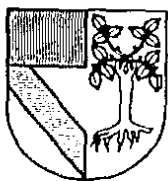


308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA
Con estudios incorporados a la U.N.A.M.

2
201

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLANTACION DE UNA FABRICA DE
INYECCION DE PLASTICOS.”**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA
AREA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A N :

**LEON GERARDO ARPIO ZEPEDA
RUBEN DARIO URTUZUASTEGUI JIMENEZ**

MEXICO, D.F. 1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

| | | |
|----|---|-----|
| | AGRADECIMIENTO | |
| 1 | INTRODUCCION | 3 |
| 2 | SITUACION INICIAL DEL NEGOCIO | 5 |
| | 2.1 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES COMERCIALES | 5 |
| | 2.2 RECURSOS, RIESGOS, FUERZAS Y DEBILIDADES | 6 |
| | 2.2.1 RECURSOS | 6 |
| | 2.2.1.1 PRODUCTOS | 6 |
| | 2.2.1.2 MOLDES | 10 |
| | 2.2.1.3 EQUIPO DE TRANSPORTE | 10 |
| | 2.2.1.4 OFICINAS Y BODEGA | 11 |
| | 2.2.2 FUERZAS | 12 |
| | 2.2.3 RIESGOS | 12 |
| | 2.2.4 DEBILIDADES | 13 |
| 3 | LA MAQUILA | 13 |
| | 3.1 MATERIALES PLASTICOS | 14 |
| | 3.2 COSTO MAQUINA Y MANO DE OBRA | 14 |
| | 3.3 MATERIALES ADICIONALES | 15 |
| | 3.4 COSTO TOTAL DE LA MAQUILA | 15 |
| | 3.5 VENTAJAS DE LA MAQUILA | 16 |
| | 3.6 VENTAJAS DE LA FABRICACION | 16 |
| 4 | LA FABRICACION | 18 |
| | 4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO | 18 |
| | 4.2 MAQUINA INYECTORA | 22 |
| | 4.3 MONTAJE DE MOLDES | 28 |
| | 4.3.1 EL MOLDE, PARTES DEL MOLDE | 29 |
| | 4.3.2 MONTAJE DEL MOLDE | 35 |
| | 4.4 REGULACION DE CONDICIONES DE MOLDEO | 38 |
| | 4.5 EQUIPO AUXILIAR | 44 |
| | 4.5.1 DEHUMIFICADOR | 44 |
| | 4.5.2 PIGMENTADOR | 47 |
| | 4.5.3 MOLINO | 47 |
| | 4.5.4 TORRE DE ENFRIAMIENTO | 50 |
| | 4.6 MATERIAS PRIMAS | 53 |
| 5 | UBICACION DE LA PLANTA | 59 |
| 6 | LOS PRODUCTOS | 64 |
| 7 | PERSONAL | 67 |
| 8 | CONTROL DE INVENTARIOS | 69 |
| 9 | CONTROL DE RENDIMIENTOS | 80 |
| | 9.1 RENDIMIENTO DE LOS MOLDES | 80 |
| | 9.2 RENDIMIENTO DE LOS OPERARIOS | 80 |
| 10 | ESTUDIO DE LA INVERSION | |
| | 10.1 MERCADO, EXPORTACION Y CANALES DE DISTRIBUCION | 82 |
| | 10.2 MAQUILADORES | 86 |
| | 10.3 DETALLES DE FABRICACION | 91 |
| | 10.4 INVERSION | 102 |
| | 10.5 COSTOS FIJOS | 104 |
| | 10.6 COSTOS VARIABLES | 106 |
| | 10.7 COSTO TOTAL | 108 |
| | 10.8 COSTO UNITARIO DE FABRICACION | 110 |
| | 10.9 FLUJO DE EFECTIVO Y ANALISIS FINANCIERO | 115 |
| 11 | DISTRIBUCION DE PLANTA | 118 |
| 12 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 123 |
| 13 | ANEXO 1 PROBLEMAS DE MOLDEO COMUNES Y POSIBLES CAUSAS | 125 |
| 14 | ANEXO 2 OTRAS MATERIAS PRIMAS | 132 |
| 15 | ANEXO 3 ESPESIFICACIONES DE MOLDES | 135 |
| 16 | BIBLIOGRAFIA | 138 |

AGRADECIMIENTO:

A DIOS POR HABERNOS CONCEDIDO EL DON DE LA EXISTENCIA.

