico, cuando todos los grupos CH₃ están ordenados, es decir, que se encuentran en el mismo lado de la cadena de carbono o señalan hacia el exterior por su disposición helicoidal;



Polipropileno sindiotáctico, cuando los grupos CH₃ están situados alternativamente a diversos lados de la cadena de hidrocarburo en una continuidad regular; Polipropileno atáctico, cuando los grupos CH₃ se encuentran desordenadamente.



Cuanto mayor es la proporción isotáctica en el polimerizado de propileno, tanto mayor es el grado de ordenación, lo que se traduce en buena resistencia al calor (zona de fusión a 165°C) y buenas propiedades mecánicas. El polipropileno sindiotáctico, al igual que el atáctico, no ha sido hasta ahora empleado técnicamente.

OBTENCION DE ABS

Hay tres procesos comerciales para la manufactura del ABS:

- Emulsión
- Masa
- Suspensión - masa

Las propiedades físicas del plástico ABS varía con el método de manufactura pero varía más con la composición. En general el proceso por emulsión se usa para hacer materiales de resistencias de alto impacto y el proceso de masa son preferidos para materiales con menos resistencia al impacto.

Proceso polimerización en Emulsión

El proceso de polimerización en emulsión involucra dos pasos. Se produce un látex de caucho y luego se polimeriza el estireno y el acrilonitrilo en presencia del caucho para producir un látex de ABS. Este látex luego es procesado para aislar a la resina ABS.

El látex de caucho es usualmente producido en reactores en "batch". El caucho puede ser polibutadieno o un copolímero de 1,3-butadieno y acrilonitrilo o estireno. El látex normalmente tiene un contenido entre un 30 a un 50% de polímero y el resto principalmente es agua.

Los reactores para obtener polibutadieno pueden ser de acero inoxidable o de acero vidriado. La velocidad de reacción es limitada por la capacidad del encamisado de refrigeración para extraer calor y la reacción dura entre 12 y 24 horas

En la **figura 14**, se representa un proceso para obtener ABS en el cual el látex de caucho se forma a partir de polibutadieno.

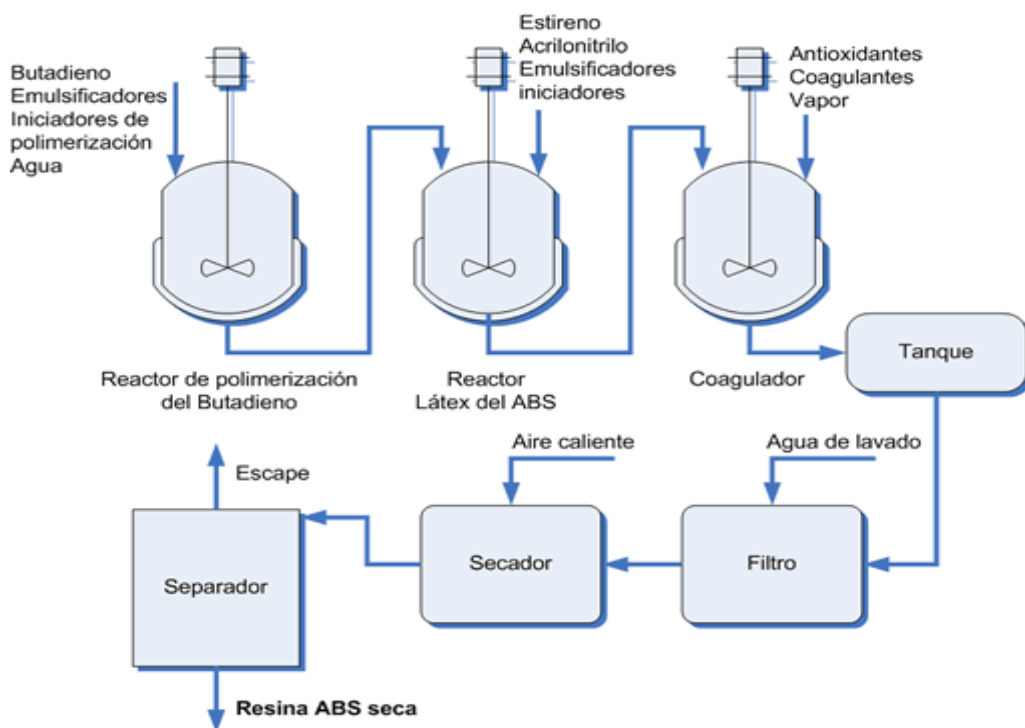


Figura 14. Diagrama de proceso de obtención del ABS (Acrilonitrilo- Butadieno-Estireno)

Luego de producido el látex, es sujeto a una posterior polimerización en presencia de los monómeros estireno y acrilonitrilo para producir el látex de ABS. Este puede ser producido en batch, semicontinua o en reactores continuos. La reacción se realiza a 55-75° C a presión atmosférica en reactores de acero inoxidable o acero vidriado.

El polímero ABS es recuperado a través de la coagulación del látex ABS. La coagulación es usualmente lograda por la adición de un agente (CaCl_2 , NaCl , H_2SO_4) al látex que desestabiliza la

emulsión. La coagulación se hace a elevadas temperaturas (80-100°C). La pasta es luego desaguada por filtración o centrifugación. La resina húmeda es secada para obtener con bajo contenido en humedad.

El proceso de emulsión para hacer ABS se viene practicando desde principios de los años 50's. Sus ventajas son la capacidad de producir ABS con un amplio intervalo de composiciones. Especialmente con mayores contenidos en caucho que las que se puede lograr con otros métodos. La mezcla de los componentes y la transferencia del calor de reacción en una polimerización en emulsión es lograda con mayor facilidad debido a la baja viscosidad y las buenas propiedades térmicas del agua.

Los requerimientos de energía son generalmente más grandes que para otros procesos debido a la energía usada para la recuperación del polímero. El proceso además tiene un gran gasto en tratamiento de aguas residuales de proceso por la cantidad de agua usada.

Proceso polimerización en Masa

Para el proceso en masa ABS la polimerización es conducida más que en agua en un monómero. Este proceso usualmente consiste en una serie de dos o más reactores continuos en el cual el caucho usado en este proceso es comúnmente una solución polimerizada de polibutadieno lineal (o un copolímero conteniendo estireno), aunque algunos procesos de masa utilizan una emulsión polimerizada ABS con un alto contenido en caucho.

Si un caucho lineal es usado como alimentación para el proceso de masa, el caucho se vuelve insoluble en la mezcla de monómeros y el copolímero SAN (estireno-acrilonitrilo) que se forma en los reactores; este caucho que no solubiliza forma partículas discretas de caucho. Esto se llama inversión de fase porque se parte de una fase continua de caucho para pasar a una fase continua de SAN con partículas discretas de caucho inmersas en la matriz SAN. El injerto del SAN en las partículas de caucho ocurre como en el proceso de emulsión. Típicamente el proceso en masa produce partículas más grandes (0.5 a 5 mm) que aquellas basadas en el proceso en emulsión (0.1 a 1 mm) y contiene oclusiones más grandes de polímero SAN.

El recipiente de reacción incluye iniciadores de polimerización, agentes de cadena y otros aditivos. Diluyentes son a veces usados para reducir la viscosidad de la mezcla de monómero y polímero facilitando el proceso de la conversión.

La mezcla de monómeros de acrilonitrilo y estireno en presencia del polibutadieno es polimerizada a través de un cambio de fase hasta aproximadamente un 30% de conversión bajo suficiente condiciones de corte para prevenir el entrecruzamiento del caucho (**ver figura 15**).

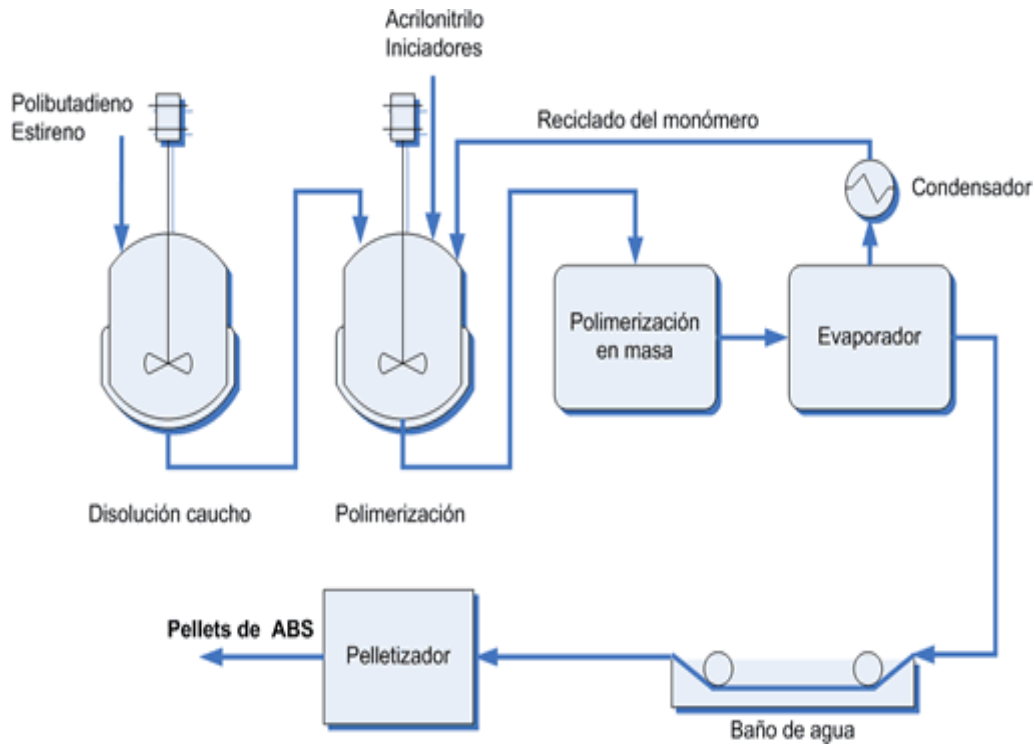


Figura 15. Diagrama del proceso de obtención del ABS (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno).

El jarabe prepolimerizado es bombeado a un polimerizador en masa donde la conversión es llevada hasta un 50 u 80%. Los polimerizadores en masa son operados continuamente a 120-180° C con tiempo de residencia de 1 – 5 h. El calor de polimerización es removido por evaporación, transferencia de calor a través de las paredes del reactor y calentamiento del monómero que va a ser cargado. Los vapores son condensados, reciclados y alimentan la corriente de monómeros que son cargados. Después de la reacción el polímero es bombeado a un evaporador donde los monómeros que no reaccionaron son removidos bajo aspiración a temperaturas de 150° C. Normalmente cerca del 5-30% de la corriente de alimentación es removida por no reaccionar y reciclada. El producto resultante es resina ABS y es luego granulada.

El proceso de masa ABS fue originalmente adaptado del proceso para obtener poliestireno. Este proceso tiene dos ventajas inherentes sobre la polimerización por suspensión y por emulsión. Una es que el agua residual de tratamiento es mínima y otra es el ahorro de energía por evitar la etapa de separación y secado de la resina del agua de proceso. Otra ventaja es que produce ABS poco pigmentado, incluso algo traslucido, lo que reduce la concentración de colorantes necesarios. Generalmente es más eficiente a modificaciones por impacto que el realizado por emulsión, sin embargo, la cantidad de caucho que se puede incorporar está limitada por limitaciones del proceso respecto a la viscosidad. El brillo superficial es menor debido a que las partículas de caucho son mayores.

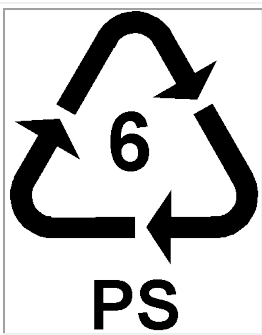
Proceso polimerización en Masa – Suspensión

El proceso de suspensión utiliza una reacción en masa para producir una mezcla en la que hay material parcialmente convertido en polímero y monómeros y luego emplea una técnica de reacción en suspensión para completar la polimerización. Este es un proceso de tipo "batch". La reacción en masa es igual que la que se describió para el proceso en masa. Se usa un caucho lineal, y las partículas de caucho que se forman durante la inversión de fase son similares. Cuando la conversión de los monómeros es aproximadamente de un 15 a un 30%, la mezcla de polímeros y monómeros que no reaccionaron son suspendidos en agua con la introducción de un agente de suspensión. La reacción es continuada hasta que un elevado grado de conversión de monómeros se alcanza. Los monómeros que no reaccionaron son separados antes de que el jarabe se centrifugue y seque.

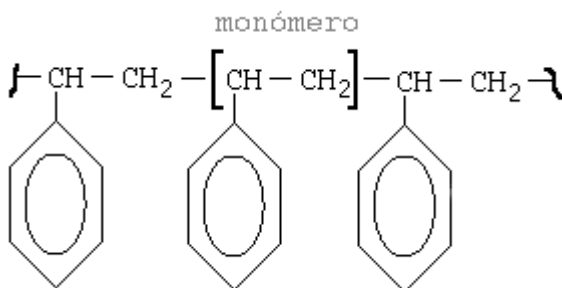
La morfología y propiedades de la suspensión son similares a aquellas que se obtienen del proceso de polimerización en masa, pero con las ventajas de la técnica en emulsión respecto a la baja viscosidad y la capacidad del agua de remover el calor.

EL POLIESTIRENO

El *poliestireno* es un plástico que se obtiene por un proceso denominado *polimerización*, que consiste en la unión de muchas moléculas pequeñas para lograr moléculas más grandes. La sustancia obtenida es un *polímero* y los compuestos sencillos de los que se obtienen se llaman *monómeros*. Fue obtenido por primera vez en Alemania por la I.G. Faberindustrie, en el año 1930. Es un sólido vítreo por debajo de 100 °C; por encima de esta temperatura es procesable y puede dársele múltiples formas.

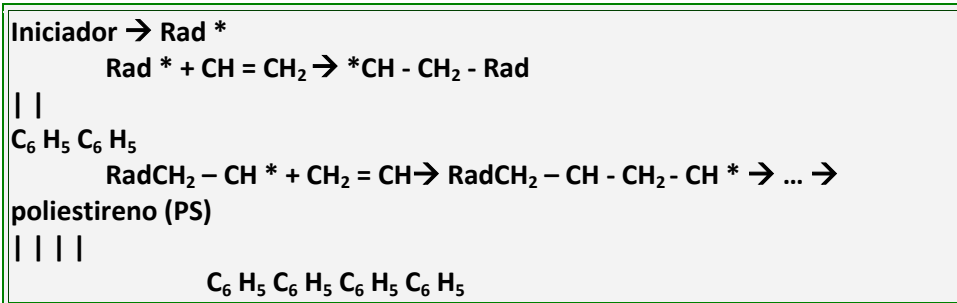
	<p>Código de identificación de los plásticos Todos los objetos de plástico llevan un símbolo y un código que indica el tipo de plástico del que está hecho. El número 6 y las siglas PS indican que se trata de poliestireno. El triángulo con flechas indica que se trata de un plástico reciclable (en ningún caso significa que el objeto esté hecho con plástico reciclado)</p>
---	--

El *monómero* utilizado como base en la obtención del *poliestireno* es el *estireno* (*vinilbenceno*):



2. Obtención del poliestireno

A escala industrial, el *poliestireno* se prepara calentando el *etilbenceno* ($C_6H_5 - CH_2 - CH_3$) en presencia de un catalizador para dar lugar al estireno ($C_6H_5 - CH = CH_2$). La polimerización del estireno requiere la presencia de una pequeña cantidad de un iniciador, entre los que se encuentran los peróxidos, que opera rompiéndose para generar un radical libre. Este se une a una molécula de monómero, formando así otro radical libre más grande, que a su vez se une a otra molécula de monómero y así sucesivamente. Finalmente se termina la cadena por reacciones como la unión de dos radicales, las cuales consumen pero no generan radicales.



Propiedades del poliestireno

Hay que tener en cuenta que, además de los enlaces covalentes que mantienen unidas a las moléculas de los monómeros, suelen producirse otras interacciones intermoleculares e intramoleculares que influyen notablemente en las propiedades físicas del polímero, que son diferentes de las que presentan las moléculas de partida. El poliestireno, en general, posee elasticidad, cierta resistencia al ataque químico, buena resistencia mecánica, térmica y eléctrica y baja densidad.

El poliestireno es un polímero **termoplástico**. En estos polímeros las fuerzas intermoleculares son muy débiles y al calentar las cadenas pueden moverse unas con relación a otras y el polímero puede moldearse. Cuando el polímero se enfría vuelven a establecerse las fuerzas intermoleculares pero entre átomos diferentes, con lo que cambia la ordenación de las cadenas.

Transformación del poliestireno y aplicaciones

Las técnicas de transformación más utilizadas en la transformación de los plásticos son:

Extrusión: el polímero es calentado y empujado por un tornillo sin fin y pasa a través de un orificio con forma de tubo. Se producen por extrusión tuberías, perfiles, vigas y materiales similares.

Inyección: El polímero se funde con calor y fricción y se introduce en un molde frío donde el plástico solidifica. Este método se usa para fabricar objetos como bolígrafos, utensilios de cocina, juguetes, entre otros.

Extrusión con soplado: En primer lugar se extrusiona un tubo de plástico que se introduce en un molde que se cierra alrededor del plástico. Entonces se introduce aire dentro del tubo de plástico, el cuál se ve obligado a adquirir la forma del molde. Esta es la forma en que se obtienen las botellas de plástico.

Usos del poliestireno y modos de obtención (ver tabla 6).

MÉTODO DE FABRICACIÓN	USOS
Moldeo Por inyección	Juguetes Carcasas de radio y televisión Partes del automóvil Instrumental médico Menaje doméstico Tapones de botellas Contenedores
Moldeo por soplado	Botellas Contenedores Partes del automóvil
Extrusión	Películas protectoras Perfiles en general Reflectores de luz Cubiertas de construcción
Extrusión y termoconformado	Interiores de frigoríficos Equipajes Embalajes alimentarios Servicios desechables Grandes estructuras del automóvil

Tabla 6. Usos del Poliestireno en el moldeo por inyección- soplado- extrusión- termoformado.

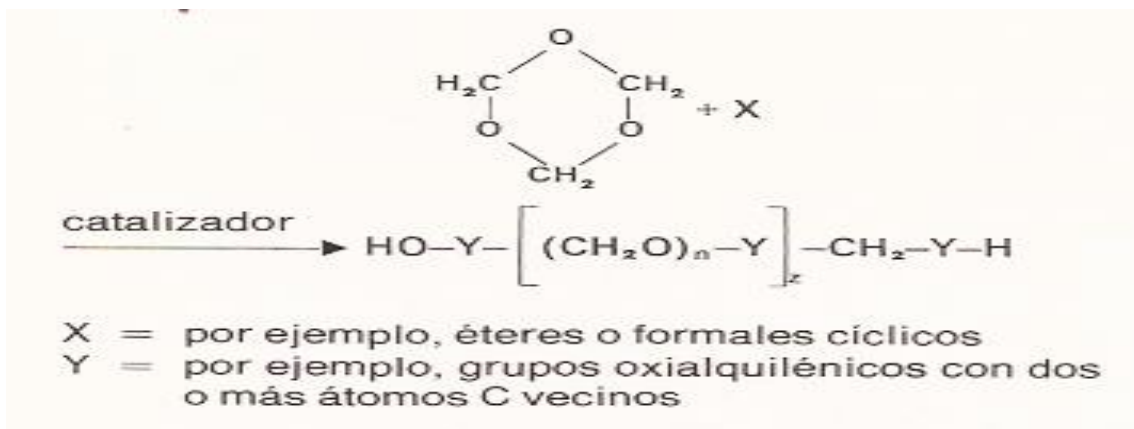
El poliestireno del futuro

Hay una clase de *poliestireno* que recibe el nombre de *sindiotáctico*. Es diferente porque los grupos fenilo de la cadena polimérica están unidos alternativamente a ambos lados de la misma. El poliestireno “normal” o poliestireno *atáctico* no conserva ningún orden con respecto al lado de la cadena donde están unidos los grupos fenilos. El “nuevo” poliestireno es cristalino y funde a 270 °C, pero es mucho más costoso.

El estireno también puede polimerizar con otros monómeros como el caucho polibutadieno, obteniendo un tipo de copolímero llamado *copolímero de injerto*, cuya estructura confiere nuevas propiedades que el poliestireno normal no posee. Es más fuerte, no quebradizo y capaz de soportar impactos más violentos sin romperse. Este material se conoce como *poliestireno de alto impacto HIPS*.

POLIMERIZACION DE LOS ACETALES

Por polimerización catiónica de los componentes de partida, se forman macromoléculas lineales, cuyas cadenas, integradas principalmente por unidades oximetilénicas de fórmula $\text{CH}_2 - \text{O}$, están modificadas por unidades estadísticamente distribuidas con enlaces $\text{C} - \text{C}$:



La estructura lineal y el alto grado de cristalinidad del copolímero acetálico determinan las buenas propiedades físicas de este termoplástico:

Tenacidad (hasta -40°C)

Dureza

Rigidez,

Indeformabilidad al calor,

Buen comportamiento eléctrico y dieléctrico,

Fácil transformación.

Las unidades del comonomero con enlaces $\text{C} - \text{C}$, distribuidas estadísticamente en la cadena molecular, confieren una gran estabilidad frente a la degradación térmica y oxidativa. Al producirse un ataque por calor y/o oxígeno, la despolimerización sólo avanza hasta la siguiente unidad comonomera que contiene el enlace estable $\text{C} - \text{C}$. Ello distingue esencialmente al copolímero del homopolímero, ya que en este último la degradación avanza en forma de una reacción en cremallera hasta la completa despolimerización.

La constitución química determina una gran estabilidad frente a los álcalis enérgicos.

POLIMERIZACION POR CONDENSACION.

La polimerización por condensación es la unión de moléculas a fines (que puedan reaccionar entre sí), para formar al monómero que caracteriza al plástico que se desea obtener. La característica principal que poseen dichas moléculas es que presentan grupos reactivos en por lo menos dos puntos de su estructura. Al final de la reacción, además del plástico que se obtiene, se tiene a un producto secundario de bajo peso molecular, como puede ser agua, amoniaco o algún ácido. Algunos plásticos importantes por policondensacion son las poliamidas (nylon), los policarbonatos y los diferentes plásticos termofijos.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DE MOLDEO POR INYECCION.

La aplicación de esta técnica en la industria de transformación de los plásticos en estos últimos 20 años ha tenido un crecimiento acelerado sobre todo en las industrias, automotriz, electrónica, farmacéutica, hogar, agricultura, juguetera, construcción, computación, refresquera, lácteos, cerveceras y promocionales, entre otros. Así como la aparición de nuevos plásticos para diversas aplicaciones, máquinas de inyección más sofisticadas en sus variables de control para la inyección, mayor velocidad para producciones rápidas, controles adicionales (válvulas direccionales para otro tipo de extracción, hidráulica, neumática) y robot. Así como nuevos diseños de moldes de colada caliente para altas producciones y ahorros de materiales porque no presentan reproceso de estos.

Para la aplicación de esta técnica en la industria de transformación y obtener buenos resultados en productividad y calidad, es necesario conocer a la perfección dicha herramienta que se utiliza para la aplicación de la técnica de inyección y su funcionamiento en el campo de empleo.

FACTORES QUE INTERVIENEN PARA SU APLICACIÓN CORRECTA.

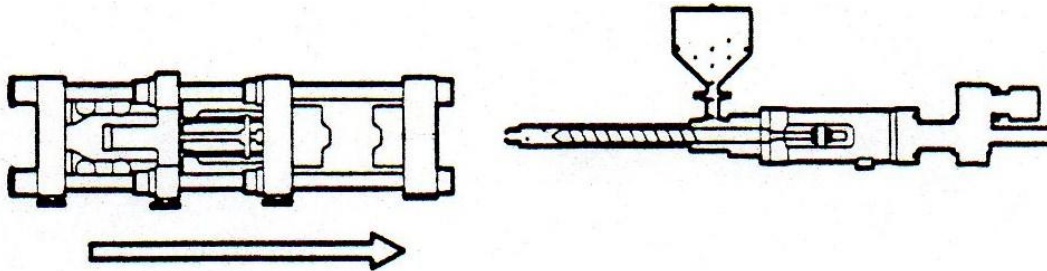
- (1) PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.
- (2) MAQUINA (descripción de la inyectora)
- (3) MOLDE
- (4) MATERIA PRIMA (Polímero)
- (5) EQUIPO DE ENFRIAMIENTO (torre enfriamiento para la máquina, Schiller para el enfriamiento de moldes.
- (6) EL AREA DE TRABAJO (la ubicación de la planta de inyección).
- (7) MANO DE OBRA.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

La finalidad de la maquina es obtener productos por inyección a partir de material termoplástico. A este resultado se llega a través de la secuencia de fases de elaboración que se describen a continuación.

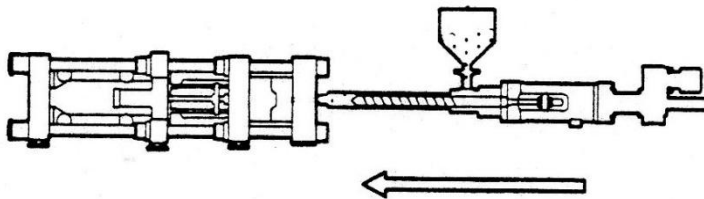
Fase 1 CIERRE DE MOLDE

El accionamiento del sistema mecánico de cierre produce el acercamiento de los platos porta – molde determinando así la fuerza de cierre del molde.



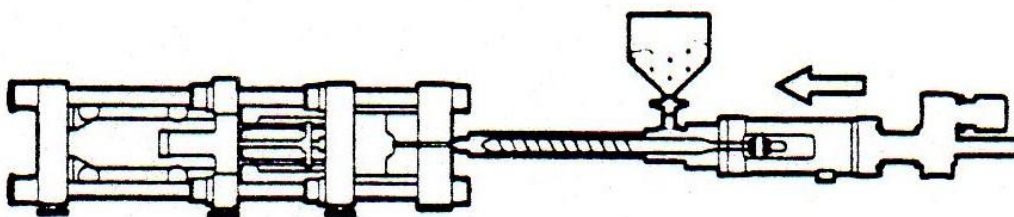
Fase 2 AVANCE DEL CARRO

El carro de la unidad de inyección avanza, tirado por dos cilindros oleo hidráulicos y pone así la boquilla en contacto con la extremidad del canal de inyección del molde.



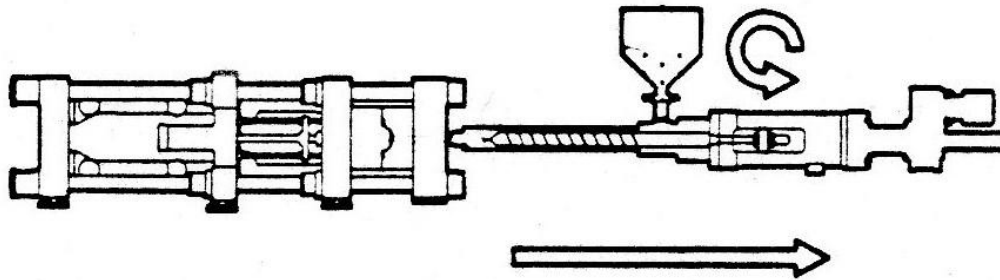
Fase 3 INYECCION

El material plastificado es inyectado en la cavidad del molde por efecto de la presión ejercida por el avance del husillo empujado por un cilindro oleo hidráulico.



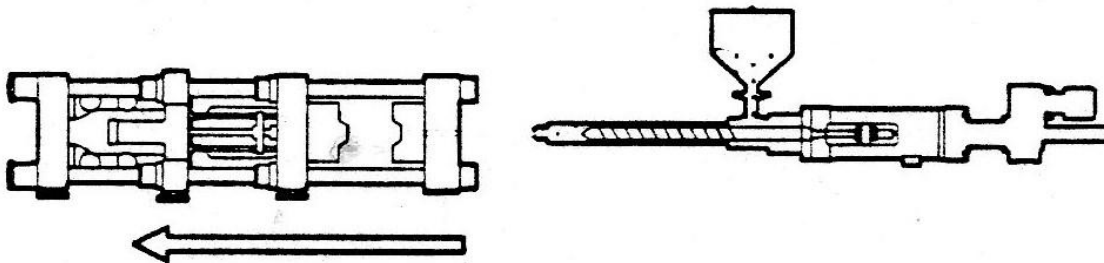
Fase 4 CARGA DEL MATERIAL Y RETROCESO DEL CARRO

Mientras que el carro de inyección retrocede, el husillo de plastificación gira haciendo así a fluir el material plástico en la cámara de plastificación caldeada mediante termoresistencias. La acumulación de material en la parte anterior de la recámara de plastificación determina el retroceso del husillo. La temperatura en el interior de la recámara es regulada de modo tal de producir la plastificación del material.



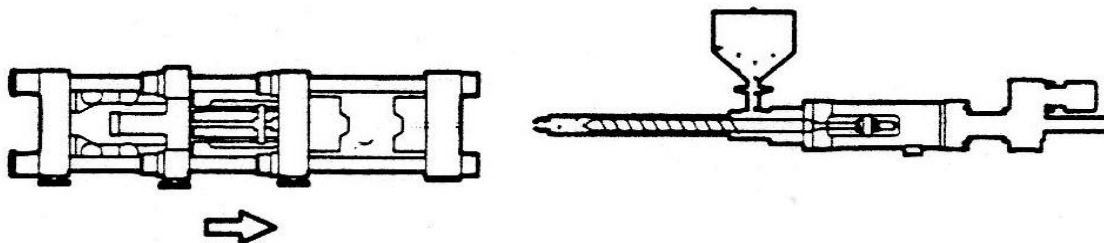
Fase 5 APERTURA DEL MOLDE

El material plástico consolidado ha tomado la forma de la cavidad del molde. A este punto se produce el retroceso del plato móvil y en consecuencia la abertura del molde.



Fase 6 EXPULSION DE LA PIEZA

La pieza es expulsada del molde mediante un sistema mecánico de expulsión accionado oleohidráulicamente. La extracción de la pieza puede ser efectuada también manualmente, con caída por gravedad, o mediante manipulador.



CICLO DE MOLDEO O DE TRABAJO.

- 1) Se cierra el molde y se acerca la unidad de inyección (se abre el molde nuevamente)
- 2) Se selecciona en la maquina en ciclo automático (se abre la puerta de seguridad de la máquina y se cierra la puerta nuevamente) el molde cierra.
- 3) Entra la inyección para hacer el llenado del molde(se selecciona un tiempo de inyección , suficiente para un buen empacamiento de la pieza)
- 4) Enfría la pieza inyectada (entra un tiempo de enfriamiento) mientras transcurre el enfriamiento la maquina empieza a dosificar nuevamente la carga de material para la siguiente inyección.
- 5) Cuando termina la carga de la máquina, el molde abre hasta la abertura máxima de la máquina.(suficiente abertura para que la pieza caiga y no la atrape)
- 6) Expulsa la pieza (entra un tiempo de botado) lo hace por medio del botador hidráulico seleccionando la distancia de botado (todos los moldes tienen una distancia de botado, diseñado para que la expulsión sea correcta).
- 7) Entra un tiempo de espera o pausa, transcurrido este tiempo vuelve a cerrar el molde y termina un ciclo.
- 8) Un ciclo de inyección es el tiempo que transcurre para obtener una pieza o piezas (con la calidad, dimensional y estética del producto).

LA MAQUINA DE INYECCION.

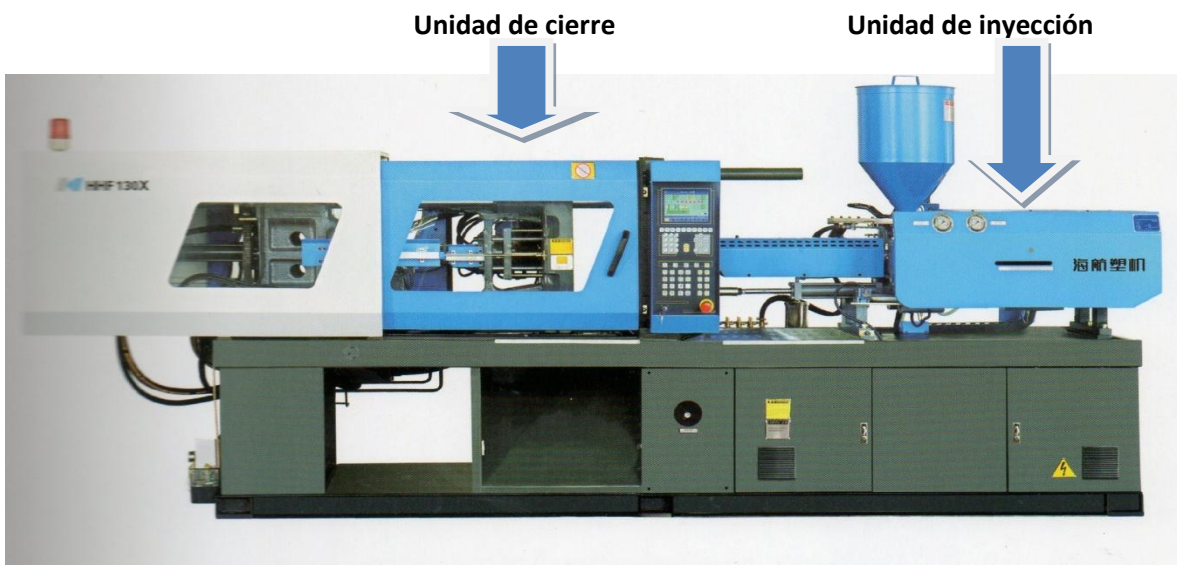


Figura 16. Maquina inyectora electrónica con pantalla.

Para la elaboración de materias termoplásticas por el procedimiento de inyección se dispone de una gran variedad de máquinas. Y el tipo de construcción más usual en las máquinas de inyección es el horizontal. En las unidades de inyección y cierre trabajan horizontalmente en alineación axial. Las modernas máquinas de inyección permiten un trabajo con tres formas de funcionamiento: manual, semiautomático, automático. En el trabajo manual todas las funciones son dirigidas por el operador de la máquina. En el trabajo semiautomático, un impulso de mando dispara el ciclo total de trabajo; la duración de las diversas funciones queda determinada por impulsos de redes de conexiones regulables (reguladores de tiempos). En funcionamiento automático, un impulso de mando introduce el ciclo de trabajo, que se repite entonces automáticamente. El cambio de una forma de trabajo a otra se efectúa generalmente mediante conmutador.

Hay que añadir además el hecho de que, debido a la competencia entre los muchos elaboradores de plásticos, hay que mantener en un mínimo los costos de producción. También se identifica con esta forma de pensar la tendencia a la aplicación de máquinas de prensa rápida con molde de trabajo completamente automático, lo que contribuye a aumentar la capacidad de disparo (inyección) de la máquina. Este garantiza su funcionamiento automático sin averías y permite el manejo rentable de varias máquinas por un solo operario, lo que significa, en muchos sectores de la especialidad, la única solución lucrativa si se considera la fuerte competencia.

Las máquinas de inyección se caracterizan por dos componentes principales: la unidad inyectora y la unidad de cierre. La unidad inyectora abarca el dispositivo de aportación de material, los elementos mecánicos para la plastificación del mismo y el accionamiento del embolo inyector.

La unidad de cierre efectúa los movimientos de apertura y cierre del molde de inyección.

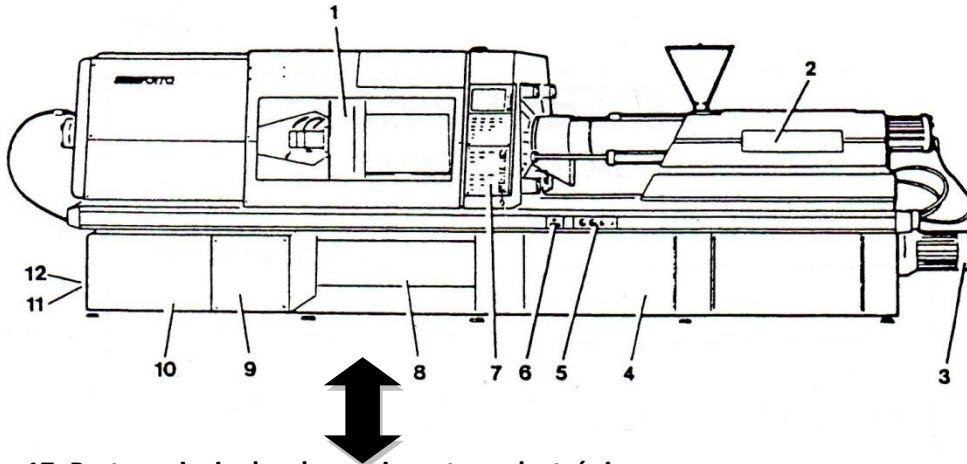


Figura 17. Partes principales de una inyectora electrónica.

- | | |
|---|--|
| 1. Grupo cierre molde | 8. Rampa caída de piezas. |
| 2. Grupo de inyección | 9. Armario base SEF 100 |
| 3. Motor eléctrico | 10. Armario cámaras calientes integrados |
| 4. Rampa mandos oleodinámicos | (opcional) |
| 5. Paneles de mandos manuales | 11. Conexión a la red |
| 6. Paneles conector (impresora y Floppy disk) | 12. Central de lubricación. |
| 7. Consola de mando. | |



Figura 18. Inyectora convencional.

UNIDAD DE INYECCION.

La tarea de la unidad inyectora consiste en introducir en los canales de flujo del molde una cantidad de material previamente determinada, que corresponde al volumen de la cavidad o cavidades del molde, y disgregada mediante uno de los sistemas de plastificación. El sistema de plastificación, que produce la disgregación del material, es por tanto un componente elemental de la unidad inyectora. La unidad inyectora de una máquina tiene que ser tal que permita una adaptación de las funciones a las exigencias de la producción. La amplia escala de materias termoplásticas disponibles y sus diversas propiedades de elaboración hacen problemático encontrar un diseño para una máquina universal, bajo el aspecto de las diversas tareas de producción, cuyo rendimiento no sea inferior al de las máquinas especiales para un solo uso.

FUNCIONES DE LA UNIDAD DE INYECCION:

- A).- Plastificar y homogenizar el material (utilizando calor por medio de las bandas calefactoras del cilindro de plastificación según sea el plástico a utilizar y su temperatura recomendada por los fabricantes).
- B.- Inyectar el material fundido dentro del molde a altas velocidades y presiones de inyección.
- C.- Dosificar la cantidad necesaria del material durante el ciclo de inyección

D.- Funciones que son controladas por los perfiles de inyección (ventana o página según sea la maquina a utilizar como será vera en operación y programación de una inyectora)

E.- EL avance del carro de la unidad de inyección también son controlados por los perfiles de avance y retroceso de carro (según sea la ventana o página).

PARTES PRINCIPALES DE LA UNIDAD DE INYECCION.

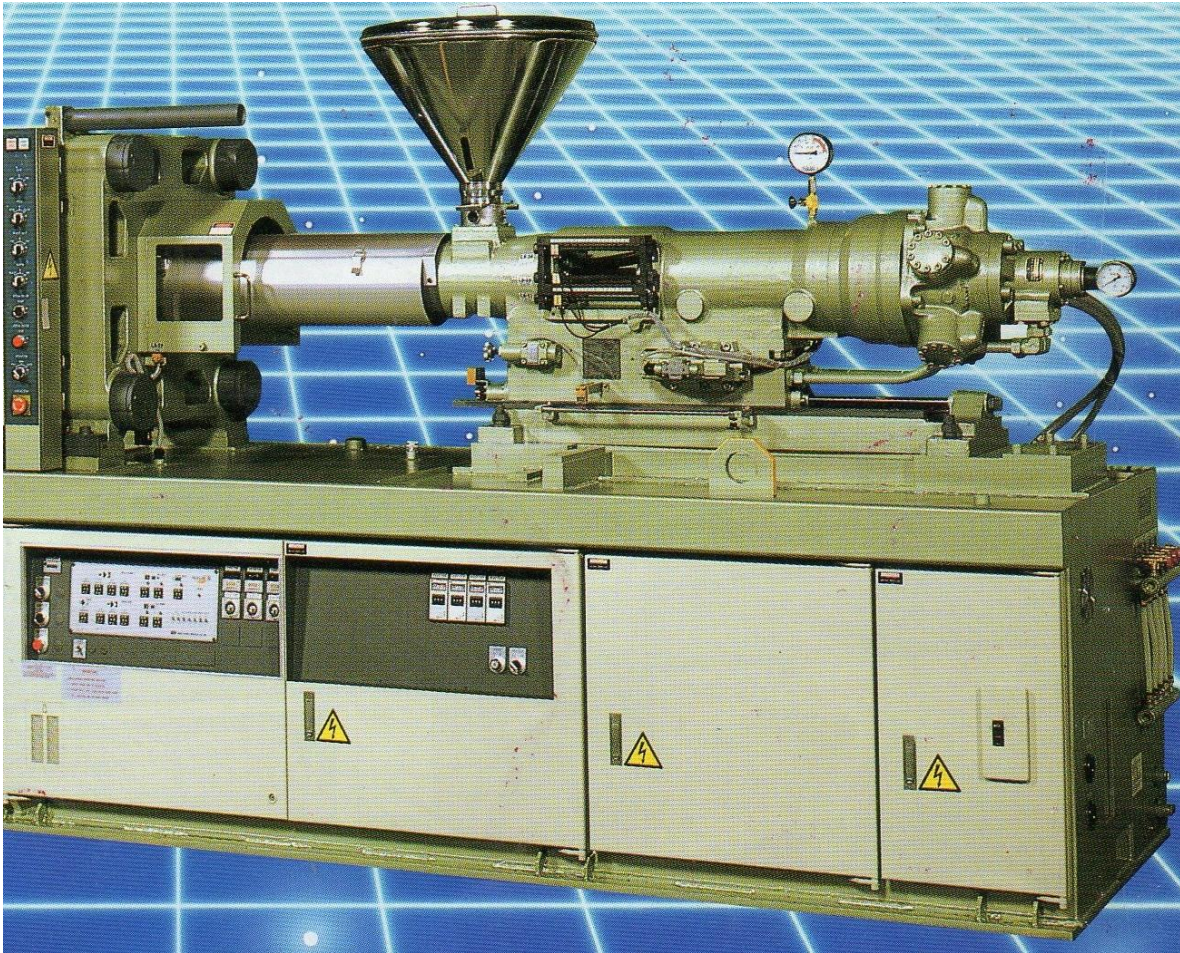


Figura 19. Vista panorámica de la unidad de inyección.

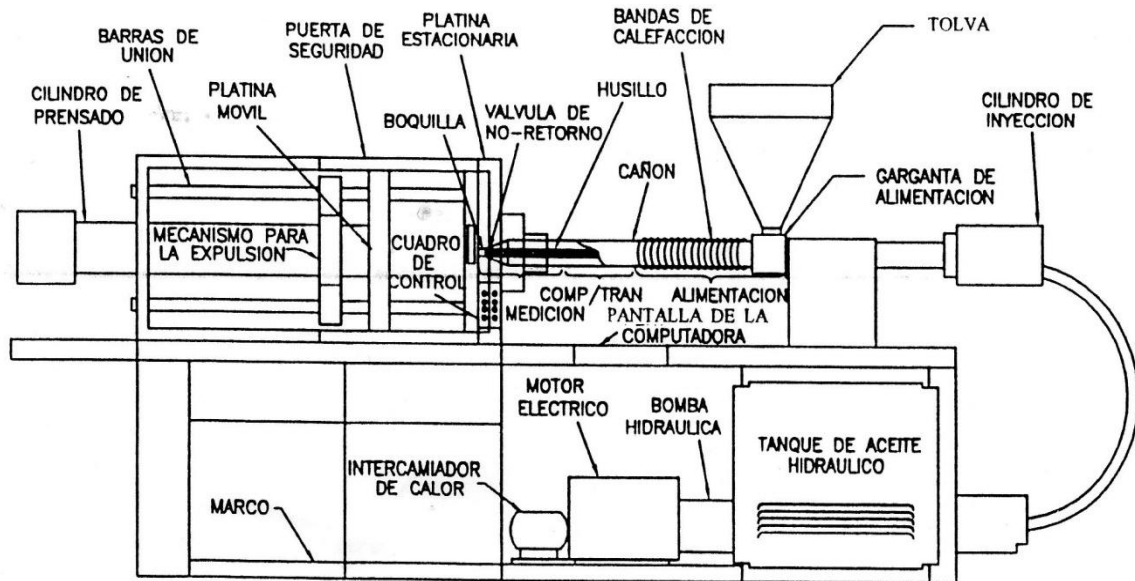


Figura 20. Descripción de las partes principales de una inyectora.

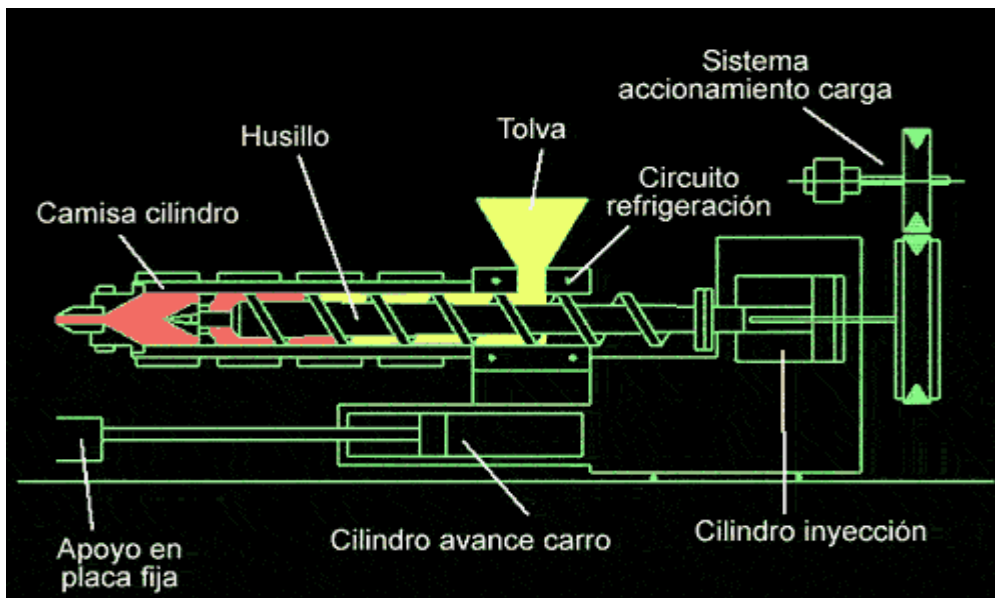


Figura 21. Descripción de las partes de un cilindro de plastificación y su accionamiento hidráulico.