A NUESTROS PADRES POR SU LABOR DE EDUCACION, APOYO Y POR EL GRAN CARIÑO CON QUE SIEMPRE NOS TRATARON.

A NUESTROS PROFESORES PUES SIN SU TRABAJO Y AYUDA NUNCA HUBIESEMOS LOGRADO UNA CARRERA UNIVERSITARIA.

1. INTRODUCCION

El contenido del presente trabajo se basa en una investigación de campo, complementada con un marco teórico, acerca de una empresa que actualmente opera en la República Mexicana.

La compañía comercializa artículos de plástico, que son maquilados en sus propios moldes, por terceras personas dedicadas a la inyección de plásticos.

Actualmente se han cuestionado la conveniencia de fabricar sus propios artículos, siendo el objetivo de la tesis el desarrollar un estudio de factibilidad, para la implantación de una fábrica de plásticos, comparando esta alternativa con la de seguir maquilando.

El estudio se ha realizado como respuesta a la inquietud de los directivos, por conocer las ventajas y desventajas de fabricar sus artículos.

1.- En primer término, desean saber si fabricando sus artículos logran reducir el costo de los mismos, ¿en qué monto y qué repercusión tiene dicho decremento en el costo sobre las utilidades?

2.- Desean solucionar los constantes retrasos en las entregas de los maquiladores, debido a que atienden a diversos clientes.

3.- En caso de optar por fabricar sus artículos, se enfrentarían al problema del flujo de efectivo, ya que la compra de maquinaria y equipo, requerirían de un desembolso que desviaría los recursos destinados, a la fabricación de moldes.

4.- Otro problema que se presenta es el de los costos fijos de fabricación ya que operando a través de maquiladores la empresa no tiene que hacer este tipo de gastos, evita también los problemas derivados de trabajar con personal sindicalizado, y no se presentan paros causados por huelgas.

En la primera parte de la tesis se describe la situación actual del negocio, sus operaciones y sus características. Con estas últimas se logrará plantear la situación de la empresa a como fabricante.

La segunda parte de la tesis es una descripción de las operaciones de la empresa a través de terceros, y la forma en que cotizan los productos los maquiladores, para establecer el punto de comparación, contra el costo de los productos fabricados por la empresa.

La tercera parte de la tesis es el estudio de la fabricación. El objeto es conocer el costo de los artículos fabricados por la empresa.

Como complemento a la fabricación se presenta un estudio técnico del proceso de la inyección de plásticos.

2 SITUACION INICIAL DEL NEGOCIO

2.1 DESCRIPCION ACTUAL DE LAS OPERACIONES REALIZADAS POR LA EMPRESA.

La empresa es un distribuidor de artículos de plástico para uso doméstico.

Los artículos comercializados por la compañía son producidos en sus propios moldes por fábricas que tienen la maquinaria y el equipo necesarios para el moldeo de los artículos.

Actualmente coloca sus artículos en tiendas departamentales de autoservicio, o en empresas que adquieren los artículos para ofrecerlos en sus promociones con la impresión de su marca.

También está negociando la venta de sus artículos, en cadenas de tiendas departamentales y de autoservicio norteamericanas, cuyas oficinas de compras se encuentran en Laredo y San Antonio Texas, Estados Unidos.

El precio y calidad que ofrece en sus artículos, es adecuado para competir en el mercado norteamericano, por lo que el problema que enfrenta es capacidad de producción suficiente, para surtir los pedidos que pudieran hacer los norteamericanos.

La operación comercial de la empresa a es como sigue:

El primer paso es ofrecer los productos a los clientes, junto con una lista de precios y plazos de pago concedidos al cliente.

Si el comprador se interesa por los artículos, acepta las condiciones ofrecidas, entonces se levanta un pedido por escrito, donde se especifica la cantidad por artículo, el precio y el plazo de pago negociado.

Los vendedores entregan la orden a la bodega, donde se confirma que haya en existencia la mercancía pedida; en caso afirmativo, se separa la mercancía requerida y se factura al cliente.

Posteriormente, la mercancía junto con la factura y el pedido, se envían al cliente, quién al recibirla, firma un contra-recibo, con el que se cobra al vencerse el plazo negociado.

Una venta se cierra, cuando es entregado un pedido por un cliente.

Para surtir de inmediato los pedidos de los clientes la empresa mantiene un inventario que controla por artículo y por color.

Los pedidos se levantan a los maquiladores cada vez que el inventario de algún artículo de cualquier color baja hasta el punto establecido de reorden. Cada vez que se levanta un pedido a un maquilador se pide la cantidad suficiente para completar el inventario máximo de todos los artículos.* Los maquiladores producen bajo pedido, por lo que no entregan de inmediato los artículos requeridos; habría que aclarar, que el punto de reorden considera el tiempo de entrega de los maquiladores, de tal manera que el inventario no baje del mínimo establecido.

El inventario se controla con un tarjetón para cada artículo tomando en cuenta su color. Cada vez que un maquilador entrega mercancía se alimenta la entrada al tarjetón y se suma la cantidad entregada al inventario existente. Cada vez que sale mercancía de la bodega por concepto de ventas, se alimenta la salida al tarjetón y se resta la cantidad vendida al inventario existente. Las devoluciones también son contabilizadas.

Para conocer su flujo de efectivo, la compañía programa sus cuentas por pagar y por cobrar. Cada vez que un maquilador entrega mercancía se le entrega un contra-recibo y a los 30 días cobra el monto de la factura. En el momento en que se extiende el contra-recibo se programa el pago.

De la misma forma, al entregar mercancía, el cliente extiende un contra-recibo para ser cobrado en el plazo pactado. Al recibirse el contra-recibo se programa el cobro.

En resumen, la operación actual del negocio consiste básicamente en:

- 1o. Vender, cada venta se cierra cuando el cliente entrega el pedido.
- 2o. Surtir los pedidos de los clientes.
- 3o. Controlar el inventario.
- 4o. Comprar a los maquiladores.
- 5o. Programar cobros.
- 6o. Programar pagos.

2.2 RECURSOS, FUERZAS, RIESGOS, DEBILIDADES.

2.2.1 RECURSOS

2.2.1.1 Productos.

La empresa comercializa bienes de consumo; artículos para el hogar que se caracterizan por su diseño especial, son útiles y decorativos. Además tienen aceptación en el mercado y actualmente se venden mucho.

Los productos que se manejan son adquiridos por impulso de los consumidores, su compra no es pensada y al efectuarla el comprador normalmente no hace comparaciones. La venta depende en gran medida del lugar donde se ubiquen en las tiendas, debido a que el consumidor no los busca específicamente. Un cliente potencial no acude a una tienda para comprar los artículos que vendemos, más bien, busca otros productos y al ver este tipo de artículos, si son de su agrado, y por no representar un desembolso importante, los compra.

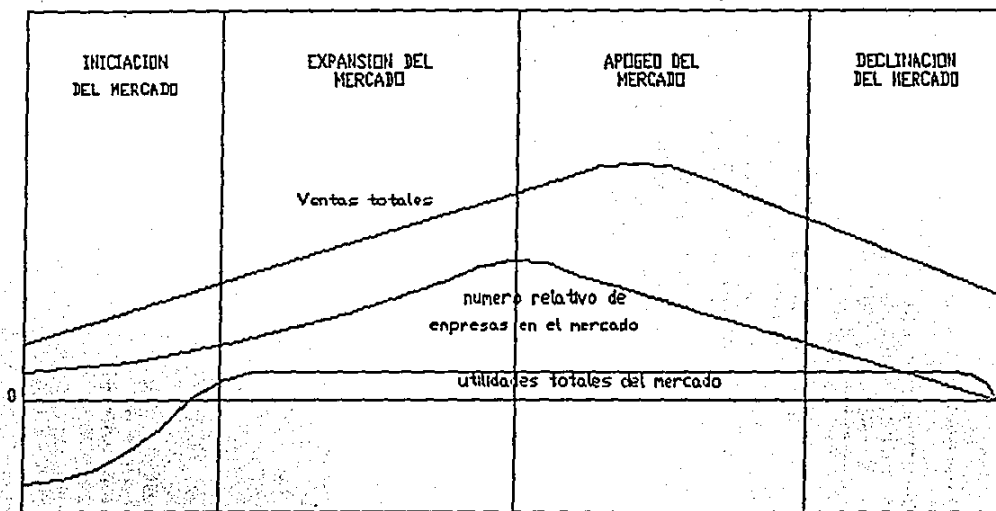
También es importante que los artículos tengan buena apariencia, y que despierten en el posible comprador, una impresión favorable, al imaginar como luciría el producto por ejemplo, en la cocina de su casa.