(Ver figura 21)

- TOLVA –almacena el material que alimenta a la garganta de la máquina.
- GARGANTA- que alimenta al husillo en la zona de alimentación.
- CILINDRO DE PLASTIFICACION (CAÑÓN) QUE SE COMPONE DE :
- BANDAS CALEFACTORAS - que proporcionan el calor necesario para la fusión del plástico.
- TERMOCOPLES-(Termopares) que controlan las temperaturas seleccionadas.
- CABEZAL- que se acopla al cilindro por medio de tornillos, es donde tiene su función la válvula check o válvula anti retornó.
- BOQUILLA- que es el conducto de alimentación del plástico con el bebedero del molde a utilizar (los radios de sello de la boquilla y la del molde deben ser óptimos como lo veremos más adelante.
- COPLE (que nos sirve para anclar el cilindro de plastificación al pistón de inyección).
- HUSILLO O TORNILLO –que transporta y funde el material por medio de la fricción y a la vez se compone de :
- VALVULA - de no retorno (check)
- Zona de alimentación.
- Zona de transición o plastificación.

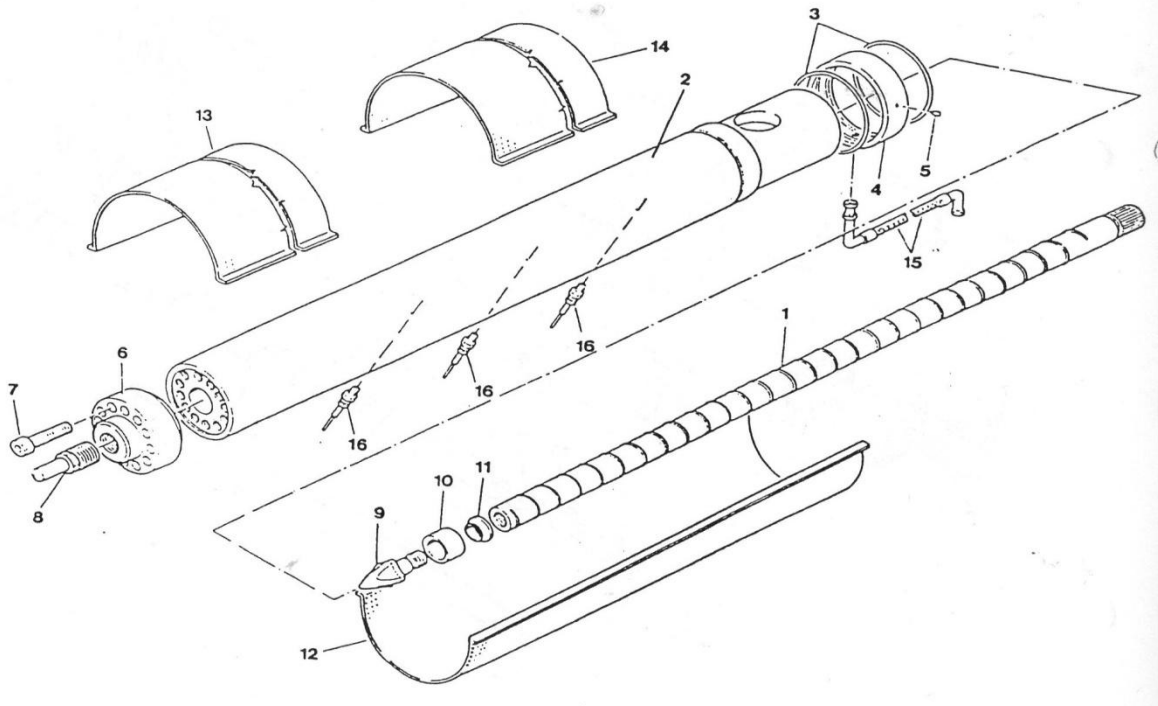


Figura 22. Descripción de las partes de un cilindro de plastificación desarmado.

(Ver figura 22)

1. HUSILLO
2. CILINDRO O CAÑÓN
- 3-4-5. PARA SUJETAR EL HUSILLO CON EL PISTON DE INYECCION
6. CABEZAL DEL CILINDRO
7. TORNILLOS DE ACOPLAMIENTO
8. BOQUILLA
9. TORPEDO DE LA VALCULA CHECK
10. ARANDELA DEL TORPEDO VALVULA CHECK
11. ACOPLAMIENTO DE LA VALVULA CHECK Y HUSILLO
12. KAMISA DEL CILINDRO DE INYECCION

13-14. BANDAS CALEFACTORAS

15. PERNOS DE ACOPLAMIENTO DEL HUSILLO Y DEL PISTON DE INYECCION

16. TERMOCOPLES (TERMOPARES).

VALVULA DE NO RETORNO (VALVULA CHECK)

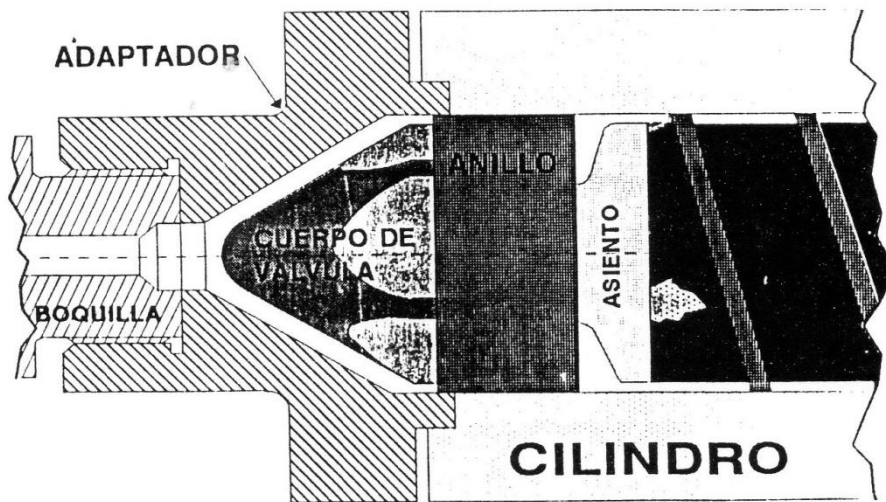
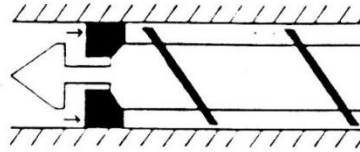
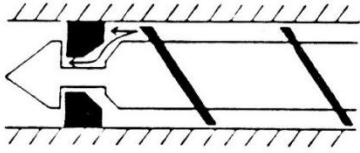


Figura 23. Cuerpo y anillo de válvula check (cierra y abre) de un husillo.

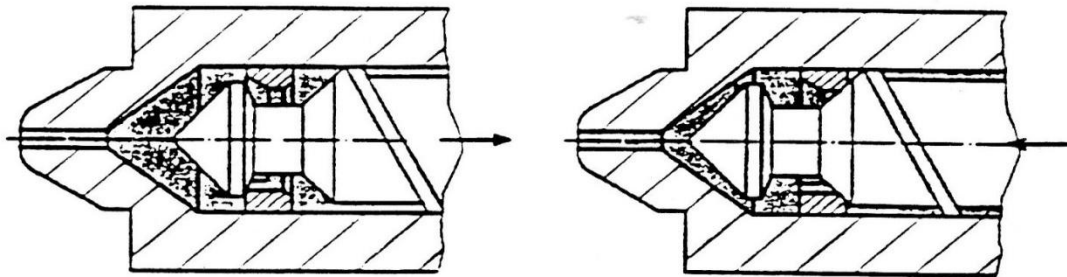


a) cerrado



b) abierto

Válvula de no retroceso (válvula check), abierta y cerrada.



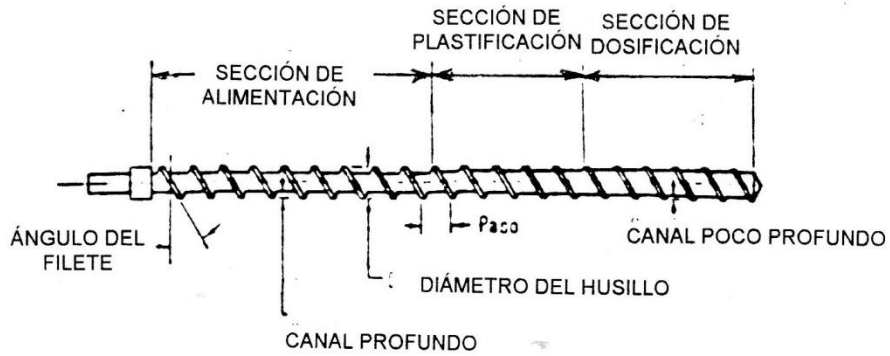
VALVULA ABIERTA
(PLASTIFICADO)

VALVULA CERRADA
(INYECTADO)

FLUJO DEL MATERIAL A TRAVES DE LA VALVULA CHECK

Figura 24. Funcionamiento de válvula check durante la inyección y carga de material.

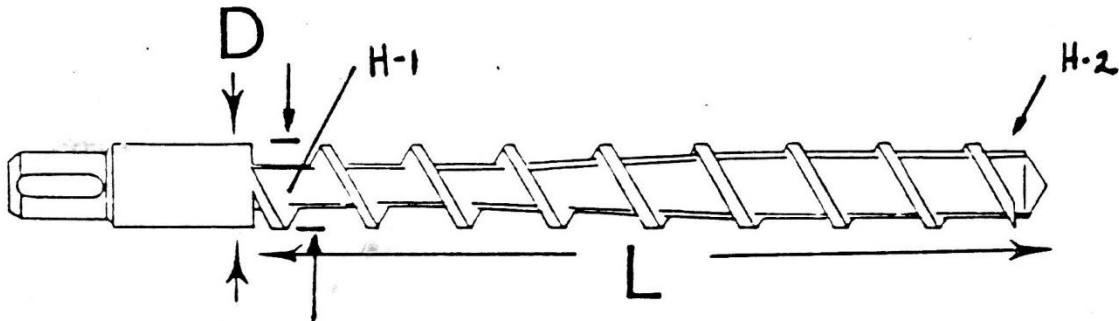
DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HUSILLOS



Las diferentes zonas o secciones de un tornillo de extrusión normal, de paso constante y compresión rápida, se denominan como se indica en el esquema.

RELACIÓN L/D

$$\frac{\text{Longitud del Husillo}}{\text{Diámetro del Husillo}} = \text{Relación L/D}$$

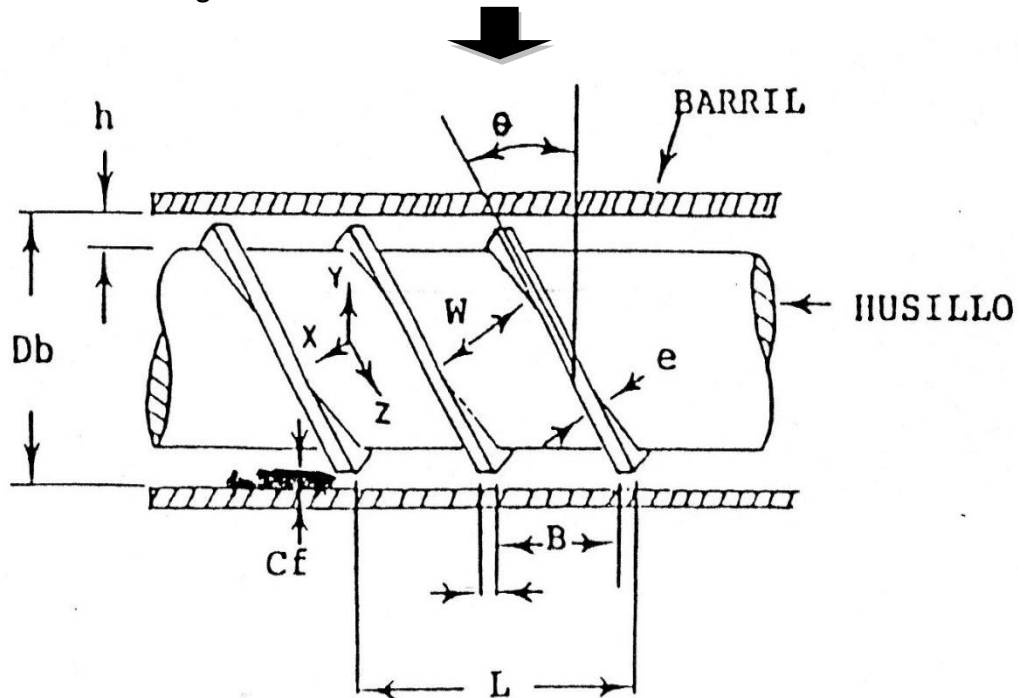


Relación de Compresión de un Tornillo:

$$\text{Rel Comp} = \frac{\text{Profundidad de la Zona de Alim.}}{\text{Profundidad de la Zona de Bombeo}}$$

$$Rc = \frac{H-1}{H-2}$$

Figura 25. NOMENCLATURA DEL HUSILLO



Db = Diámetro del barril (recámara)

Cf = Claro de la fileta

H = Distancia entre la raíz del tornillo y la superficie interna del barril

L = Distancia axial de una vuelta completa

B = Distancia axial entre filetas

W = Ancho del canal (en función del radio)

b = Ancho de la fileta del husillo en dirección axial (función del radio)

e = Ancho de la fileta en la dirección perpendicular a la misma.

θ = Angulo formado éntrela fileta y el plano normal al eje del tornillo. Se denomina Angulo de hélice.

GUIA PARA LA SELECCIÓN DE HUSILLOS PARA RESINAS TERMOPLASTICAS.

Husillos de baja relación de compresión (1.2 a 1.8)

- ACRILICOS
- ABS
- SAN
- PVC RIGIDO

Husillos de media relación de compresión (2.0 a 2.8)

- ACETAL (DELRIN 100)
- ACETATO Y PROPIONATO DE CELULOSA
- NYLON (INDICE DE FLUIDEZ BAJO)
- POLIOXIDO DE FENILENO (NORYL)
- POLICARBONATO
- POLIESTIRENO CRISTAL
- POLIESTIRENO ALTO IMPACTO

Husillos de alta relación de compresión (3.0 a 4.5).

- PVC FLEXIBLE
- ACETAL (DELRIN 500 -900) HOSTAFORM, CELCON.
- NYLON (ALTP MFI)
- TEFLON 110
- POIETILENO ALTA DENSIDAD
- POLIETILENO BAJA DENSIDAD
- POLIPRIPILENO.
- MOTOR HIDRAULICO (cilindro de inyección y carga de material)
- MANOMETROS
- TACOMETROS

- REGLETA DE DOSIFICACION DE MATERIAL *
- REGLETA DE DESCOMPRESION AL TERMINO DE CARGA *
- VELOCIDAD DE INYECCION (1, 2, 3,4 SEGÚN SEA LA MAQUINA)*
- PRESION DE INYECCION (1 , 2, 3, 4, SEGÚN SEA LA MAQUINA)*
- PRESION DE SOSTENIMIENTO (1,2,3,4, SEGÚN SEA LA MQUINA)*
- CALEFACCION CAMARA DE PLASTIFICACION SEGÚN SEAN LAS ZONAS*
- TIEMPOS DE INYECCION *
- TIEMPOS DE SOSTENIMIENTO*
- TIEMPOS DE ENFRIAMIENTO *
- TIEMPO DE RETROCESO DEL CABEZAL *
- CARRERA RETROCESO DEL CABEZAL (FIJO O MOVIL)*
- POSECION DE CONSENTIMIENTO DE LA ENTRADA DE LA INYECCION*
- VELOCIDAD DE ENTRADA DEL CABEZAL DEL CARRO*
- CARRERA PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES DE ACERCAR EL CABEZAL*
- VELOCIDAD PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES DE ACERCAR EL CABEZAL*
- PRESION PARA PURGAR BOQUILLA ANTES DE ACERCAR EL CABEZAL*
- *TODOS SON CONTROLADOS POR LA COMPUTADORA Y PROGRAMADOS EN LAS PAGINAS CORRESPONDIENTE A CADA CASO.

BOQUILLAS DE INYECCION.

Mediante las boquillas de inyección, que se fijan en la parte anterior del cilindro de inyección, se establece la conexión con el molde, para dirigir el material termoplástico al bebedero. Análogamente a la diversidad de posibilidades en la técnica de llenado, se dispone de boquillas de diversa construcción, cuyas tareas serán demostradas mediante algunos ejemplos .Las boquillas se fijan a la parte anterior del cilindro de inyección mediante rosca (cuerda) o también mediante un perfil de bayoneta. Este último ofrece la ventaja de un rápido cambio de boquilla y permite en muchos casos el desmontaje del embolo hacia adelante.

CONSIDERACIONES TECNICAS PARA LA FABRICACION DE BOQUILLAS.

1. El diámetro del canal de flujo en la boquilla depende del volumen de la cavidad del molde.
2. En piezas de peso reducido (20 – 30 gramos) el orificio de la boquilla tiene que poseer un diámetro de unos 3 – 3.5 mm.
3. Para moldes mayores y piezas con diverso espesor de pared pueden utilizarse boquillas con un orificio de hasta 6 mm diámetro. Algunos métodos especiales de elaboración y las piezas de grueso espesor exigen muchas veces mayores orificios de boquilla, para poder compensar contracciones de volumen a través del eje del canal de llenado que conserva su consistencia plástica durante el máximo tiempo.
4. En la práctica de la elaboración se utilizan mucho las boquillas convexas, que trabajan por contacto con un bebedero con la correspondiente concavidad en el molde.
5. La representación esquemática de la **figura 26** ilustra la función de este tipo de boquilla. En principio son de desear las condiciones mostradas en el esquema de la derecha (C). El diámetro del orificio de la boquilla es aquí menor que el del canal del bebedero. El radio de curvatura de la superficie frontal de la boquilla es menor que el radio de la concavidad en el bebedero. En la práctica ha resultado adecuada una diferencia de 5 -10 mm entre radios; observando esta particularidad queda garantizada una junta correcta entre las dos piezas.

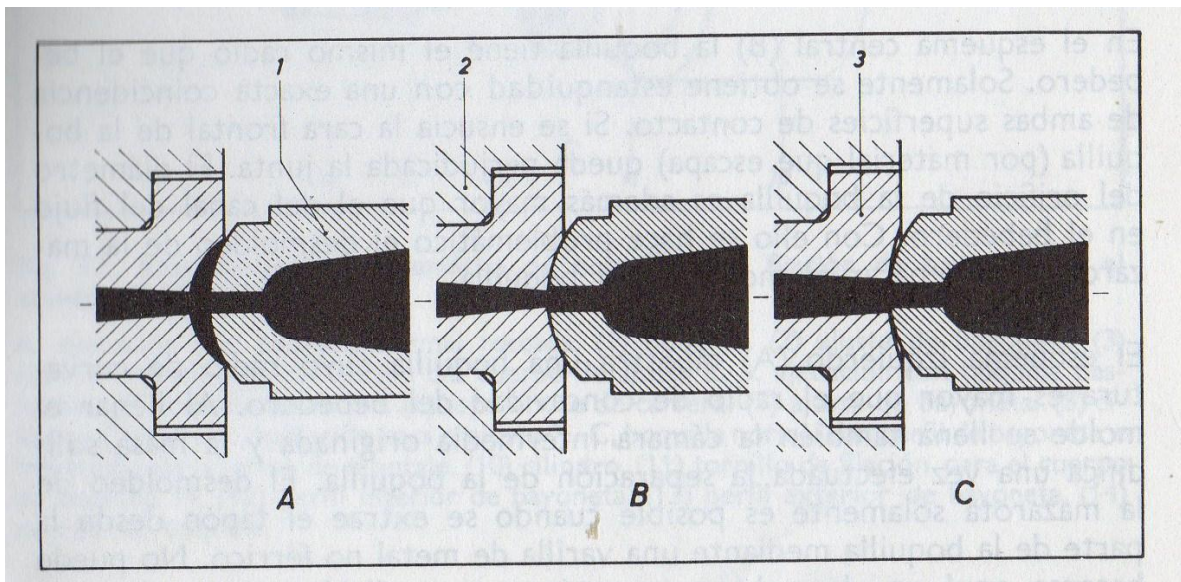


Figura 26. Representación esquemática de la utilización de Boquillas Convexas

Esquema A **falso**. El radio de la convexidad es mayor que el radio de la concavidad del bebedero.
 Esquema B **falso**. El orificio de la boquilla tiene un diámetro mayor que el canal del bebedero.
 Esquema C **correcto**. El radio de la boquilla es menor que el radio de la concavidad del bebedero. El diámetro del canal del bebedero es mayor que el de la boquilla (1) boquilla. (2) cuerpo delantero de la fijación del molde. (3) bebedero.

6. En el esquema central (B) la boquilla tiene el mismo radio que el bebedero. Solamente se obtiene estanquidad con una exacta coincidencia de ambas superficies de contacto. Si se ensucia la cara frontal de la boquilla (por el material que escapa) queda perjudicada la junta. El diámetro del orificio de la boquilla es además mayor que el del canal del flujo en el bebedero. Con ello se hace problemático el desmoldeo de la mazarota (colada o rama) tras separar el molde de la boquilla.
7. EL esquema izquierdo (A) muestra una boquilla cuyo radio de curvatura es mayor que el radio de concavidad del bebedero. Al llenar el molde se llena también la cámara intermedia originada y la masa solidifica una vez efectuada la separación de la boquilla. El desmoldeo de la mazarota solamente es posible cuando se extrae el tapón desde la parte de la boquilla mediante una varilla de metal no férrico. No puede hacerse aquí un desmoldeo espontáneo—condición—previa para un funcionamiento completamente automático.

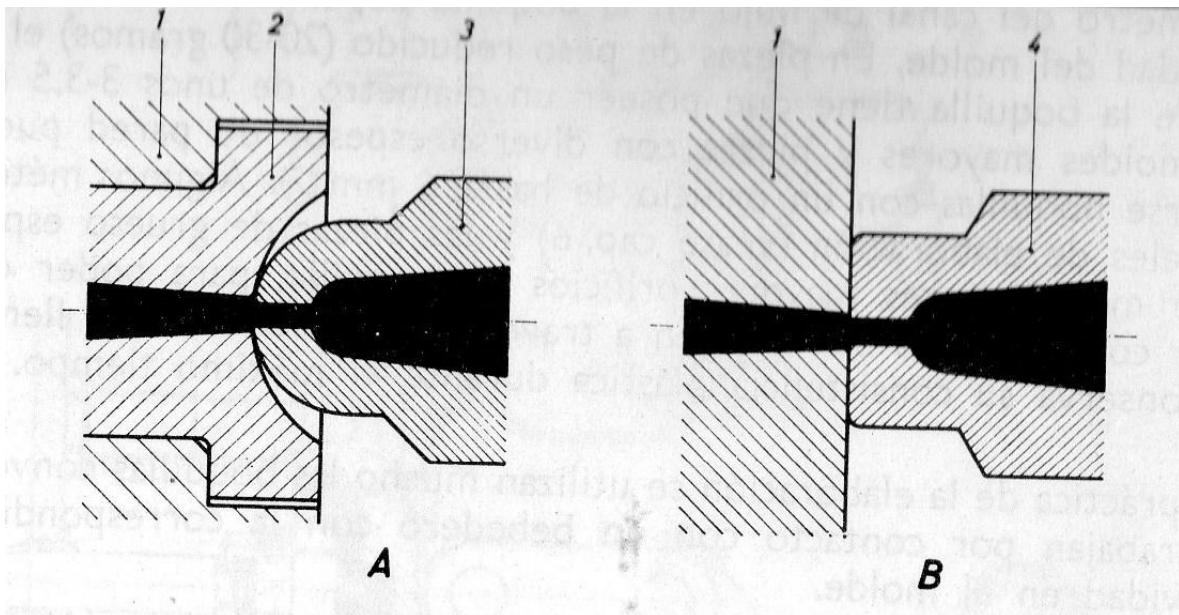


Figura.27 Confrontación esquemática de boquilla convexa y plana. A, boquilla convexa. B, boquilla plana. (1) Cuerpo delantero de fijación del molde. (2) bebedero. (3) boquilla convexa. (4) boquilla plana.

8. Además de las boquillas convexas se utilizan en la práctica boquillas planas , B, son especialmente apropiadas para moldes sin bebederos
9. La ejecución estándar de boquillas, con largo orificio cónico, es la más frecuentemente utilizada, aunque proporciona una resistencia al flujo relativamente alta.

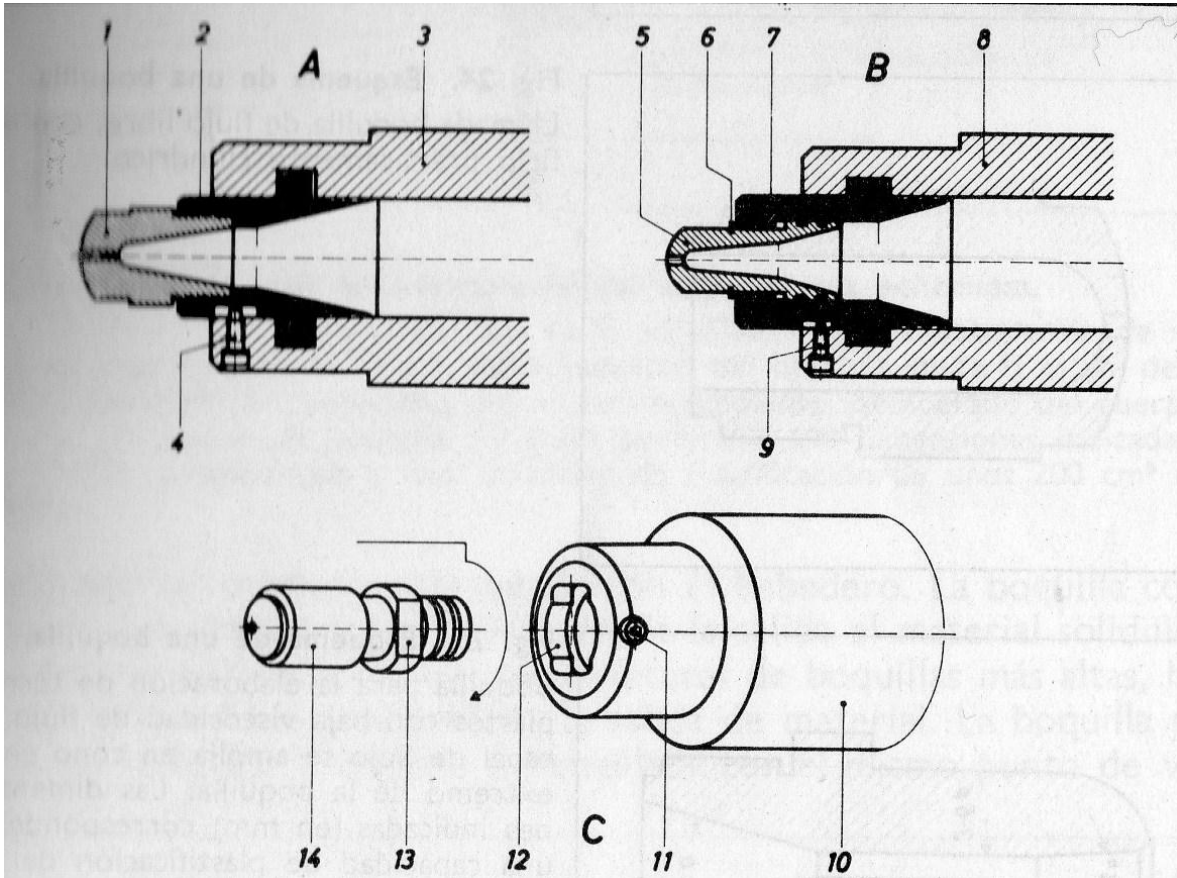


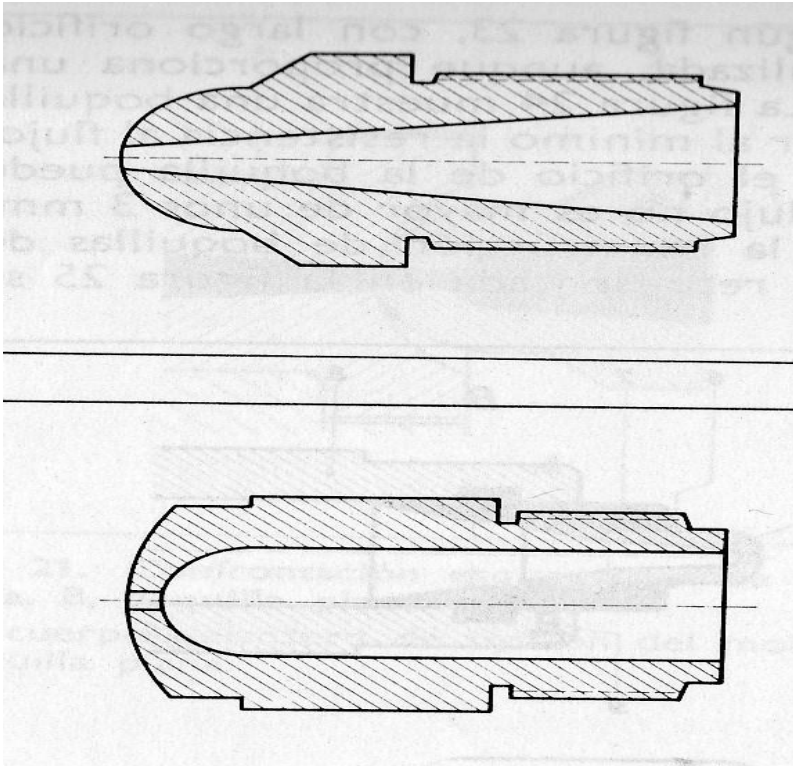
Figura.28 Representación esquemática de boquillas con fijación de bayoneta en el cilindro (BATTENFELD).

- A. ejecución de boquilla normal roscada (1).boquilla (2) ajuste de bayoneta (3) cilindro. (4) tornillo de fijación del cuerpo de ajuste 2.B, ejecución con boquillas deslizable (5) boquilla deslizable. (6) tope límite de carrera (7) ajuste de bayoneta (8) el cilindro (9) tornillo de fijación para el ajuste 7.C, boquilla normal con perfil de bayoneta e indicación de la forma de montaje (10) cilindro (11) tornillo de fijación para el cuerpo de boquilla 14. (12) perfil interior de bayoneta (13) perfil exterior de bayoneta (14) cuerpo de boquilla.

10. La figura 29 muestra una boquilla de flujo libre .Se desarrolló para reducir al mínimo la resistencia al flujo .La resistencia producida al pasar por el orificio de la boquilla puede mantenerse reducida si el camino de flujo no es mayor de unos 3 mm. Conviene tener esto en cuenta para la construcción de boquillas de este tipo.

11. La boquilla cónica ampliada representada en la figura 30 se utiliza para la elaboración de materias termoplásticas cuyas cadenas moleculares tienden a la cristalización (poliamida, polietileno). Tales materiales poseen un punto de fusión bastante concreto y elevado ,tendiendo a salir de la boquilla entre dos inyecciones cuando esta está demasiado caliente, o a perder su consistencia plástica en una boquilla demasiado fría ,cuando por ejemplo se disipa demasiado calor hacia el molde por un contacto prolongado con el

bebedero. La boquilla cónica ampliada permite extraer fácilmente de la salida el material solidificado y evita una manipulación con temperaturas de boquillas más altas, hasta un punto que hace problemática la salida de material.



Esquema de una boquilla.

Ejecución estándar con perfil convexo y orificio cónico.

Fig.29 Esquema de una boquilla.

Llamada boquilla de flujo libre, con orificio prácticamente

12. Cada fabricante de máquinas de inyección presentan diferentes tipos de boquillas de acuerdo a las necesidades de los moldes de cada fabricante de piezas termoplásticas.

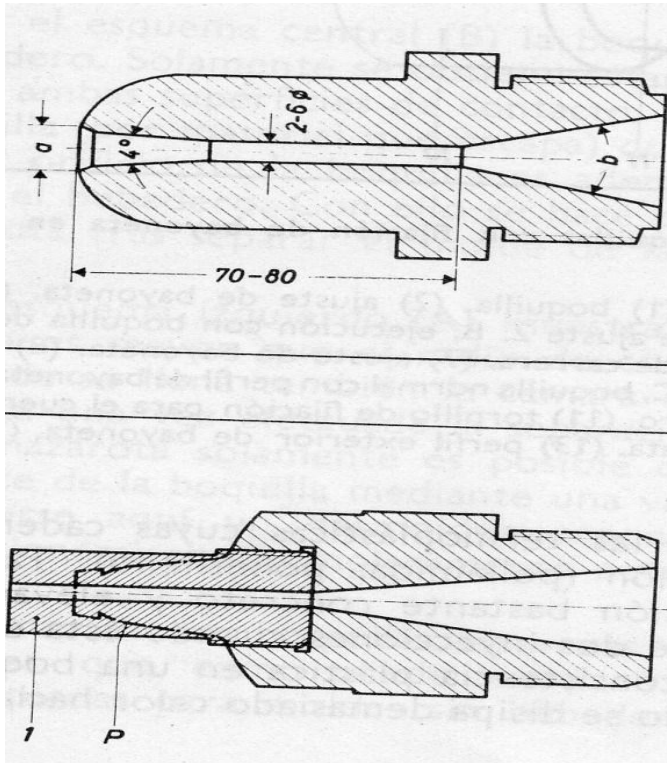


Fig.30. Esquema de una boquilla

Boquilla para la elaboración de termoplástico con baja viscosidad de flujo. El canal de flujo se amplía en cono en el extremo de la boquilla. Las dimensiones indicadas en mm corresponden a una capacidad de

Esquema de una boquilla.

Boquilla de antecámara, con punta de cobre al berilio. (1) punta de cobre al berilio, sin acabar. (p) perfil de la boquilla una vez

UNIDAD DE CIERRE DE LA INYECTORA.

Tiene la función de efectuar el movimiento hacia la posición de cierre y apertura del molde dentro del ciclo total de trabajo de la maquina inyectora. Los moldes constan casi exclusivamente de dos mitades, que se unen y separan entre sí por el plano de separación. La mitad correspondiente al bebedero está unida a la placa portamolde lado boquilla, que generalmente es fija o tiene escaso movimiento. La mitad del molde del lado del expulsor efectúa un cambio, justamente con el plato portamolde lado expulsor, al que va unida, los movimientos de apertura y cierre.

En la actualidad la mayoría de máquinas modernas de inyección sobresale el sistema de cierre de doble rodillera con las siguientes ventajas:

- ✓ Elevadas velocidades de apertura y cierre con movimiento suave y silencioso.
- ✓ Alta reproducibilidad de todos los parámetros.
- ✓ Dispositivos para la seguridad del molde sensibles a las bajas presiones.
- ✓ Tiempos del ciclo al vacío extremadamente cortos.
- ✓ Posibilidad de extracción de las piezas producidas en tres direcciones.
- ✓ Sistema de doble rodillera articulada de cinco puntos, rápido y preciso.
- ✓ Columnas de guía largas y apoyos robustos de las placas.
- ✓ Placas moldeadas macizas.
- ✓ Buen acceso al extractor.
- ✓ Engrase centralizado de los puntos de articulación de las rodilleras con aceite.
- ✓ Casquillos de las columnas de polímero de fácil mantenimiento.
- ✓ Las mangueras de lubricación pueden romperse con el movimiento de la rodillera y ser prensadas.
- ✓ Mucho más costoso su mantenimiento.

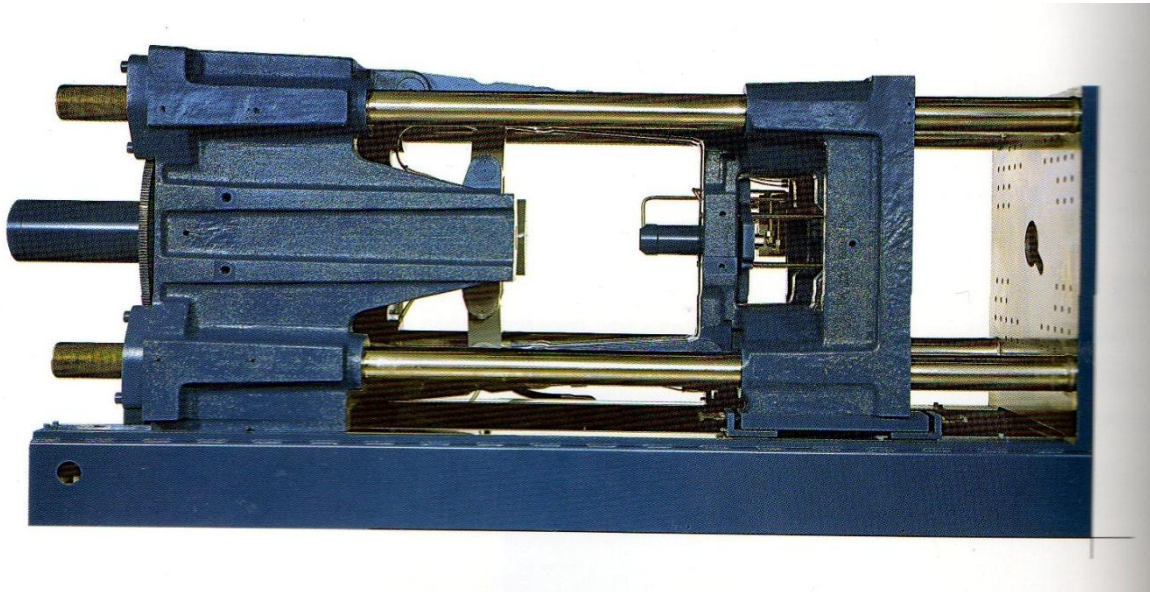


Figura 31. Partes principales de la unidad de cierre antes señalados de una maquina con cierre de pistón.

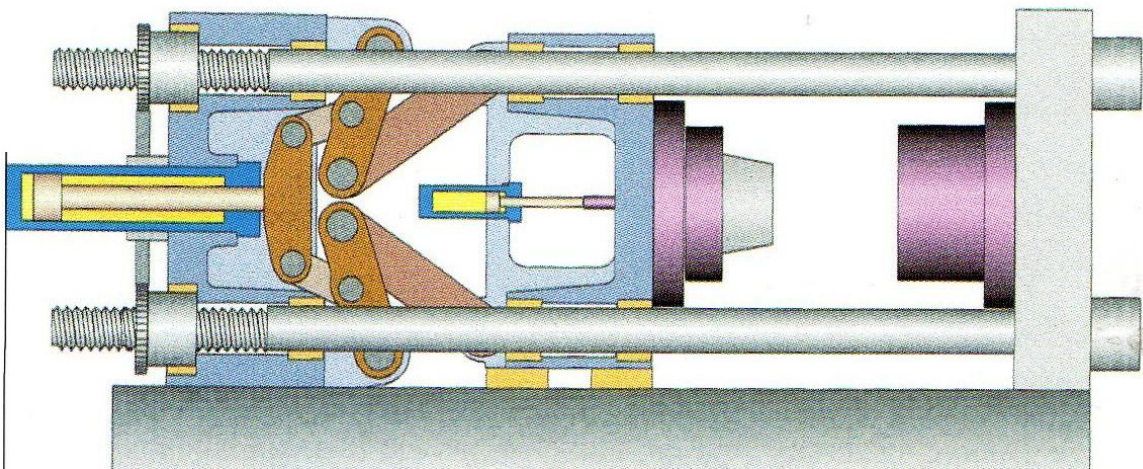


Figura 32. Partes principales de la unidad de cierre antes señalados de una maquina con un sistema de cierre de doble rollidera.

Otro sistema de cierre es el de pistón hidráulico directo, también para un cierre rápido se usa hidrogeno, también tiene sus ventajas:

- ✓ Elevadas velocidades de apertura y cierre con movimientos suave y silencioso.
- ✓ Alta reproducibilidad de todos los parámetros.
- ✓ Dispositivos para la seguridad del molde sensibles a las bajas presiones.
- ✓ Mayor cantidad de energía requerida para moverse.
- ✓ Rápido ajuste de la fuerza de cierre.
- ✓ Se auto lubrica, el costo de mantenimiento es bajo.
- ✓ No posee manguerillas de lubricación.
- ✓ Problemas esporádicos con desgaste de empaques.

PARTES DE LA UNIDAD DE CIERRE.

- MOTOR ELECTRICO. Para hacer funcionar la bomba hidráulica.
- BOMBA HIDRAULICA. Sirve para levantar suficiente presión hidráulica para cerrar y abrir la maquina por medio del cilindro de cierre.
- TANQUE DE ACEITE HIDRAULICO. Cada máquina tiene una capacidad de almacenamiento de aceite hidráulico y succiona el aceite a la bomba hidráulica.
- INTERCAMBIADOR DE CALOR. Por medio de agua a 15° o 25 ° centígrados para controlar la temperatura del aceite (en la mayoría de las maquinas inyectoras cuando la temperatura del aceite llega a 45° o 65° centígrados paran automáticamente por protección).
- CILINDRO DE CIERRE. Es la fuerza de cierre que proporciona presión hidráulica para abrir y cerrar suficiente para que no habrá el molde durante la inyección.
- PLATINA FIJA. Es la parte no móvil de la máquina y donde va anclado la parte de las cavidades del molde (la parte del molde que lleva el bebedero).
- PLATINA MOVIL. Es la platina que siempre está en movimiento abriendo y cerrando, en esta parte va anclado la parte de los corazones del molde. La platina móvil tiene una abertura máxima la cual es controlada de acuerdo a la necesidad de abertura del molde suficiente para que bote la pieza moldeada.
- BOTADOR HIDRAULICO. Mecanismo que nos sirve para expulsar la pieza moldeada y también tiene una carrera máxima la cual es utilizada de acuerdo a la necesidad de botado suficiente para la caída de la pieza.

- BARRAS DE UNION. Que une a las platinas y también sirven para que la platina móvil le sirva de deslizamiento.
- PUERTAS DE SEGURIDAD. Sirven de protección para seguridad de los operadores o para aquellos que tienen que ver con los montajes de moldes o mantenimiento.
- TABLERO DE CONTROL Y NOMENCLATURA DE OPERACIÓN. MANTENIMIENTO, MANUAL, SEMIAUTOMÁTICO, AUTOMÁTICO.
- PANTALLA DE LA COMPUTADORA Y LAS PÁGINAS PARA LA PROGRAMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CIERRE E INYECCIÓN.

MANDOS HIDRÁULICOS PARA LOS CILINDROS DE CIERRE, INYECCIÓN, Y VALVULAS DIRECCIONALES.

En el accionamiento hidráulico, el circuito del medio de presión empieza en la bomba. Desde aquí se conduce la corriente fluida mediante elementos de mandos a los elementos hidráulicos de movimiento en nuestro caso casi exclusivamente a cilindros de doble efecto. La dirección del líquido tiene lugar mediante órganos que tienen en cuenta, en cuanto a su funcionamiento y accionamiento, tanto el carácter de corriente del medio de presión como también el programa de trabajo de la máquina. Las posibilidades son más favorables para el mando de un circuito hidráulico con aceite. El empleo de aceite hidráulico permite la construcción de los elementos de mando como distribuidores de descarga total, gracias a la mayor viscosidad del medio, incluso con altas presiones de trabajo. Para su accionamiento bastan energías reducidas, que pueden producirse sin grandes instalaciones.

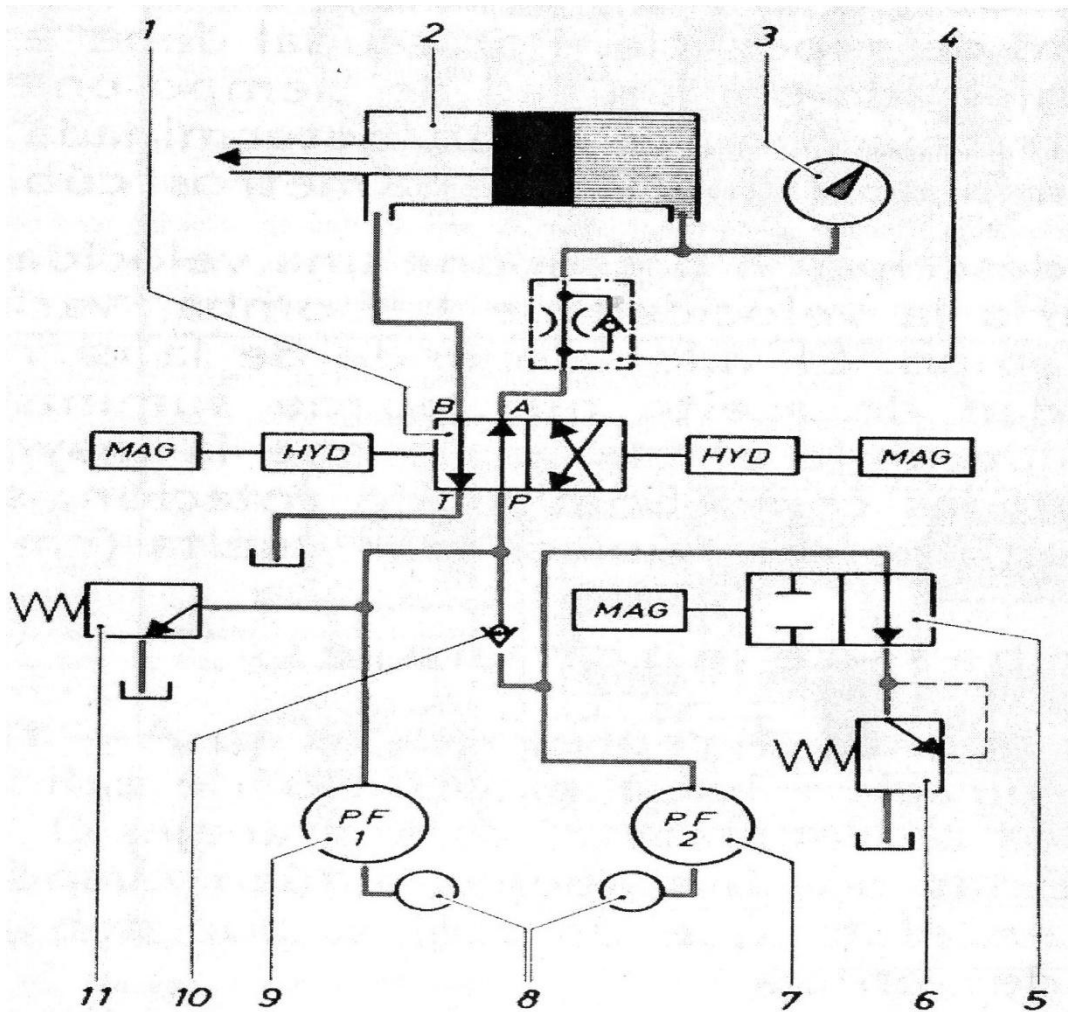


Figura 33. Representación esquemática de un sistema de funcionamiento hidráulico con bombas de alta y baja presión.