Los productos comercializados son artículos prácticos y decorativos a la vez.

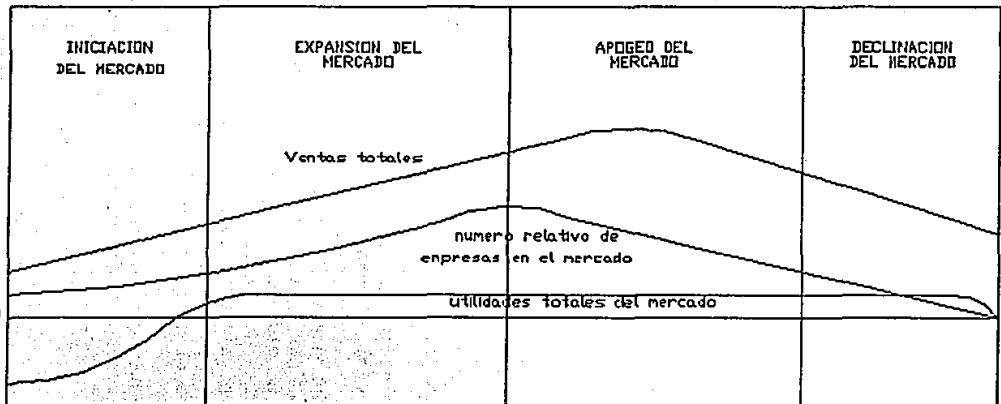
"Todos los productos tienen una cierta duración de vida, durante la cual pasan por varias etapas fácilmente identificables. Desde el momento en que se concibe la idea de un producto, durante su desarrollo y hasta la introducción en el mercado, pasa por varias etapas prenatales o fases de desarrollo. La vida comienza con su introducción al mercado, luego transcurre un período de rápida expansión del mercado, después una temporada de apogeo, y finalmente entra en la etapa de declinación hasta que su vida toca su fin." (1) Aquí es cuando se reduce el margen de venta.

Es importante que un artículo, durante su ciclo de vida, pueda generar recursos suficientes para amortizar el molde, e introducir otro producto.

VER GRAFICA: CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO



CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO



CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

GRAFICA DE VIDA DEL PRODUCTO

INICIACION. La etapa de iniciación en el mercado es una fase de fuerte promoción, de asegurar la distribución inicial, de identificar y eliminar las debilidades del producto. Mantener debidamente abastecidos, en cuanto se posible los canales de distribución del producto; pero si está destinado a tener un gran éxito, el innovador se enfrenta al problema de demanda excesiva a su capacidad de producción.

En México los productos se encuentran en la etapa de iniciación, y todavía no aparecen los competidores con productos semejantes.

EXPANSION DEL MERCADO. Durante la etapa de expansión del mercado la competencia aumenta rápidamente, y la eficiencia de manufactura y distribución son claves importantes para el éxito del mercado.

En E.U.A., los productos se encuentran en esta etapa del ciclo de vida. Los artículos ya existen en el mercado norteamericano, la empresa tiene que ofrecerlos compitiendo en precio y calidad, contra otros distribuidores de artículos similares.

APOGEO DEL MERCADO. Durante la etapa de apogeo del mercado la intensidad de la competencia hace bajar las utilidades; los precios descienden mientras que los costos de mercadeo suben. Las ventas continúan aumentando durante un tiempo, pero a una tasa cada vez menor hasta que al fin se nivelan en el punto de saturación del mercado. Por primera vez la oferta excede a la demanda.

DECLINACION DEL MERCADO. La etapa de declinación del mercado, se caracteriza porque la innovación desaloja al producto, o por un cambio evolutivo en el comportamiento de compra del consumidor. Las ventas bajan y el número de competidores disminuye. Existiendo un exceso de capacidad productora, el precio pasa a ser el arma principal de la competencia.