La bomba de alta presión con reducido caudal (PF1) y la bomba de baja presión con gran caudal (PF2) trabajan conjuntamente hasta superar la baja presión; la alta presión termina el proceso de trabajo. (1) distribuidor de cuatro vías con mando previo. (2) cilindro de doble efecto. (3) manómetro. (4) válvula de estrangulación. (5) distribuidor de dos vías. (6) válvula de conmutación de presión. (7) bomba de baja presión. (8) filtro de aspiración. (9) bomba de alta presión. (10) válvula de retroceso. (11) válvula de regulación de presión.

SIMBOLOGIA PARA LOS ELEMENTOS HIDRAULICOS.

Para la producción de presiones en líquidos y la conducción de su flujo así como para aprovechar líquidos a presión para el accionamiento de máquinas, se desarrollaron aparatos que se diferencian mucho entre sí. Considerando la importancia del accionamiento hidráulico, mostraremos la simbología y un circuito hidráulico y su función. Las tareas del sistema de accionamiento hidráulico de una máquina de inyección son principalmente: producción de la

presión de cierre, movimiento de la unidad inyectora en avance y retroceso respecto al molde, avance del embolo-husillo durante su movimiento de inyección y, según la producción concreta, accionamiento de un expulsor hidráulico o de macho de accionamiento hidráulico, en dependencia con la apertura de molde. Todas estas operaciones aisladas han de ser dirigidas por los aparatos en fracciones de segundo. El aceite hidráulico activo circula a gran presión y desarrolla elevadas fuerzas dentro de los cilindros.

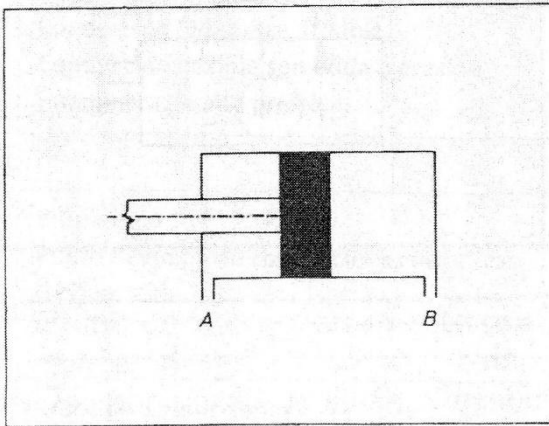


Figura 34. Esquema de un cilindro de doble efecto.

El pistón del cilindro es impulsado por ambas caras; el cilindro puede trabajar por lo tanto a tracción y

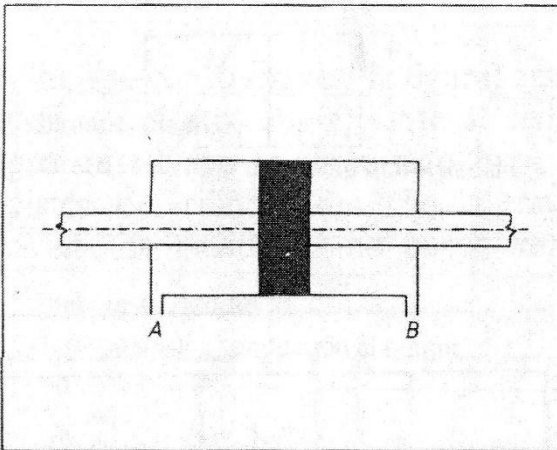
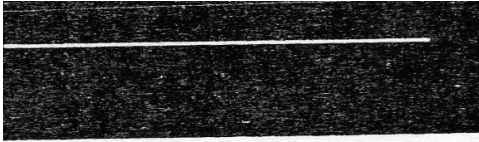


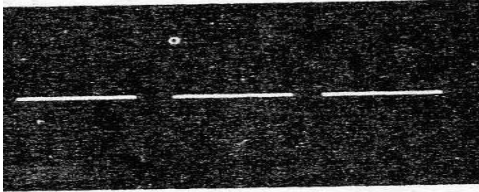
Figura 35. Esquema de un cilindro de doble efecto.

El cilindro, que trabaja según el principio de la fig. 34, posee un vástago continuo. Tales construcciones se utilizan frecuentemente como cilindros



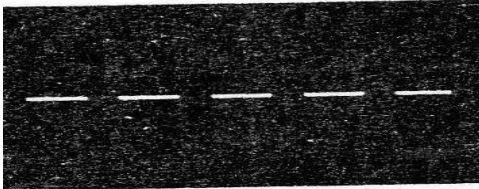
Conducción hidráulica, fija.

Conducción sometida a presión, tendido



Conducción de mando

Conducción para el accionamiento de elementos de mandos hidráulicos



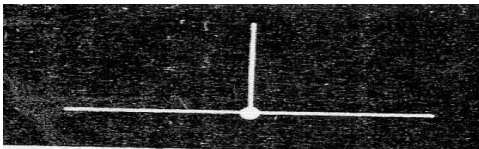
Conducción del aceite de fuga.

Conducción de retorno al tanque del aceite de fuga



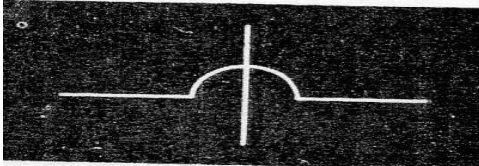
Conducción hidráulica, flexible.

Conducción flexible sometida a presión



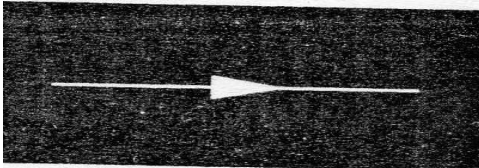
Bifurcación

Punto de unión de conducciones de acceso



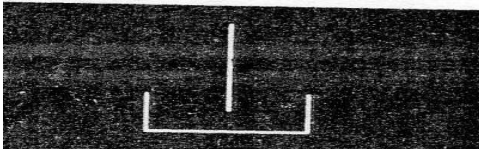
Cruce de conducciones

Dos conducciones que se cruzan en el plano



Dirección de flujo

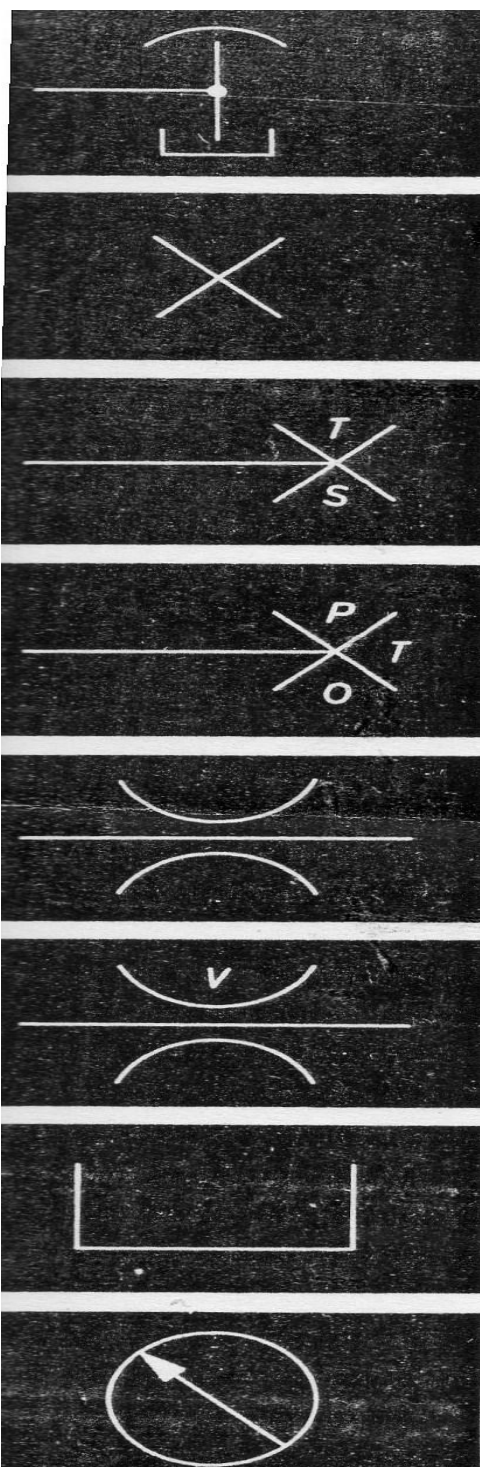
Dirección de flujo del medio hidráulico de



Símbolo de retorno

Retorno de una conducción al tanque

Lámina 1. Símbolos básicos para sistemas hidráulicos, caminos de flujo, elementos de mando y funcionamiento, según AS A-Y 32. 10.



Conducción de ventilación
 Conducción de retorno con tornillo de

Tapón de cierre

Punto de control
 Punto de conexión para aparatos de

Punto de conexión
 Conexión para consumidores hidráulicos

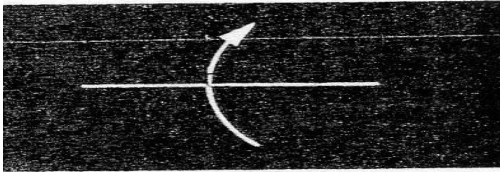
Válvula de estrangulación fija
 Válvula de estrangulación fija para

Válvula de estrangulación regulable
 Válvula de estrangulación para la limitación regulable del caudal de flujo.

Tanque

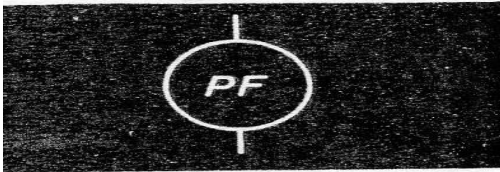
Manómetro
 Aparato para la medición de presiones de

Lámina 2. Símbolos básicos para sistemas hidráulicos, caminos de flujo, elementos de mando y funcionamiento, según AS A-Y 32.10.



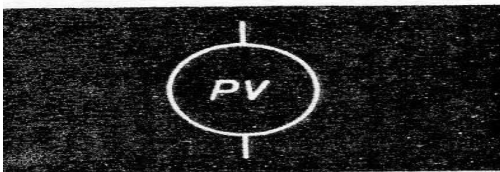
Árbol de accionamiento

La flecha señala la dirección de giro



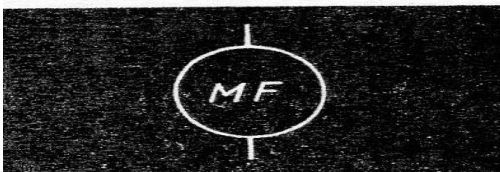
Bomba hidráulica

Con caudal constante

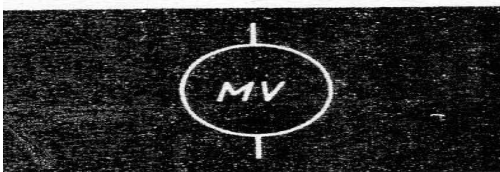


Bomba hidráulica

Con caudal regulable

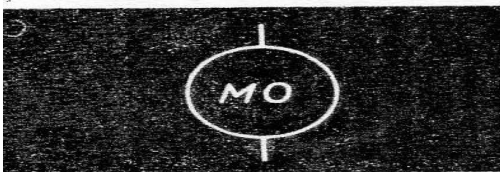


Motor hidráulico

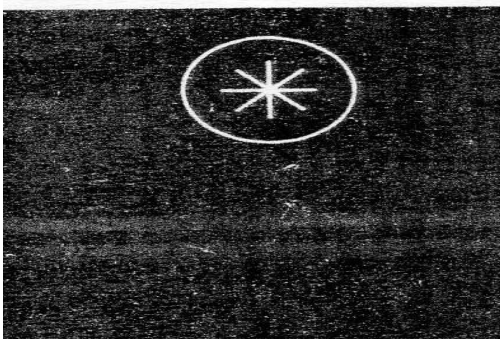


Motor hidráulico

Con momento de giro regulable.



Motor hidráulico



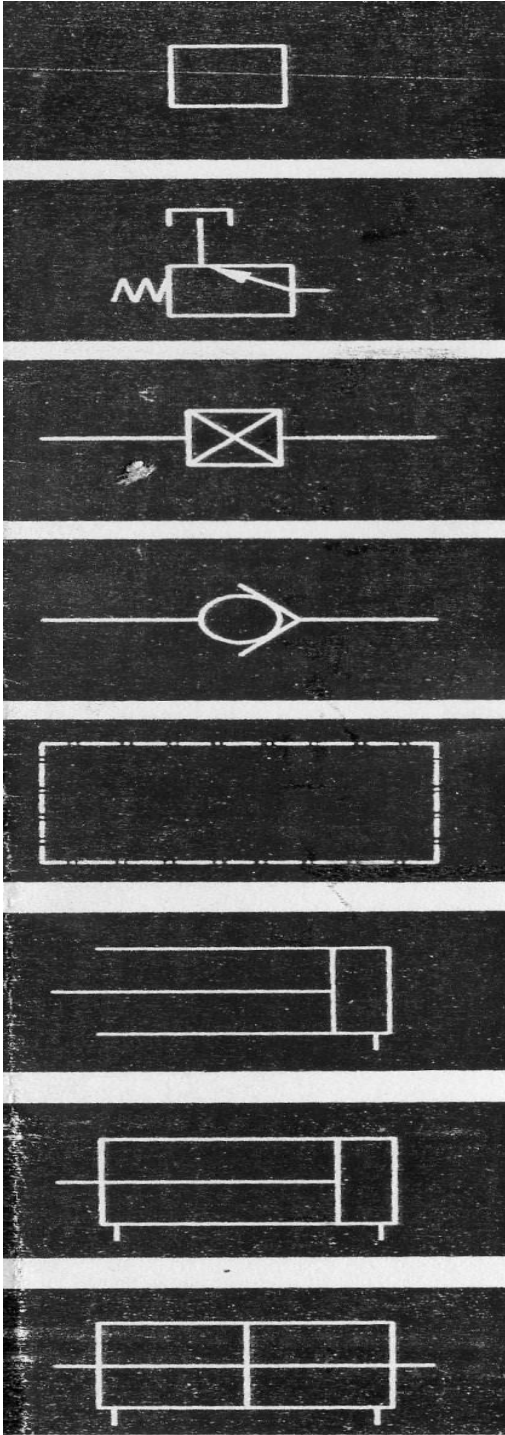
Símbolo para denominación libre en el lugar del *.

ACC = Acumulador (de presión)

ELEC MOT = Electromotor

FIT = Filtro

Lámina 3. Símbolo básico para sistemas hidráulicos, caminos de flujo, elementos de mando y funcionamiento, según AS A-Y 32.10



Símbolo básico de válvula

Válvula de ajuste de presión

Válvula de cierre de accionamiento manual

Válvula de retroceso

Símbolo para aparatos hidráulicos y combinaciones. Cilindro hidráulico.

Cilindro hidráulico

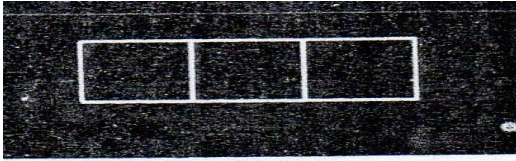
Cilindro hidráulico

De efecto doble.

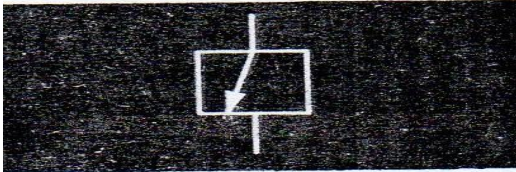
Cilindro hidráulico

De efecto...

Lámina 4. Símbolo básico para sistemas hidráulicos, caminos de flujo, elementos de mando y funcionamiento, según AS A-Y 32.10.

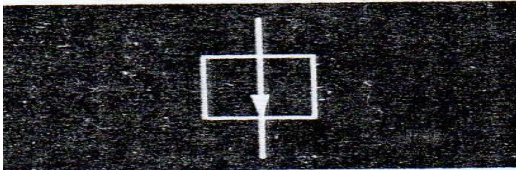


Símbolo básico para distribuidores de varias vías



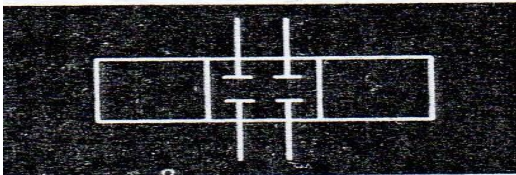
Distribuidor unidireccional

Posición normal: paso cerrado.



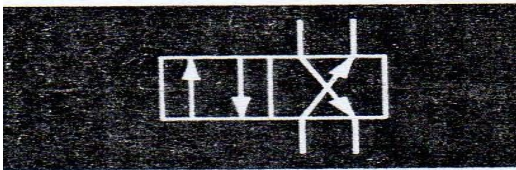
Distribuidor unidireccional

Posición normal: paso abierto.



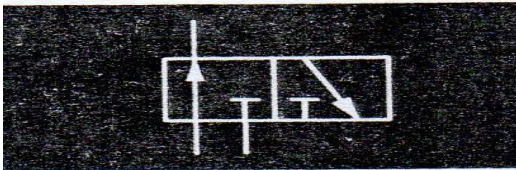
Distribuidor de varias vías

Pasos cerrados.

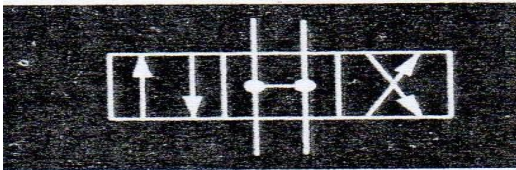


Distribuidor de varias vías

Pasos abiertos. Las flechas indican la

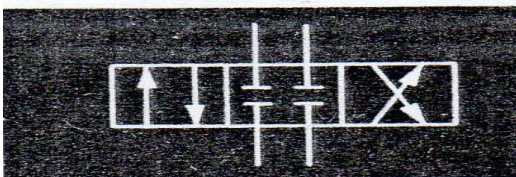


Distribuidor de tres vías



Distribuidor de cuatro vías

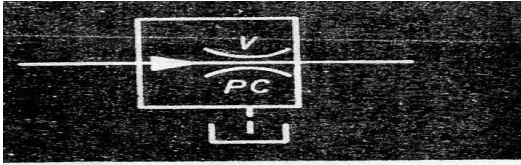
Tres posiciones. Cuatro conexiones. Paso



Distribuidor de cuatro vías

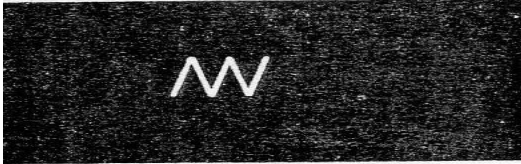
Tres posiciones. Cuatro conexiones. Paso

Lámina 5. Símbolo básico para sistemas hidráulicos, caminos de flujo, elementos de mando y funcionamiento, según AS Ha-Y 32.10.



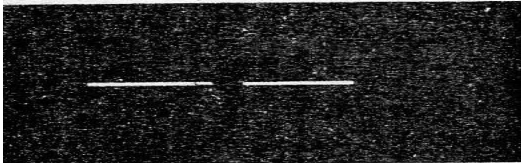
Válvula reguladora de caudal

Con compensación de presión



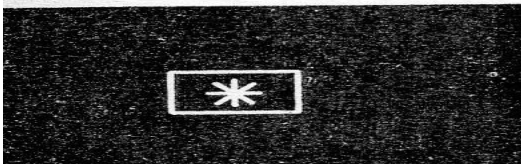
Resorte

Símbolo de accionamiento para



Conducción de mando

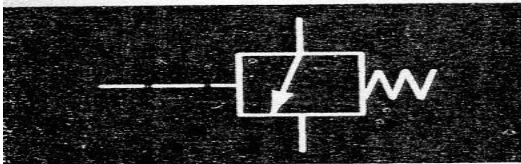
Símbolos para válvulas y distribuidores



Símbolo de accionamiento para denominación libre en lugar del *:

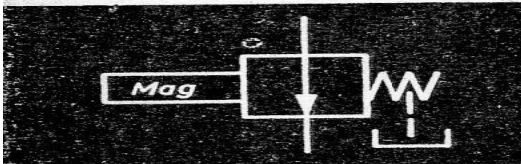
MAN = Accionamiento manual

MECH = Accionamiento mecánico



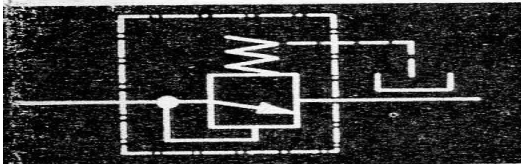
Válvula de descarga con mando a distancia

Con mando a distancia



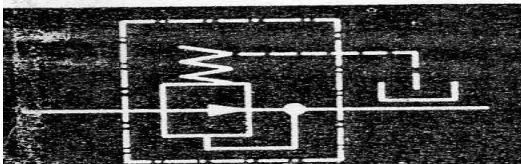
Válvula limitadora de presión con mando a distancia

Accionamiento electromagnético, posición



Válvula consecutiva

Con mando a distancia



Válvula reductora de presión.

Lámina 6. Símbolos básicos para sistemas hidráulicos, caminos de flujo, elementos de mando y funcionamiento, según AS A-Y 32.10.

En una máquina de inyección dentro del sistema hidráulico una de las partes importantes son los tipos de bombas que cada inyectora utiliza. A continuación se señalan los tipos de bombas más utilizadas.

BOMBAS HIDRAULICAS

Las bombas sirven para la transformación de energía mecánica en hidráulica. Se distinguen de acuerdo con sus formas de construcción. De una bomba hidráulica se espera un trabajo uniforme, que se mide por presión y por caudal. La presión se mide en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) y procede de la fuerza ejercida por un líquido en unidad de superficie. Por caudal debe entenderse la cantidad de líquido suministrada por unidad de tiempo en el orificio de salida de una bomba que trabaja con velocidad determinada. Este valor se expresa en litros por minuto (l/min) o centímetros cúbicos por minuto (cm^3/min).

Esta descripción presupone una velocidad de giro constante de la bomba. Si varía la velocidad de la bomba, varía también el caudal por unidad de tiempo. El valor depende de la carrera de la bomba, es decir, de la cantidad de aceite que puede suministrar una bomba por cada giro. Considerando el hecho de que la mayoría de bombas hidráulicas están consideradas como bombas de rotación, se expresa en general este valor en centímetros cúbicos por vuelta (cm^3/n).

BOMBAS DE ENGRANES.

Estas bombas representadas en A transportan el aceite de la cámara de aspiración hacia el orificio de salida mediante las células formadas por los entre dientes. Los engranajes (1) y (2) giran en direcciones opuestas. Estas bombas apenas actúan cuando están vacías, pero un dispositivo en el tanque de aceite, por debajo del nivel del mismo, suprime esta desventaja.

BOMBAS HELICOIDALES.

El modo de trabajo de esta bomba representada en B es similar al de una bomba de engranajes. El medio de presión es transportado hacia el orificio de salida mediante los husillos que se mueven en sentidos contrarios (1).

BOMBAS DE PALETAS ROTATIVAS.

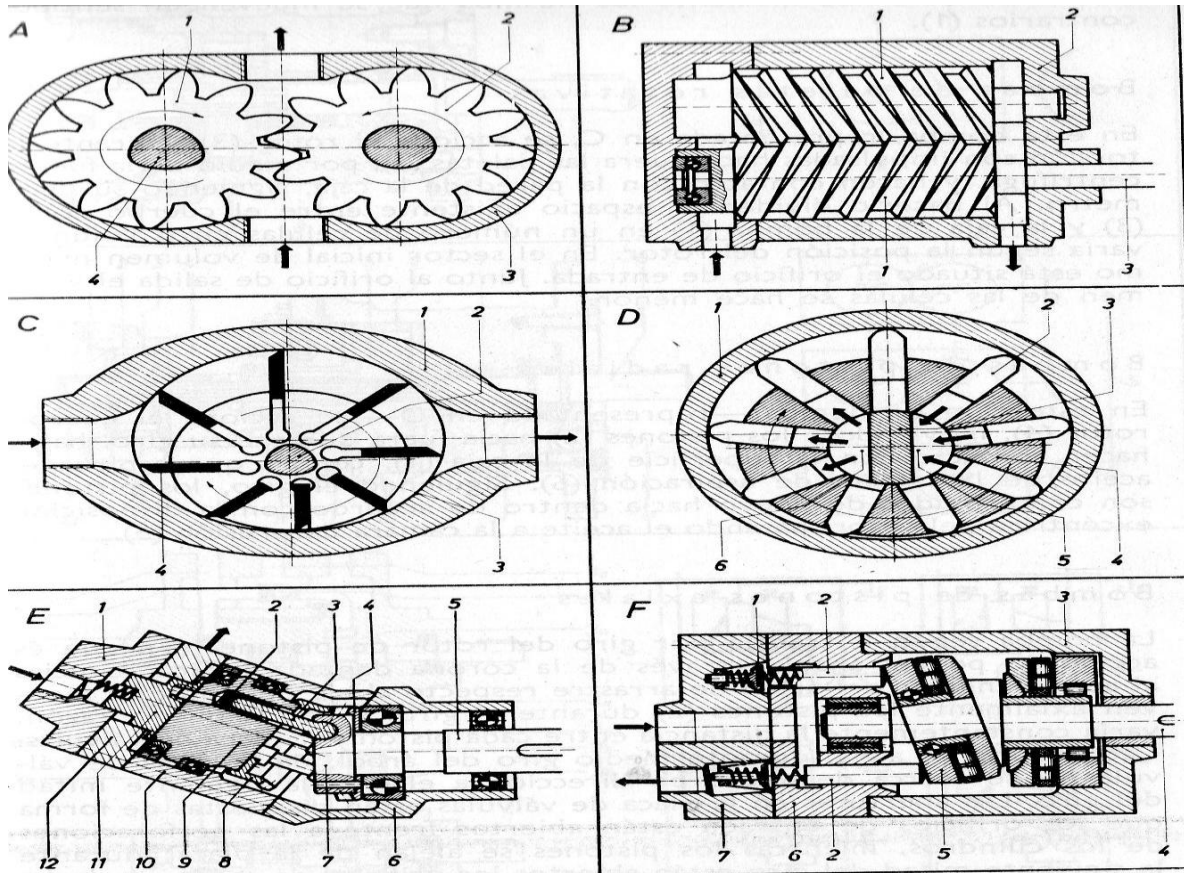
En esta bomba, representada en C, se acciona el rotor (3). Durante la torsión son impulsadas hacia fuera las paletas (4), por medio de la fuerza centrífuga, y hacen contacto con la pared de la caja, siguiendo su perímetro. Al hacerlo dividen el espacio existente entre el cuerpo rotor (3) y la caja de la bomba (1) en un número de células cuyo volumen varía según la posición del rotor. En el sector inicial de volumen máximo está situado el orificio de entrada junto al orificio de salida el volumen de las células se hace menor.

BOMBAS DE PISTONES RADIALES.

En este tipo de bomba representada en D se acciona el cuerpo rotor (4), moviéndose los pistones (2) hacia fuera durante su giro, hasta hacer contacto con la superficie de la caja (1), con lo que aspiran el aceite de la cámara de aspiración (6), siguiendo el giro, los pistones son comprimidos de nuevo hacia dentro de acuerdo con la disposición excéntrica del rotor, pasando el aceite a la cámara de presión (5).

BOMBAS DE PISTONES AXIALES.

La bomba según E trabaja por giro del rotor de pistones (9), que es accionado por el árbol a través de la corona dentada cónica. Gracias al apoyo angular del árbol de arrastre respecto al eje del rotor se mueven axialmente los pistones (2), durante el giro, y por la misma razón varía constantemente la distancia entre cada pistón y la placa de válvulas. Cada pistón se aleja, durante medio giro del árbol, de la placa de válvulas, y se acerca de nuevo en dirección a ella en la siguiente mitad del giro. Las aberturas en la placa de válvulas están dispuestas de forma que los orificios de entrada están abiertos frente a las perforaciones de los cilindros, mientras los pistones se alejan de la placa: durante la siguiente mitad del giro están abiertos los orificios de salida, es decir cuando los pistones se acercan de nuevo a la placa. Por ello, durante una vuelta completa de la bomba los pistones aspiran aceite a través del orificio de entrada, y lo llevan a la abertura de salida. Existen modelos en el comercio que ofrecen una posibilidad de variación del ángulo entre el eje de arrastre y el del bloque de cilindros, con lo que puede variarse el caudal.



Lamina 7. A, Bomba de engranajes. (1) engranaje motor. (2) engranaje inducido. (3) caja de la bomba. (4) árbol de arrastre.

B. Bomba helicoidal. (1) husillo. (2) caja de la bomba. (3) árbol de arrastre.

C. Bomba de paletas. (1) caja de la bomba. (2) árbol de arrastre. (3) cuerpo rotor. (4) paleta.

D. Bomba de pistones radiales. (1) caja de la bomba. (2) pistón. (3) perno fijo. (ejecutado como pared de separación en la zona de los orificios del pistón). (4) cuerpo rotor. (5) cámara de presión. (6) cámara de aspiración.

E. Bomba de pistones axiales. (principio de caja angular). (1) tapa. (2) pistón. (3) biela articulada. (4) corona dentada (lado accionamiento). (5) árbol de arrastre. (6) caja. (7) cabeza de biela. (8) corona dentada (lado inducido). (9) rotor de pistones. (10) caja. (11) opresor. (12) anillo intermedio.

F. Bomba de pistones axiales. (principio de disco oscilante). (1) válvula. (2) pistones. (3) caja. (4) árbol de arrastre. (5) rotor de disco oscilante. (6) anillo intermedio. (7) tapa.

MOLDE PARA LA INYECCION DE TERMOPLASTICO.

Para la aplicación de moldeo por inyección es importante conocer esta herramienta de trabajo, que tantos dolores de cabeza nos dan en la industria de transformación, es por eso la importancia de conocer desde la configuración del molde en su diseño, así como su fabricación y mantenimiento.

FUNCIONES DEL MOLDE DENTRO DEL PROCESO DE INYECCION.

Dar forma deseada al producto con las dimensiones adecuadas, (cavidad o cavidades).

- Solidificar la pieza mediante enfriamiento, para que al salir esta del molde posea tanto estabilidad dimensional como de forma.
- Expulsar la pieza de los corazones del molde.
- Recuperar la colada si es de colada fría (o si es de colada caliente no presenta rama)

FACTORES QUE INTERVIENEN PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA DEL MOLDE.

- **REGULADOR DE TEMPERATURA DEL MOLDE.** algunos moldes son equipados con una instalación de calefacción de los canales de alimentación. Las termoresistencias, las que forman parte de esta instalación son alimentadas con la cantidad de corriente adecuada para proporcionar al molde la cantidad de calor necesaria para mantenerlo a la temperatura deseada en toda su parte. En las máquinas de actualidad traen esta página de programación que se llama, PROGRAMACION DE LOS PARAMETROS DE CALEFACCION DEL MOLDE.
- **REGULADOR DE TEMPERATURA DEL MOLDE.** Por medio de un termoregulador de aceite que se instala por medio de mangueras a las entradas del molde en la parte fija del molde con el fin de mantener la temperatura de 70°C a 120°C sobre todo cuando se inyectan materiales que contienen fibra de vidrio con el fin de tener una buena dispersión.
- **REGULADOR DE TEMPERATURA DEL MOLDE.** Por medio de alimentación del flujo de agua por medio de los reguladores de flujo que traen las maquinas (rotámetros).
- **COMO AFECTA LA TEMPERATURA DEL MEDIO AMBIENTE DEL AREA DE INYECCION.** Cuando en una planta de inyección no tiene suficiente ventilación el calor o la humedad afecta durante el proceso, por lo que se recomienda mantener un área a condiciones normales de 25 ° c o por el contrario fuertes corrientes de aire también afectan el proceso.
- **EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.** Un buen diseño en el sistema de enfriamiento en el molde es vital para obtener ciclos rápidos y piezas de calidad.

- **CON FRECUENCIA LA CORROSION DE LOS CANALES DE ALIMENTACION DE AGUA EN EL MOLDE.** Cuando un molde trabaja con agua de alimentación que no es tratada a través del tiempo los ductos del molde se van tapando es necesario su mantenimiento y afecta la temperatura del molde.
- **LA TEMPERATURA DE LA MASA FUNDIDA.** Cuando durante el proceso la temperatura del termoplástico en el cilindro de plastificación es demasiado alto afecta la temperatura del molde y afecta al ciclo de moldeo.

(Ver lámina 8). REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL FLUJO DE MATERIAL CON DIVERSO TIPOS DE COLADA.

El flujo de material queda determinado por las vías de llenado. En piezas con sección o espesor variable, cuando las zonas de transición no son muy hidrodinámicas, aparece una fuerte resistencia al flujo. Se evitan cantos agudos y excesivas reducciones de sección. Si el material se ve forzado a recubrir núcleos o elementos metálicos insertos, se forma una soldadura en el punto de reunión, más o menos visible según la viscosidad de la masa. La fusión de las dos corrientes en este punto influyen en la resistencia y calidad de la pieza. Hay que acortar en lo posible las vías de flujo, ya que recorridos largos y abundante uso de desmoldante (aceites de siliconas y similares) perjudican la fusión.

A. bebedero central de barra. B. bebedero de barra asimétrico, situado fuera. C. bebedero de barra asimétrico, situado dentro. D. bebederos simétricos con doble entrada. E. bebedero simétrico con simple entrada. F. bebedero simétrico con cuádruple entrada. G. bebedero de rendija ancha para flujo laminado.

H. bebedero de barra asimétrico situado fuera (1) elementos metálicos a insertar. I. bebedero asimétrico de barra situado afuera tangencialmente (2) flujo deseado del material (3) flujo real de llenado y formación de soldadura.

K. bebedero de barra asimétrico, situado afuera radialmente. L. bebedero de barra asimétrico situado fuera (4) rebosadero para reforzar la pieza en la zona de soldadura.

M. bebedero puntiforme doble, con distribuidor de barra.

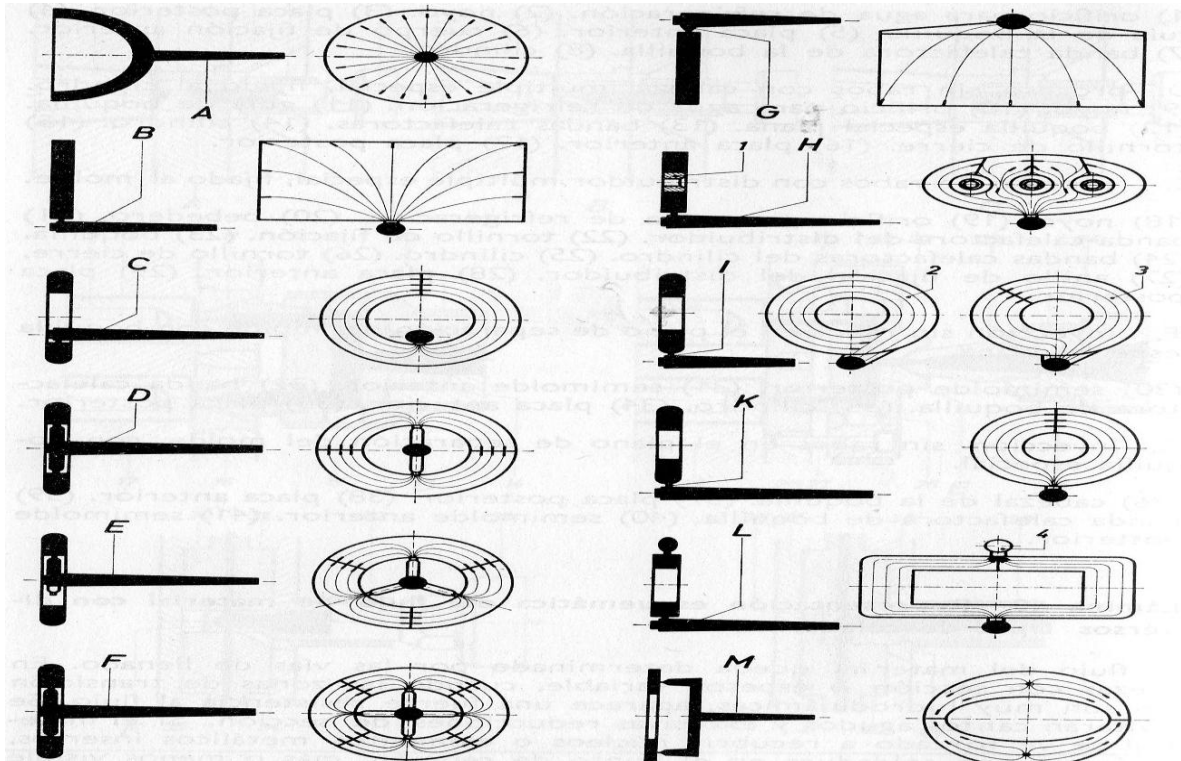


Lámina 8. REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LAS DIVERSAS POSIBILIDADES DE CONFIGURACION DE CANALES DE DISTRIBUCION Y DE CORTE EN MOLDES MULTIPLES.

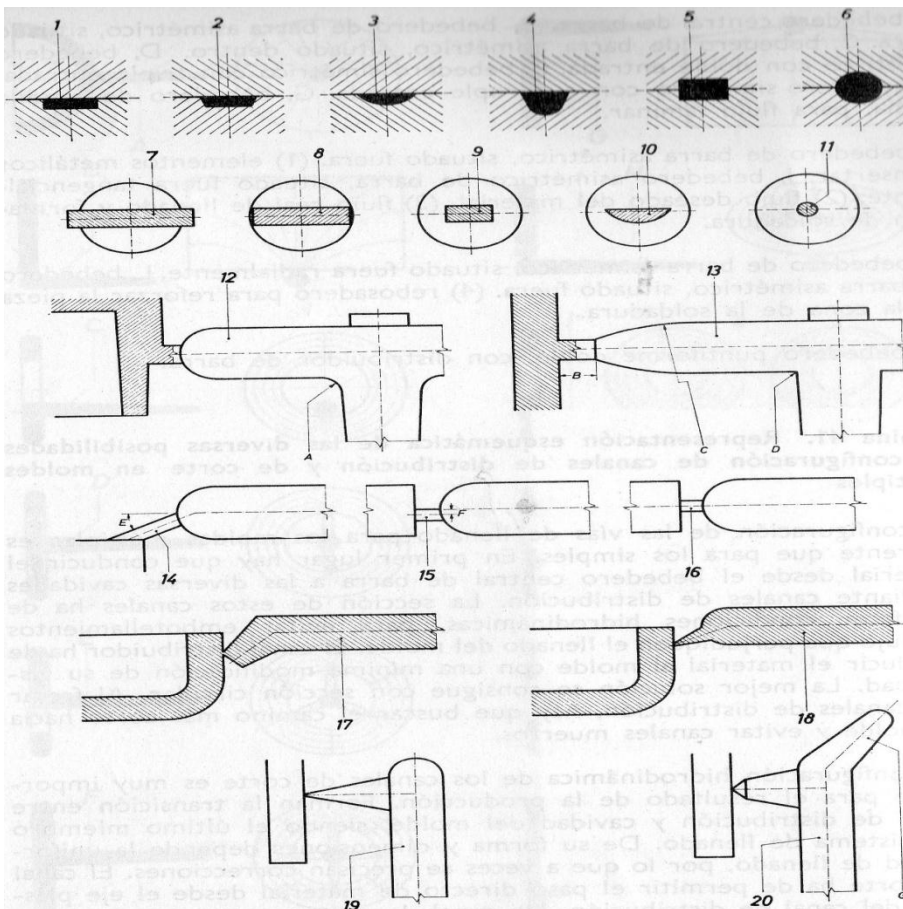
La configuración de las vías de llenado para los moldes múltiples es diferente que para los simples. En primer lugar hay que conducir el material desde el bebedero central de barra a las diversas cavidades mediante un canal de distribución. La sección de estos canales ha de satisfacer condiciones hidrodinámicas, para evitar embotellamientos de flujo que perjudiquen el llenado del molde. El canal distribuidor ha de conducir el material al molde con una mínima modificación de su viscosidad. La mejor solución se consigue con sección circular al fresar los canales de distribución, hay que buscar el camino más corto hacia el molde y evitar canales muertos.

La configuración hidrodinámica de los canales de corte es muy importante para el resultado de la producción. Forman la transición entre el canal de distribución y la cavidad del molde, siendo el último miembro del sistema de llenado. De su forma y dimensiones depende la uniformidad de llenado por lo que a veces se precisan correcciones. El canal de corte ha de permitir el paso directo de material desde el eje plástico del canal de distribución. Un canal de corte correcto actúa el bebedero puntiforme, logrando un efecto de replástificación de la masa durante su paso por la reducción de sección. El aumento de temperatura producido disminuye la viscosidad del material, pero puede causar fenómenos de quemado en masas térmicamente inestable. (ver lámina 9).

- (1) Canal de distribución, con sección rectangular. Fresado por un lado en la placa. No es buena solución.
- (2) Canal de distribución con sección trapecial. Fresado por un lado en la placa. Solución mejor que uno pero no suficiente.
- (3) Canal de distribución, con sección plana, en segmento circular. Fresado por un lado en la placa. Mala solución.
- (4) Canal de distribución, con sección profunda, en semicírculo. Fresado por un lado en la placa. Solución utilizable.
- (5) Canal de distribución, con sección rectangular. Fresado en ambas placas. Desfavorable para desmoldeo y flujo de material.
- (6) Canal de distribución, con sección circular. Fresado en ambas placas. Buena solución.
- (7) Canal de corte ancho, rectangular. No recomendable: proporciona líneas de flujo frío.
- (8) Canal de corte rectangular con la anchura del canal de distribución. mejor que (7) pero demasiado ancho todavía.
- (9) Canal de corte rectangular estrecho. Solución correcta: 1.5-2 mm de anchura.
- (10) Canal de corte con sección en segmento. No es buena solución hidrodinámica: proporciona líneas de flujo frío.
- (11) Canal de corte puntiforme. Tipo muy utilizado para moldes múltiples de piezas pequeñas.
- (12) Configuración correcta de un canal distribuidor. Obsérvese el redondeamiento del bebedero de barra hacia la hilada de distribución (A):
- (13) Configuración desfavorable de un canal distribuidor. El canto (B) del bebedero de barra produce un aumento adicional de la resistencia al flujo el canal de corte (B) es muy largo, no debe sobrepasar 0.5-1.0 mm. La transición (C) al canal de corte es desfavorable hidrodinámicamente.
- (14) Canal de corte con inclinación situado sobre las superficies de la pieza. Se elige este tipo cuando hay que inyectar piezas con borde elevado en las que perjudicaría un llenado lateral. La inclinación del canal de corte produce un llenado sin formación de líneas de flujo frío (debe ser de unos 15-20°).
- (15) Canal de corte asimétrico con el eje del canal de distribución. Solución desfavorable, ya que no se recoge completamente la sección del material con mínima viscosidad (eje plástico) la diferencia axial está marcada mediante (F).

- (16) Canal de corte, axial respecto al canal de distribución. Solución correcta: permite el llenado con la masa central del canal de distribución, que permanece plástica durante el tiempo máximo, y permite una buena transmisión de la compresión.
- (17) Canal de corte lateral. Tipo especial de llenado, utilizando a menudo en la elaboración de materiales elásticos y flexibles, para fabricación de pequeñas piezas en forma de casquillo.
- (18) Canal de corte lateral puntiforme (colada en túnel). Forma especial de llenado para piezas que hay que separar de la colada sin trabajos posteriores. Configuración más sencilla del molde, con ahorro de material.
- (19) Hilera de distribución con canal de corte puntiforme. Forma de llenado muy empleada para moldes múltiples con bebedero puntiforme.
- (20) Hilera de distribución con llenado puntiforme y pico para desmoldeo. especialmente desarrollado para masas elásticas, en las que el pico (G) produce el desmoldeo de la hilera.

Lámina 9. Configuración de canales de distribución y de corte.



(Lamina 10) REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA CONFIGURACION DE CANALES DE DISTRIBUCION EN MOLDES MULTIPLES. (ver lamina 10).

La forma más corriente de llenado asimétrico en serie, según esquema 1 exige siempre una corrección del corte cuando hay que garantizar el llenado uniforme de todas las cavidades. El diámetro del canal de distribución no debe sobre pasar 5-6 mm.

En el molde simétrico del esquema 2 hay que cuidar de que la ramificación de los canales distribuidores se efectuó en un ángulo hidrodinámicamente favorable.

No se aconseja una configuración de las vías de llenado según los esquemas 6,7 y 8. Prescindiendo de la pérdida de material, tales canales de distribución se enfrían de forma no uniforme e impiden la compresión (1) llenado asimétrico en serie con corrección de canales de corte (A) = canal central: tiene que poseer la sección mínima. (B) = puntos de corte alejados del bebedero; deben ser algo más gruesos. (C) = los puntos de corte más alejados precisan una sección aún mayor. (D) = longitud de los canales de corte.

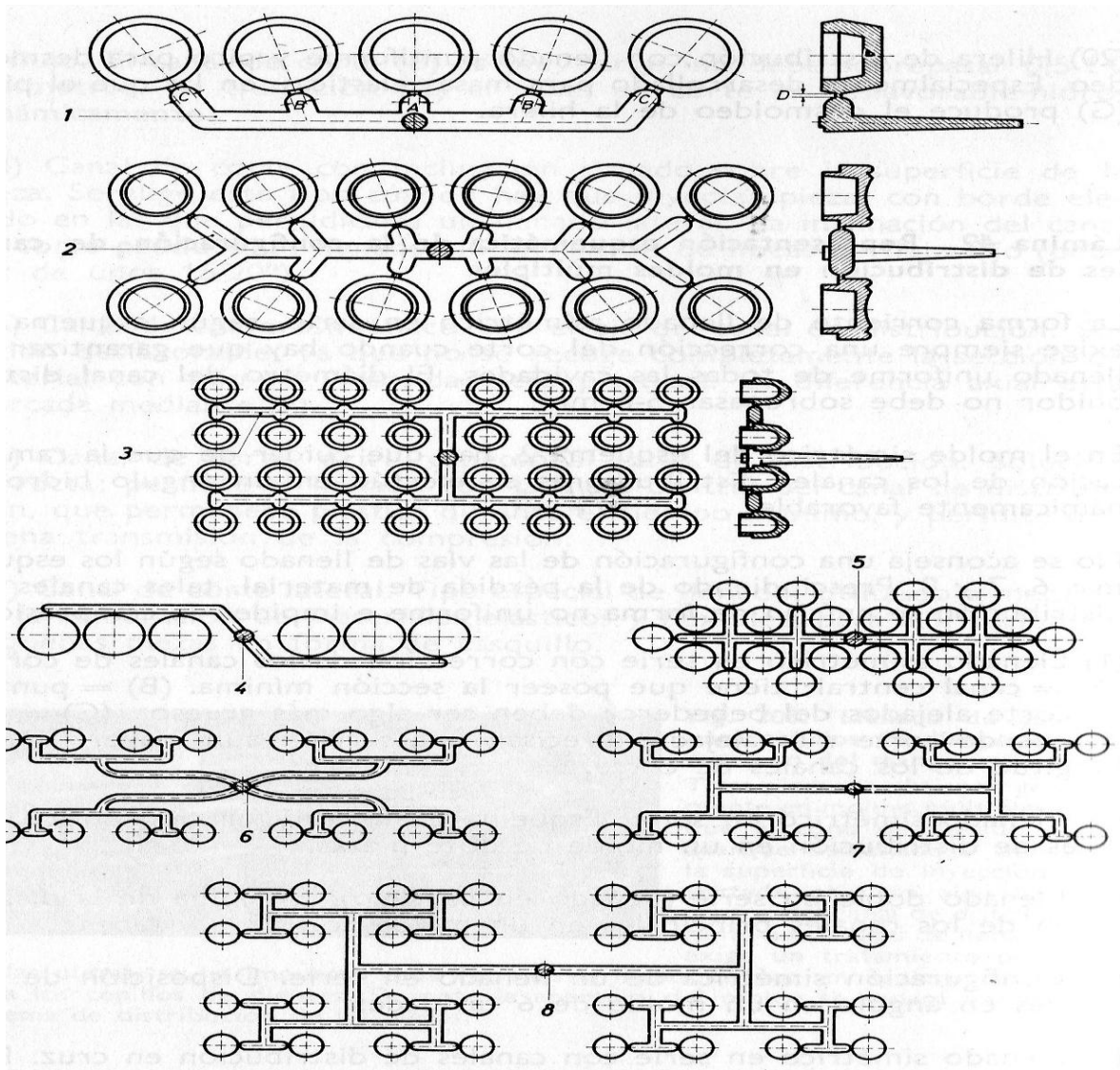
(2) llenado simétrico en serie. Esquema de configuración de los canales de distribución en un molde de 12 piezas.

(3) llenado doble en serie (llenado en paralelo). Esquema de la disposición de los canales principales en un molde con 32 cavidades.

(4) configuración simétrica de un llenado en serie. Disposición de los canales en ángulo en un molde de 6 cavidades.

(5) llenado simétrico en serie con canales de distribución en cruz. Representado por el ejemplo de un molde de 22 cavidades.

(6,7 y 8) ejemplos de configuración desfavorable de los canales de distribución en moldes múltiples las largas y sinuosas vías de llenado proporcionan alta resistencia al flujo y dificultan un llenado uniforme.



Lamina 10. CANALES DE DISTRIBUCION EN MOLDES MULTIPLES.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA CONFIGURACION DE CANALES DE DISTRIBUCION EN MOLDES MULTIPLES. (Ver lamina 11)

Además de la disposición en serie está también muy extendida la disposición en estrella, ya que ofrece ventajas de fabricación, especialmente para moldes múltiples pequeños. En los moldes con dispositivos roscados accionados mecánicamente se usa casi siempre la disposición en estrella.

- (1) Canal distribuidor doble. En un molde doble
- (2) Canal distribuidor triple. En un molde triple
- (3) Cruz de distribución. En un molde de 4 cavidades.

- (4) Canal de distribución para 5 piezas.
- (5) Canal de distribución para 6 piezas.
- (6) Canal de distribución para 8 piezas.
- (7) Molde de 8 piezas con hilera de distribución. Comparece el material necesario con el del tipo (6).
- (8) Molde de 12 piezas con hilera de distribución.
- (9) Hilera de distribución en un molde con 16 cavidades.
- (10) Molde de 16 piezas, llenado mediante cruz de distribución.
- (11) Configuración desfavorable de una hilera de distribución. Mostrada con el ejemplo de un molde con 25 cavidades.
- (12) Molde para 24 piezas con llenado anular. El anillo de distribución se alimenta a través de 3 canales principales. Comparece el material necesario con el del tipo (11).
- (13) Molde para 6 piezas con doble corte. Llenado mediante un canal distribuidor de 6 ramas.
- (14-15) Configuración de llenado de moldes con núcleos roscados corridos, con doble apoyo.

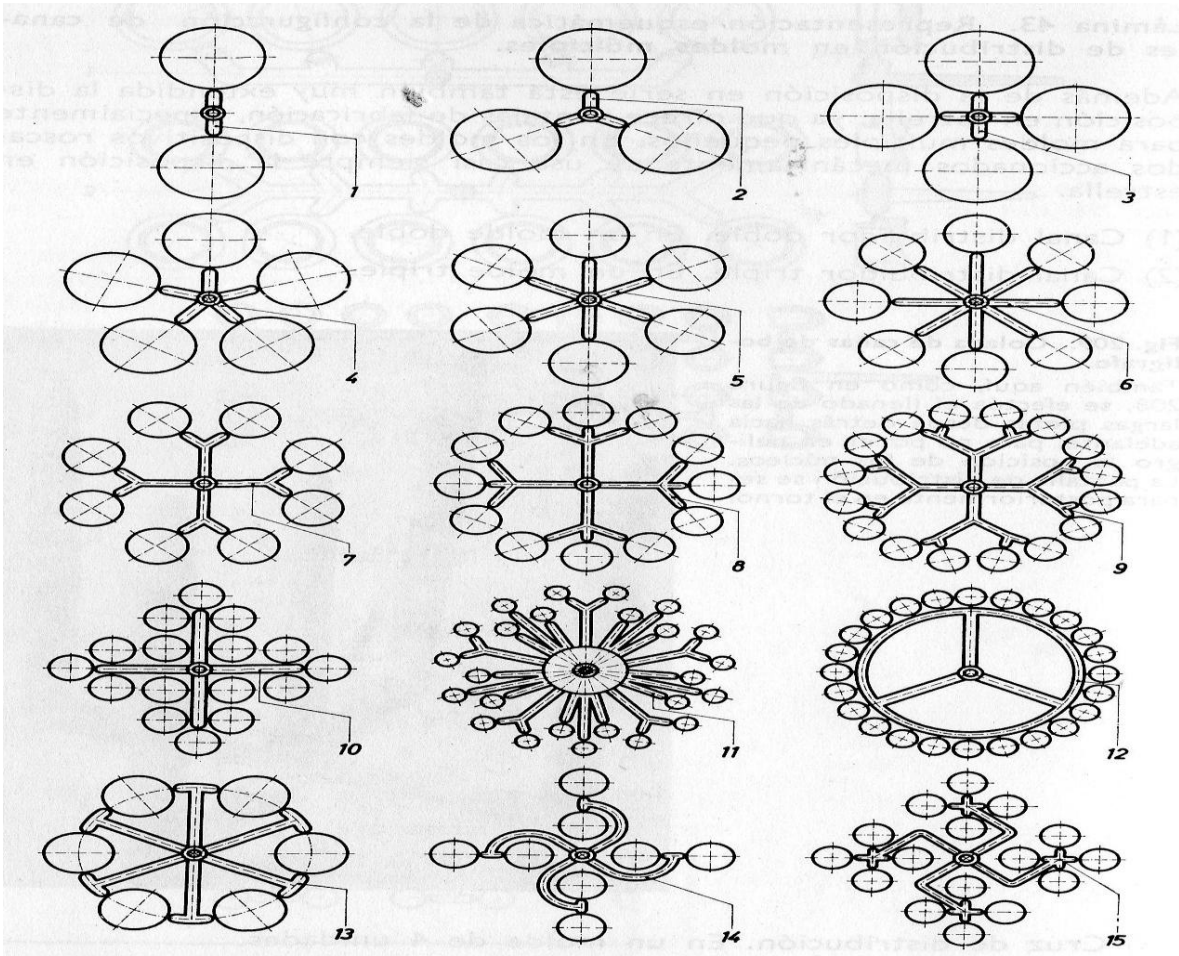
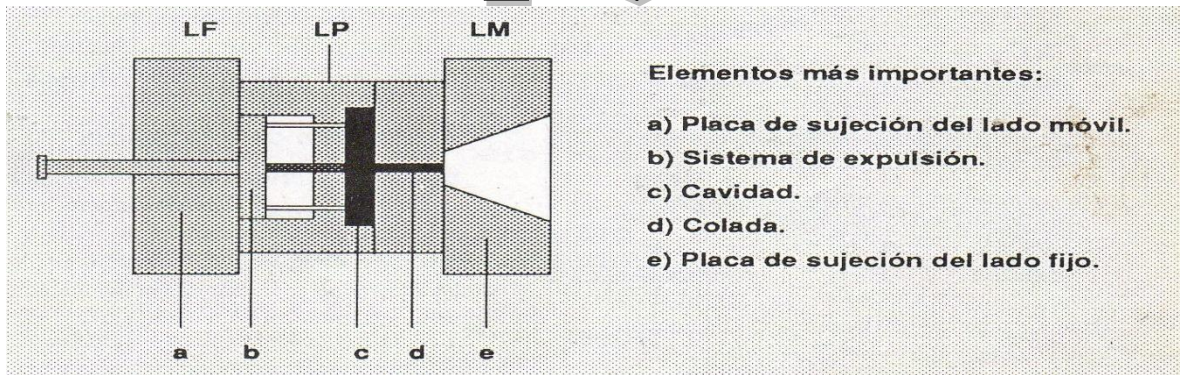


Lámina 11. Canales de distribución en moldes múltiples.

TEORIA DE MOLDES.

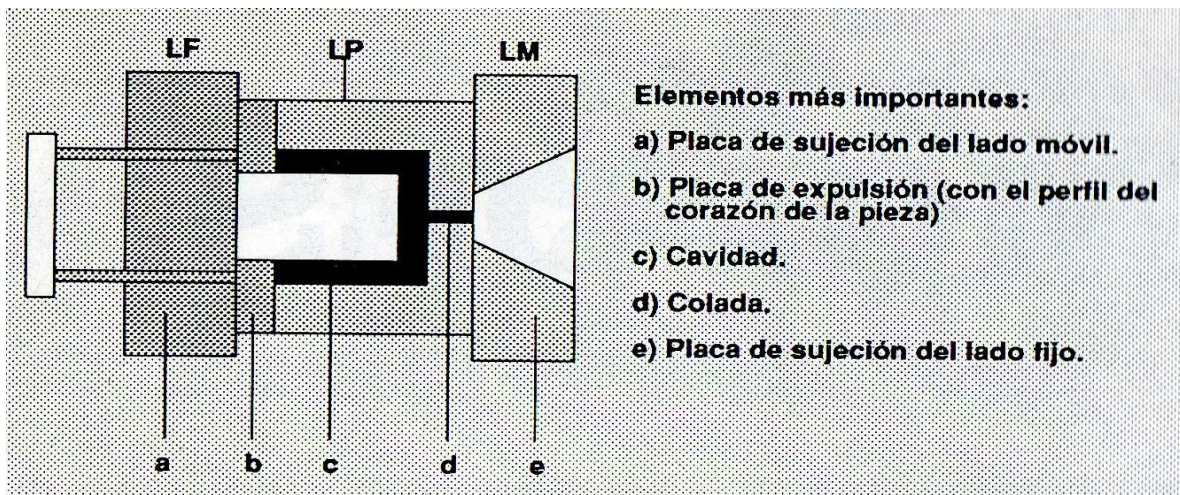
1. **MOLDE NORMAL.** Es la forma más simple y comúnmente utilizada de construcción. Consta de dos mitades, que se unen en una línea de partición. Cada mitad está unida a una de las placas (fija y móvil) de la unidad de cierre. La apertura del molde se realiza en una sola dirección y la expulsión de la pieza es llevada a cabo por simple gravedad o mediante botadores. Este tipo de molde es utilizado para todo tipo de piezas que no lleven negativos (saliente) o que si los llevan sea posible expulsar al producto cuando aún está suave y puede deformarse un poco para facilitar la extracción (ver figura 34).

Molde normal figura 34.



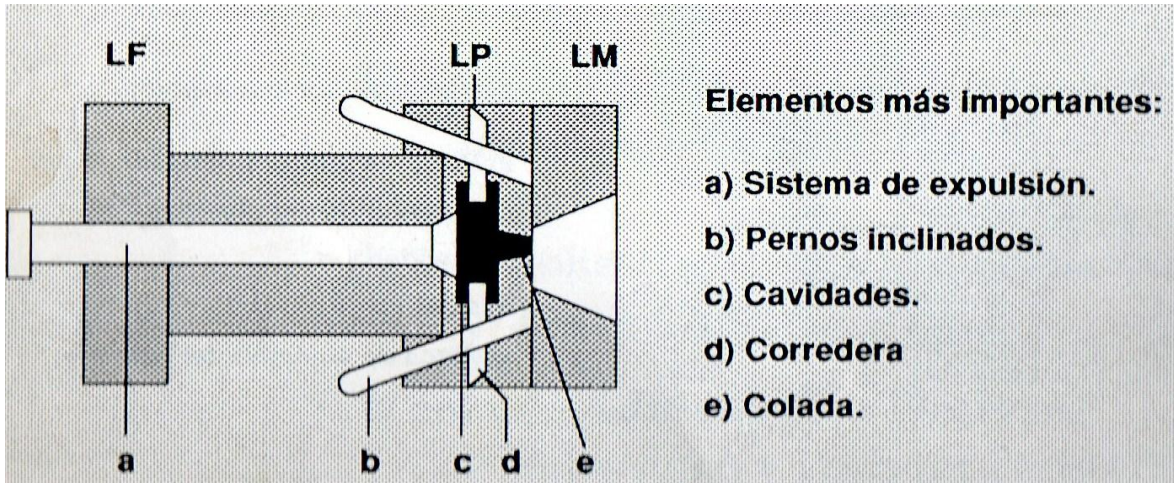
2. **MOLDE CON PLACA EXPULSORA.** La construcción de este tipo de molde es muy similar a la de un molde normal, la variación existente se encuentra en el sistema de expulsión, en donde, en lugar de utilizar una serie de botadores se utiliza una placa que tiene el contorno de la pieza moldeada, con el objeto de expulsarla uniformemente (ver figura 35).

Molde con placa expulsora, figura 35



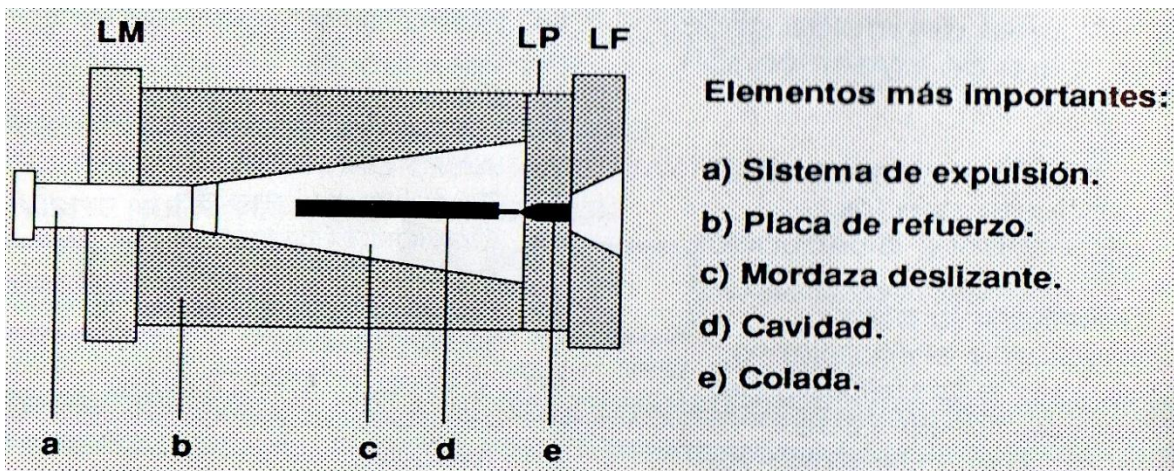
3. **MOLDE CON PERNOS INCLINADOS.** A este tipo de molde se añade un sistema de pernos inclinados que accionan a una o varias correderas, generando un movimiento lateral durante la apertura. Por lo menos una de las superficies de la corredera están en contacto con el material (es parte de la cavidad), en ella se encuentra maquinado el negativo que posee la pieza y al deslizarse la corredera durante la apertura libera dicha saliente y permite la expulsión. Este sistema se utiliza con piezas planas que posean negativos, o con formas que presenten cuerda externa. Por esta razón el movimiento de apertura se da tanto en dirección horizontal como vertical (provocada por el deslizamiento de las correderas a lo largo de los pernos inclinados) (ver figura 36).

Molde con pernos inclinados. Figura 36



4. **MOLDE DE DESPLAZAMIENTO LATERAL CON PLACA DE REFUERZO.** La construcción es parecida al molde con pernos inclinados, funciona bajo el mismo principio. El sistema básico de este molde consta de una placa de refuerzo que presenta dos paredes inclinadas sobre las cuales se deslizan las partes que forman las cavidades, de tal manera que al abrirse el molde y accionarse el sistema de expulsión las cavidades se deslizan sobre la placa soporte abriéndose lateralmente. Esta modalidad se utiliza con piezas muy largas o anchas que poseen negativos, o cuando se tiene cuerda externa. La placa de refuerzo soporta esfuerzos laterales mayores que los pernos inclinados (ver figura 37).

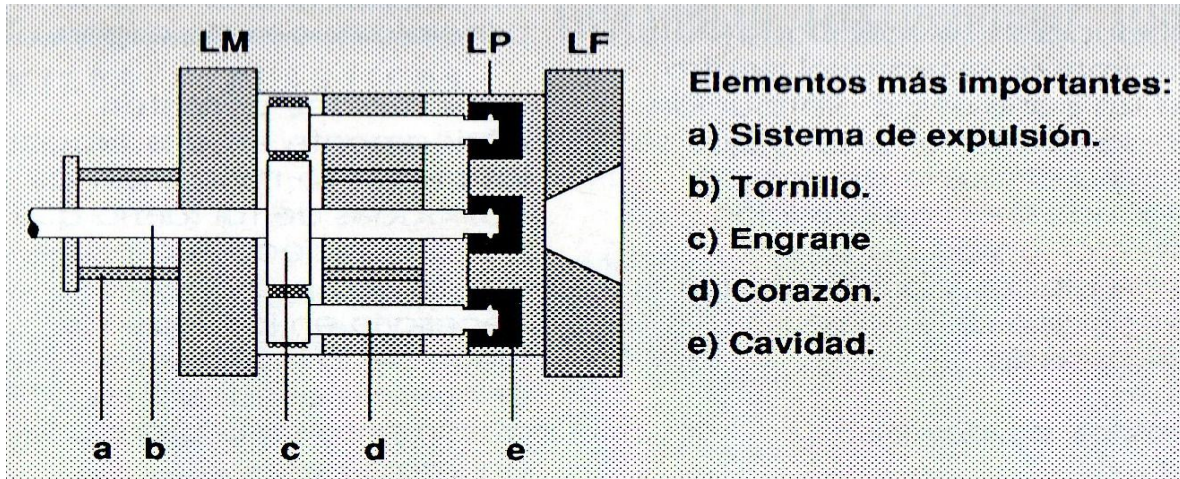
Molde de desplazamiento lateral con placa de refuerzo. Figura 37



5. **MOLDE CON DESENROSQUE AUTOMÁTICO.** Este tipo de moldes están diseñados para hacer girar el corazón sobre el que se encuentra maquinada la cuerda interna de las piezas (tapas

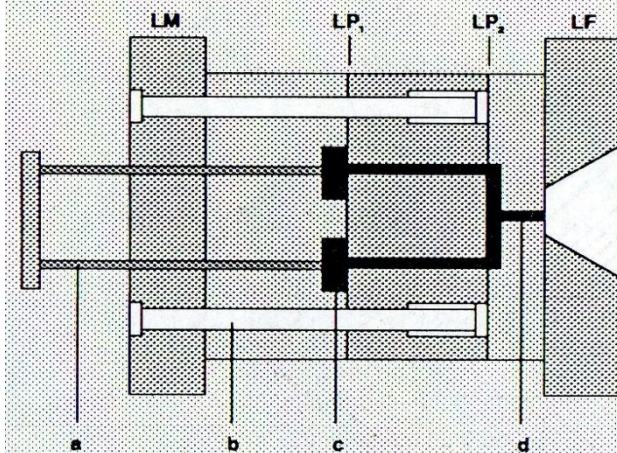
generalmente), para que el desenrosque se dé, es necesario que el tornillo que acciona al engrane tenga el mismo paso que la cuerda de la pieza, además se necesita que mediante alguna forma marcada en la base de la tapa se fije la pieza para que no gire junto con el corazón. El molde con desenrosque automático se utiliza principalmente para el moldeo de tapas, pero en general para piezas con cuerda interna (ver figura 38).

Molde con desenrosque automático. Figura 38



6. **MOLDE CON SISTEMA DE TRES PLACAS.** El molde de tres placas se denomina así por presentar dos líneas de partición, provocando que al abrirse, el molde quede dividido en tres partes. Sobre una de las líneas de partición se encuentra alojado el canal de distribución y sobre la segunda, la pieza. La finalidad de este diseño es abrir el molde en etapas para separar en una fase la pieza (o piezas) de la colada y posteriormente expulsar ambas partes del molde, con ello se logra una automatización en el proceso de moldeo. Este sistema es frecuentemente utilizado en combinación con los moldes de colada caliente y colada aislada (ver figura 39).

Molde con sistema de tres placas.



Elementos más importantes:

- a) Sistema de expulsión.
- b) Anclaje.
- c) Cavidad.
- d) Colada.

Figura 39.



7. **MOLDES DE COLADA CALIENTE.** En los moldes de colada caliente, la colada es calentada mediante una resistencia que se encuentra alojada en una placa térmicamente aislada. La energía térmica requerida debe ser calculada de manera que mantenga fundido al material a lo largo de todo su recorrido hasta llegar a la cavidad del molde. La entrada al molde es mantenida caliente mediante un núcleo, en forma de torpedo, de material conductor de calor, como puede ser una aleación de Cu-Be. El largo máximo de este núcleo, por experiencia, se encuentra aproximadamente en 50mm, después de lo cual deben utilizarse resistencias extras para lograr que el sistema de colada caliente funcione bien. Este tipo de moldes es lo actual para grandes producciones y piezas de calidad (ver figura 40).

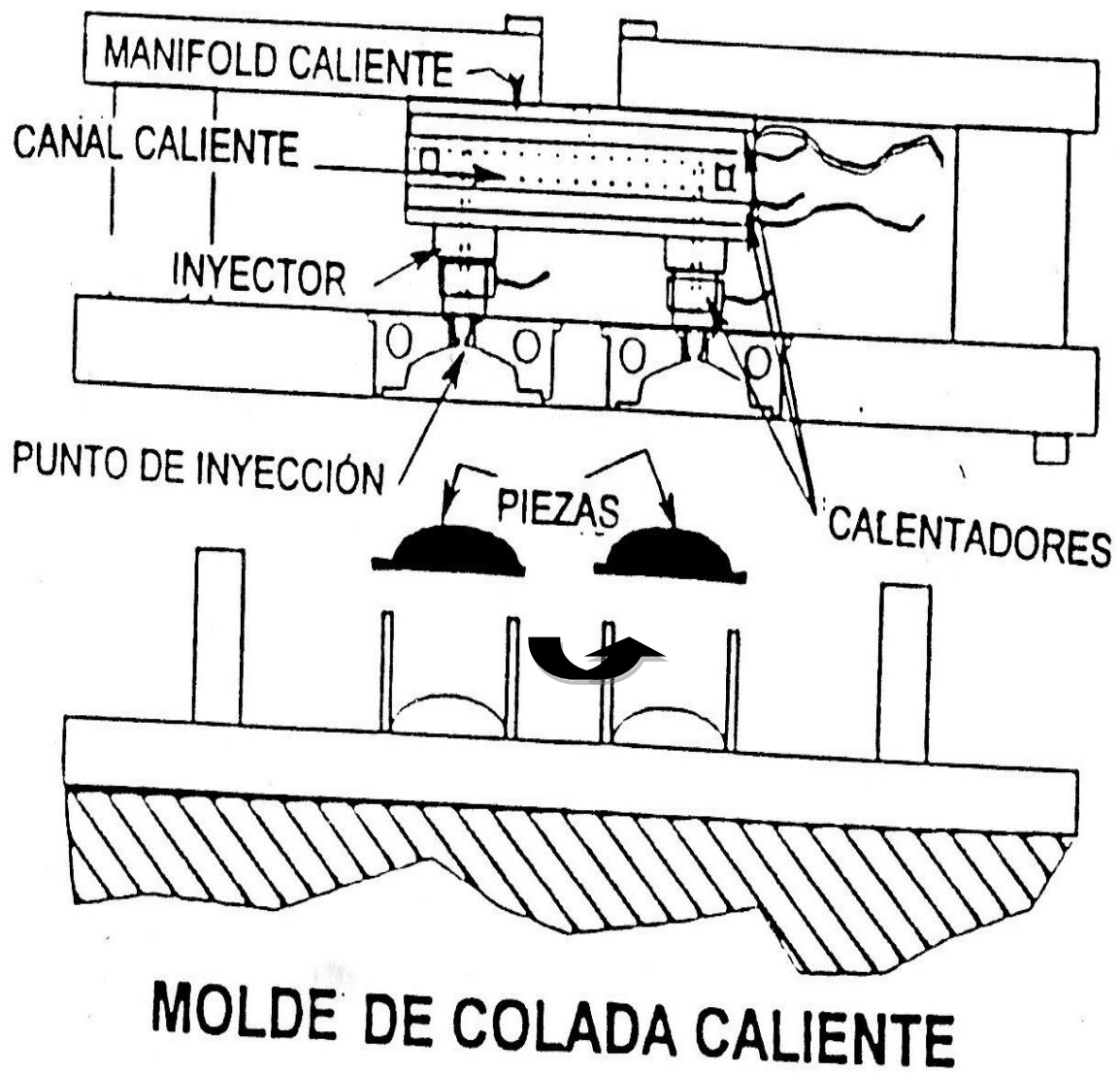
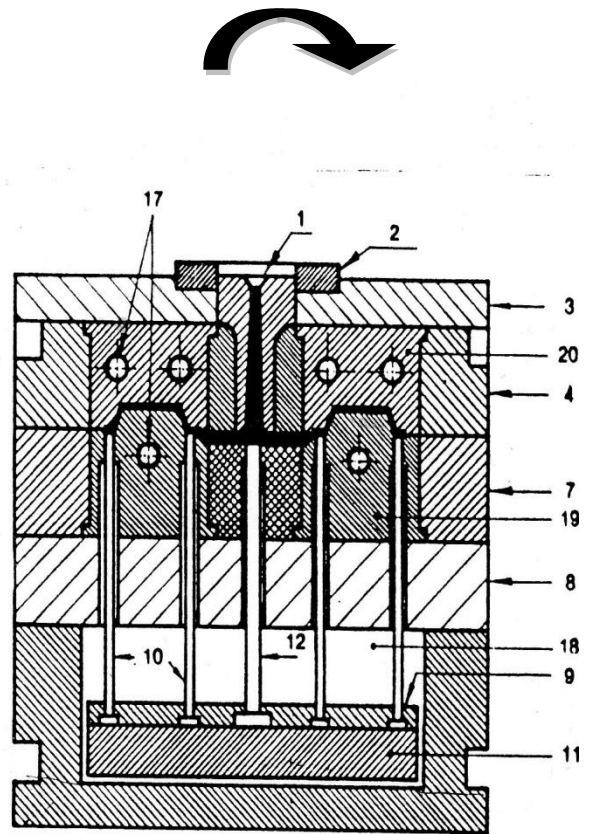
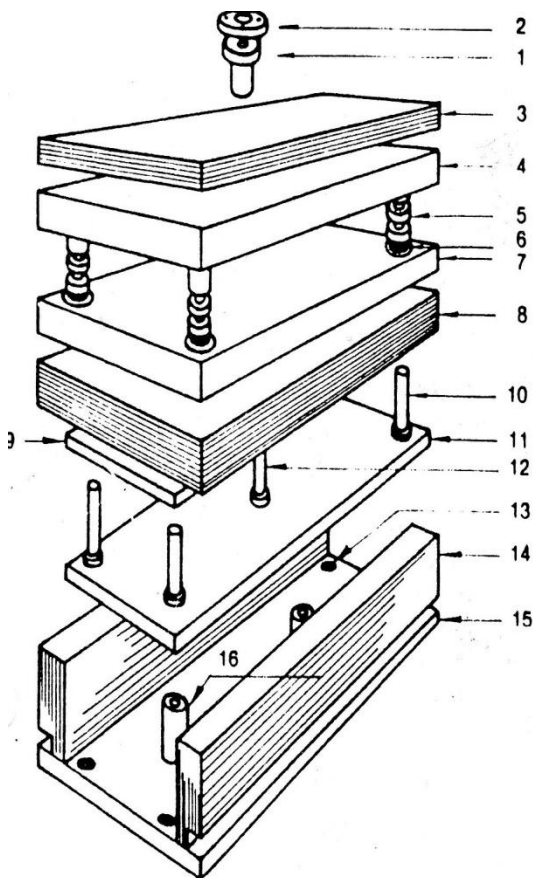


Figura 40. Molde de colada caliente.

Representación esquemática de las partes principales de un molde de inyección (ver figura 41).

ELEMENTOS BASICOS DEL MOLDE. Figura 41



1. BEBEDERO
2. ANILLO DE CENTRADO
3. PLACA SUPERIOR DE FIJACION
4. PLACA FIJA PORTACAVIDADES
5. COLUMNAS-GUIA
6. CASQUILOS-GUIA
7. PLACA MOVIL PORTACAVIDADES
8. PLACA SOPORTE O PLATO DE - APOYO.
9. PLACA DE FIJACION DE EXPULSORES.
10. ESPIGAS EXTRACTORAS
11. PLATO EXTRACTOR
12. VARILLA DE RETENCION O ESPIGA EXTRACOTRA DEL MAZAROTE.

13. TOPE
14. PARALELAS O ESPACIADORES
15. PLACA INFERIOR DE FIJACION
16. COLUMNAS SOPORTE O DE APOYO
17. CANALES DE REFRIGERACION
18. CAJA DEL SISTEMA EXPULSOR
19. NUCLEO PORTA-MACHO
20. NUCLEO PORTA-CAVIDAD

MATERIA PRIMA (POLIMERO).

Para obtener una buena inyección durante el proceso de transformación , la materia prima es de importancia ya que seleccionar el plástico a usar para obtener un producto de calidad es considerar una buena selección para los productos que van a transformar considerando a que van a estar expuestos, ya sea al sol o a productos químicos , o a resistencias mecánicas, o también expuestos a la intemperie , o al frio o para productos alimenticios que deben ser no tóxicos o plásticos que no tengan estática para evitar que el polvo se les pegue, o que no sean inflamables , o que no adquieran hongos etc. Muchas otras consideraciones que deben considerar en la selección para la fabricación de un producto.

- Los fabricantes ofrecen información técnicas de sus productos.
- Una vez aprobado el material a utilizar, haciendo pruebas físicas y químicas, comprobando que cumplan con la calidad esperada.
- En la recepción de materiales deben recibir el comprobante de calidad del fabricante por lote de material.

EQUIPO DE ENFRIAMIENTO.

El agua de enfriamiento es importante durante el proceso de inyección, para optimizar los ciclos de trabajo, en este caso se usa agua de torre de enfriamiento que se debe mantener a 12 o 20 °C para enfriar el aceite de las maquinas inyectoras que debemos mantener a 45-60 °C de temperatura para que el aceite no pierda su viscosidad. Para el caso de los moldes se utilizan enfriadores (Schiller) con capacidad para mantener una temperatura de 8 -12 °C para obtener un buen enfriamiento en los moldes para ciclos rápidos. Ver cuadro de cómo se debe calcular el enfriamiento para los moldes que manejan en una planta de inyección.

CALCULO DEL ENFRIAMIENTO DE UN MOLDE O MOLDES.

MAQ.	DESCRIPCION ARTICULO	CAVS.	PESO GMS.	CICLO	KG/HR.	AT	C.E.	R	FR	TONS. ENFRIAMIENTO
15	ENVASE 1 LITRO	2	30.3	7.5	28.8	340°C	0.55	75%	7180	2.37
5	ENVASE 1 LITRO	2	30.3	5.5	39.3	340	0.55	75%	9799	3.24
6	ENVASE 1/2 LITRO	2	19	6.5	21.0	340	0.55	75%	5236	1.73
7	TAPA LINEA 500	4	8.7	5.5	22.7	210	0.55	75%	3496	1.16
8	TAPA LINEA 800	4	4.5	6	14.4	210	0.55	75%	2218	0.73
	ENVASE 808	4	16.5	8	29.7	320	0.55	75%	6970	2.30
5	VASO CRISTAL 10 ONZAS	6	17.00	5.5	66.7	315	0.55	75%	15408	5.10
15	VASO CRISTAL 10 ONZAS	6	17.0	8	45.9	315	0.55	75%	10603	3.51

FORMULACION:

Kgs/HRS = CANTIDAD DE MATERIAL A MOLDEAR POR HORA; EN KGS.

AT = DIFERENCIA ENTRE LA TEMPERATURA DE MOLDEO Y LA TEMPERATURA DEL PRODUCTO

C.E. = CALOR ESPECIFICO DEL PLASTICO

R = RENDIMIENTO 75%

FR = FRIGORIFA

1 TON. ENFRIAMIENTO = 3024 FR.

FR = KGS/HR X AT X C.E. / R

COMO AFECTA EL AREA DE TRABAJO. (PLANTA DE INYECCION)

- “LAY OUT”. La localización de las maquinas deben tener los espacios suficientes para evitar que el calor que desprenden las maquinas, afecten el área de trabajo y los ciclos de inyección, con baja productividad.
- La humedad del área puede estar muy alta, afectando los materiales higroscópicos, afectando paros de máquinas por este motivo.
- La temperatura del ambiente puede estar muy alta, por falta de la extracción del aire.
- Los espacios entre áreas entre maquinas deben ser suficientes para el manejo de materiales y producto terminado, además las áreas despejadas para cualquier emergencia.
- Todas las áreas deben estar limpias, sin impurezas para evitar accidentes. (granos de plásticos, grasas u otros objetos).

COMO AFECTA LA MANO DE OBRA.

- Cuando no hay una buena inducción durante la contratación del personal sobre el trabajo que van a desarrollar y hacerlos sentir como una parte importante en la integración de la empresa, no es posible obtener buenos resultados.
- Capacitación, respecto a la máquina de inyección sobre las funciones más esenciales como abrir y cerrar la puerta de seguridad de la máquina, como acercar la unidad de inyección e inyectar, las demás funciones a través del tiempo se va adquiriendo la experiencia del total de las funciones o durante la capacitación por etapas que programe la planta de inyección según sean las necesidades inmediatas para obtener buenos resultados a corto o mediano tiempo.
- Capacitación sobre la calidad de las piezas que van a manejar en cuanto dimensiones o estética del producto, Mejoras continuas.
- Tipo de empaque o cantidad de piezas contenido en el empaque.
- Capacitación sobre desarrollo humano (integración de grupos de trabajo, resistencia al cambio, entre otros).
- Capacitación sobre los materiales plásticos que se manejan, para evitar contaminaciones.

CAPÍTULO IV

OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y CONTROL DEL PROCESO

OPERACION DE UNA INYECTORA ELECTRONICA Y PROCEDIMIENTO PARA UN MONTAJE DE MOLDE.

UNIDAD DE CIERRE 10 PASOS PARA CONTROLAR EL MOLDEO.

1.-CARACTERISTICAS DEL MOLDE A VERIFICAR.

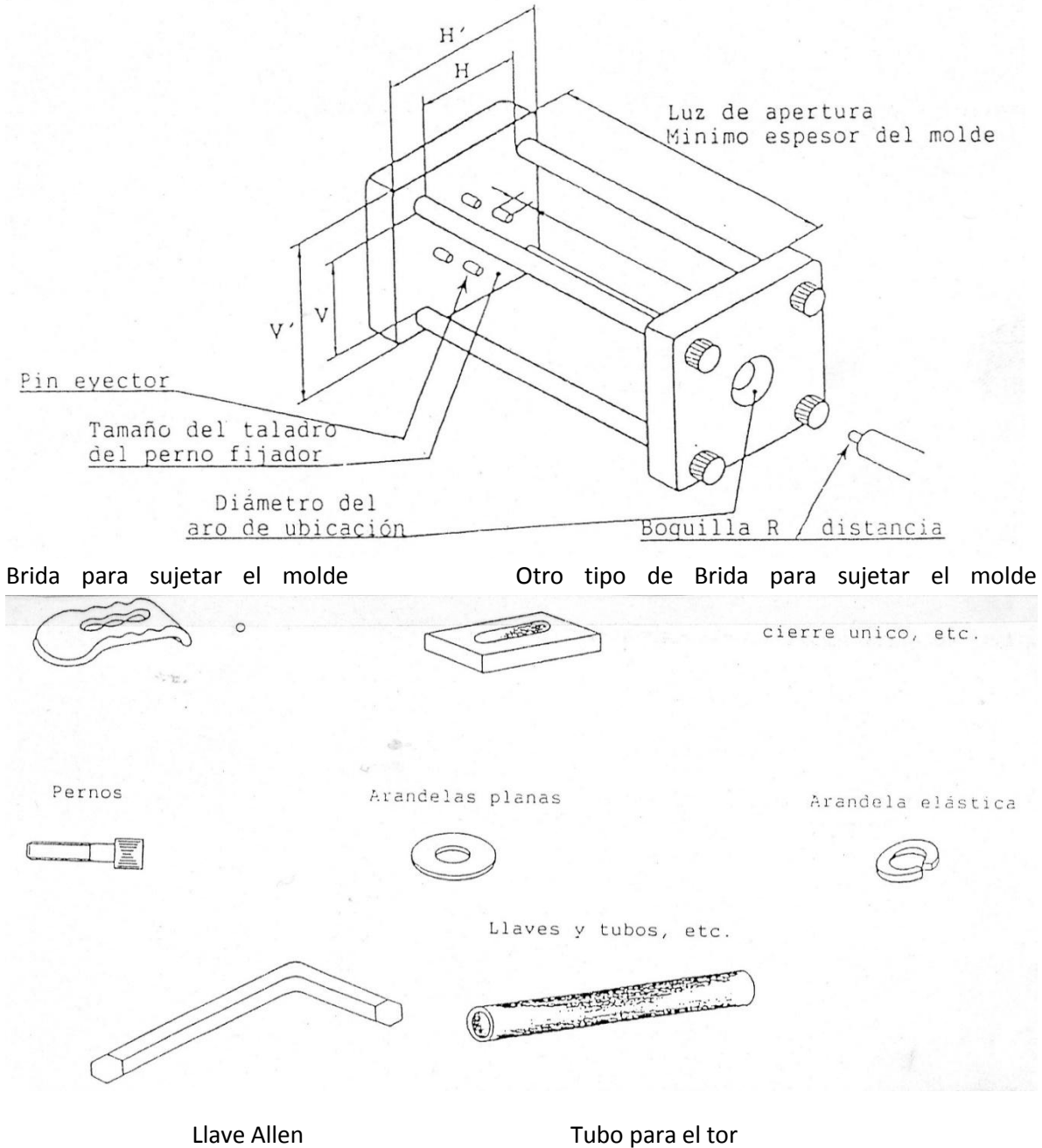
- Peso de la inyección o peso de las piezas. Estos datos servirán para seleccionar la maquina inyectora que tenga este gramaje o verificar la hoja de proceso del producto.
- Material plástico a moldear (conocer las temperaturas de moldeo recomendados).
- Radio del bebedero del molde, sea el mismo de la boquilla de la máquina para evitar escurrimientos del plástico durante la inyección, ocasionando con ello desperdicios y costos del producto.
- Numero de cavidades y ciclo de producción si se conoce. Nos Servirán para determinar la producción por hora, producción diaria, producción mensual (así determinamos cuantos días estará en producción.
- Como es controlado la abertura del molde. Es controlado por limitadores de carrera o es abertura libre.
- Sistema de botado de la pieza. Es botado por desenrosque de husillo, botado por aire (neumático) botado por desenrosque por pistón hidráulico, botado normal hidráulico o mecánico.
- Verificar el tipo de colada del molde. (Colada submarina, colada fría normal, colada caliente).
- Verificar la refrigeración del molde parte fija. A que temperatura es controlado el molde a 25 °C – 35°C con agua de Schiller o es controlado el molde a temperatura 70 °C o a 120 °C sobre todo cuando se inyectan materiales plásticos con refuerzos de fibra de vidrio.
- Verificar la refrigeración del molde parte móvil. Si existe la hoja de proceso verificar estos datos, caso contrario verificar durante la inyección mediante pruebas para encontrar lo

óptimo en dimensiones y estética del producto con ayuda de control de calidad y asentar en la hoja de proceso.

- Verificar las entradas y salidas de refrigeración con aire para cerciorarse que no estén tapados por sarro.

2.- HERRAJE Y HERRAMIENTAS NECESARIOS PARA UN MONTAJE DE MOLDE.

- Verificar el arillo centrador del molde.
- Tipo de tornillo (estándar o milimétrico) para la sujeción del molde.
- Largo del tornillo.
- Tipo de bridas y niveladores para sujetar el molde.
- Llaves allen, españolas, dados y matraca necesaria u otros et.
- Tubo para dar torque (a falta de torquimetro).
- Conexiones rápidas o nipples para la refrigeración del molde.
- Rondanas.
- Tipo de boquilla a usar.
- Puentes (manguera y tamaño de las mismas).
- Gancho para sujetar el molde.



Lamina 12. Diferentes accesorios para un montaje de molde.

3.- CARATERISTICA DE LA MAQUINA.

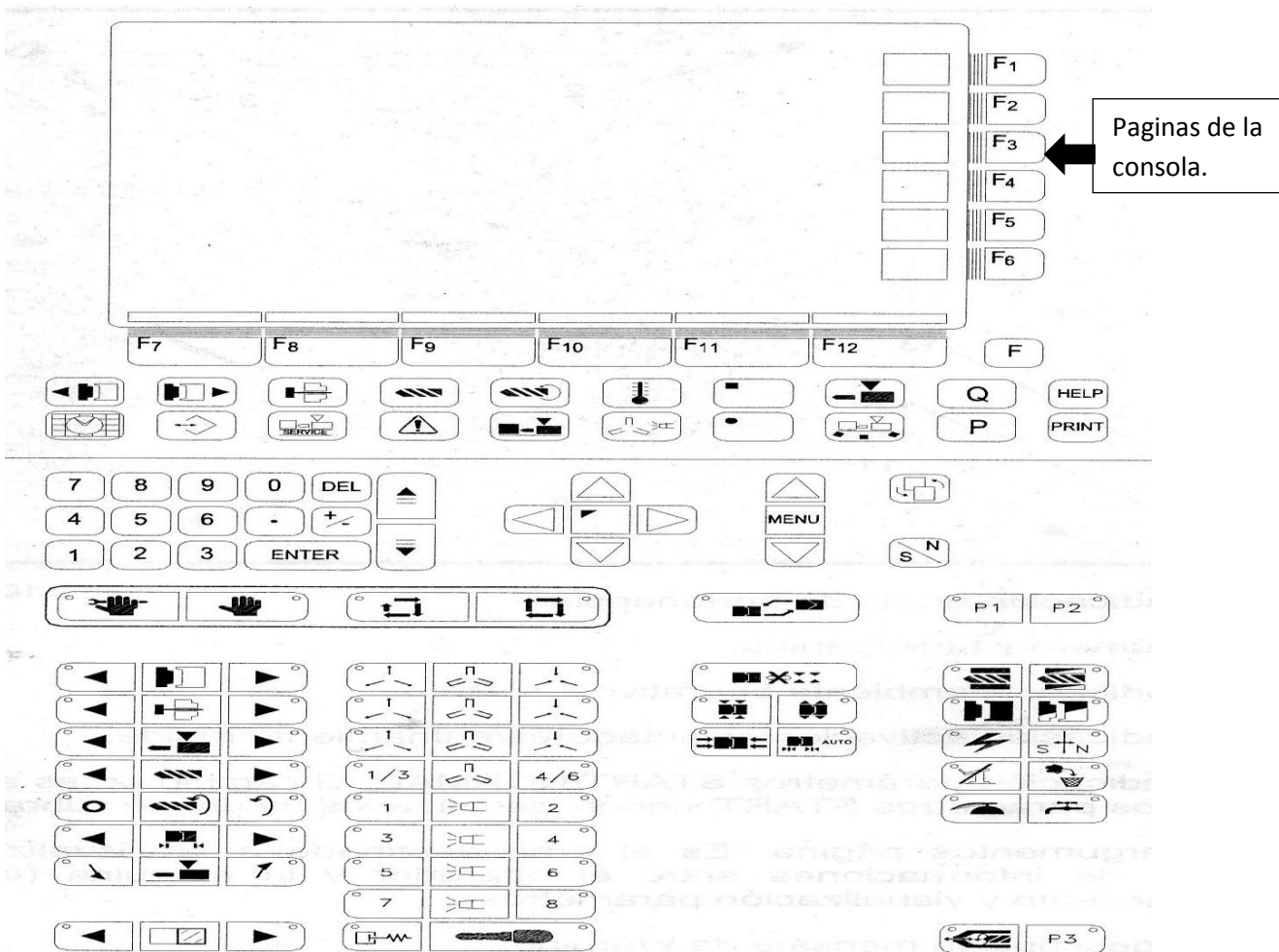
La importancia de conocer las características de una inyectora es para hacer una buena selección, cuando se trata de montar un molde ver el siguiente ejemplo:

Tabla 7. Características técnicas prensas.

CARACTERÍSTICAS		60 t	100 t
Clasificación EUROMAP	cm ³ /MP	192/60	430/95
Diámetro medio del tornillo	mm	35	45
Volumen medio de inyección calculado	cm ³	131	286
Longitud media útil del tornillo	L/D	21	21
Capacidad media de inyección máx.	cm ³ /1 "	156	156
Presión media sobre el material	bar	1450	1500
Par de torsión sobre el tornillo (cil.var.)	Nm	251 + 580	425 +1160
Velocidad del tornillo (cil. Var.)	Vueltas/1"	306 + 707	153 + 418
Potencia motor hidr. Del tornillo	HP	25	25
Carrera carro de inyección	mm	320	320
Zonas termoreguladas (+ la boquilla)	N°	3 + 1	3 + 1
Potencia total de calefacción	kW	6, 75	10, 5
Fuerza bloqueo molde	kN	590	950
Gruesco del molde min/máx.	mm	90 + 410	100+ 460
Carrera plano móvil	Mm	350	410
Plano (horizontal / vertical)	Mm	500 x 500	560 x 560
Pasaje columnas (horiz. X vert.)	Mm	325 x 325	370 x 370
Diámetro de columnas	Mm	58	70
Fuerza extracción	kN	34, 5	34, 5
Carrera extractor hidráulico a placa	mm	110	130
Presión circuito oleodinámico	bar	135	135

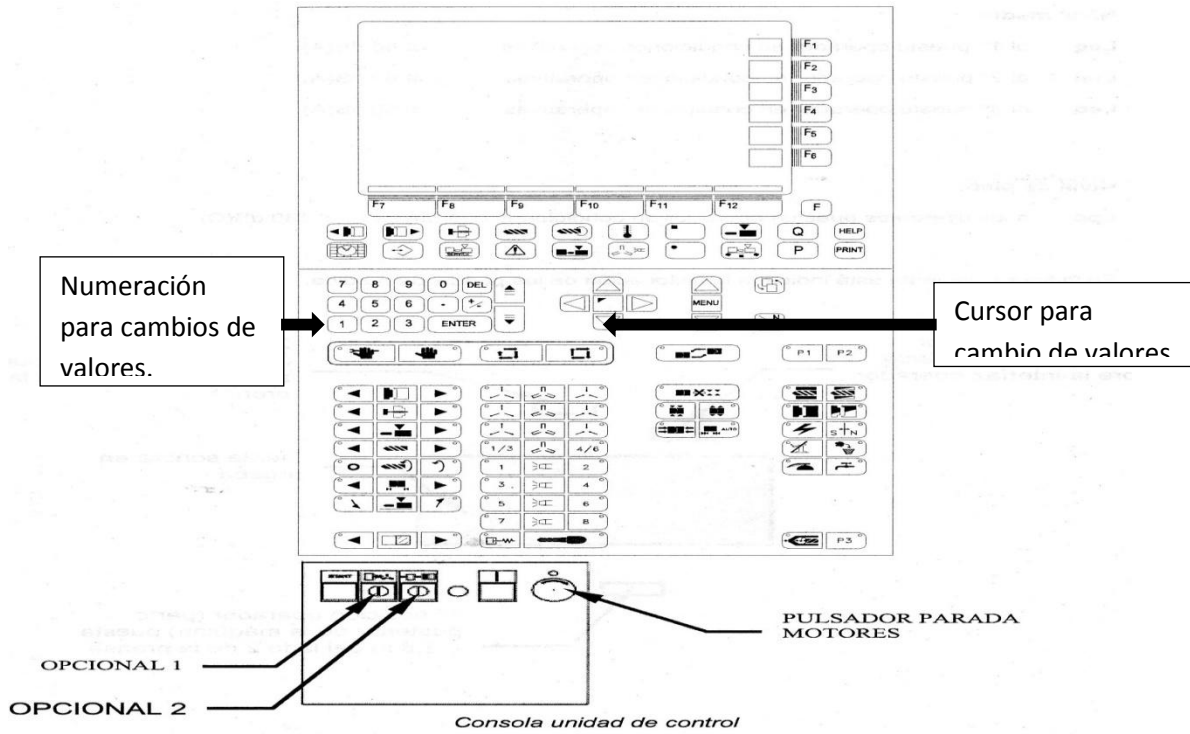
Capacidad de aceite	litros	170	230
Se precisan frigorías para refrigerar el aceite	frig./h	6400	6400
Se precisan H ₂ O (a 15°C) para refrigerar el aceite	m ³ /h	0,64	0,64
Potencia del motor eléctrico	kW	18,5	18,5
Potencia total instalada	kW	25,25	29
Dimensiones de bulto (LxHxP)	mm	4680 x 1981 x 1165	5515 x 2025 x 1315
Peso neto	kg	4100	5400

4.- OPERACIÓN Y PROGRAMACION DE LA UNIDAD DE CIERRE Y APERTURA.



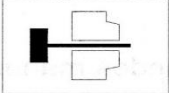
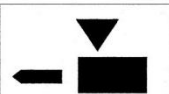

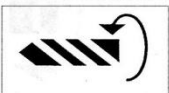

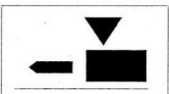
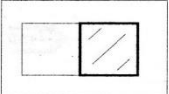
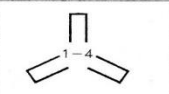
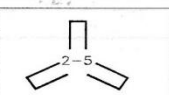
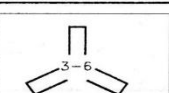
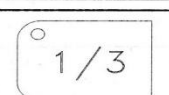
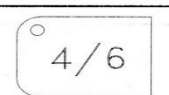
Lamina 13. Simbología de la consola de mando (Software).

Lamina 14. Simbología de la consola de mando (software).

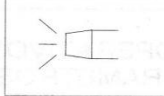
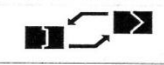

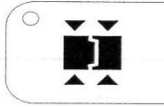
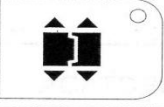
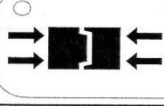

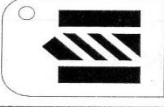
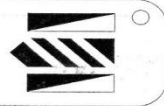

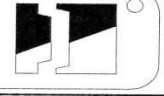



Lamina 15. Representación de la simbología del panel de mandos manuales.



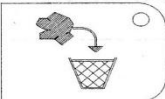


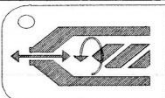
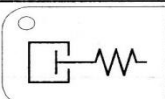
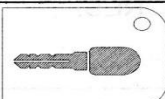
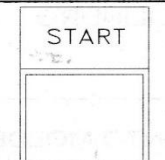
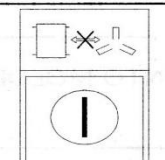
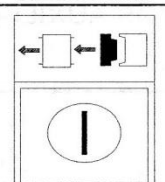
SIMBOLO	DESCRIPCION
	AMBIENTE MANUTENCIÓN.
	AMBIENTE MANUAL.
	AMBIENTE SEMIAUTOMÁTICO.
	AMBIENTE AUTOMÁTICO.
	ABERTURA - CIERRE MOLDE

SIMBOLO	DESCRIPCION
	ADELANTE – ATRÁS EXTRACTOR
	ADELANTE – ATRÁS GRUPO INYECCIÓN
	INYECCIÓN - REMOLINO
	PLASTIFICACIÓN
	LUZ ENTRE LOS PLANOS
	ROTACIÓN GRUPO INYECCIÓN
	ABERTURA – CIERRE VERJA ANTERIOR
	ADELANTE – ATRÁS MARTINETE 1-4
	ADELANTE – ATRÁS MARTINETE 2-5
	ADELANTE – ATRÁS MARTINETE 3-6
	SELECCIÓN MANDO MARTINETES 1-3
	SELECCIÓN MANDO MARTINETES 4-6

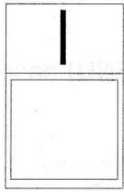
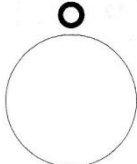
Lamina 15. Representación de la simbología del panel de mandos manuales.

SIMBOLO	DESCRIPCION
	SOPLO AIRE 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8.
	AMBIENTE QMC
	EXCLUSIÓN SEGURIDADES BORNE MOLDE
	BLOQUEO BORNE
	DESBLOQUEO BORNE
	BÚSQUEDA TONELAJE
	BÚSQUEDA ESPESOR MOLDE
	ENCENDIDO/APAGADO CALENTADORES.
	MANTENIMIENTO TEMPERATURA CILINDRO PLASTIFICACIÓN.
	ENCENDIDO/APAGADO ENFRIAMIENTO MOLDES.
	ENCENDIDO/APAGADO ENFRIAMIENTO MOLDES MENOS EN QMC
	ENCENDIDO/APAGADO DISPOSITIVOS AUXILIARES.

Lamina 15. Representación de la simbología del panel de mandos manuales.

SIMBOLO	DESCRIPCION
	PULSADOR DE PLANTEAMIENTO (OPERATIVO) PARA LA HABILITACIÓN DE LOS PARÁMETROS START/NORMAL.
	EXCLUSIÓN TEMPORANEA ROBOT.
	DESECHO PIEZA
	LUBRICACIÓN MANUAL
	AGUA ENFRIAMIENTO MOLDE CONECTADA
	DRENAJE
	ROTACIÓN AFLOJADOR
	EXCLUSIÓN SEGURIDADES MARTINETES EXTRACTOR
	START CICLO
	LLAVE HABILITACIÓN AUXILIARES A VERJA ABIERTA
	LLAVE HABILITACIÓN APERTURA MOLDE CONTEMPORANEA A LA APERTURA VERJA

Lamina 15. Representación de la simbología del panel de mandos manuales.

SIMBOLO	DESCRIPCION
	PULSADOR DE START MOTORES
	PARADA MOTOR LADO OPERADOR

Lamina 15. Representación de la simbología del panel de mandos manuales.

MODO DE FUNCIONAMIENTO MANTENIMIENTO.

Este modo de funcionamiento permite atribuir a los movimientos una presión y una velocidad inferiores a los programados para los movimientos de los modos normales.

La utilidad de esta función consiste en el hecho que se permite al operador que está efectuando una intervención de mantenimiento, de hacer pruebas que involucran el movimiento de los órganos de la inyectora reduciendo el riesgo de hacer daños a los equipos. Los movimientos se desarrollan con velocidad y presión constante, ignorando por consiguiente los perfiles. Los parámetros con que se efectúan los movimientos cuando este modo de funcionamiento está activo, se introducen en una página de programación dedicada, para más información sobre cómo se efectúa la programación cada marca de maquina trae sus valores y técnicas de programación. En este modo de funcionamiento es donde se hace el montaje de molde.

MODO DE FUNCIONAMIENTO MANUAL.

Hacer funcionar la máquina en modo manual significa ordenar de forma manual todo movimiento mediante los pulsadores de la sección funcional de la consola de mando. Esta prueba tiene importancia particular si el molde involucra movimientos complejos y peligrosos, un ejemplo de ciclo conducido de forma manual puede ser como sigue.

- 1) Retroceso del expulsor central (verifique que haya realmente regresado en su posición de reposo).

- 2) Retroceso de eventuales mandos de noyos (válvulas auxiliares), si previstos en ciclo.
- 3) Cierre de molde.
- 4) Avance carro de la unidad de inyección.
- 5) Inyección.
- 6) Dosificación de material.
- 7) Descompresión, si previsto en ciclo.
- 8) Esperar que transcurra un tiempo de enfriamiento suficiente.
- 9) Apertura de molde.
- 10) Extracción de noyos, si prevista .También en modo MANUAL la inyectora respeta la secuencia prevista para el movimiento de los noyos; el movimiento que sigue está bloqueado hasta que los noyos no hayan completado su propio ciclo.
- 11) Expulsor central.
- 12) Retroceso del expulsor central.
- 13) Retrocesos extractores de noyos

MODO DE FUNCIONAMIENTO SEMIAUTOMATICO.

Hacer funcionar la maquina en modo semiautomático significa hacer realizar un ciclo completo a la inyectora cada vez que se presiona el pulsador de puesta en marcha del ciclo (STAR CICLO O ABRIR Y CERRAR LA PUERTA DE LA MAQUINA PARA INICIAR NUEVO CICLO). Al terminar el ciclo la maquina se detiene con la unidad de cierre completamente abierta, expulsores y noyos atrás, carro retraído, material cargado en el cilindro de plastificación.

Si el plato móvil y la inyección se encuentren en una posición diferente de su propia carrera, en el momento en que se pulsa o se gira el selector para pasar al modo de funcionamiento SEMIAUTOMATICO, aparece un mensaje señalando que estos órganos no se encuentran en la posición correcta, por lo tanto habrá que desplazarlos en modo de funcionamiento MANUAL, hasta posicionarlos en las posiciones mencionadas anteriormente.

MODO DE FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO.

Hacer funcionar la maquina en modo AUTOMATICO significa hacer trabajar la inyectora de modo continuo, sin parar al término de cada ciclo. Si no hubieran intervenciones por parte del operador, la maquina dejara de funcionar en automático únicamente debido a un estado de alarma. Para

seleccionar el modo AUTOMATICO gire o pulse el selector de modo de funcionamiento en la posición indicada en la ilustración.

Si el plato móvil y la inyección se encuentran en una posición diferente de su propia carrera, en el momento en que se gire o se pulse el selector para pasar al modo de funcionamiento AUTOMATICO, aparece un mensaje señalando que estos dispositivos no se encuentran en la posición correcta, por lo tanto habrá que desplazarlos en modo de funcionamiento MANUAL, hasta las posiciones mencionadas anteriormente. Si los mandos de noyos no se encuentran en la posición de salida, ellas se moverán hacia la posición de salida en el momento en que UD. Arranca el ciclo automático. Si las condiciones descritas arriba están todas satisfechas, en el momento en que se presiona el pulsador de arranque de los ciclos automáticos, la inyectora efectuara un ciclo completo.

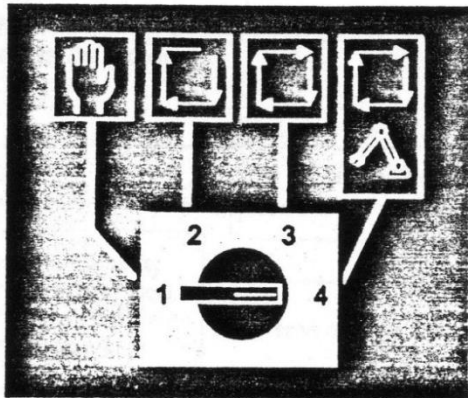
MODO DE FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO CON ROBOT.

Hacer funcionar la maquina en modo automático con robot, significa hacer trabajar la inyectora de modo continuo, incluyendo la intervención del robot al término del ciclo para extraer las piezas moldeadas. Si no hubieran intervenciones por parte del operador, la maquina dejara de funcionar en automático únicamente debido a un estado de alarma.

Para iniciar el ciclo automático hay que cumplir con las condiciones siguientes:

- El expulsor central debe estar totalmente atrás.
- El husillo tiene que estar más delante de la cota dosificación programada.
- El plato móvil tiene que estar más delante de la cota apertura molde programada.

Si el plato móvil y la inyección se encuentran en una posición diferente de su propia carrera, en el momento en que se gira o se pulsa el selector para pasar al modo de funcionamiento AUTOMATICO, aparece un mensaje señalando que estos órganos no se encuentran en la posición correcta, por lo tanto habrá que desplazarlos en modo de funcionamiento MANUAL, hasta posicionarlos en las posiciones mencionadas anteriormente.



Para seleccionar el modo AUTOMÁTICO CON ROBOT, gire el selector de modo de funcionamiento en la posición indicada en la ilustración.

1. Modo manual 2. Modo semiautomático 3. Modo automático 4. Modo automático con robot

Figura 42. Representación de los modos de funcionamiento de una inyectora.

Ciclo moldeo con intervención del robot

El intercambio de señales entre la máquina y el manipulador se efectúa por medio de un conector de interface conforme al estándar EUROMAP 12.

Máquina y robot intercambian un conjunto de señales con el objeto de garantizar el funcionamiento de los dos aparatos sin interferencia reciproca que causaría daños al molde y al robot.

En el diagrama ilustrado a continuación se destaca las señales que inyectora y robot intercambian durante la secuencia de moldeo.

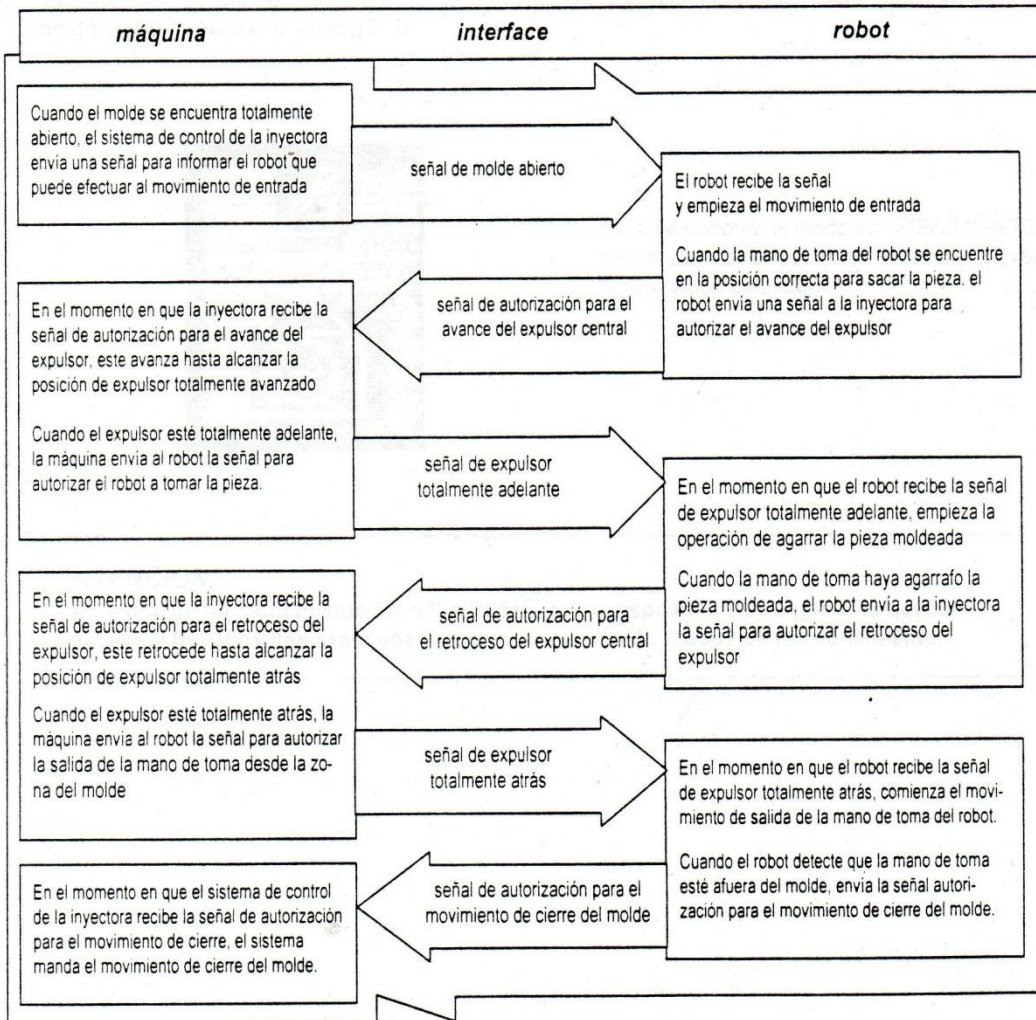


Tabla 8. Se muestra la secuencia de entrada del mando automático con robot.

El grupo de cierre tiene tres fases principales:

- **Cierre de molde.**
- **Apertura de molde.**
- **Extractor o expulsor de piezas.**

OPERACIONES PRELIMINARES (AJUSTES EN RELACION CON EL MOLDE Y ARRANQUE)

Antes de proceder con el arranque de la inyectora efectúen lo que se indica a seguir:

- 1) Enlace la inyectora con los circuitos de enfriamiento y abra los grifos para que el agua circule.
- 2) Enlace el circuito neumático (si previsto) a su fuente de alimentación y póngalo en servicio.
- 3) Ponga la inyectora bajo tensión y accione el interruptor general.
- 4) Introduzca en las páginas del sistema de control los parámetros (presiones, velocidades, tiempos, distancias, según la hoja de proceso si se tiene etc.) que determinan a los movimientos de la inyectora. En particular: Ponga en marcha el circuito de calefacción del cilindro de plastificación (y del molde si necesario), active el enfriamiento del cilindro si contiene.
- 5) Ponga en marcha los equipos auxiliares, en particular los que deben actuar antes del moldeo (por ejemplo pre-calefacción del material, torre de enfriamiento, Schiller,).
- 6) En el interior de la cámara de plastificación el agua tiene que circular ya en la fase de calefacción del cilindro (es decir antes del inicio de la producción) y tiene que seguir circulando también durante diez minutos después del apagado de la inyectora. el caudal de agua en circulación puede ser establecido y ajustado fácilmente según la temperatura del cilindro.

VERIFICACIONES INICIALES.

La mayoría de los inconvenientes debido a desperfectos de los equipos o a errores de montaje del molde se manifiestan durante la fase de primera regulación para el moldeo. Para evitar que estos errores o desperfectos se transformen en daños tal vez importantes, a la maquina o a los mismos equipos ,es necesario que el supervisor o el operador posea los conocimientos y el entrenamiento suficientes para desarrollar con pericia ,sobre todo estas maniobras iniciales.

EL supervisor o el operador deben ensayar los movimientos individualmente para hacer una verificación final antes de iniciar la producción diaria. En detalle el movimiento del plato móvil tiene que ser comprobado por primera vez en modalidad MANTENIMIENTO, que es lo que permite actuar con velocidades y presiones reducidas.

- 1) Ponga la maquina en modo de funcionamiento MANTENIMIENTO Y programe según las recomendaciones del manual de cada marca de máquina.

- 2) Ponga en marcha el motor bomba.
- 3) Active los mandos hidráulicos.
- 4) Seleccione el movimiento que desea efectuar, presione los pulsadores de movimiento manual y confirme que estos se produzcan de forma regular.

Después de esta primera prueba, es preciso efectuar todos aquellos ajustes que permiten adaptar los parámetros de trabajo al molde montado y al polímero que se desea inyectar.

5.-PROGRAMACION DE LA PAGINA DE MANTENIMIENTO ANTES DEL MONTAJE DE MOLDE.

El montaje de molde tiene que ser efectuado, en ambiente MANTENIMIENTO, por personal calificado y habilitado.

De toda forma el montador no puede pararse al interior de la máquina.

- 1) Seleccionar el ambiente de mantenimiento pulsando la tecla en el teclado de comandos manuales (ver simbología).
- 2) Teclar en el menú principal la pág. F9, aparecerá en la pantalla 9.1 como mantenimiento de ajuste de molde.
- 3) Presión de molde p33 = 80 bar
- 4) Velocidad de molde v27= 5 %
- 5) Presión de inyección p39 = 80 bar
- 6) Velocidad de inyección v29 = 20 %
- 7) Presión del extractor p40 = 40 bar
- 8) Velocidad del extractor v28 = 5 %
- 9) Contrapresión de plastificación p50 = 2 bar

Manutención

9.1 MANUTENCION		1/1 N
MOLDE	P33 0 bar	V27 25 %
EXTRACTOR	P40 135 bar	V28 25 %
INYECCION	P39 135 bar	V29 99 %
SUCCION	P75 135 bar	V63 99 %
PLASTIFICACION		
CONTRAPRESION DE PLASTIFIC.	P50 2 bar	V65 %
CABEZAL		
		V64 0 rpm
POSICION MOLDE	q01 #### mm	
POSICION HUSILLO	q02 #### mm	
POSICION CABEZAL	q03 #### mm	
POSICION EXTRACTOR	q04 #### mm	
ROTACION HUSILLO	v01 #### rpm	
PRESION HIDRAULICA	p01 #### bar	
TEMPERATURA ACEITE HIDRAULICO	t28 ## °C	
CUENTA HORAS TOTALES	n65 #####	

Tabla 9. Valores dados por el programa de la máquina.

En el ambiente MANTENIMIENTO, se utiliza para la ejecución de operaciones de control, relacionadas Al mantenimiento o dotación de las maquinas, en las cuales son necesarias las funcionalidades de base y velocidad de ejecución limitadas En este ambiente no están operativos ni de perfiles de inyección y contrapresión, ni las modalidades de pasaje en fase de mantenimiento.

- P33 MOLDE (0 + 135 bar), Representa la presión de apertura / cierre molde en ambiente MANTENIMIENTO.
- V27 MOLDE (0 +25%), Representa la velocidad de apertura / cierre molde en ambiente.
- P40 EXTRACTOR (0 + 135 bar), representa la presión para los movimientos del extractor en ambiente MANTENIMIENTO.
- V28 EXTRACTOR (0+25 %), Representa la velocidad de salida / regreso extractor en ambiente MANTENIMIENTO.
- P39 INYECCION (0 +135 bar), representa la presión, establecida por el operador, de inyección en ambiente mantenimiento. No se obtienen los perfiles (asa hayan sido seleccionados) y las fases son todas iguales.
- V29 (0 + 99 %). Representa la velocidad establecida por el operador, de inyección en ambiente mantenimiento .No se obtienen perfiles (así hayan sido seleccionados) y las fases son todas iguales.
- P75 SUCCION (0 + 135 bar). Representa el valor de la presión de rechupe (descompresión atrás del tornillo durante la plastificación), independientemente de la posición del tornillo, en ambiente mantenimiento.

- V63 SUCCION (0 +99%). Representa la velocidad de rechupe (descompresión atrás del tornillo), independientemente de la posición del tornillo.
- V64 PLASTIFICACION (0 + máxima rpm). Representa la velocidad del tornillo para lograr la cota de dosis.
- P50 PLASTIFICACION (0 + 30bar). Representa el valor de la contrapresión regulada sin los perfiles (así se haya seleccionado).
- V65 CABEZAL (0 + 99 %). Representa la velocidad del movimiento de la cabeza de la unidad de inyección (adelante / atrás).
- q01 POSICION MOLDE. Representa el valor real (en milímetros) de posición del molde durante las fases de cierre y apertura.
- q02 POSICION DEL HUSILLO. Representa el valor real (en milímetros) de posición de cierre y apertura del tornillo en el interior del cilindro de plastificación.
- q03 POSICION DEL CABEZAL. Representa el valor real (en milímetros) de posición del grupo de inyección.
- q04 POSICION EXTRACTOR. Representa el valor real 8 (en milímetros) de posición del extractor.
- v01 ROTACION DEL HUSILLO. Representa el valor real de vueltas tornillo durante la fase de plastificación.
- P01 PRESION HIDRAULICA. Representa el valor real de la presión hidráulica detectada mediante el relativo transductor.
- 113 TEMPERATURA ACEITE HIDRAULICO. Representa el valor real de la temperatura del aceite.
- n65 cuenta horas totales de trabajo.

Verificar los movimientos en mantenimiento para asegurar que las velocidades y presiones programadas están conforme a las especificaciones del manual de la máquina, el siguiente paso es subir el molde de acuerdo al siguiente ejemplo.

6.-MONTAJE DE MOLDE.

Estas operaciones deben ser efectuadas por personal que tenga los conocimientos y la preparación suficiente para desarrollarlas en condiciones de seguridad. Es fundamental verificar que la capacidad del equipo de elevación (grúa, montacargas u otro etc.) sea adecuada a la masa del molde. Durante esta operación el personal debe usar guantes protectores y la indumentaria de prevención de accidentes prevista por las leyes nacionales vigentes. Esta operación tiene que ser efectuada en la modalidad de MANTENIMIENTO.

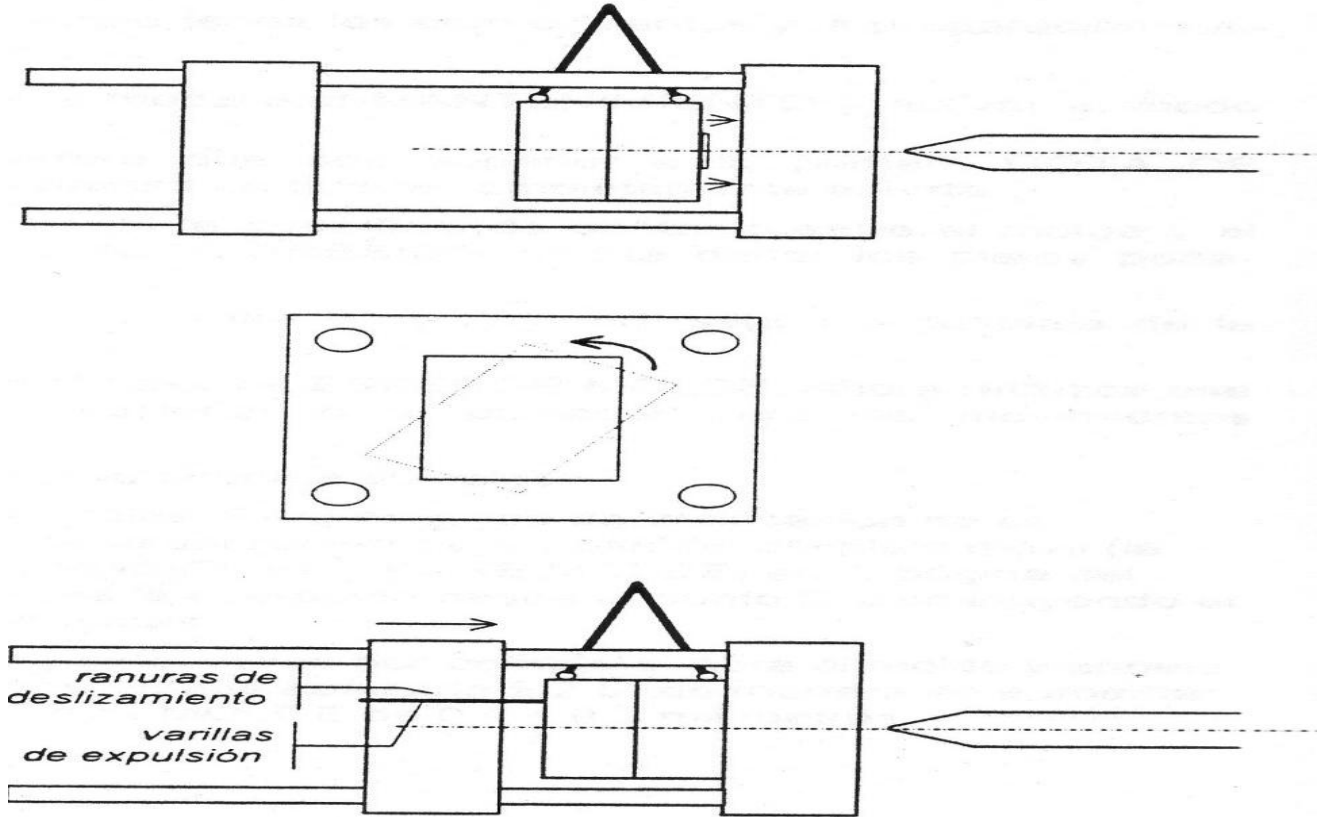


Figura 43. Secuencia del anclaje de un molde.

- 1) Abrir completamente la prensa de la máquina, (la platina móvil).
- 2) Introduzca el valor del espesor del molde en la entrada de programación ESPESOR MOLDE. Del espesor del molde programar de 2 mm a 5 mm menos y asentar.
- 3) Presione la tecla para accionar los movimientos manuales del motor de ajuste del espesor de molde y a continuación cualquiera de los dos pulsadores de avance o de retroceso: el deslizamiento se producirá automáticamente en la dirección de acercamiento a la medida a alcanzar.
- 4) Espere que la unidad de cierre logre el valor programado.
- 5) Subir el molde en la zona comprendida entre los dos platos porta molde (zona de molde).

- 6) Ponga el molde en contacto con el plato fijo, colóquelo en su posición correcta y sujete la mitad fija. El canal de alimentación del molde tiene que quedar alineado con la abertura correspondiente del plato fijo.
- 7) Monte las varillas del expulsor en el molde si lo lleva.
- 8) Haga avanzar el plato móvil asegurándose que las varillas de expulsión emboquen las ranuras especialmente preparadas para ellas en plato.
- 9) Lleve el plato móvil en contacto con el molde y sujete la parte móvil del molde al plato.
- 10) Bloquee las varillas a la plancha de expulsión. Apriete con fuerza las tuercas de fijación.
- 11) Como se explicó anteriormente se medirá la distancia de la placa expulsora para su programación posterior (antes en la página de extracción de botador deberán estar en ceros para evitar problemas posteriores).
- 12) Colocar la refrigeración del molde, ya sea con conexiones rápidas, o con nipples normales, puentes , (antes de subir el molde como se explicó anteriormente revisar que las salidas y entradas de agua no estén obstruidas verificar con aire, también se recomienda probar antes de subir el molde conectar el agua de refrigeración para verificar que no tenga fugas, en la mayoría de las veces se monta y cuando se prueba la refrigeración resultan con fugas, resultado tiempos muertos retrasando la producción). Abrir los grifos o llaves del agua verificando que no hay fugas quedando listo para el arranque.
- 13) Conectar el termorregulador de agua o aceite si es necesario (algunos moldes sobre todo donde se usan plásticos de ingeniería o en piezas que requieran acabados brillantes y / o tener un mejor control de la fluidez para un llenado de precisión o cuando se usan plásticos con fibra de vidrio para obtener una buena dispersión).
- 14) Si el molde es de colada caliente, conectar el aparato de control de temperatura de los inyectores (torpedos) así como también del manifold (el que mantiene a temperatura constante el plástico para la siguiente inyección).
- 15) Si la expulsión de la pieza es con aire, conectarla el noyo válvula direccional neumática).
- 16) Si la expulsión de la pieza es con extracción hidráulica, conectar el noyo (la válvula direccional hidráulica).
- 17) Revisar la boquilla de cilindro de inyección sea igual al radio del bebedero del molde para evitar escurrimientos que aumentan los desperdicios y los costos de producción.
- 18) Si el molde es con limitadores de carrera para la expulsión de la pieza tener cuidado programar la abertura correcta, (cuando programes apertura de molde).

- 19) Una vez que se ha terminado el montaje de molde encender las temperaturas de cilindro, dependiendo de la rapidez del montaje puede encenderse desde al principio.
- 20) Limpieza y orden después del montaje, colocar el recipiente donde caen las piezas inyectadas.
- 21) Checar todo detalle del molde. Checar todo detalle de la máquina, como protección mecánica, protección hidráulica, protección electrónica o eléctrica.

A este punto el molde está montado, es necesario pasar a la regulación de la fuerza de cierre mediante la regulación del espesor del molde.

EJEMPLO DEL AJUSTE DE LA FUERZA DE CIERRE Y DEL ESPESOR DEL MOLDE.

En este apartado se ilustra el procedimiento a observar para efectuar el ajuste de la fuerza de cierre en modo manual. Si la maquina esta provista del dispositivo para el ajuste automático de la fuerza de cierre (U.S.C.), pueden ejecutar el ajuste también de forma automática. La descripción del procedimiento a observar para el ajuste en modo automático.

Estas operaciones deben ser efectuadas por personal que tenga los conocimientos y la preparación suficiente para desarrollarse en condiciones de seguridad.

Antes de iniciar la operación recuérdese desactivar la modalidad MANTENIMIENTO y activar el modo manual.

- 1) Lleve el plato móvil (platina móvil) en una posición de carrera que sea superior a la primera COTA DE SEGURIDAD programada pero de forma que la prensa no quede completamente abierta.
- 2) Introduzca el valor de ALTA PRESION de cierre (si la superficie de contacto entre el molde y el plato es pequeña), la utilización del máximo de ALTA PRESION podría dañar los platos porta moldes.
- 3) Programe la cota de ALTA PRESION con un valor 60 mm y 200 mm según el tonelaje de la inyectora.
- 4) En el punto 2 del párrafo anterior se introdujo el valor de ESPESOR MOLDE. Ahora reduzca ese valor en aproximadamente medio milímetro, presionando el pulsador para los movimientos manuales correspondientes.
- 5) Avance muy lentamente el plato móvil hasta cerrar totalmente el molde.
- 6) Verifique que la rodillera este completamente extendida. Para este tipo de verificación no es suficiente la percepción visual, es necesario que la visualización de la posición del plato móvil (la que se encuentra en correspondencia del campo POSICION CIERRE MOLDE) en la

página del cierre este a cero. Si está a cero, abra el molde y repita la operación desde el punto 5, disminuyendo el valor de ESPESOR MOLDE en un medio milímetro más.

- 7) Cuando, al cerrar el molde, la rodillera ya no logra extenderse por completo, abra el molde y apriete los pulsadores para el ajuste del espesor del molde de manera de aumentar el valor leído a la visualización POSICION ESPESOR MOLDE de $0.2 + 0-3$ milímetros.

Representación de una prensa de cierre de rodilleras completamente extendidas y molde cerrado.

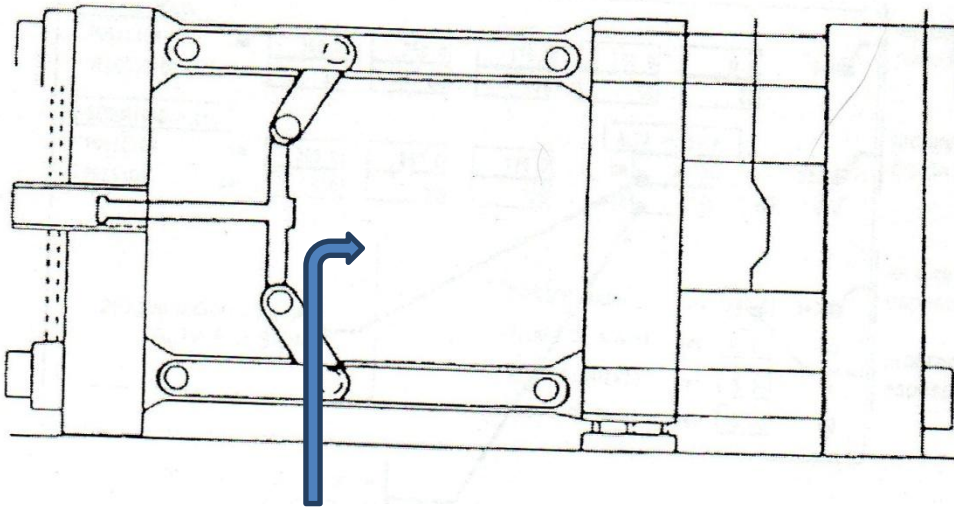


Figura 44. Rodillera extensa molde cerrado.

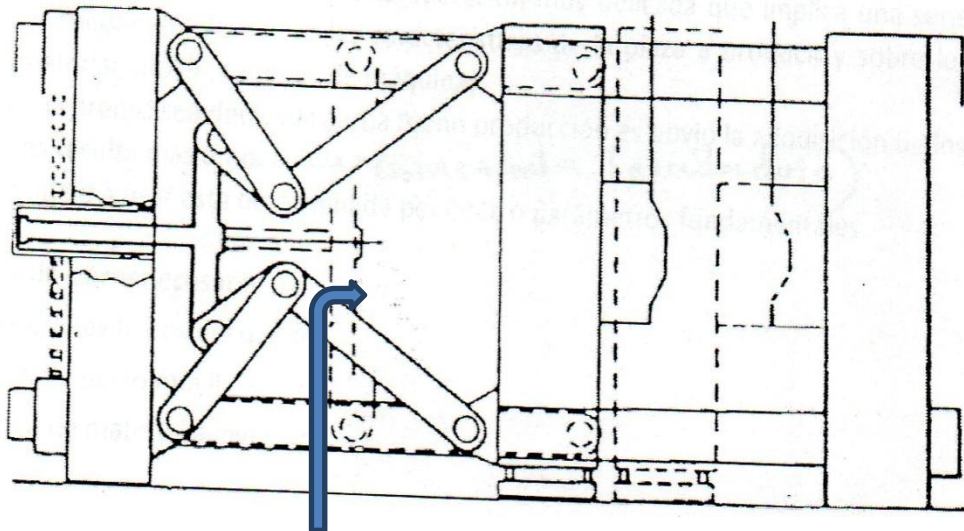


Figura 45. Rodilleras de la prensa completamente abierta (molde abierto).

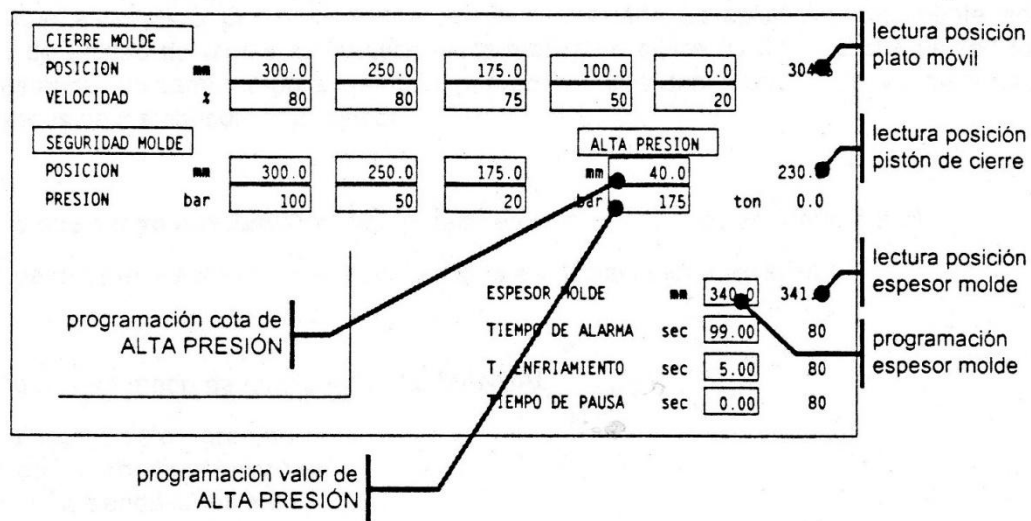


Tabla 10. Valores de la alta presión (ejemplo de programación).

Cálculo fuerza de cierre (elección prensa)

La elección del tipo de prensa a utilizar es una operación muy delicada que implica una serie de complicaciones fundamentales sobre las características de la pieza a producir y sobre los medios usados (material, molde, tiempos de máquina).

En el caso de que la prensa sea dedicada a una mono producción es obvio la adquisición de los datos significativos resulta más significativo.

La elección del modelo a usar está determinada por cuatro parámetros fundamentales.

- La fuerza de cierre necesaria
- Las dimensiones físicas del molde
- La carrera del plano móvil
- El volumen de material a inyectar

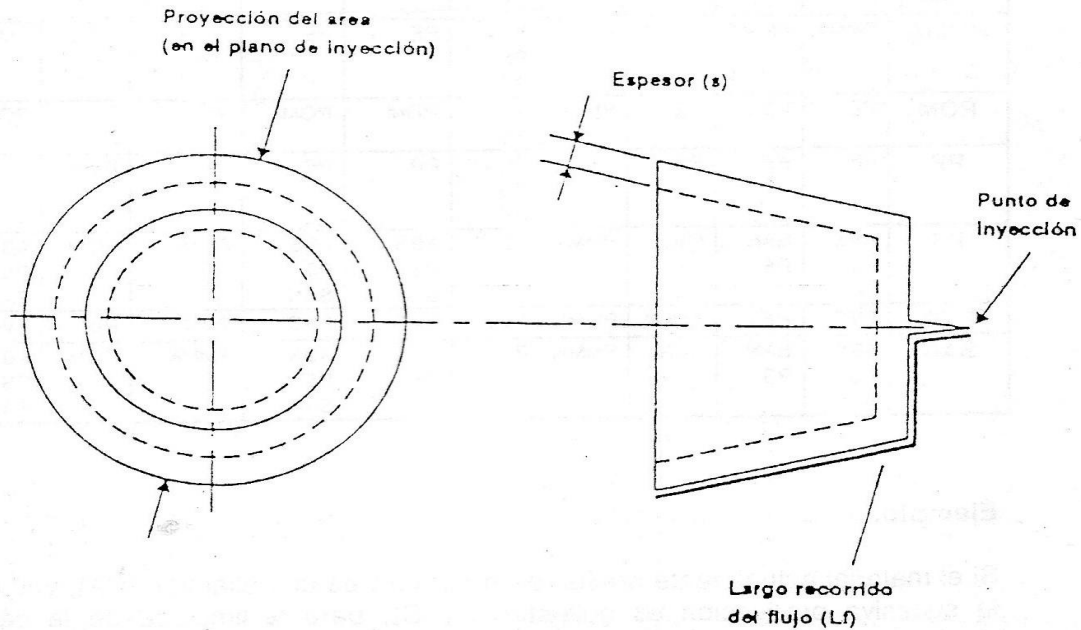


Figura 46. Recorrido del flujo, espesor y área de proyección.

Para determinar el exacto valor de la fuerza de cierre es necesario conocer, por sobre todo dos datos:

- Proyección del área de la figura sobre el plano de inyección
- Valor de la presión media ejercitada por el material en fase de inyección; este último dato es estrictamente dependiente de una serie de variables, tales como:
 - Tipo de material usado
 - Temperatura de la masa fundida
 - Temperatura del molde
 - Características de la figura a obtener:
 - Espesor de las paredes (variables de punto a punto)
 - Longitud y tortuosidad de recorrido del flujo
 - Grado de acabado de las paredes internas de la cavidad.

El cálculo de la presión media puede ser efectuado utilizando diagramas oportunamente estudiados, por medio del siguiente procedimiento:

- Cálculo del recorrido del flujo: la longitud del recorrido del flujo (Lf) es la distancia entre el punto de inyección y el punto de la figura más distante de él.
- Cálculo del coeficiente del flujo. es la relación entre la longitud del recorrido del flujo (Lf) y el espesor medio (s) de las paredes de la pieza a inyectar.

Ejemplo: Con Lf=150 mm, e S=1,5 mm, la relación Lf/S resulta ser:

$$Lf/S = 150 \text{ over } 1,5 = 100 \quad Lf/S = 150 \text{ mm} / 1.5 \text{ mm} = 100 \text{ mm}$$

$$Lf/S = 100 \text{ mm}$$

Utilizando, a este punto, el diagrama de la figura siguiente, es posible calcular el valor de la presión media por unidades superficie.

1. Encontrar el punto de intersección entre la curva relativa a la relación de flujo (en nuestro caso 100) y la línea relativa al espesor de la pared (1.5): recortando este punto sobre el eje de las coordenadas se conocerá el valor de la presión media (Pm). Presión media del molde (**ver grafica 13) El valor es 200 bar.**
2. La fuerza de cierre de la prensa resultara ser:

$$Pm \text{ por kM} \times A = \text{toneladas}$$

Donde:

km = Constante relativa al tipo de material usado, cuyo valor es:

km 1 per PA; PE-HD; PE-LD, PS (para estos plásticos 1.0 partes).

km 1.5 per SAN, ABS, CA, POM, SB (para estos plásticos 1.5 partes).

km 2 per PC, PMMA, PPO, PVC (Para estos plásticos 2.0 partes).

A área (cm²) de la proyección de la figura sobre el plano de inyección.

Nota: Aumentar de 10-15% el valor de la fuerza de cierre calculado, al fin de obtener un suficiente margen de seguridad.

Lf = coeficiente de flujo

eS = espesor medio de las paredes de la pieza a inyectar.

Ejemplo:

Lf= 150 mm eS= 1.5 mm

t = tonelaje

$$t = P_m \times k_m \times A$$

$$t = 200 \text{ bar} \times 1.0 \times 16.6 \text{ cm}^2$$

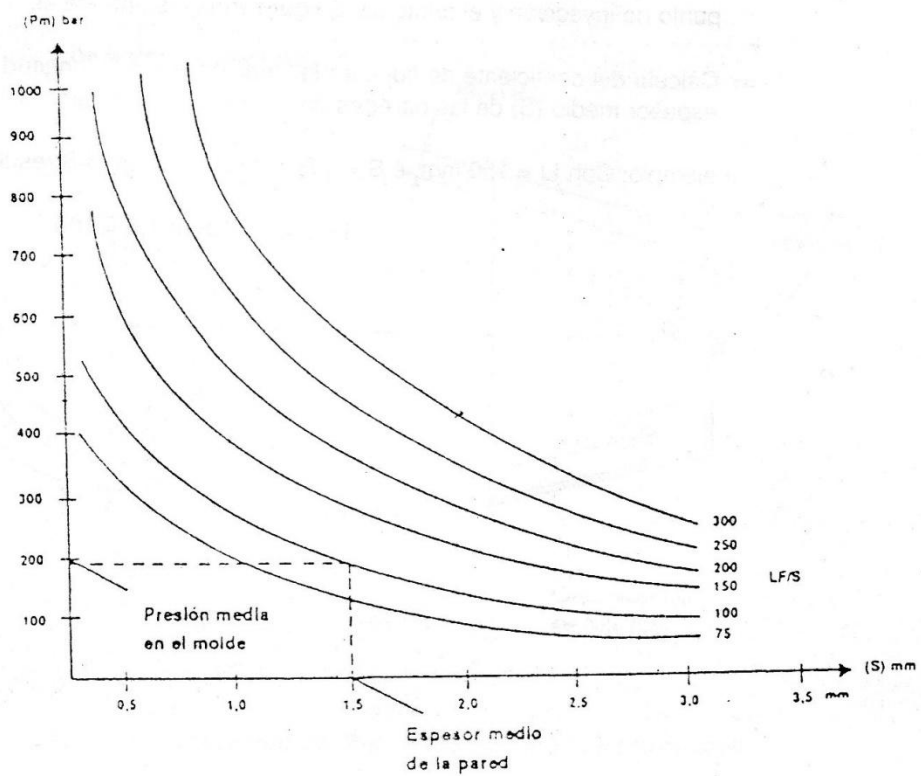
$$t = 200 \text{ bar} \times 10 \text{ N/cm}^2 / 1 \text{ bar} = 2000 \text{ N/cm}^2$$

$$t = 200 \text{ N/cm}^2 \times 16.6 \text{ cm}^2 = 33200 \text{ N}$$

$$t = 33200 \text{ N} \times 1 \text{ kN} / 1000 \text{ N} = 33.2 \text{ kN}$$

Nota: Área proyectada sobre el dibujo de la figura 46. = 3.1416×2.3^2

$$A = 3.1416 \times 2.3 \times 2.3 = 16.6 \text{ cm}^2$$



Grafica 14. Diagrama para el cálculo de la presión media en el molde.

FORMULA PARA EL CALCULO DE LA FUERZA DE CIERRE SOBRE UNA AREA PROYECTADA

$$F_c = A \times P_{in} \times f.s.$$

F_c = Fuerza de cierre

A = Area proyectada

P_{in} = Presión interna del molde

$f.s.$ = Factor de seguridad dependiendo a la complejidad del diseño de la cavidad.

- 1.1 Vaso
- 1.2 Nervios
- 1.3 Cambios bruscos de dirección
- 1.4 Combinado 1.2 / 1.3

PRESION INTERNA EN EL MOLDE

P_{in} = Presión debida al recorrido / Pared (x) factor del material.

CALCULO DE CAPACIDAD DE CIERRE
DE ACUERDO AL POLIMERO

MATERIAL	PRESION DE INY. MIN / MAX (BARES)	PRESION DE INY. PSI	T / Plg ²
PS	300 / 700	10,000	2
SAN	300 / 700	10,000	2
ABS	300 / 700	10,000	2
PA	1000 / 1300	20,000	6.6
PE	300 / 700		2
PP	350 / 1200		2.3
ACETAL (POM)	350 / 1200		2.3
PC	800 / 1300		5
PVC	250 / 500		1.6

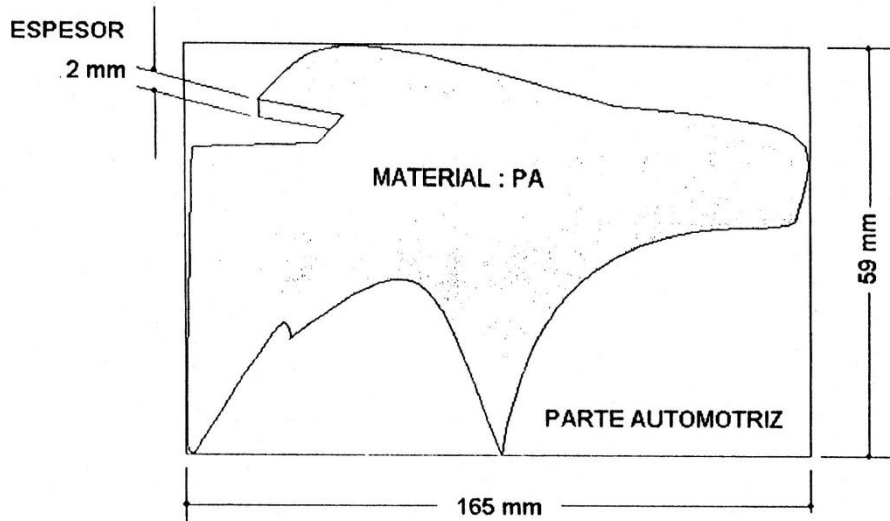
$$F_c = T / Plg^2 \times \text{Area Proyectada}$$

T = "Thumb Rule " - Regla de Dedo o Práctica.

PRESION Y FUERZA DE CIERRE

Verifique , si la operación que se esta teniendo en la máquina es la adecuada

PRODUCTO	ARTICULO	MATERIAL	PRESION INTERIOR EN EL MOLDE (bar)
PIEZAS TECNICAS DE PRESICION PARA ENSAMBLE	CONECTORES BORNES	PA , PC PBTP	500- 700 600 - 800
PIEZAS TECNICAS FUNCIONALES	PIÑONES BOBINAS	POM , PA PBTP	700- 800 700 - 800
PIEZAS OPTICAS	CALAVERA LENTES	PMMA	600 - 800 500 - 700
PIEZAS AUTOMOTRICES	PARRILLAS DE RADIADORES SALPICADERAS PARÁCHOQUES	PP ABS	400 - 500 400 - 500



PIEZAS TECNICAS DE ENSAMBLE : 700-800 bar

ESPESOR : 2 mm

MATERIAL : PA

SUPERFICIE TOTAL : $165 \times 59 = 16.5 \times 5.9 \text{ cm}^2 = 97.35 \text{ cm}^2$

FUERZA DE CIERRE EN KN = SUPERFICIE PROYETADA x PRESION INTERIOREDEL MOLDE EFECTIVA

$$= 97.35 \times 800 = 77880 \text{ N} = 77.8 \text{ KN}$$

= MAQUINA DE 110 ERGOTECH

$$F_c = 800 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2 / 1 \text{ bar} = 8000 \text{ N/cm}^2$$

$$F_c = 8000 \text{ N/cm}^2 \times 97.35 \text{ cm}^2 = 77880 \text{ N}$$

$$F_c = 77880 \text{ N} \times \text{N} / 1000 \text{ kN} = 77.880 \text{ kN}$$

Grafica 15. Ejemplo de cómo calcular la fuerza del cierre de un molde.

PRESION ESPECIFICA DENTRO DEL MOLDE

BAR

ESPEJOR DE PARED (mm)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	2.0
2	200	140	115										
3	300	210	170	135									
4	400	280	230	180	140	120							
5	500	350	285	225	175	150	130						
6	600	420	340	270	210	180	155	125					
7	700	490	400	315	245	210	180	150	125				
8	800	560	560	360	280	240	210	170	145	120			
9	900	630	515	405	315	270	235	190	160	135			
10	1000	700	570	450	350	300	260	210	180	150	130		
11		770	630	495	385	330	285	230	200	165	145		
12		840	685	540	420	360	310	250	215	180	155	120	
13		910	740	585	455	390	340	275	235	195	170	130	
14		980	800	630	490	420	365	295	250	210	185	140	
15			855	675	525	450	390	315	270	225	195	150	
16			912	720	560	480	415	340	290	240	210	160	160
17			969	765	595	510	440	360	305	255	220	170	
18				810	630	540	470	380	325	270	235	180	135
19				855	665	570	495	400	340	285	250	190	
20				900	700	600	520	420	360	300	260	200	150
21					735	630	545	440	380	315	275	210	
22					770	660	570	460	395	330	285	220	165
23					805	690	595	485	415	345	300	230	
24					840	720	625	505	430	360	315	240	180
25					875	750	650	525	450	375	325	250	
26					910	780	675	545	470	390	340	260	195
27						810	700	565	485	405	350	270	
28						840	725	590	505	420	365	280	210
29						870	755	610	520	435	380	290	
30							780	630	540	450	390	300	225
31							805	650	560	465	405	310	
32							830	670	575	480	415	320	240
33							855	695	595	495	430	330	
34								715	610	510	445	340	255
35								735	630	525	455	350	
36								755	650	540	470	360	270
37								780	665	555	480	370	
38								800	685	570	495	380	285
39									700	585	510	390	
40									720	600	520	400	300
41										630	545	420	
42										660	570	440	330
43											600	460	
44												480	360
45													
46													
47													
48													

PARA MATERIALES DE BUENA FLUIDEZ

Tabla 11. Como se calcula la presión en el molde en función del espesor de la pieza y del recorrido del flujo.

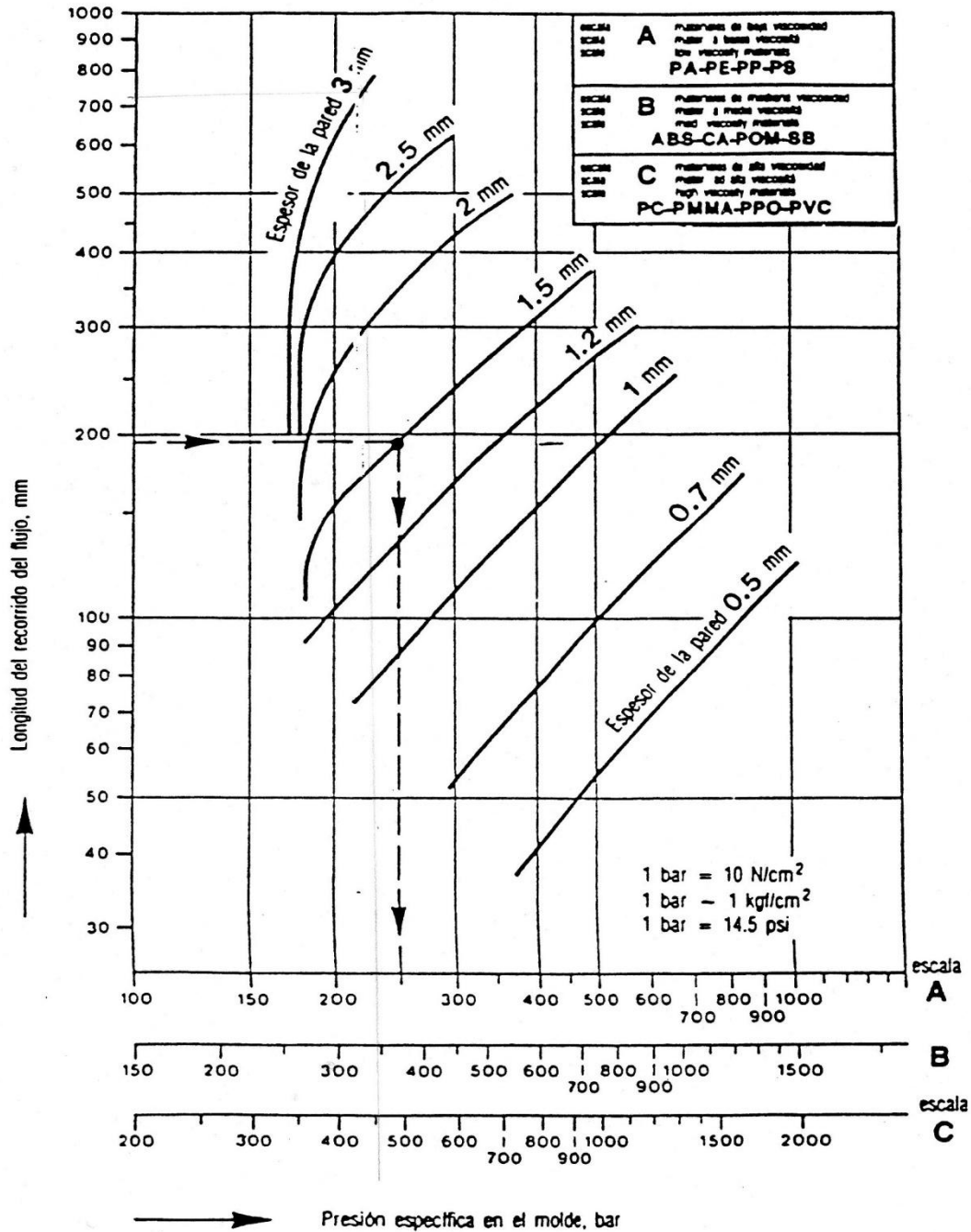


Diagrama para el cálculo aproximado de la PRESIÓN ESPECÍFICA EN LA CAVIDAD DEL MOLDE en función del espesor de la pieza, de la longitud de la trayectoria del flujo y de la viscosidad del material en estado fundido. Ejemplo de cálculo: para moldear una pieza de policarbonato (símbolo PC-escala C) con un espesor de pared de 1.5 mm y una longitud de recorrido del flujo de 200 mm: la presión específica en la cavidad del molde puede alcanzar aproximadamente 500 bar (= 5 kN/cm²).

Para moldear piezas de la misma dimensión, con material menos viscoso, obviamente se requerirá una presión específica más baja (véanse las escalas A y B en el mismo diagrama).

Diagrama 1.

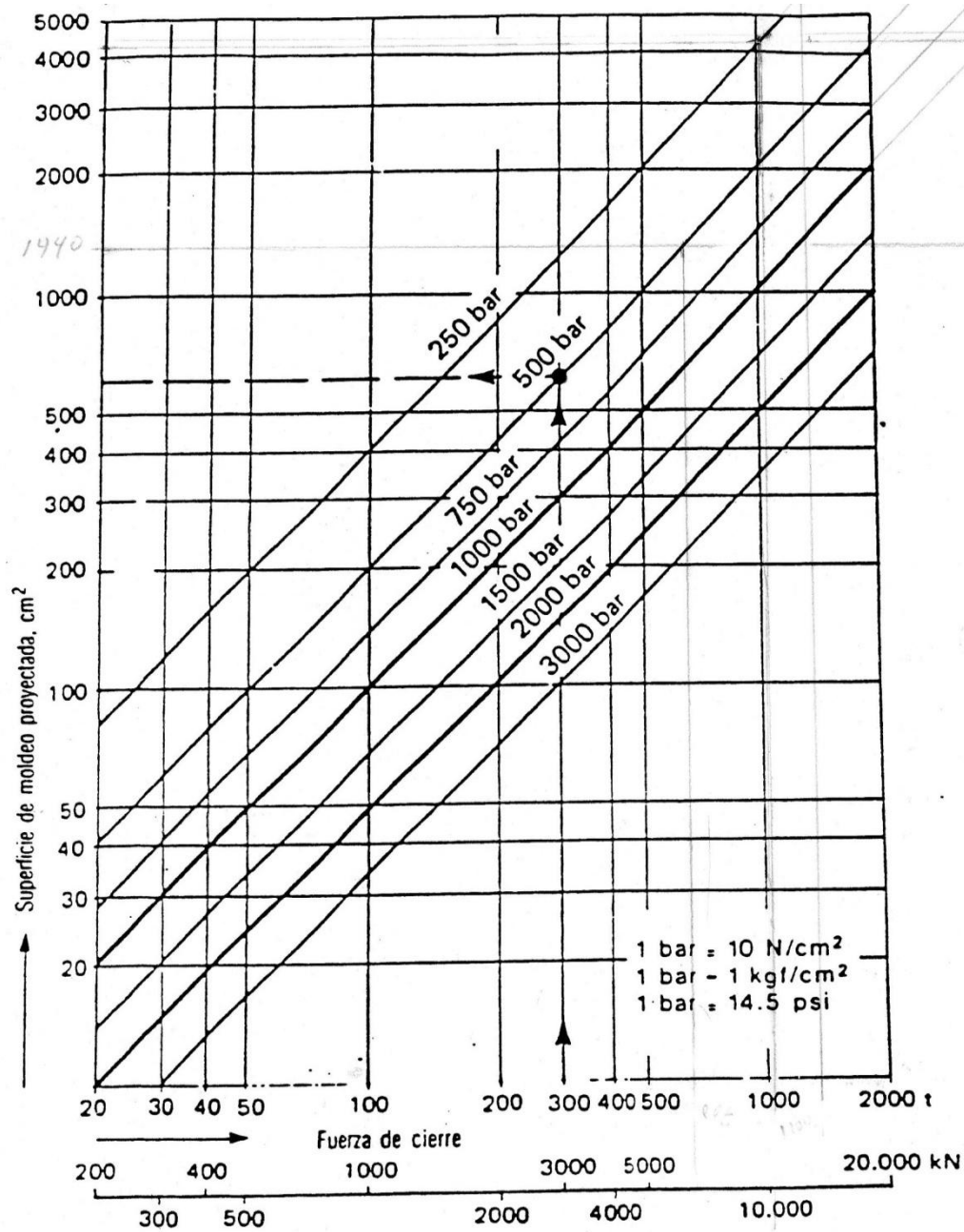


Diagrama para el cálculo de la superficie de moldeo proyectada (o área frontal) en función de la fuerza de cierre de la máquina y la presión de inyección (actuando en el molde).

Ejemplo de cálculo: Una máquina con fuerza de cierre de 300 toneladas (3000 kN) puede moldear partes con una superficie proyectada de 600 cm² con una presión en la cavidad de 500 bar. Con una presión de 1000 bar, la superficie de moldeo se reduce a 300 cm².

Diagrama2.

TABLA DE CONVERSION PARA PRESIONES

<i>Temperatura</i>		
°C	°F	°K
360	680	633
340	644	613
320	608	539
300	572	573
280	536	553
260	500	533
240	464	513
220	428	493
200	392	473
180	356	453
160	320	433
140	284	413
120	248	393
100	212	373
80	176	353
60	140	333
40	104	313
20	68	293
0	32	273
-20	-4	253
-40	-40	223

<i>Pressione</i>	
bar	psi
0	0
50	711
100	1422
200	2840
300	4270
400	5690
500	7110
600	8530
700	9960
800	11380
900	12800
1000	14220
1100	15640
1200	17060
1300	18480
1400	19900
1500	21330
1600	22750
1700	24170
1800	25590
1900	27000
2000	28440
2100	29860
2200	31280
2300	32700
2400	34120

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ N} / \text{cm}^2 = 14.5 \text{ psi} \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

Tabla 12. Conversión de presiones y temperaturas.

DIAGRAMA PARA EL CALCULO DEL AREA PROYECTADA, EN FUNCION DE LA FUERZA DE CIERRE DE LA MAQUINA Y LA PRESION DE INYECCION

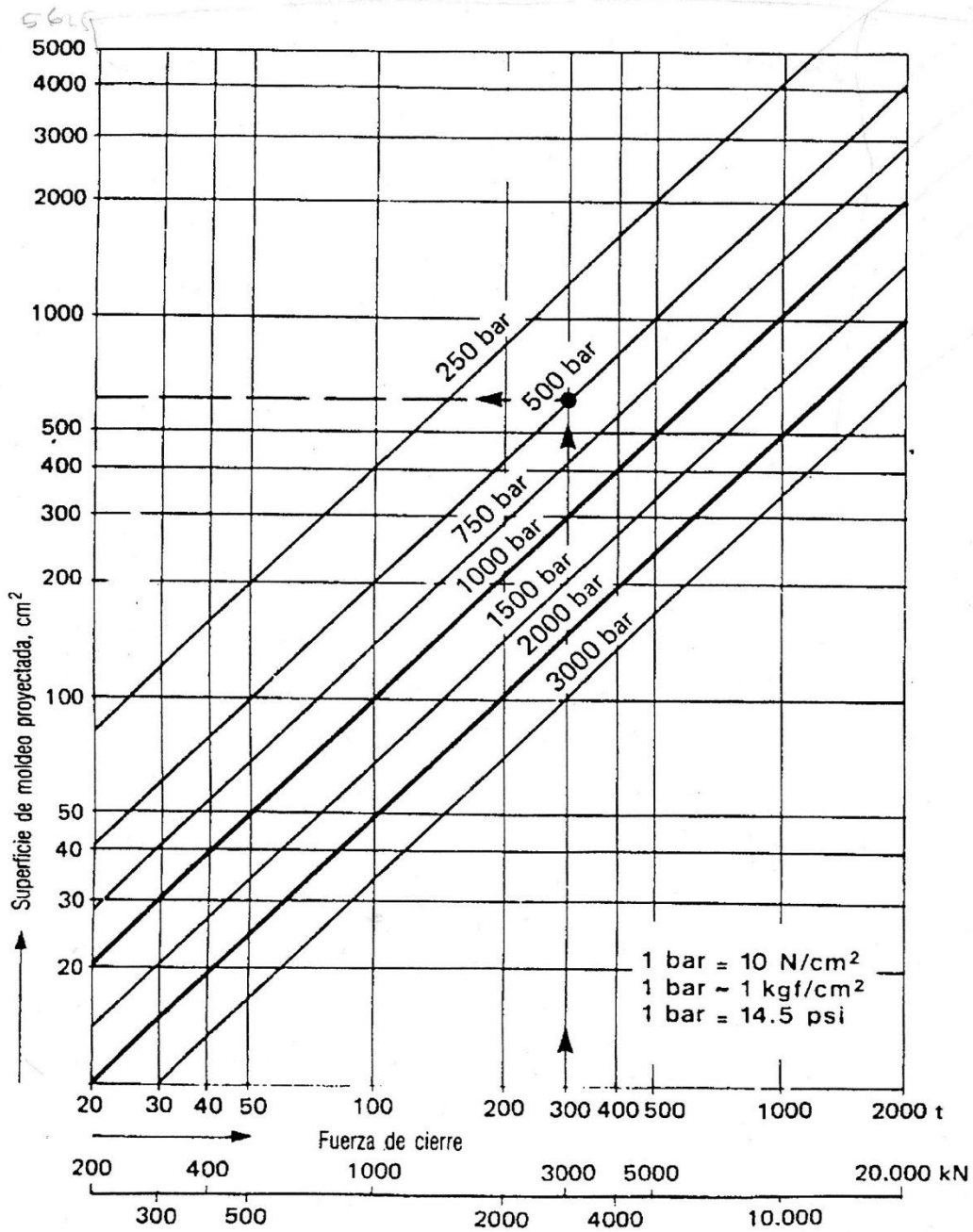


Diagrama 3. Para el cálculo del área proyectada en función de la gráfica de la fuerza de cierre y presión de inyección.

7.-PROGRAMACION DE LOS PARAMETROS DE CIERRE Y APERTURA DE MOLDE.

1.- Teclar en el menú principal la paginas F2, aparecerá en la pantalla 2.1 como cierre de molde.

Podemos observar como un ejemplo de programación de valores en la figura # 47, ejemplo por el cual nos podemos guiar, donde las velocidades son escalonadas es decir se arranca el cierre lento, rápido, mas rápido, frena lento, entra la primera protección de molde, entra la segunda protección del molde y al final si no hay nada que impida el cierre lo hace muy rápido suficiente para que cierre suave.(V05,V06,VO7,V08,VO9,V10).

Posiciones de conmutación, los valores de programación se muestran en la figura#47 como se van hacer los cambios y a que distancia, por ejemplo la velocidad V05 cambiara en la posición Q05 (280 mm) a la V06, la velocidad V06 cambiara en la posicionQ06 (180 mm) a la velocidad V07 . Así sucesivamente se van haciendo los cambios de conmutación. (Q03, Q05, Q06, Q07, Q08, Q09).

Presión de cierre de la maquina total observar la figura 47, P02 130 bar, como baja la presión cuando entra la 1ª protección de molde P03 40 bar, y como va subiendo cuando entra la segunda protección de molde P32 80 bar y el cierre final si no hay algo que lo obstruya lo hace con la presión de 130 bar.

Los valores que se programan en la figura # 47 aparecerán automáticamente en la tabla # 13 o al revés. Las velocidades se manejan en este caso en porcentaje del 99% y las posiciones en mm.

2.1 CIERRE MOLDE		1/1	N
VELOCIDAD 1° FASE	V05	0	%
VELOCIDAD 2° FASE	V06	0	%
VELOCIDAD 3° FASE	V07	0	%
VELOCIDAD 4° FASE	V08	0	%
VELOCIDAD 5° FASE	V09	0	%
VELOCIDAD 6° FASE	V10	0	%
POSICION FINAL APERTURA	Q03	0	mm
POSICION FINAL 1° FASE	Q05	0.0	mm
POSICION FINAL 2° FASE	Q06	0.0	mm
POSICION FINAL 3° FASE - INICIO PROTECCION	Q07	0.0	mm
POSICION FINAL 4° FASE	Q08	0.0	mm
POSICION FINAL 5° FASE - FIN PROTECCION	Q09	0.0	mm
PRESION DE CIERRE	P02	0	bar
1° PRESION PROTECCION MOLDE	P03	0	bar
2° PRESION PROTECCION MOLDE	P32	0	bar
TIEMPO DE ENFRIAMIENTO	D07	0.00	s
PIEZA INTERPUESTA - MOVIMIENTOS REPETIDOS MOLDE	[]	SI	[] NO
NUMERO VECES REPETIDOS MOLDE/EXTRACTOR	N10	0	

Tabla 13.
Valores programados.

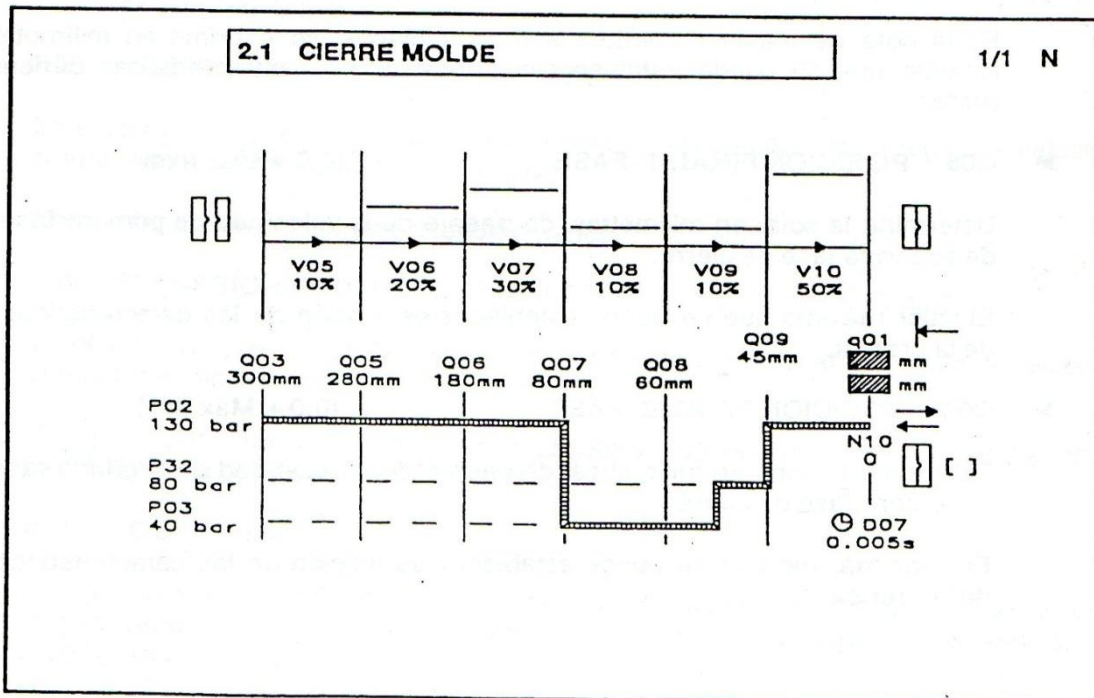


Figura 47. Aparece en la pantalla de la maquina la pág. 2.1 donde se programan los valores de cierre, valores que se ponen como ejemplos de programación (velocidad de cierre, posiciones de conmutación, presiones de protección de molde, presión de cierre total. Valores que automáticamente aparecerán en la tabla 13 al programar.

COMO PROGRAMAR LAS POSICIONES DONDE SERA LA CONMUTACION DE VARIABLES DE VELOCIDADES, PRESIONES Y PROTECCION DE MOLDE AL CIERRE.

2.- Q03 Posición de conmutación igual a la cuota máxima posible de abertura que permita una caída fácil de la pieza moldeada. Correr la platina móvil hasta cuando no se considere necesario que la pieza tenga espacio suficiente para caer, leer esta cuota (q01) y sentarla en Q03. (300 mm)

3.- Q07 Posición de conmutación (cuota de inicio de protección) a un valor obtenido de la siguiente manera: hacer avanzar la platina móvil hasta la entrada del plano fijo o de eventuales columnillas; leer la cuota (q01) y sentarla en Q07 = 80 mm. Aquí el corazón o macho del molde debe entrar a la cavidad.

4.- Q09 Posición de conmutación a la máxima cuota posible de cierre es decir avanzar platina móvil hasta unos 45 mm antes de cerrar el molde en su totalidad leer la cuota (q01) y sentar Q09 = 45 mm.

5.- Q08 Posición de conmutación a una cuota incluida entre Q07 Y Q09. Q08 = 60 mm. Ejemplo Q07 =80 mm, Q09 = 45 mm, proceder a calcular $Q08 = 80 \text{ mm} + 45 \text{ mm} / 2 = 62 \text{ mm}$ (mas menos 2mm)

6.- Q05 y Q06 Posiciones de conmutación = cuotas incluidas entre Q03 y Q07 (Q05 = 280 mm)

(Q06 = 180 mm), Ejemplo $Q06 = Q07 80 \text{ mm} + Q03 300 \text{ mm} = 380 \text{ mm} / 2 = 190 \text{ mm}$, (mas menos 10 mm),

Ejemplo $Q05 = Q06 190 \text{ mm} + Q03 300 \text{ mm} = 490 \text{ mm} / 2 = 245 \text{ mm}$.

8.- Teclar en el menú principal la página F3, aparecerá en la pantalla 3.1 APERTURA DE MOLDE.

Podemos observar como un ejemplo de programación de valores en la figura # 48, ejemplo por el cual nos podemos guiar, donde las velocidades son escalonadas es decir se arranca la apertura lenta, rápido , más rápido, frena lento y abre el total programado. (V66, V01, V02, V03, V04).

Para programar las posiciones de conmutación de apertura de molde máximo que es de 300 mm (Q03)que se considera suficiente para que la pieza caiga bien a la expulsión calcular como sigue:

Posición de conmutación $Q41 = 300 \text{ mm} (Q03) * 4 \% = 12 \text{ mm}$, es posición de desbloqueo al abrir el molde.

Apertura molde

3.1 APERTURA MOLDE		1/1	N
VELOCIDAD 1° FASE : FRENO AL INICIO DE LA APERTURA	V66	0	%
VELOCIDAD 2° FASE	V01	0	%
VELOCIDAD 3° FASE	V02	0	%
VELOCIDAD 4° FASE	V03	0	%
VELOCIDAD FASE PREAVANCE	V04	0	%
POSICION FINAL 1° FASE	Q41	0.0	mm
POSICION FINAL 2° FASE	Q01	0.0	mm
POSICION FINAL 3° FASE	Q02	0.0	mm
POSICION FINAL APERTURA	Q03	0.0	mm
POSICION FINAL PREAVANCE	Q04	0.0	mm
PRESION DE APERTURA	P01	0	bar
TIEMPO DE ENFRIAMIENTO	D07	0.00	s
PAUSA PARA EXTRACCION	D01	0.00	s
INTERCICLO	D02	0.00	s

Tabla 14.
Valores
programados

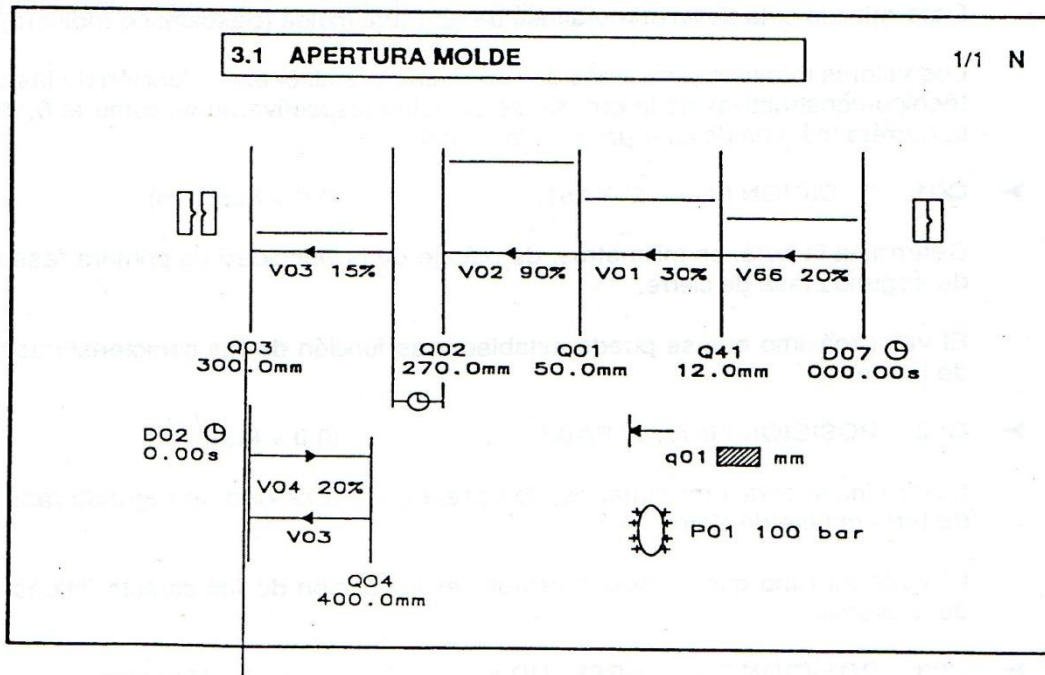


Figura 48. Aparece en la pantalla de la maquina como pagina 3.1 donde se programan los valores de apertura del molde velocidades de apertura posiciones de conmutación. Valores que aparecerán en la tabla 14, al programar.

Posición de conmutación $Q01 = 300 \text{ mm (} Q03 \text{)} * 17 \% = 51 \text{ mm}$ es la primera posición de la primera velocidad de apertura.

Posición de conmutación $Q02 = 300 \text{ mm (} Q03 \text{)} * 90 \% = 270 \text{ mm}$, es segunda posición de conmutación de la segunda velocidad de apertura rápida casi máxima velocidad 99 %.

$Q03 = 300 \text{ mm}$ que es la tercera posición de la tercera velocidad de apertura que es el freno de apertura, para evitar que la platina al abra bruscamente al choque.

Las velocidad $V66 = 20 \%$ esta velocidad debe ser suficiente para que el molde haga el desbloqueo. Esta velocidad puede variaren molde más grande o máquinas de mayor tonelaje.

La velocidad $V01 = 30 \%$ que es la primera velocidad de apertura de molde.

La velocidad $V02 = 90 \%$ segunda velocidad de apertura de molde debe ser máxima para acortar el ciclo de inyección.

La velocidad $V03 = 15 \%$ tercera velocidad de apertura de molde y freno para que al abrir el molde no golpee y no cimbre la máquina.

Todas las velocidades se usan en porcentajes del 99 % y las posiciones en máxima velocidad de apertura que es de 99%.

CIERRE DE MOLDE A DOS PLACAS.

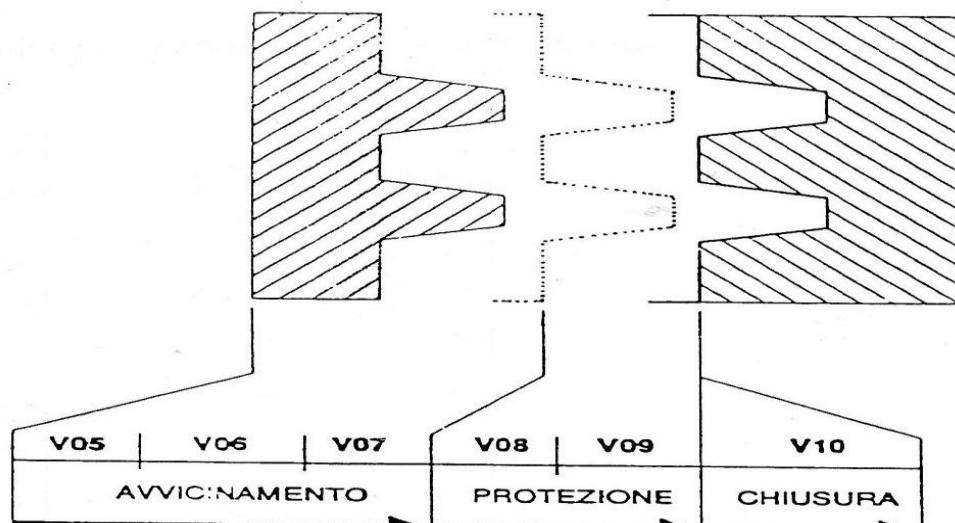


Figura 49. En la figura indica un ejemplo de molde a dos placas.

MOLDE A DOS PLACAS CON COLUMNAS, O GUIAS O MEJILLAS.

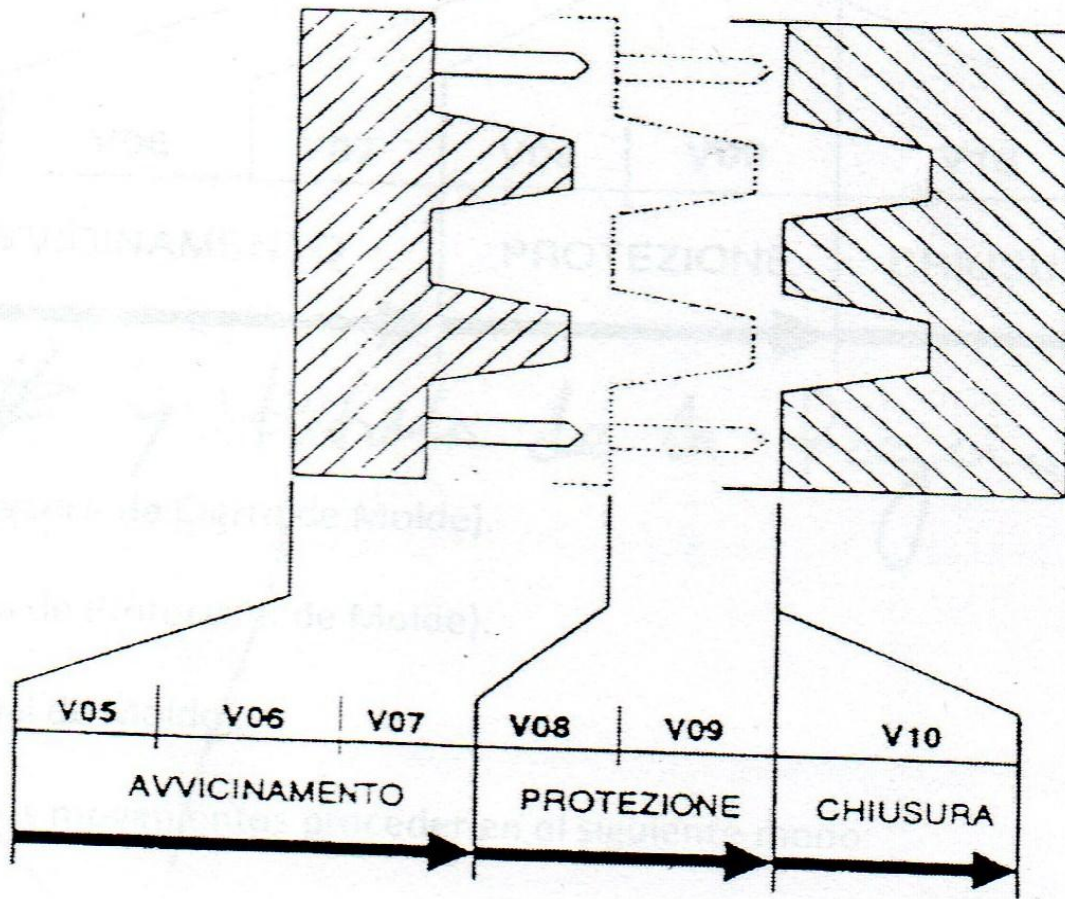


Figura 50. Molde a dos placas con mejillas

MOLDE A TRES PLACAS.

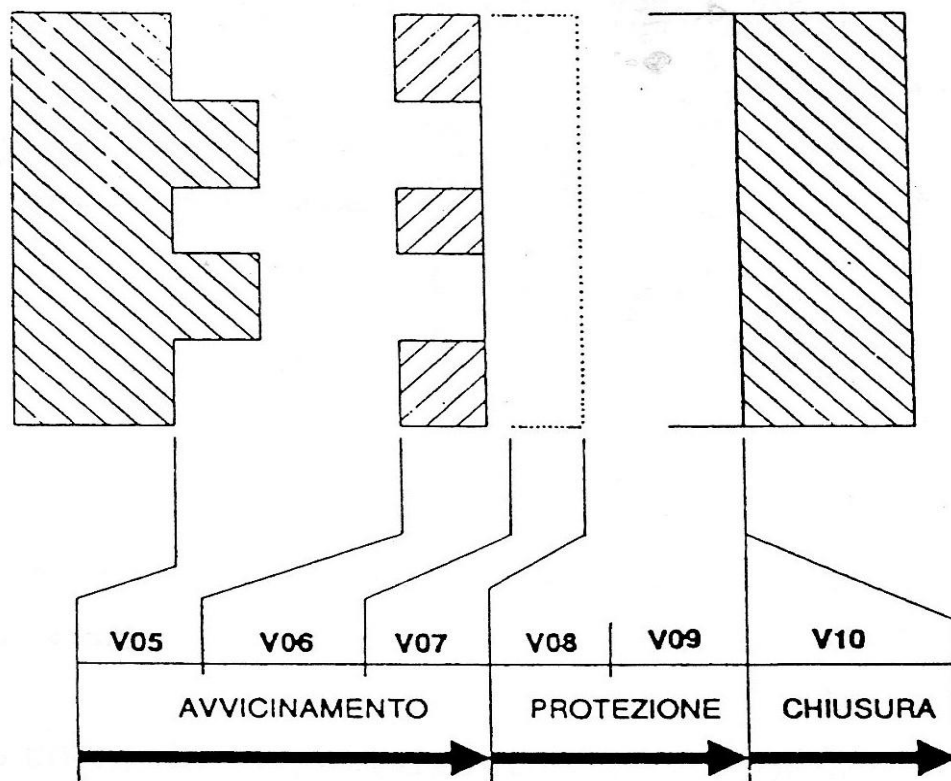


Figura 51. Ejemplo de molde a tres placas.

PRESION.

La presión P02 puede ser sentada al máximo (basta que no se trate de un molde particularmente pequeño para la maquina en la cual está armado). En este caso reducir la presión en función de la fuerza de cierre deseada: Para cada máquina la presión máxima (135 bar) corresponde al tonelaje nominal (ejemplo para una máquina de 95 toneladas la presión de 135 bar corresponde a 95 toneladas).

COLOCACIÓN DE LA PRESION CORRECTA DE PROTECCION MOLDE.

Esta presión debe ser sentada al valor más bajo posible.

- 1.-Impostar $P03 = P32 = 1 \text{ bar}$
- 2.- probar el cierre. En el caso en el cual no cierre aumentar P03 y P32 hasta cuando cierre.
- 3.- Abrir el molde y poner entre los dos planos cualquier obstáculo (ejemplo un pedazo de cartón, una hoja de papel, etc.) y verificar que la maquina se para por intervención de la protección

molde, además debe retroceder la máquina. Verificar siempre que con un obstáculo la prensa se pare.

8.- EXTRACCION HIDRAULICA DE LA PIEZA INYECTADA.

1.- Teclear en el menú principal la página F4, aparecerá en la pantalla 4.1 EXTRACCION HIDRAULICA DE LA PIEZA.

P10 = PRESION DE SALIDA DEL EXTRACCION. Determina la presión límite de salida del extractor. (0 + 135 bar) según el manual. Esta presión al programar puede variar dependiendo de la fuerza que necesite la placa botadora del molde.

Q18 = Q03 (apertura total de la maquina). POSICION MOLDE CONSENTIMIENTO EXTRACCION. Determina la cota, en milímetros, de apertura molde al lograr la cual se da el consenso a la extracción. (Es decir cuando abre total el molde y da la señal para que salga el botador).

N02 = 2, NUMEROS DE CARRERAS DE EXTRACCION (determina el número total de movimientos (salida y regreso) de la extracción de la pieza, suficiente para que la bote. (0 + 99)

D10 = 0(a menos que no se quiera retrasar la salida del extractor). RETARDO 1° SALIDAD EXTRACCION. Determina el retraso entre el consenso extracción y el comienzo del primer movimiento de salida extracción. (0.00 + 320.00 s)

V14 = VELOCIDAD 1° SALIDAD EXTRACTO. Determina la velocidad con la cual se regula el primer movimiento de salida extractor. (0 + 99 %)

Q19 = máximo valor. CARRERA SALIDA EXTRACTOR. Determina la posición de salida y por lo tanto la carrera del extractor, si se han programado varios movimientos del extractor. (0.0 + Max. Mm

D11 = RETARDO 1° ENTRADA EXTRACTOR 0.00 +320.00 s

Determina el retraso entre el final del primer movimiento de salida y el comienzo del movimiento siguiente de regreso extractor.

D25 =RETARDO ENTRADAS SUCESIVAS 0.00 + 320.00)

Determina el retraso entre el final de los movimientos sucesivos de salida y el comienzo de los relativos movimientos de regreso extractor.

V15 = VELOCIDAD ENTRADA EXTRACTOR (0 + 99 %)

Determina la velocidad con la cual se regulan todos los movimientos de regreso extractor (primero y siguiente).

V26 VELOCIDAD SALIDAS SUCESIVAS (0 + 99 %)

Representa la velocidad con la cual se regulan todos los movimientos siguientes de regreso extractor.

Q33 = POSICION ENTRADA PARCIAL

Determina la cota en la cual se bloquea el extractor durante todos los regreso menos el ultimo si han sido programados varios movimientos extractor.

Q34 = POSICION SALIDAS SUCESIVAS O.O + MAX mm

Determina la cota de salida extractor para carreras sucesivas a la primera, programada en Q19.

Q35 POSICION ENTRADA FINAL (0 + MAXIMA mm)

Determina la cota de regreso relativa a la última carrera extractor programada.

P73 PRESION RETROCESO EXTRACTOR

Determina la presión límite de regreso extracción

Q04 POSICION REAL EXTRACTOR

Representa la posición real del extractor detectada instante por instante.

Qo1 POSICION REAL MOLDE

Representa la posición real del molde detectada por el relativo transductor de posición (referida a la lectura de la cota de consenso extracción).

Extracción hidráulica

4.1 EXTRACCION HIDRAULICA		1/1	N
NUMERO CARRERAS DE EXTRACCION	N02	0	
POSICION MOLDE CONSENTIMIENTO EXTRACCION	Q18	(*)	mm
RETARDO 1° SALIDA EXTRACTOR	D10	0.00	s
RETARDO 1° ENTRADA EXTRACTOR	D11	0.00	s
RETARDO ENTRADAS SUCESIVAS	D25	0.00	s
VELOCIDAD 1° SALIDA EXTRACTOR	V14	0	%
VELOCIDAD ENTRADA EXTRACTOR	V15	0	%
VELOCIDAD SALIDA SUCESIVAS	V26	0	%
CARRERA SALIDA EXTRACTOR	Q19	0.0	mm
POSICION ENTRADA PARCIAL	Q33	0.0	mm
POSICION SALIDAS SUCESIVAS	Q34	0.0	mm
POSICION ENTRADA FINAL	Q35	0.0	mm
PRESION DE SALIDA DEL EXTRACTOR	P10	0	bar
PRESION RETROCESO EXTRACTOR	P73	0	bar

Tabla 15.
Valores programados de extracción

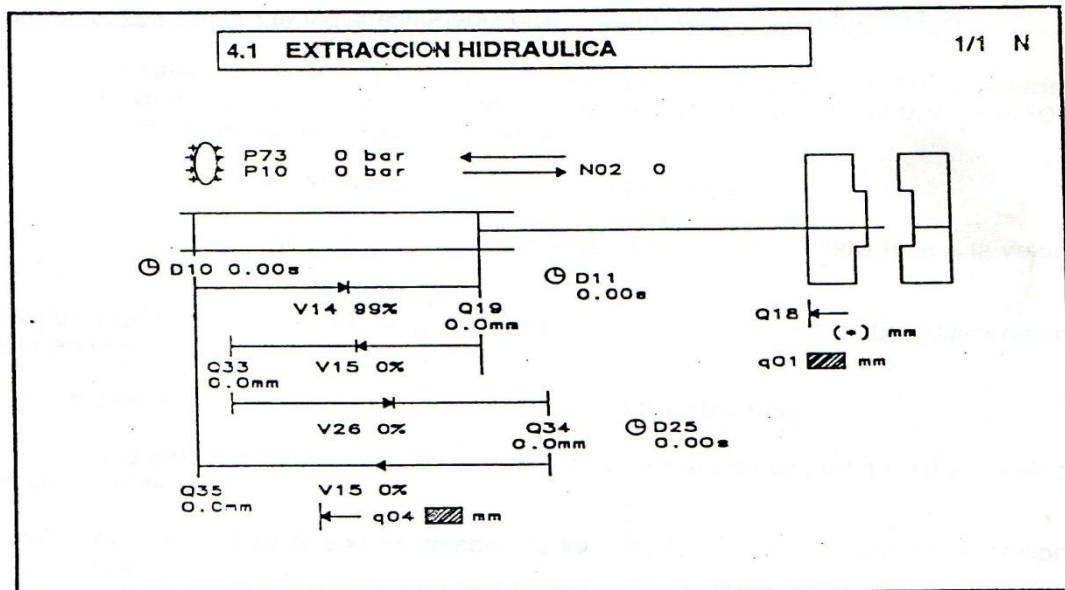


Figura 51. Aparece en la pantalla de la maquina como pag.4.1 donde se programa valores de salida de la extracción de la pieza y el regreso (presiones y velocidades de extracción). Valores que aparecerán automáticamente en la tabla 15.

COMO PROGRAMAR LOS VALORES DE LA EXTRACCION HIDRAULICA.

Como se explicó anteriormente cuando se va a montar un molde para saber la carrera del botador que se programará, se mide primero la carrera de la placa botadora ejemplo si mide esta placa por decir 10 cm = 10 cm *10mm = 100 mm + 25 mm (la placa de sujeción del molde por decir mide 2.5 cm estos convertidos en mm serán 25 mm), entonces:

Q19 = 125 mm Carrera de salida del extractor

Q35 = 125 mm CARRERA DE REGRESO DEL BOTADOR

Q18 = 300 mm carrera total de abertura programada de apertura

Q33 = 125 mm determina la cota en cual bloquea el extractor durante todos los regresos menos el ultimo, si han sido programados varios movimientos extractor.

Q34 = 125 mm Determina la cota de salida extractor para carreras sucesivas a la primera, programada en Q19.

Q35 = 0 determina la cota de regreso relativa a la última carrera extractor programada.

V14 = 50% VELOCIDAD DE 1° SALIDA EXTRACTOR. Cuando se empieza a moldear se empieza a esta velocidad e ir aumentando de acuerdo a las necesidades normalmente se llega a usar el 80, 90 % de modo que no golpee mucho al botar suficiente para que la placa bote sin problemas la pieza.

V15 = 70 % VELOCIDAD DE ENTRADA EXTRACTOR. Al igual que el punto anterior esta velocidad de retorno tiene que ser rápido, encontrar la velocidad de retorno durante la inyección puede ser del 80, 90 %.

V26 = 80, 90 % velocidad de salidas sucesivas, representa la velocidad con la cual se regulan todos los movimientos de regreso extractor, normalmente se programan rápido para acortar los tiempos, durante la inyección.

Q04 POSICION REAL EXTRACTOR, Representa la posición real del extractor detectada instante por instante.= 125 mm.

Q01 POSICION REAL DEL MOLDE, Representa la posición real del molde detectada por el relativo transductor de posición (referida a la lectura de la cota de consenso extracción).

UNA VEZ PROGRAMADOS LOS PARAMETROS ANTERIORES (MANTENIMIENTO, MONTAJE DE MOLDE, CIERRE, APERTURA, EXTRACCION HIDRAULICA, TEMPERATURAS DE PLASTIFICACION CUANDO SE CONOCE EL MATERIAL A UTILIZAR ASENTAR LOS PARAMERTOS DE TEMPERATURA), LA MAQUINA QUEDA LISTA PARA EL SIGUIENTE PASO QUE ES LA INYECCION.

9.- PROGRAMACION Y REGULACION DE LA INYECCION. PAGINA 5.2. INYECCION.

UNIDAD DE INYECCION

Inyección

5.1 INYECCION REGULACION		1/2 N	
PASAJE EN 2ª FASE PARA: POSICION HUSILLO			
PRESION HIDRAULICA			
PRESION EN CAVIDAD			
• HABILITACION AUTOREGULACION PASO A MANTENIMIENTO		SI	[] NO
PERFILES DE VELOCIDAD Y PRESION: DESACTIVADOS			
A PASO CONSTANTE			
A PASO VARIABLE			
VELOCIDAD	V11	0	%
POSICION DE DOSIS	Q11	0.0	%
POSICION DE PASO EN 2ª FASE	Q10	0.0	%
POSICION DE CONSENTIMIENTO DE PASO EN 2ª FASE	Q12	0.0	%
TOLERANCIA SOBRE POSICION DE PASO EN 2ª FASE	Q13	0.0	%
PRESION EN 1ª FASE	P04	0	bar
PRESION EN 2ª FASE	P07	0	bar
PRESION HIDRAULICA DE PASO EN 2ª FASE	P05	0	bar
• PRESION CAVIDAD DE PASO EN 2ª FASE	P06	0	bar
DURACION INTRUSION	D06	0.0	s
RETRASO INYECCION	D40	0.00	s
• RETRASO APERTURA BOQUILLA	D47	0.00	s
DURACION 2ª FASE	D03	0.00	s
DURACION LIMITE 1ª FASE	D04	0.00	s
• RETRASO CIERRE BOQUILLA	D48	0.00	s

Tabla 16. Valores programados de inyección.

* Opcional

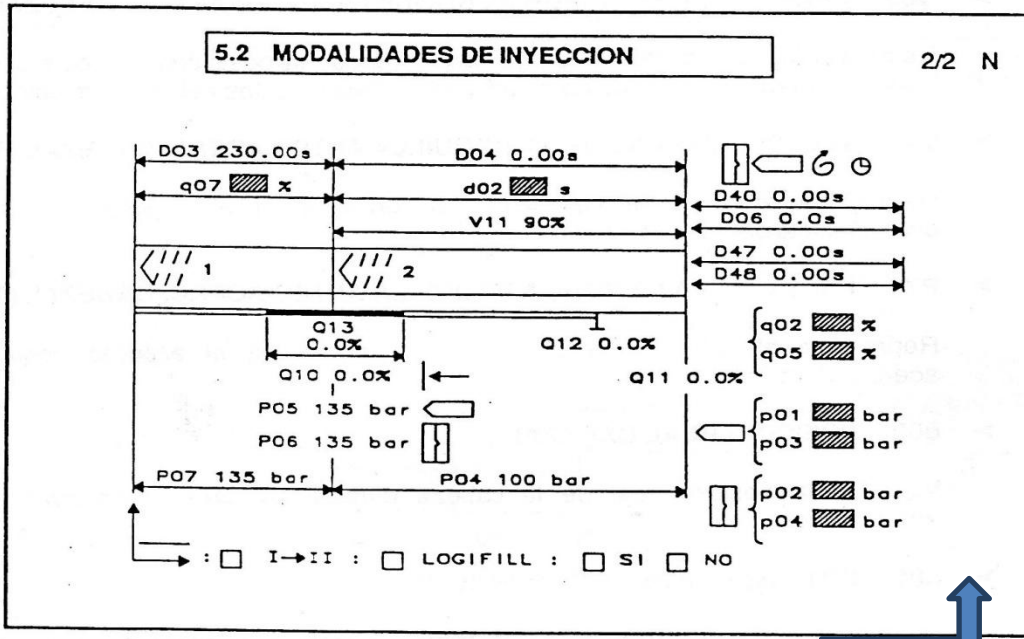


Figura 52. Aparece en la pantalla de la maquina como pág., 5.2 modalidades de inyección donde se programan los valores de la inyección. Valores que aparecerán automáticamente en la tabla 16.

INYECCIÓN

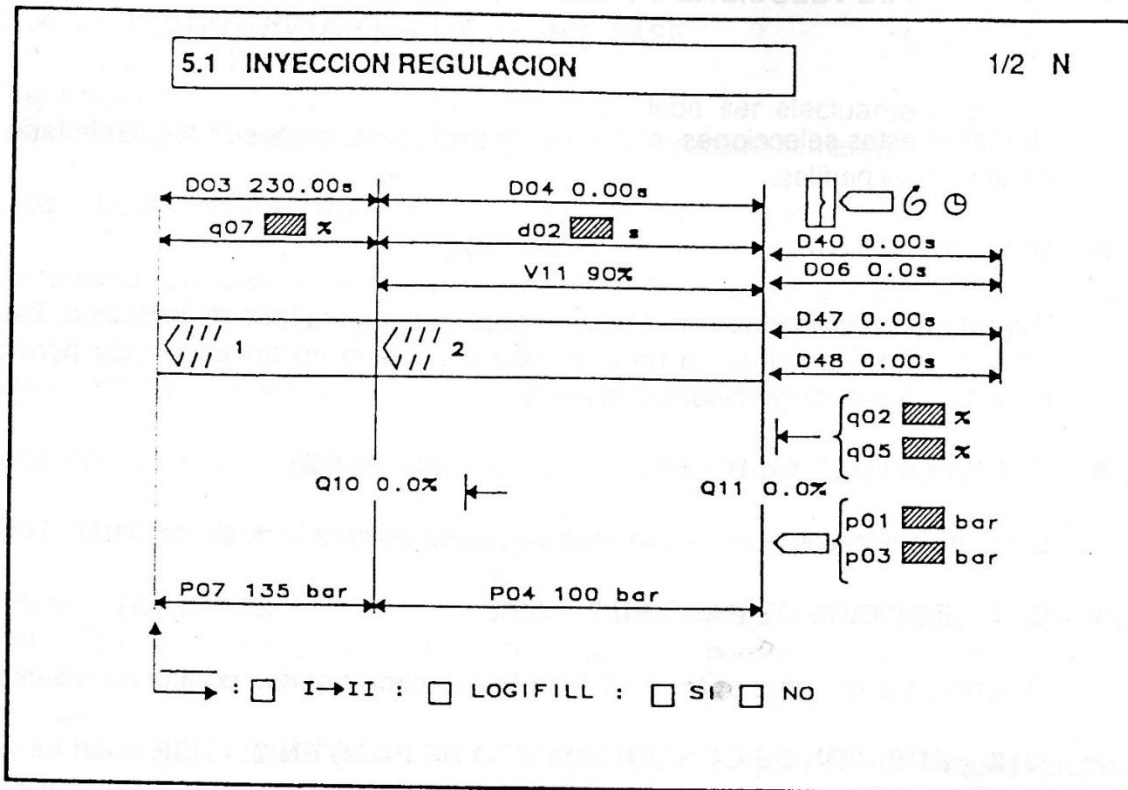


Figura 53. Aparece en la pantalla de la maquina como 5.1 Inyección regulación. Valores al programarse aparecerán también automáticamente en la tabla 16.

- V11 VELOCIDAD DE INYECCION. (0 + 99.9 %). Representa la velocidad con la cual se regula la primera fase de inyección, al inicio de la inyección este parámetro se inicia a un 60-70 % y se va regulando durante la inyección hasta obtener un buen llenado, si el molde no tiene una buena salida de aire, cuando se usa velocidad máxima puede presentar quemadura en la pieza por falta de salida de aire.
- Q11 POSICION DE DOSIS (0 + 99.9 %). Determina la carrera del tornillo de plastificación necesario para obtener la dosis de acuerdo al tamaño de la pieza a inyectar, más adelante se veremos la fórmula para calcular la dosis adecuada.
- Q10 POSICION DE PASO 2° FASE. (0 + 99.9 %). Determina la cota de pasaje en 2° fase de inyección (mantenimiento) con control de velocidad, es decir Q10 es la primera posición de inyección y se usa a un 80 – 90 % de posición.
- Q12 POSICION DE CONSENTIMIENTO DE PASO EN 2° FASE. (0 + 99.9 %). Determina la cota de posición tornillo más allá de la cual se habilita la detección por parte del transductor de presión hidráulica o de cavidad. Se usa aun 60 -70 % de posición.

- Q13 TOLERANCIA SOBRE POSICION DE PASO 2° FASE (0+ 99.9 %). Determina la tolerancia alrededor de la cota de pasaje en 2° fase de Q10. Si el tornillo de inyección supera el valor de esta tolerancia, el pasaje en 2° fase se realiza de todas maneras, pero se suministra la alarma inyección irregular: pasaje anticipado en 2°fase con consiguiente bloqueo del ciclo al final del ciclo, es por consiguiente programar iniciando con un 20 – 30 % o un porcentaje que nos permita operar sin paros durante la inyección.
- P04 PRESION INYECCION EN 1° F ASE (0 + 135 bar). Determina la presión de inyección máxima admisible en la fase de llenado, al inicio del moldeo empezamos con una presión baja de 60 -70 bar y vamos aumentando paulatinamente de acuerdo al espesor de la pieza a inyectar, también influye el recorrido de la vena de llenado del molde o al tamaño de la pieza.
- P07 PRESION INYECCION EN 2° FASE (0 + 135 bar). Determina la presión de inyección con la cual se regula la inyección a partir de la cota Q10, cuando la pieza a inyectar es de espesor considerable es necesario utilizar un 80 o 90 % de la presión en esta segunda fase para que la pieza llene completamente y no presente rechupes en el acabado.
- P05 PRESION HIDRAULICA INYECCION EN 2° FASE (0 + 135 bar). Determina la presión hidráulica con el cual debe efectuarse el pasaje e 2° fase, siempre si esta modalidad ha sido antes seleccionada.
- P06 PRESION INYECCION EN LA CAVIDAD DE PASO EN 2° FASE (0 + 135 bar). Determina la presión inyección en la cavidad con la cual debe efectuarse el pasaje en 2° fase siempre si dicha modalidad ha sido seleccionada.
- D06 DURACION INTRUSION (0 + 99.9 s). Determina, en base al tiempo establecido, la duración de la intrusión y por lo tanto del material que se introduce antes de la inyección en el interior del molde, este recurso de la inyección se utiliza cuando rebasas la capacidad de gramaje de la máquina y no llenas la pieza.
- D40 RETRASO DE LA INYECCION (0 + 99.9 s). Determina el tiempo que transcurre desde el consenso inyección al comienzo de la misma, si no quieres retrasar el tiempo de inicio de la inyección colocar 0 s, pues recuerda que entre más tiempo de retraso aumenta el ciclo total de inyección.
- D47 RETRASO APERTURA BOQUILLA (0 + 99.99 s). Determina el tiempo que transcurre entre el consenso inyección y la apertura de la boquilla hidráulica. El cierre se realiza en todo caso al comienzo de la plastificación. Al igual que el punto anterior si no se quiere atrasar este tiempo colocar 0 s, y si se ha seleccionado el primer rechupe (descompresión al final de la inyección), la boquilla queda abierta para permitir esta operación . Al caducar dicho tiempo el comando de la boquilla hidráulica debe terminar.

- D03 DURACION DE INYECCION 2° FASE (0 + 320.00 s). Determina la duración de la 2° fase de inyección en base al tiempo establecido, normalmente este tiempo es menor que el primer tiempo de inyección, recuerda que el tiempo de sostenimiento debe ser el indispensable suficiente para terminar de empaçar la pieza, porque más tiempo aumentar el tiempo de ciclo.
- D04 DURACION LIMITE 1° FASE INYECCION (0 + 320.00 s). Determina la duración límite de la 1° fase de inyección en base al tiempo establecido. si al caducar de dicho tiempo no se ha verificado el pasaje en 2° fase, se suministra la alarma 21.1 inyección no completa con bloque ciclo al final del ciclo.
- D48 RETRASO CIERRE BOQUILLA (0 + 99.99 %). Determina el tiempo que transcurre entre el final de la inyección y el cierre de la boquilla hidráulica. El cierre se verifica en todo al comienzo de la plastificación o por atrasamiento de la cabeza.
- q02 COTA REAL POSICION TORNILLO. Visualiza, instante por instante, la cota real de posición del tornillo durante toda la fase de inyección.
- q05 COTA REAL PASAJE EN 2° FASE. Visualiza a que cota se ha verificado el pasaje en 2° fase de inyección, sea para posición que para pasaje a la regulación en presión.

Plastificación

7.1 PLASTIFICACION		1/2 N	
RETARDO INICIO PLASTIFICACION	D05	0.00	s
TIEMPO ENFRIAMIENTO	D07	0.00	s
POSICION DE DOSIS	Q11	0.0	%
RECHUPE AL FINAL DE LA INYECCION		Q14	0.0%
RECHUPE AL FINAL DE LA PLASTIFICACION	Q15	0.0	%
PRESION DE SUCCION	P72	0	bar
VELOCIDAD DE DESCOMPRESION		V48	0%
VELOCIDAD ROTACION HUSILLO	V12	0	rpm
PERFIL DE GIROS DEL HUSILLO: DESCONECTADO		[]	
A PASO CONSTANTE		[]	
A PASO VARIABLE		[]	
CONTRAPRESION	P09	0	bar
PERFIL DE CONTRAPRESION: DESACTIVADO		[]	
A PASO CONSTANTE		[]	
A PASO VARIABLE		[]	
SOBREPOSICION TORNIL/MOLDE: EXCLUIDA		[]	
VELOCIDAD PLASTIFICAC. CONSTANTE		[]	
VELOCIDAD PLASTIFICAC. MAXIMA		[]	

Tabla 17.
Valores programados de plastificación.

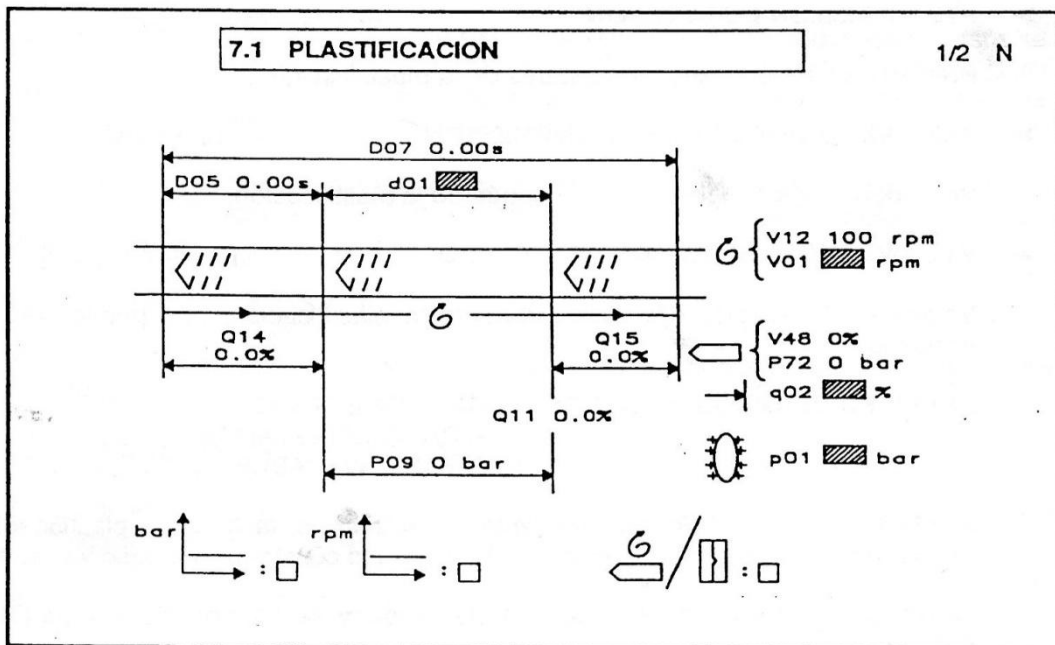


Figura 54. Aparece también en la pantalla de la maquina como pagina 7.1, donde se programan los cambios de los valores de plastificación durante el proceso y se ve gráficamente como se efectúan los cambios durante la plastificación; valores que aparecerán automáticamente en la tabla 17.

Perfiles de plastificación

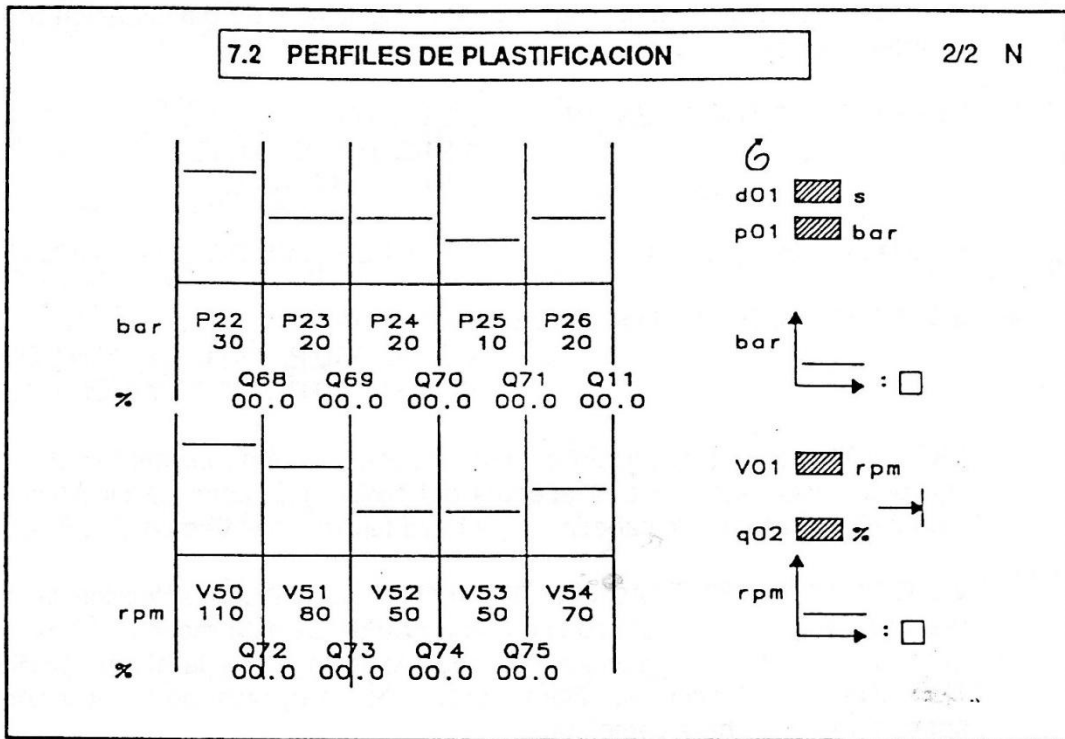


Figura 55. Aparece en la pantalla como pagina 7.2 como perfiles de inyección donde se programan valores escalonados de presión, rpm del husillo, posiciones de conmutación. Opción que se usa durante el proceso para corregir algún defecto de plastificación.

D05 RETARDO INICIO PLASTIFICACION (0 + 320.00 s). Determina el tiempo que debe transcurrir entre el consenso plastificación y el comienzo de la plastificación misma, si no deseas este tiempo puedes colocar 0 s recuerda todo tiempo aumenta el ciclo de trabajo. En el caso de rechupe (descompresión) a fin de inyección establecido, representa el tiempo que debe transcurrir, desde el final de la descompresión y el comienzo plastificación.

- D07 TIEMPO ENFRIAMIENTO (0 + 320.00 s). Tiempo, calculado a partir del final del final de la inyección, necesario para el enfriamiento de la pieza en el molde. Ver cálculo para determinar este tiempo.
- Q11 POSICION DE DOSIS (0 +99.9 %). Determina la carrera del tornillo necesario para obtener la dosis deseada. Ver cálculo para determinar dosis adecuada.
- Q14 RECHUPE (descompresión) AL FINAL DE LA INYECCION (0 + 99.9 %). Representa la carrera del tornillo en fase de descompresión del material antes de la plastificación. Para evitar escurrimiento del plástico en la boquilla es necesario dar el % de descompresión.

- Q15 RECHUPE (Descompresión) AL FINAL DE LA PLASTIFICACION (0 + 99.9 %).
Representa la carrera del tornillo en la fase de descompresión del material al final de la plastificación. Para evitar escurrimiento en la boquilla es necesario dar % de descompresión.

- P72 PRESIÓN DE SUCCIÓN (Descompresión) (0+135 bar).

Presión de succión antes y/o después de la plastificación.

- V48 VELOCIDAD DE DESCOMPRESION (0+99%).

Velocidad de rechupe antes y/o después de la plastificación

- V12 VELOCIDAD ROTACION HUSILLO (0+MAX rpm).

Velocidad de rotación del tornillo durante la plastificación, con perfiles de vuelta tornillo exclusivos.

- PERFILES DE GIROS HUSILLO: DESCONECTADO.....()
 A PASO CONSTANTE.....()
 A PASO VARIABLE.....()

- P09 CONTRAPRESION. Representa el valor de la contrapresión durante la fase de plastificación con los perfiles de contrapresión exclusivos. La contrapresión se usa muchas veces para empacar más la pieza y evitar variaciones en las dimensiones de la pieza, también se usa cuando existen problemas de dispersión de algún pigmento o master. recuerda la contrapresión aumenta el ciclo su uso, si puedes evitar usar este parámetro.

Ejemplos de tiempos de enfriamiento de acuerdo al espesor de la pieza.

	1	2	3	5
PA6	0,8	3,5	7	20
PA66	1,5	4,7	9	27
PC	1,8	7,5	14	38
ABS	2,2	7	16	48
PBT	1,8	7,5	12	35
PET	1,2	4,2	9	25

CONDICIONES DE ESTAMPAJE

	FUNDIDO °C	MOLDE °C	EXTRACCION °C
PA6	230	80	130
PA66	280	80	130
PC	300	100	130
ABS	250	60	95
PBT	270	100	130
PET	280	100	140

Tabla 18. Donde se muestran los tiempos de enfriamiento de acuerdo al espesor de la pieza y sus condiciones de inyección en grados centígrados.

CALCULO DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO.

El tiempo de enfriamiento depende:

- Del tipo de material
- De la temperatura de la masa fundida
- Del espesor de la pieza

Para el cálculo de este tiempo proceder de la siguiente manera:

- 1.- Identificar (en el catálogo de producción de material) el valor de la conductibilidad térmica.
- 2.- Definir:
 - a. Temperatura de la masa fundida.
 - b. Temperatura del molde.
 - c. Temperatura de la pieza a la apertura del molde
 - d. Espesor medio de la pieza.

Ejemplo:

Temperatura de la masa fundida = 250°C

Temperatura del molde = 250°C

Temperatura de la pieza a la extracción = 75°C

Conductibilidad térmica 0.085

Espesor medio de la pieza = 2mm

Calcular T como sigue:

$$T = \frac{250 - 50}{75 - 50} = 8$$

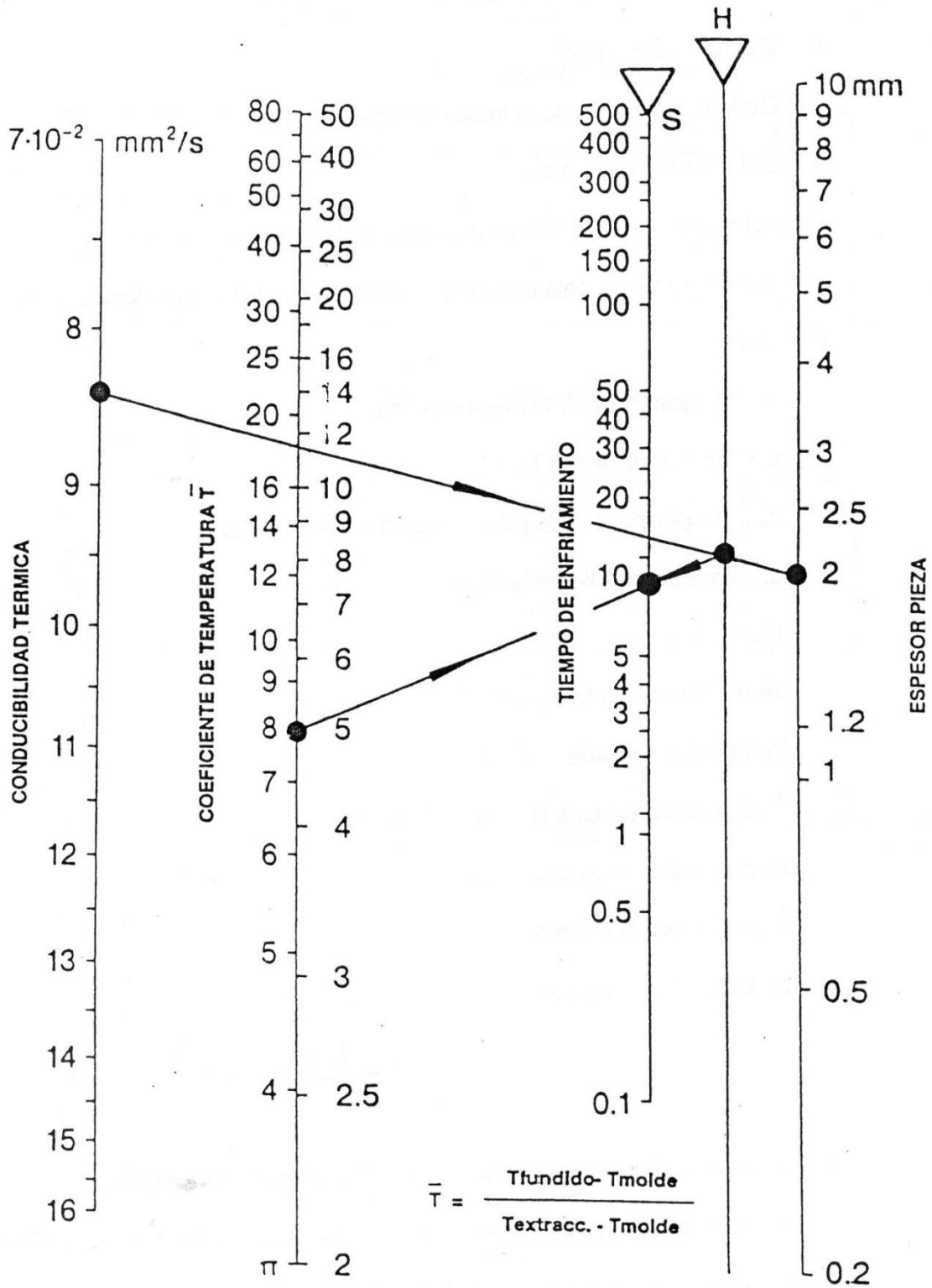
3. Utilizando el monograma proceder como sigue:

a. Unir los puntos correspondientes a la conductibilidad térmica (0.085) con el espesor.

b. Unir el punto P en la recta H con el valor T calculado (8).

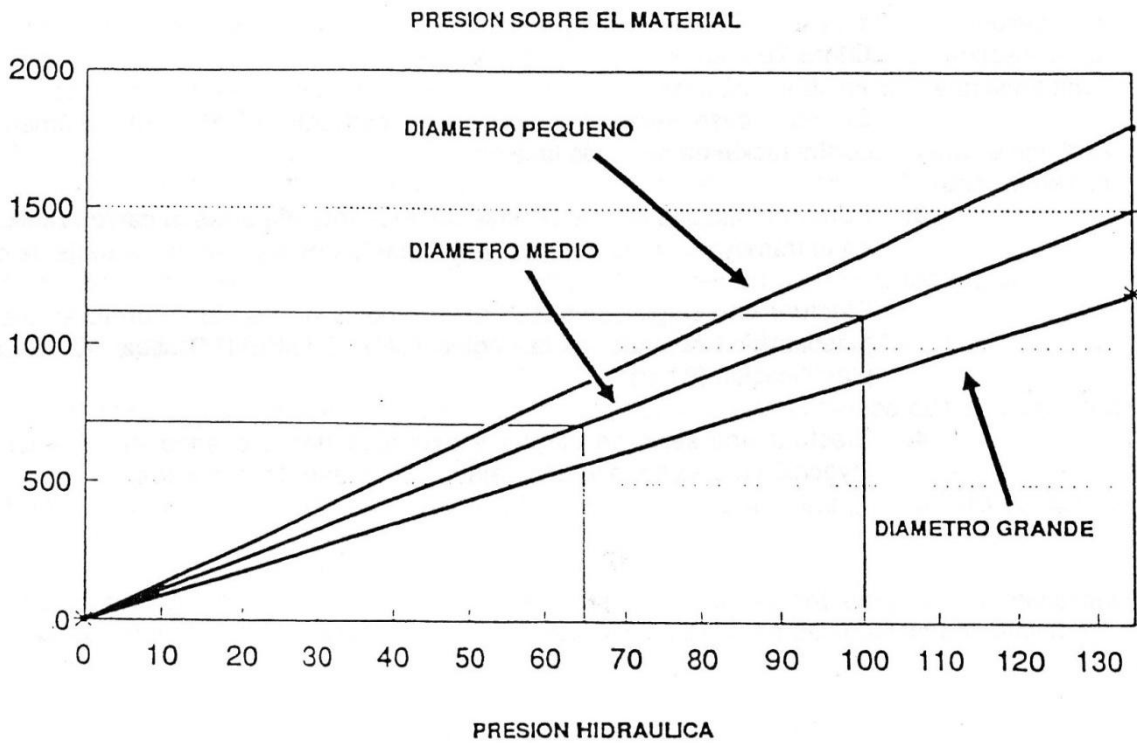
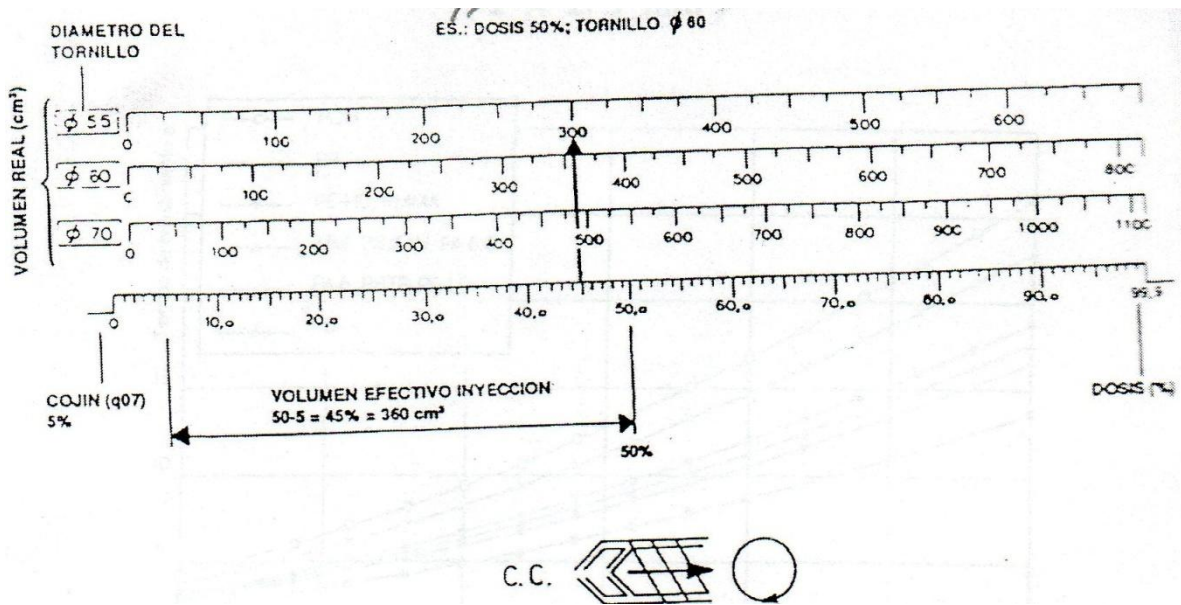
Leer el tiempo de enfriamiento resultante en la escala S (9s).

Nota: Este procedimiento obtenido de: Processing data for the injection molder BAYER LEVERKUSEN.



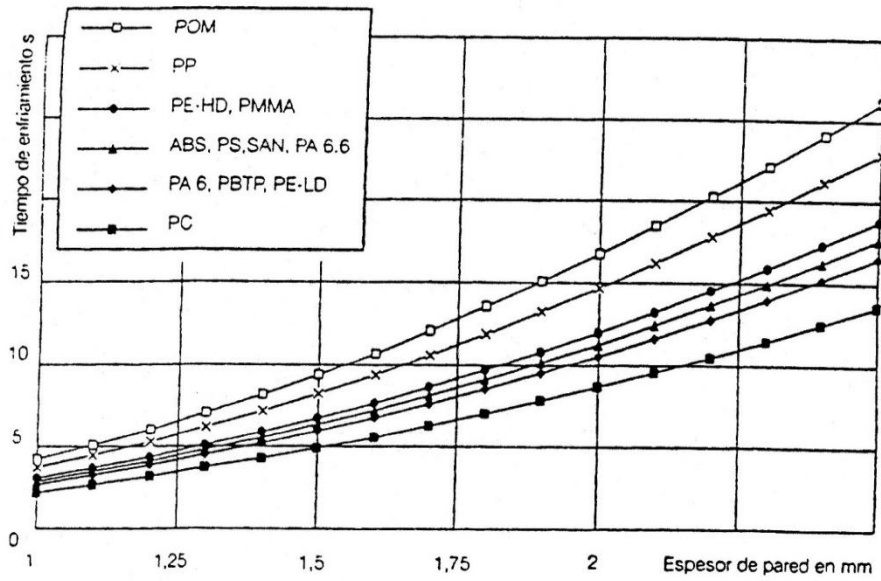
Nomograma 1. Para la determinación del tiempo de enfriamiento (After Wubkern/Catic, IKV Aachen, 1971).

Tabla 21. Cálculo de la dosis de material

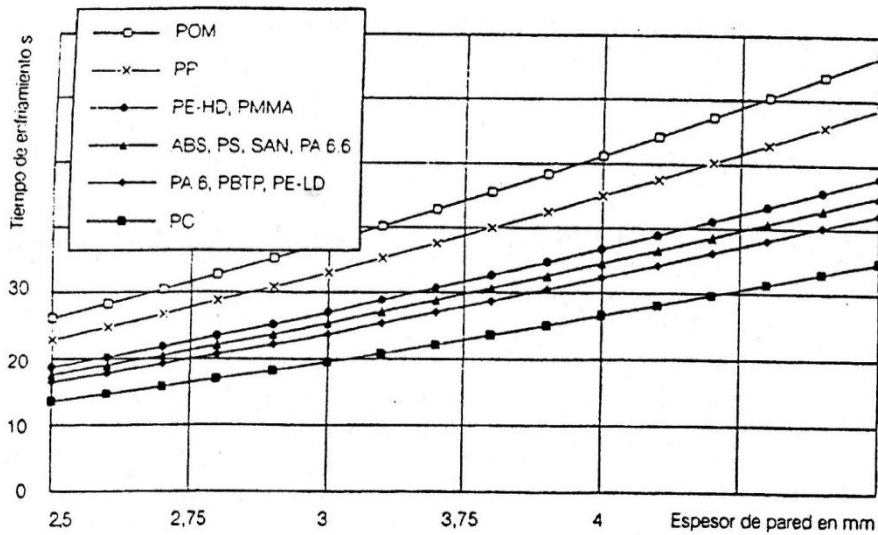


Grafica 16. Conversión entre presión hidráulica y presión.

TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN FUNCION DEL ESPESOR DE PARED (1 A 2.5 mm)



TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN FUNCION DEL ESPESOR DE PARED (2.5 A 4 mm)



Grafica 17. Tiempo de enfriamiento en función del espesor de la pieza.

Como calcular tiempo de inyección

$$T. \text{ Inyección} = \frac{\text{peso pieza en gramos}}{\text{capacidad de desplazamiento}} = \text{segundos}$$

gramos x segundo

Conociendo el peso de la pieza, incluyendo la colada y el tipo de material usado, el desplazamiento en gramos por el peso específico del material a inyectarse en el molde dividiendo el peso de la pieza dado en gramos por la capacidad de desplazamiento en gramos por segundo, el tiempo de llenado del molde puede calcularse como sigue.

$$T. \text{ Inyección} = \frac{\text{Peso Pieza en Gramos}}{\text{Capacidad de Desplazamiento}} = \text{Segundos}$$

Gramos x Segundo

CAPACIDAD DE PLASTIFICACIÓN

- La capacidad de plastificación de una maquina de inyección, consiste en la cantidad de material plastificado, que puede ser producido, mediante la etapa plastificada, en cierto periodo de tiempo.
- Para calcular el tiempo de plastificación, se deben conocer los siguientes datos:

1. Peso de la pieza. (Incluyendo la Colada) (Gramos)
2. La capacidad de plastificación en (Kg./Hr) o (Grs/Seg) dados para el fabricante de la maquina para los diferentes materiales plásticos.

La capacidad de plastificación puede cambiar con el tipo de material usado y del valor de la presión posterior aplicada al émbolo.

Conociendo el peso de la pieza que se va a moldear, incluyendo la colada, el tiempo de plastificación se puede calcular como sigue:

$$\text{Tiempo de plastificación} = \frac{\text{Peso de la Pieza en Gramos}}{\text{Capacidad de Plastificación}} = \text{segundos}$$

Incluyendo la Rama o Colada
Gramos/Segundos o Kgs/Hr

Otra verificación a efectuar es relativa al peso inyectable: conociendo en efecto el peso estimado de la pieza a producir, es necesario verificar la capacidad de plastificación del grupo de inyección.

El dato del catálogo de la máquina generalmente suministrado es el volumen inyectable; viene generalmente suministrado también un valor de peso, referido al poliestireno.

En ambos casos es necesario tener en cuenta ya sea el material usado, sea el hecho que, en la transformación en caliente, los materiales sufren variaciones de densidad que no son idénticas de material a material.

Utilizando la siguiente tabla es posible obtener directamente el peso máximo inyectable, partiendo del volumen de inyección declarado en el catálogo de la máquina.

Supongamos, por ejemplo, de desear verificar la capacidad de estampaje de una prensa si el material usado es acetato de celulosa (CA):

1. Verificando el volumen inyectable de la prensa (por ejemplo, una SERIE OTTO de 270 t, con tornillo de 65 mm es en grado de inyectar un volumen 863 cm³).
2. Multipliquemos el valor suministrado por el catálogo de la máquina por la constante relativa al material usado (en nuestro caso 0.97, valor obtenido de las tablas); el valor obtenido (837.11 g) es la estampada máxima en acetato de celulosa obtenible con la prensa descrita.

PS	ABS	SAN	SB	CA	CAB	PA	PC	PE	PMMA	POM	PP	PVCr	PVCm
0.91	0.88	0.88	1.02	0.97	0.91	0.97	0.71	0.94	1.15	0.73	1.12	1.12	1.02

Tabla 20. Factores de conversión para el cálculo del peso inyectable.

REGULACION DEL MOVIMIENTO DEL CABEZAL DE LA UNIDAD DE INYECCION.

Movimientos cabezal

8.1 MOVIMIENTOS CABEZAL		1/1 N
RETARDO RETROCESO CABEZAL	D08	0.0 s
CARRERA RETROCESO CABEZAL (CABEZAL FIJO = 0)	Q16	0 mm
POSICION CONSENTIMIENTO INYECCION	Q17	0 mm
VELOCIDAD CABEZAL	V13	00 %
CARRERA PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES ACERC. CABEZAL .	Q65	0.0 %
VELOC. PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES ACERC. CABEZAL ...	V47	00 %
PRESS. PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES ACERC. CABEZAL ...	P71	0 bar

Tabla 21.
Valores programados del cabezal.

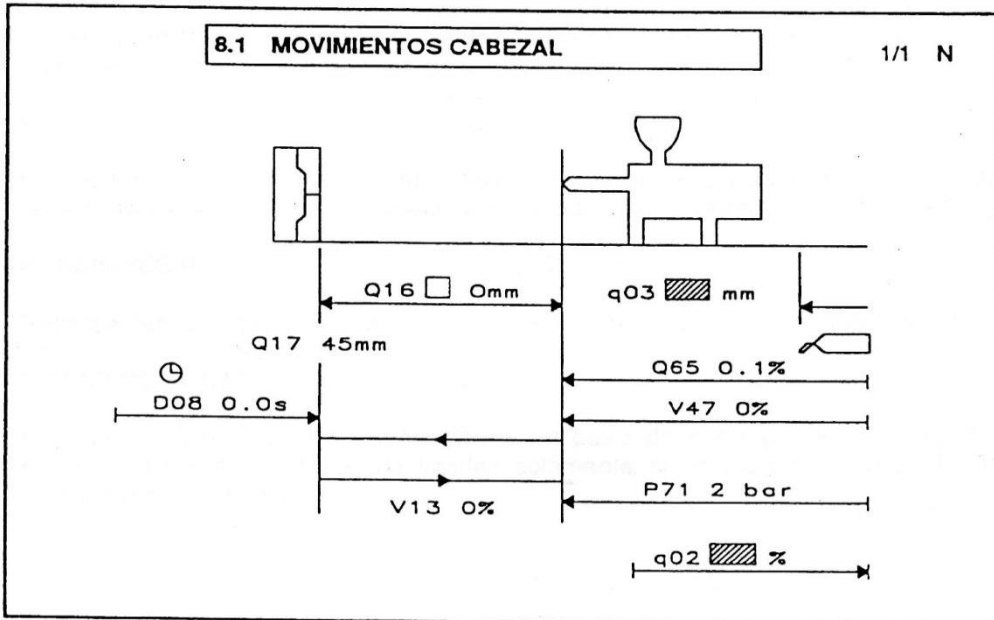


Figura 56. Aparece en la pantalla de la maquina como 8.1 donde se programan los valores de velocidad, posición, presión d entrada de la unidad de inyección. Donde se va a observar como entra y sale el cabezal durante el proceso.

- D08 RETARDO RETROCESO CABEZAL (0 + 99.9 s). Representa el retraso entre el final de la inyección y el comienzo del atrasamiento cabezal, en ambiente AUTOMATICO Y SEMIAUTOMATICO. Una vez terminada la inyección existe un tiempo para que la unidad de inyección pueda retroceder o quedar siempre pegada al bebedero del molde según sea la necesidad durante la inyección, debe ser el mínimo posible de 0.5 -2 s máximo.
- Q16 CARRERA RETROCESO CABEZAL (0 + MAX.mm). Representa la cota de bloqueo del cabezal al final del movimiento de atrasamiento. Cuando la unidad de inyección está en posición atrás completamente leer q03 que es la posición real de retroceso y esta lectura sentar en Q16 que es la misma carrera. Ejemplo en esta grafica del cabezal nos mide 44 mm, como carrera de avance y retroceso del cabezal, para que sea real leer la lectura en la pantalla de la máquina y asentar lo puse como un ejemplo para mayor comprensión de este punto.
- Q17 POSICION CONSENTIMIENTO INYECCION (0 + MAX mm). Representa la cota máxima, en milímetros, de acercamiento de la boquilla al lograr la cual se da el consenso a la inyección. para programar esta posición. para calibrar el consenso a la entrada de la inyección leer q03 y establecer Q17 = q03 + 1, Ejemplo q03 = 44 mm +1 (Q17 = 44 + 1 = 45 mm).
- V13 VELOCIDAD CABEZAL (0 + 99 %). Representa el valor de la velocidad de avance y de atrasamiento de la unidad de inyección en ambiente, MANUAL, SEMIAUTOMATICO, AUTOMATICO. Normalmente esta velocidad se regula entre un 40 – 50 % para evitar dañar la boquilla y el bebedero del molde, porque se van recalcando.
- Q65 CARRERA PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES ACERCAMIENTO DEL CABEZAL (0 +99.9 %). Determina la carrera de avance del tornillo desde la posición de dosis para el expurgo boquilla, durante el movimiento de adelante cabezal y antes del acercamiento. Normalmente se usa un 60 – 80 %.
- V47 VELOCIDAD PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES ACERCAMIENTO DEL CABEZAL (0 + 99 %). Representa el valor de velocidad del tornillo para el expurgo boquilla antes del acercamiento cabezal. normalmente se usa un 70 – 90 % de velocidad.
- P71 PRESION PARA LA PURGA BOQUILLA ANTES DEL ACERCAMIENTO CABEZAL (0 + 135 bar). Representa el valor de la presión del tornillo para el expurgo boquilla antes del acercamiento cabezal. Normalmente se usa 70 - 90 bar para evitar una purga muy violenta.
- q03 POSICION REAL CABEZAL. Visualiza la posición real del cabezal durante su carrera (en avance y retroceso del cabezal).

- q02 COTA REAL TORNILLO. Suministra la cota real de posición del tornillo durante toda la fase de inyección

HEMOS TERMINADO DE PROGRAMAR TODOS LOS PARAMETROS QUE UTILIZAREMOS DURANTE LA INYECCION QUE ES LA ULTIMA PARTE DE ESTE PROCESO.

MOLDEO POR INYECCION

VARIABLES BÁSICAS DE LA INYECCIÓN

- ❖ Temperatura
- ❖ Presión
- ❖ Tiempo
- ❖ Velocidad de flujo

VARIABLES DEL MATERIAL PLÁSTICO (RESINAS)

- Peso Molecular (tamaño y peso de las cadenas)
- Estructura Química del plástico (Cristalino o Amorfo)
- Temperatura de Fusión o Ablandamiento
- Viscosidad del Material Fundido
- Calor Específico
- Forma y Tamaño de la Granza (gránulos)
- Contracción o Encogimiento del material
- Orientación que adquiere el plástico al Enfriarse

VARIABLES DE LA MÁQUINA

- ❖ Presión de inyección
- ❖ Presión del husillo (sostenimiento)
- ❖ Contrapresión sobre el husillo
- ❖ Temperatura de las resistencias
- ❖ Temperatura de la boquilla
- ❖ Temperatura del material
- ❖ Tiempo de inyección
- ❖ Tiempo del husillo adelantado
- ❖ Tiempo de enfriamiento
- ❖ Tiempo de sostenimiento

VARIABLES DEL MOLDE

- **Variables que controlan la presión:**
- Diseño del bebedero y los canales de inyección
- Tamaño de la entrada (punto de inyección)
- Longitud del recorrido de flujo
- Variables que controlan la temperatura:**
- Temperatura del molde
- Líneas de enfriamiento
- Longitud del recorrido del flujo
- Variables que controlan el tiempo**
- Tiempo de llenado

- ❖ Tiempo de pausa -Tiempo de enfriamiento
- ❖ Velocidad de inyección
- ❖ Velocidad del husillo
- ❖ Rotación del husillo
- ❖ Dosificación de material
- ❖ Fuerza de cierre

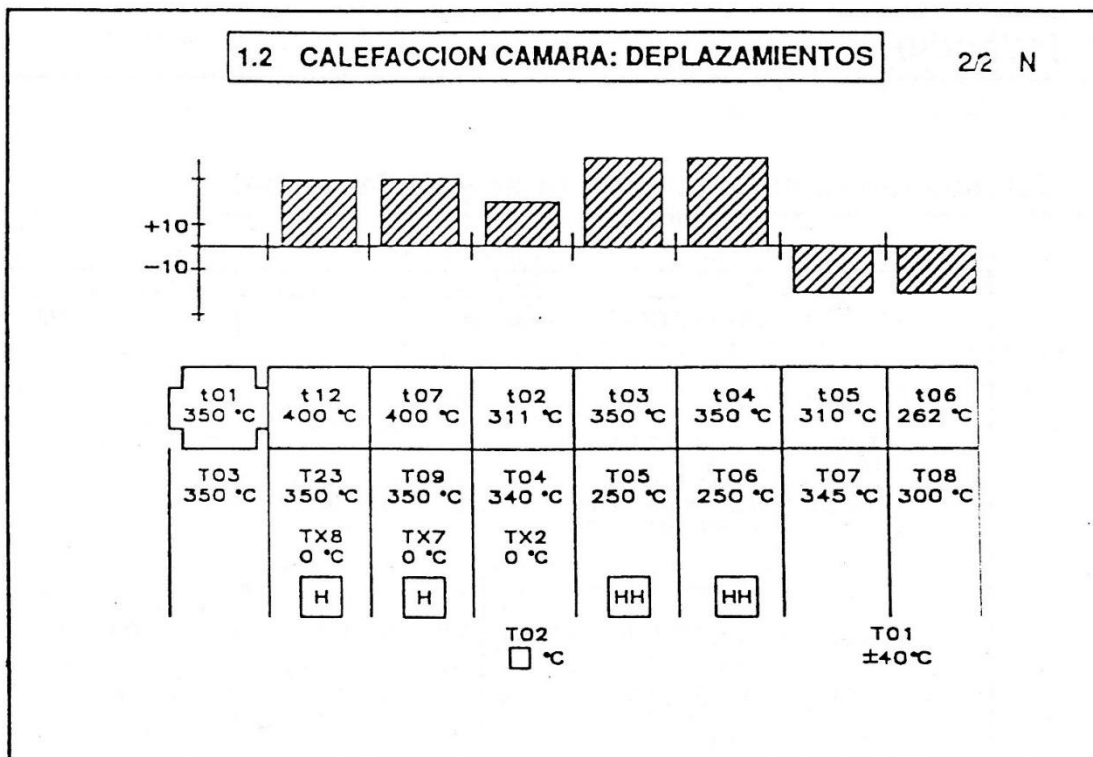


Tabla 21. Aparece en la pantalla de la maquina como 1.2 calefacción de la cámara (del cilindro de plastificación) donde se programan los valores de temperatura.

PUESTA EN MARCHA EL PROCESO DE INYECCION.

- 1) Introduzca las temperaturas en relación al polímero (durante el montaje de molde debe programarse las temperaturas en las zonas del cilindro).
- 2) Encienda la calefacción del cilindro de plastificación (normalmente en 30 minutos debe estar listo la calefacción).

- 3) Cargue el material en la tolva que va utilizar, previamente secado si es necesario mientras está calentando el cilindro de plastificación.
- 4) Verifique que las temperaturas del cilindro de plastificación estén listas, que las señales de los pirómetros estén entrando y saliendo, o en la página de temperaturas programadas de la máquina.
- 5) Encienda la calefacción de los inyectores y del maníful o canales de distribución durante 15 o 20 minutos antes de iniciar el moldeo. (si el molde es de colada caliente).
- 6) Arranque el motor bomba espere 5 minutos (como se explicó durante el montaje previamente deben estar los equipos auxiliares de enfriamiento encendidos, como torre de enfriamiento para el aceite, Schiller enfriamiento para moldes.
- 7) Seleccione el modo de funcionamiento MANUAL.
- 8) Active los mandos hidráulicos. Si el molde necesita noyos, válvulas direccionales auxiliares.
- 9) Una vez alcanzada la temperatura programada, abra la compuerta para que el material entre en el cilindro de plastificación.
- 10) Retroceder completamente la unidad de inyección.
- 11) Una vez programado la dosificación de material, haga girar el husillo (movimiento de dosificación, la rotación se detendrá al alcanzar la medida programada).
- 12) Purgar, para vaciar la recámara de plastificación y eliminar el polímero degradado hasta que esté completamente limpio (inyectando y dosificando). Compruebe el peso de la inyección pesando la purga limpia, para estar seguros al empezar la inyección.
- 13) Deje una dosis al interior de la recámara, para hacer la primera inyección.
- 14) Nuevamente seleccione el modo de funcionamiento manual mediante el selector.
- 15) Cierre el molde y compruebe que las rodilleras están completamente extendidas, haga la primera inyección, dosifique manualmente mediante el selector de carga de material, terminando la carga cuente 15 seg. Abra el molde verifique las piezas inyectadas.
- 16) Siga inyectando en manual hasta completar 10 inyecciones verificar que las piezas estén completas, caso contrario.
- 17) Seleccionar el modo de funcionamiento SEMIAUTOMATICO, siga inyectando hasta completar 10 inyecciones, en el caso de que las piezas salgan incompletas. El molde llenara más de la siguiente manera:

Aumente poco a poco la velocidad de inyección.

Aumente poco a poco la presión de inyección.

Aumente el tiempo de inyección 1 y 2.

Aumente la dosificación de material, si es necesario.

Aumente la temperatura del cilindro de plastificación, puede ser que la dureza del material no sea la adecuada verificar la hoja de especificaciones del material.

Aumente cualquiera de los controles anteriores, y efectúe un número determinado de inyecciones luego de cada ajuste.

Establezca un buen ritmo de trabajo.

- 18) Verifique el peso de la pieza, si estamos en peso o nos falta, es muy importante verificar lo anterior para saber que parámetro aumentar, recuerda si estamos con más peso estaremos aumentando el costo del producto.
- 19) Seleccione el modo de FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO, siga inyectando y revise la dosificación del agua al molde, recuerda que mantener la temperatura del molde es importante chéquelolo con un medidor de temperatura de contacto, recuerda que para obtener una buena inyección es necesario mantener el molde en 25 -35° C para materiales comunes polietilenos, polipropilenos, impactos, resina K, etc. Para materiales de ingeniería la temperatura en el molde va desde 80 – 120 °C, ABS, SAN, PA6, PET, PC, Acrílicos etc.
- 20) Si la pieza lleva un estricto control dimensional recuerda que la contrapresión nos ayuda a mantener las dimensiones estables.
- 21) Siga inyectando hasta obtener el ciclo ideal de moldeo de las piezas, reduciendo los parámetros para obtener las piezas dentro de la calidad, de acuerdo a las especificaciones del producto, dimensiones, peso, estética, color etc.
- 22) Una vez que hemos controlado nuestro moldeo las piezas se someten a CONTROL DE CALIDAD.
- 23) GUARDAR LOS REGISTROS DE LOS PARAMETROS DE INYECCION USADOS.
- 24) GUADAR UNAS MUESTRAS DE LAS PIEZAS INYECTADAS Y ACEPTADAS, SEÑALANDO LOS DEFECTOS A CONTROLAR.
- 25) RECUERDA QUE EN PIEZAS MOLDEADAS, DESPUES DE 72 HORAS, TE DARAN LAS DIMENSIONES Y ENCOGIMIENTO.

DETENCION DE LA INYECTORA UNA VEZ TERMINADA LA PRODUCCION.

Para detener la inyectora:

- 1) Cierre la compuerta y bloquee la bajada del material desde la tolva hacia el cilindro de plastificación.
- 2) Siga con el moldeo hasta vaciar completamente el cilindro de plastificación. normalmente en la fase final del vaciado el tiempo de dosificación aumenta bruscamente y en consecuencia las piezas pueden resultar defectuosas.
- 3) Selecciona el modo de funcionamiento MANUAL.
- 4) Retroceda el grupo de inyección y purgue completamente el material residual de manera de dejar la cámara de plastificación completamente vacía. Deje el tornillo avanzado.
- 5) Abra el molde, y protéjalo contra la oxidación.
- 6) Cierre la refrigeración del molde
- 7) Cierre todos los controles y corte el agua de la máquina.
- 8) Ordene si es necesario una expulsión (avance y retroceso) para expulsarla pieza si esta se ha quedado en el molde.
- 9) Desactive los mandos hidráulicos.
- 10) Pare el motor bomba.
- 11) Apague el circuito de calefacción.

Cuando se utilicen materiales sensibles o que podrían dejar incrustaciones cuya remoción sería dificultosa, se aconseja purgar la cámara de plastificación introduciendo un polímero menos crítico (a menudo pp). La cámara debe ser igualmente vaciada completamente antes de la parada para una pausa.

Si la pausa es de duración breve es posible mantener el cilindro a una temperatura diferente de la de moldeo. El pasaje a la temperatura de stand by se logra introduciendo el valor deseado y activando la función en la página de las temperaturas,

Esta solución puede ser adoptada para mantener caldeadas las zonas durante una reparación o durante un cambio de molde. Actúa contemporáneamente en todas las zonas programadas, excluidas aquellas que trabajan en porcentaje.

DEFECTOS, CAUSAS PROBABLES Y REMEDIOS SUGERIDOS DURANTE LA INYECCION.

Defecto	Causa	Remedio
	MOLDE NO PERFECTAMENTE CERRADO	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar la regulación de la fuerza de cierre (espesor molde). * Verificar que el tonelaje de la máquina sea suficiente en función del área proyectada en el perno y del espesor de la pieza.
REBAVAS	EXCESO DE MATERIAL	<ul style="list-style-type: none"> *Disminuir las dosis. *Anticipar la conmutación en fase de manutención. *Disminuir la presión de manutención. *Disminuir la velocidad de llenado.
	PESIMA PLASTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar la temperatura del fundido, verificar que no sea excesiva (materiales degradados).
	EXCESIVA FLUIDEZ	<ul style="list-style-type: none"> *Disminuir la temperatura de la masa fundida. *Disminuir la temperatura del molde.

Defecto	Causa	Remedio
REBOLLIDURAS O SEÑALES DE QUEMADURAS	AIRE NO EXPULSADO	<ul style="list-style-type: none"> * Aumentar la contrapresión. *Verificar el diseño del molde (puntos y canales de inyección) *Aumentar los puntos de inyección. *Aumentar las salidas de aire- *Aumentar el tiempo y la presión de manutención. *Controlar la válvula de no retorno. *Disminuir la velocidad de llenado. *Disminuir la temperatura del fundido. *Disminuir los giros tornillo. *Molde muy hermético. *Temperatura del molde muy alta. *Salidas de aire obstruidas.

Defecto	Causa	Remedio
	HUMEDAD RESIDUA	*Aumentar la desecación.
PECAS, MANCHAS Y REBAVAS	DEGRADADO O QUEMADO, PESIMA PLASTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar la homogeneidad del fundido y su temperatura (con pirómetro). *Verificar que no estén presentes puntos de estaño del material en el tornillo, válvula, puntal, adaptador, boquilla. *Disminuir la velocidad de llenado. *Disminuir la contrapresión. *Disminuir los giros tornillo. *Disminuir la cantidad de remolido. *Controlar que no haya material contaminado.

Defecto	Causa	Remedio
DEFECTOS DE COLORACION	PESIMA PLASTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> *Disminuir el tiempo de permanencia en cámara. *Disminuir las temperaturas de la cámara. *Aumentar la contrapresión. *Disminuir los giros tornillo. *Aumentar la contrapresión. *Disminuir los giros tornillo.
	HUMEDAD RESIDUA	*Aumentar la desecación.
	EXCESIVO CALENTAMIENTO	*Disminuir la velocidad de llenado.

Defecto	Causa	Remedio
DEFORMACIONES	DISEÑO DEL MOLDE	<ul style="list-style-type: none"> *Modificar el diseño del molde, controlar los puntos de inyección. *Controlar que el sistema de refrigeración (canales) sea adecuado. *Modificar la correcta posición de los extractores.
	TEMPERATURA MOLDE INADECUADA	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar (con pirómetro) temperatura de la huella (parte fija y móvil). *Controlar que el sistema de acondicionamiento del molde (agua, central) sea adecuado y eficiente. *Disminuir la temperatura del molde. *Aumentar el tiempo de refrigeración.
	INYECCION INADECUADA	<ul style="list-style-type: none"> *Aumentar el tiempo de manutención. *Controlar la presión de manutención. *Verificar la homogeneidad de la masa fundida.
Defecto	Causa	Remedio
DEFECTOS SUPERFICIALES	MATERIAL DEGRADADO	*Verificar que no hayan puntos de restaño
	PESIMA PLASTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar la temperatura de la masa fundida. *Controlar las salidas de aire. *Aumentar la temperatura del molde. *Aumentar la dosis.
	INYECCION IRREGULAR	<ul style="list-style-type: none"> *Aumentar la velocidad de llenado. *Aumentar la presión di llenado. *Aumentar el tiempo de manutención. *Aumentar el cojín.

Defecto	Causa	Remedio
DEFECTOS SUPERFICIALES	PROYECTACION DE LA PIEZA	*Controlar el diseño del molde. *Aumentar los puntos de inyección. *Aumentar las salidas de aire.
	INYECCION IRREGULAR	*Disminuir la temperatura del molde. *Aumentar el tiempo y la presión de manutención. *Aumentar la presión di llenado. *Aumentar la contra-presión.
Defecto	Causa	Remedio
DIMENSIONES EN EXCESO	PROYECTO DEL MOLDE	*Controlar el diseño del molde.
	INYECCION IRREGULAR	*Disminuir el tiempo y la presión de manutención. *Aumentar la temperatura del molde.
Defecto	Causa	Remedio
DIMENSIONES INCONSTANTES	INYECCION IRREGULAR	*Controlar la válvula de no retorno. *Controlar el cojín. *Aumentar la presión de llenado. *Aumentar el tiempo de llenado. *Controlar la conmutación en fase de manutención. *Controlar que el tiempo ciclo sea constante. *Controlar la termoestación del molde.
	PROBLEMAS DE PLASTIFICACION	*Aumentar el tiempo de plastificación (disminuir los giros tornillo). *Controlar la temperatura de la masa fundida.

Defecto	Causa	Remedio
	HUMEDAD RESIDUA	*Aumentar la desecación del material.
FRAGILIDAD MECANICA	MATERIAL DEGRADADO	*Disminuir el tiempo de permanencia en cámara. *Disminuir la temperatura del fundido.
	MOLDE DEMASIADO FRIO	*Aumentar la temperatura del molde.
	PESIMA PLASTIFICACION	*Disminuir la contrapresión. *Disminuir los giros tornillo.

Defecto	Causa	Remedio
JUNTAS (DE MATERIAL DEBILES)	INYECCION IRREGULAR	*Aumentar la velocidad de llenado. *Aumentar los puntos de inyección. *Aumentar las salidas de aire. *Aumentar la temperatura del molde.
	PLASTIFICACION IRREGULAR	*Controlar la temperatura y la homogeneidad de la masa fundida. *Aumentar la desecación.

Defecto	Causa	Remedio
	HUMEDAD RESIDUA	*Aumentar la desecación.

INFUSOS	PROBLEMAS DE PLASTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> *Disminuir los giros tornillo. *Aumentar las temperaturas de las cámaras. *Aumentar el tiempo de permanencia en cámara. *Elegir un tornillo con perfil adaptado al material utilizado.
---------	-----------------------------	---

Defecto	Causa	Remedio
PIEZA EN PLANO FIJO	PROYECTO MOLDE	*Controlar el diseño del molde.
	EXCESIVO LLENADO	<ul style="list-style-type: none"> *Disminuir el tiempo y la presión de manutención. *Controlar la temperatura de las dos mitades del molde y el sistema de termorregulación de la temperatura.

Defecto	Causa	Remedio
DIFICULTAD DE EXTRACCION	EXCESIVO LLENADO	*Disminuir el tiempo y la presión de manutención.
	ESCASA REFRIGERACION	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar la temperatura de la huella. *Aumentar el tiempo de refrigeración. *Controlar la eficiencia del sistema de termorregulación de la temperatura del molde.

Defecto	Causa	Remedio

PIEZA INCOMPLETA	INYECCION IRREGULAR	<ul style="list-style-type: none"> *Aumentar la dosis. *Aumentar la velocidad de llenado. *Aumentar los puntos de inyección. *Aumentar las salidas de aire. *Aumentar el tiempo y la presión de mantenimiento. *Aumentar el cojín. *Controlar la válvula de no retorno. *Aumentar la temperatura del molde.
	PROBLEMAS DE PLASTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> *Aumentar la temperatura del fundido. *Aumentar la capacidad del grupo inyección.

Defecto	Causa	Remedio
PUNTOS NEGROS	MATERIAL DEGRADADO O QUEMADO A CAUSA DE PUNTOS DE RESTAÑO	<ul style="list-style-type: none"> *Desmontar el tornillo y verificar que no estén presentes puntos negros de restaño; limpiarla y verificar atentamente todos los acoplamientos mecánicos.
Defecto	Causa	Remedio
RETIROS	PROYECTO MOLDE	<ul style="list-style-type: none"> *Controlar que los canales de enfriamiento sean correctamente posicionados e dimensionados. *Excesivas diferencias de espesor; modificar la posición de los puntos de inyección. *Aumentar el tiempo de mantenimiento. *Aumentar la presión de llenado. *Controlar el perfil de presión de mantenimiento.

		<p>*Disminuir la temperatura del fundido.</p> <p>*Aumentar el tiempo de refrigeración.</p> <p>*Disminuir la temperatura del molde.</p>
--	--	--

Defecto	Causa	Remedio
LLAMADURAS, MATERIALES AMARILLO	MATERIAL DEGRADADO	<p>*Disminuir la temperatura de la masa fundida.</p> <p>*Aumentar los puntos de inyección.</p>
SUPERFICIES OPACAS	PROBLEMAS DE PLASTIFICACION	<p>*Aumentar la temperatura de la masa fundida.</p> <p>*Aumentar la temperatura del molde.</p>

10.- CONTROL DEL PROCESO.

Durante el proceso de inyección en la fabricación de piezas plásticas el control del proceso puede preverse dos modalidades de control, y estos son revisados con las mejoras continuas que cada planta establece de acuerdo a sus necesidades a mejorar por exigencias del cliente, es por eso la importancia contar con los o el equipo adecuados a la exigencias, mejorando diseños de los moldes, inyectoras con mejores controles en sus parámetros y de alta productividad, mantenimientos preventivos de los equipos, mano de obra calificada.

1. Controles y medidas en la pieza, en el lote completo o en una muestra estadística.
2. Control en los parámetros del proceso, trazados en las hojas de control de los parámetros.

CONTROL EN LA PIEZA ACABADA

Los controles en la pieza pueden ser de diversa índole: Simple control visivo para revisar la pieza, que no tenga rebaba, planicidad de la pieza, estética de la pieza color, brillo, fragilidad mecánica, superficies opacas, uniones de material, dimensiones inconstantes, quemaduras en la pieza, etc.

El peso de la pieza constituye desde hace años un control simple pero eficaz, para controlar el costo de la pieza, se trata del primer paso hacia el control del proceso.

El peso (especialmente en los particulares en los particulares estampados con materiales semicristalinos y de discreto espesor, o con relevantes diferencias de espesor) constituye un óptimo índice de valuación del respecto de las depresiones mecánicas, físicas, ausencias de tensionamientos, etc.

Una vez efectuado el ciclo óptimo de estampado es posible establecer una unión precisa entre peso, sus variaciones admitidas y la constancia del particular en examen.

Hecho esto, se pueden trazar papeles de control, relativamente al peso y documentar con estos la producción efectuada. El diseño de formas de control estadístico es de acuerdo a la necesidad de cada planta, para controlar su producción.

ESTUDIO DEL PROCESO.

El progreso en los conocimientos del proceso ha llevado a la refinación de las técnicas de control, en manera que existe correlación entre el desarrollo de las variables significativas y los requisitos de calidad final deseada.

El estudio se debe conducir atentamente, con varios instrumentos, y el objetivo es el de identificar con precisión cuales sean:

- Las variables significativas
- Los valores medios
- Los límites de variación admitidos
- Las interacciones entre los diferentes parámetros

ESTUDIO Y CONTROL DE LOS PARAMETROS

Las variables FUNDAMENTALES que se pueden controlar con la prensa inyectora (variables que influyen en modo directo la calidad de la pieza estampada) son:

- Temperatura de la masa fundida
- Velocidad de inyección
- Presión de mantenimiento (presión de inyección)
- Tiempo de mantenimiento (tiempo de inyección 1 y 2)

Otras variables que pueden, en manera más o menos directa, influir en la calidad final son:

- Parámetros de la fase de plastificación

- Vueltas del tornillo (rpm)
- Contrapresión
- Parámetros del ciclo
- Tiempo total de ciclo
- Tiempos intermedios

El control de proceso estadístico se debe efectuar en:

- TIEMPO de llenado (y NO sobre velocidad, esta está controlada en anillo cerrado por la prensa)
- PERFIL de la presión en la fase de llenado (y NO perfil de velocidad)
- POSICION del tornillo a la conmutación (y no PRESION, porque está el transductor de presión, se corre el riesgo de controlar la lectura del transductor y no la calidad del producto.

Es necesario poner atención para no confundir:

- El planteamiento del ciclo (donde se utiliza por ejemplo , para una mayor precisión m el transductor de presión hidráulica que determina las condiciones de conmutación en fase de mantenimiento)
- El control estadístico del proceso donde, si la conmutación en segunda fase es por presión hidráulica, se utilizara, la posición tornillo como variable independiente, significativa, para fines hidráulicos, de la repetición del proceso.

EL CONTROL DEL PROCESO DE ESTAMPADO A INYECCION:

PARAMETROS QUE INFLUENCIAN LA CALIDAD DEL PRODUCTO ACABADO.

Temperatura del cilindro de plastificación:

Influyen en manera decisiva la calidad, en todos sus aspectos. Evitar el control de todas las zonas, menos que para procesos altamente inestables); se acepta el solo control de la zona A o, si presenta la boquilla; difícil, y a veces, poco significativo para fines estadísticos el control de la masa fundida. Tiempo de plastificación:

La velocidad de rotación tornillo está controlada en anillo cerrado; la variable independiente a tener bajo control estadístico es por lo tanto el tiempo de plastificación y (para materiales particularmente termo sensibles) el tiempo total del ciclo. Es significativo en general para materiales amorfos (PC, PMMA, PVC) con elevadas características estéticas.

Tiempo de llenado:

También en este caso la velocidad está controlada en anillo cerrado por la unidad de gobierno de la prensa.

Es significativo para:

- Materiales con elevadas características estéticas
- Materiales sensibles con excesivo " esfuerzo de corte
- Moldes que presentan " aristas vivas " en la figura o en los canales de inyección
- Particulares con punto de inyección particularmente pequeño
- Particulares con largo recorrido de flujo y pared sutil-

Posición tornillo o presión hidráulica a la conmutación en fase de mantenimiento.

Es un buen índice de la calidad de la pieza acabada

Si la condición de funcionamiento normal prevé la conmutación en mantenimiento para posición tornillo, el control estadístico de proceso se efectuara sobre la presión hidráulica y viceversa.

La variable de llenado no debe someterse a límites, mas dejada libre de variar

La condición de conmutación es un parámetro significativo en la casi totalidad de los casos, ya sea con materiales amorfos que cristalinos.

Cojín al fin de inyección

También en este caso se trata de una variable altamente significativa de la calidad del proceso.

Todas las contracciones efectuadas hasta ahora resultan validas solo a condición que las características del material sean constantes; en caso contrario vienen a modificarse las condiciones de normales utilizo del proceso y es necesario un ulterior estudio.

TODAS LAS INYECTORAS DE ACTUALIDAD CONTIENEN INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO Y DE LAS VARIABLES A TENER BAJO CONTROL.

CONTROL DE CALIDAD

EL CONTROL DE CALIDAD integrado sobre la prensa es un dispositivo que permite de:

- Plantear (para los parámetros más significativos del proceso) los limites naturales de variación.
- Efectuar el desecho de las piezas producidas con uno o más parámetros fuera de límites.
- Visualizar las causas (alarma) que han creado la condición de "fuera de control ".

- Efectuar una filtración estadística, que permita controlar la evolución de la producción y eventualmente, para la prensa cuando la evolución no es conforme con cuanto planteado por el operador.
- Documentar la producción con todos los datos necesarios para certificar la evolución productiva (n° de lote y de producción, horarios, fechas, parámetros y variables, entidad de los eventuales desechos, alarmas, etc.
- En la página control de calidad el operador selecciona las variables a utilizar; los límites de variación se pueden plantear manualmente, según un plano de experiencia, o calculados estadísticamente, con el procedimiento de autoconocimiento.

CAPÍTULO V

EVALUACION Y RESULTADOS

EVALUACION.- Considero que este trabajo fue elaborado, para los estudiantes de ingeniería química industrial, ingeniería petrolera, y para todo aquel que esté interesado en el proceso de transformación de los plásticos , un campo de acción muy amplio donde los recién egresados tendrían la oportunidad de desarrollarse en esta industria muy amplia , reafirmando sus conocimientos teóricos y prácticos para su crecimiento como Ingenieros en plásticos que a nivel de Ingeniería existen muy pocos en la industria un campo que pueden ocupar los recién egresados, abriendo más fuentes de trabajo. En México en este año 2013 tendrá mayor auge sobre todo en la industria automotriz, farmacéutica, electrónica, entre otros. también para todo ingeniero que actualmente este elaborando en esta industria , la metodología y procedimientos para operar una inyectora así como su control estadístico de los parámetros que afectan la calidad de la pieza, como los materiales más usuales en los procesos y como optimizar un ciclo de inyección para una buena productividad.

RESULTADOS.- Los resultados se obtendrán cuando en la propia escuela tenga una difusión de este campo de acción, con un proyecto a largo plazo para obtener equipo que ayude a los estudiantes a tener una herramienta más, como una inyectora para termoplásticos (polímeros) donde tendrían la oportunidad de trabajar con este equipo complementando (teoría y práctica), comprobando la reología de los polímeros en su aplicación en un equipo de transformación. Los resultados se verán cuando la propia escuela prepare al docente que impartirá esta práctica lanzando una convocatoria, para todo aquel egresado en convocatoria sean ampliar su experiencia en este campo de acción solo así habrá un crecimiento para el estudiante. En la industria existen pocos ingenieros que en realidad se interesen por la operación de una inyectora, normalmente en las propias industrias hacen sus propios técnicos, pero hacen faltan técnicos con mayor preparación académica para que en la industria puedan controlar sus procesos de moldeo y no sigan trabajando empíricamente, sino con metodología y procedimientos adecuados.

CONCLUSIONES

El objetivo de presentar un escrito simplificado, muy condensado pero útil del sistema de moldeo por inyección aplicado en la industria de transformación se cumplió.

La experiencia de 40 años en la industria del moldeo por inyección ayuda a compartir los puntos que demandan mayor conocimiento, así como ilustraciones de cómo resolver de una manera económica y sencilla.

Este trabajo permite compartir el sentimiento de la velocidad con que viaja la tecnología y el cuidado que debe tener sobre todo el joven ingeniero para la selección de una tecnología o la adquisición de una máquina, así como la aparición de nuevos materiales plásticos.

Esta tesis también ilustra los diferentes campos de aplicación y ventanas de oportunidades que posee este atractivo campo profesional.

La información que se encuentra en este documento asegura que el profesional, el estudiante y el neófito encontrarán una respuesta a sus dudas o preguntas sobre el tema de moldeo por inyección.

BIBLIOGRAFIA

- Inyección de plásticos. De Walter Mink Spe. Miembro de la Society of Plastics Engineers Inc. (usa), Editorial Gustavo Gili, SA (Barcelona -1977) NEGRI BOSSI. La presente obra traducida al castellano ha sido publicada con el título original de Grundzüge der Spritzgiess technlk en la editorial Zechner & Hüthig Verlag Gmb H, Speyer am Rhain. Wien, Zúrich 1971 en 4ª edición. Derechos reservados 1992, respecto a la primera edición en español por McGraw-Hill, Interamericana de México s.a de C.V.
- Moldes y Maquinas de inyección para la transformación de los plásticos. De Gianni Bodini y Franco Cacchi Pessani. Traducción y asesoría técnica de HUMBERTO BAÑUELOS, Ingeniero mecánico, ESIME ,IPN. DERECHOS RESERVADOS 1992, respecto a la primera edición en español por McGraw-Hill INTERAMERICANA, S.A. DE C.V. Esta obra se terminó de imprimir, en Septiembre de 1992, EN DIRCA IMPRESORES, S .A DE C.V.
- MOLDEO POR INYECCION.- De Ramón Anguita Delgado catedrático de plásticos en escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Madrid. Editorial Blume. Primera edición española 1975. Impreso en España- printed in Spain. I. S. B. N. 84-7214-064-4. Depósito legal: M. 21308-1975. Todos los derechos reservados.
- Manual de las instrucciones para el uso y el mantenimiento, Maquina inyectora marca, BMB (COSTRIZIONI OLEOMECCANICHE). Año de fabricación 2002.
- Manual de operación maquina inyectora. PRENSAS SERIE OTTO ADVANCED TECHNOLOGY (A. T) SANDRETTO INDUSTRIES s.r.l. ENERO 1992. Modelo serie Mach 111, tipo3602480, año de construcción 2002 por Sandretto Industrie SPA.
- REVISTA PANORAMA PLASTICO JULIO 1990. EDITORIAL CORSO S.A DE C.V – Volumen 6 N° 44.
- NISSEI PLASTIC INDUSTRIA CO., LTD.(INYECTORA DE PLASTICO. Revista sin fecha de edición. Catalogo 8829.

- REVISTA DE PLASTICOS HOECHST COPOLIMERIZACION ACETAL HOSTAFORM. Información técnica de polimerización CATIONICA. Edición de Enero de 1977.
- REVISTA Battenfeld (Injection Molding Technology). Revista sin fecha de edición.
- REVISTA DE PLASTICOS HOECHST POLIMERIZACION DE POLIOLEFINAS. Información técnica de polimerización de poli olefinas. Edición de Mayo de 1969.
- QUIMICA FUNDAMENTAL. De Donald H. Andrews y Richard J. Kokes. EDITORIAL LIMUSA-WILEY S.A. Primera edición en 1964 y la segunda edición en 1967.

GLOSARIO DE TERMINOS

Agente Separador (Silicones): Es un lubricante utilizado para cubrir la cavidad del molde para prevenir que la pieza moldeada se pegue a él y de esta manera facilitar su expulsión.

Es un dispositivo de acero generalmente cilíndrico que contiene un hueco cónico en su centro. También tiene un asiento esférico, el cual debe acoplar perfectamente con la boquilla del cilindro de inyección. El plástico derretido y caliente fluye a través del bebedero, bien sea directamente dentro de la cavidad del molde o en ramificaciones que conducen a las cavidades. La forma que toma el plástico solidificado en este elemento se llama colada.

Capacidad de Inyección: Es el peso máximo de material que una máquina puede introducir dentro del molde en un solo avance del pistón o tornillo.

Canales de Enfriamiento: Son canales o pasadizos localizados en el cuerpo del molde, a través de los cuales puede circular un medio de enfriamiento para controlar la temperatura en la superficie del mismo. También se utiliza para calentar el molde circulación de vapor, aceite caliente o cualquier otro fluido a través de los canales, tal como se utiliza en el moldeado de termoestables y algunos materiales termoplásticos.

Cavidad: Hembra o cavidad de un molde que forma la superficie opuesta a aquella formada por el macho.

Ciclo: Es la serie de operaciones que realiza toda la secuencia de moldeado o parte de ella. En moldeado por inyección un ciclo comprende: cerrar el molde, inyectar el material, solidificar la pieza, abrir el molde y expulsar la pieza. El tiempo del ciclo es el periodo del tiempo comprendido entre una función específica del ciclo siguiente.

Compactación: El término se aplica cuando se empuja un exceso de material dentro de la cavidad, mientras la pieza moldeada se solidifica y se contrae. La compactación aumenta el peso de la inyección, lo cual eleva el costo del trabajo.

Depresiones: Es un defecto de inyección caracterizado por un hundimiento de la superficie precedido por un encogimiento interno luego de que la entrada ha sellado la alimentación de plástico.

Deslizamiento: Es un resultante de la acción del deslizamiento de una porción de sustancia de otra.

Entrada (Molde): Abertura restringida que conduce del vaciadero o colada a la cavidad correspondiente.

Escapes: Son diminutos canales fresados en un molde cerca a la cavidad, para permitir la salida de aire a medida que el material entra. También podríamos llamarlos respiraderos.

Falta de Llenado: Es la pieza moldeada que no ha sido llenada por completo durante la inyección.

Fuerza de Cierre: En moldeado por inyección y moldeo por transferencia, la fuerza que se aplica al molde para mantenerlo cerrado.

Granulado: Material termoplástico en pequeñas partículas que tienen generalmente aspecto cilíndrico o cúbico, con una sección de 1,5 a 3mm.

Inyección: Es la cantidad de material que puede ser inyectada en el recorrido hacia adelante del pistón de inyección.

Línea de Unión: Es una marca o línea sobre una pieza moldeada que se forma cuando dos flujos de material se encuentran durante el proceso de moldeo.

Macho: Es la porción del molde que forma la parte interior de una pieza hueca.

Material para Moldeado: Es el material plástico en varios estados de granulación, listo para utilizar en la operación de moldeo; a menudo lleva incorporado resina, relleno, pigmento, plastificadores y otros ingredientes. También es llamado "Componente para Moldeo" o "Polvo".

Molde: Es la herramienta que imparte la forma final al material plastificado. Los moldes para inyección son hechos de acero, tipos especiales de aluminio y pueden tener los machos o las cavidades de cobre al berilio.

Molde Automático: Un molde para inyección, moldeo de compresión o transferencia, que repite automáticamente el ciclo completo de moldeado, incluyendo la expulsión sin ayuda del operario.

Molde de Entrada Central: Es un molde de transferencia o inyección donde la cavidad se llena con material para moldeado a través de un tragadero o entrada que va directamente al centro de la pieza.

Molde Familiar: Un molde de cavidad múltiple donde cada una de las cavidades forman una de las partes que conforman una pieza ensamblada terminada. El término se aplica con frecuencia a los moldes donde se agrupan varias piezas de un solo cliente para la economía de producción.

Moldeado por Inyección: Es un sistema de moldear por medio del cual el plástico ablandado por el calor es forzado de un cilindro a una cavidad para dar forma a artículo deseado. Es un dispositivo que tiene un orificio a través del cual fluye el plástico caliente del cilindro de calentamiento al bebedero.

Varilla Expulsora: O camisa expulsadora es una varilla o camisa, que empuja una pieza moldeada fuera de un macho del molde. Estas varillas se hallan sujetas a una placa, la cual puede ser accionada por la barra expulsora de la máquina, por cilindros auxiliares hidráulicos o neumáticos.

Pirómetro: Es un dispositivo para medir la temperatura. Los controles electrónicos regulan la corriente a las bandas de calentamiento, basadas en las señales del pirómetro.

Pistón de Inyección: Es la parte de una máquina de inyección que aplica la presión sobre el material sin plastificar, forzándolo dentro de la cámara, la cual a su vez, fuerza al material plastificado al frente de la cámara y luego afuera a través de la boquilla.

Placa: Placa sólida de acero que procura los medios de fijar el molde y ejercer la fuerza de cierre.

Placa de Fijación: Es una placa incorporada en el molde y utilizada para asegurar el mismo a la máquina.

Placa Fija: Es la parte de la máquina a la cual se fija una mitad del molde. Esta placa no se mueve durante el moldeo.

Placa Móvil: La placa móvil de una máquina de moldeo por inyección es la parte a la cual se fija una mitad del molde. Esta placa se mueve gracias a un cilindro hidráulico o por un mecanismo de rodillera.

Plástico: Es un material natural y sintético y componentes químicos que pueden ser transformados a sólidos por medio de calor o presión.

Plasticidad: Una propiedad que tiene el plástico que permite su deformación continua y permanente, sin romperse ante la aplicación de una fuerza superior a su grado de resistencia.

Plastificar: Volver un plástico manejable por medio del calor o compresión mecánica.

Contrapresión de Alimentación: La presión que se aplica al extremo trasero del tornillo, para aminorar la velocidad con que retrocede a su posición de arranque.

Purgar: Limpiar el cilindro de una máquina de moldeo por inyección de un color o tipo de material, forzándolo con el nuevo color o material que se va a utilizar en la próxima producción. También existen ciertos materiales para purga.

Rebaba: Es una cantidad sobrante de plástico en una pieza moldeada a lo largo de las líneas de mitades. En la mayoría de las veces este defecto es rechazable y la rebaba debe ser sacada para que las piezas sean aceptadas.

Rechazo: Es un producto moldeado que no llena los requisitos de las especificaciones de manufactura.

Ritmo: La habilidad del operario para regular sus movimientos en un tiempo establecido para el ciclo de moldeo.

Rodillera: Es un mecanismo que ejerce presión desarrollada por la aplicación de una fuerza sobre una articulación. Se utiliza como un método de cierre de las máquinas de inyección y también para aplicar presión al mismo tiempo.

Sistema de Vaciadores: Se aplica este término al material conformado por los tragaderos, vaciaderos y entradas que conducen el material desde la boquilla de una máquina de inyección hasta la cavidad del molde.

Termoplástico: Es el material que se puede ablandar repetidamente por medio de calor y endurece por el enfriamiento. Los materiales típicos son los polímeros y copolímero de estireno, los acrílicos, los celulósicos, los polietilenos, el polipropileno, el vinilo, el nylon y los varios materiales de flurocarbono.

Tiempo de Permanencia: El tiempo total requerido para trasladar el material del extremo de alimentación del cilindro de calentamiento a la boquilla.

Tolva: Recipiente localizado al final del alimentador de una máquina de inyección, desde el cual el granulado cae por gravedad dentro del cilindro de calentamiento, o dentro de un mecanismo de alimentación.

Torceduras: Distorsión dimensional de una pieza plástica luego de su moldeo.