(1) CUNDIF, STILL, GOVONI. "Fundamentos del Mercado Moderno". p. 148

2.2.1.2. Moldes.

La calidad de los productos de plástico inyectados estará dada por tres factores: el molde, el material y las condiciones de moldeo.

Los moldes con que se producen los artículos en cuestión son propiedad de la empresa.

Para la elaboración de altos polímeros por el proceso de inyección, son indispensables moldes de gran calidad, con una elaboración muy precisa y deben ser muy durables.

Los moldes se fabrican actualmente en acero, metales no férricos, y materiales de colada no metálicos, obtenidos galvánicamente; en el futuro quizá también se construyan a base de materiales cerámicos.

Elegir el tipo de molde para una pieza que hay que fabricar, estará determinado esencialmente por consideraciones de rentabilidad, que dependen de:

- las exigencias impuestas a la pieza fabricada.
- los costos de fabricación del molde.
- el tiempo del ciclo.
- y del número de piezas a fabricar con el molde, es decir, de su duración". (1)

Los moldes de la empresa, están fabricados de aceros con tratamiento térmico, como los artículos están sometidos a exigencias especiales como buen aspecto de la superficie, exactitud de medidas, elevada velocidad de producción, gran número de piezas sin presentar rebabas. El molde está fabricado por arranque de viruta, usándose en su fabricación acero refinado y tratado.

Para lograr el brillo en las piezas se utilizan materiales con apariencia cristal, pero además el molde debe tener un pulido espejo en sus cavidades.

Para lograr ciclos de producción cortos los moldes son de funcionamiento automático, es decir, las piezas caen por gravedad al abrirse el molde. Además se acorta el ciclo por el sistema de enfriamiento que atraviesa las cavidades, solidificándose el material más rápidamente.

(1) MENGES, MONREN. "Moldes para inyección de plásticos".

P.11

2.2.1.3. Equipo de Transporte.

En las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey la empresa cuenta con su propio equipo de transporte para la entrega de la mercancía a sus clientes. Para dar servicio a otras ciudades la compañía contrata transportes de carga que entregan mercancía a cualquier ciudad de la República.

2.2.1.4. Oficinas y Bodegas.

En las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey la empresa cuenta con bodegas y con una estructura administrativa. Cada ciudad maneja su inventario, sus clientes y sus cuentas por cobrar y por pagar. La contabilidad se centraliza en la ciudad de México, y como los productos son maquilados en esta última, en Guadalajara y en Monterrey se levantan pedidos a México para completar sus inventarios.

2.2.2. FUERZAS.

La empresa cuenta con estructura de ventas en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, y sus ventas en las demás ciudades de la República se manejan desde estos tres puntos, con lo que se tiene equipo de ventas para atender indirectamente otras ciudades de la República.

Además, en estas tres ciudades se cuenta también con estructuras administrativas independientes unas de otras, con lo que el manejo de la empresa es autónomo en estos tres puntos.

La fuerza más importante de la compañía es su cartera de clientes. En la actualidad vende sus productos a tiendas departamentales, de autoservicio y especializadas. Los productos han sido aceptados por los consumidores, tienen mercado y se venden; para ello fue necesario negociar la primera venta con los clientes, ahora la labor de ventas se enfoca al servicio de clientes de cartera y a ofrecer los productos a nuevos compradores.

Es también una fuerza, su integración vertical. El negocio original de los directivos es la venta directa al consumidor final a través de sus tiendas. Por la necesidad de tener artículos exclusivos compraron los moldes de algunos productos de plástico; así nació la comercializadora. Esta fuerza se traduce no sólo en punto de venta seguro en las tiendas del grupo, sino también en experiencia comercial de los directivos, para la selección de los artículos de los cuales se van a fabricar moldes.

2.2.3 RIESGOS.

En caso que la competencia fabricara moldes para hacer productos idénticos a los que manejamos, se desencadenaría una guerra de precios para mantener los puntos de venta, que actualmente tienen los artículos, puesto que si la competencia ofrece un mejor precio, seguramente el consumidor compraría a quien lo ofreciera más barato. Con la guerra de precios el ciclo de vida de los artículos se acortaría.

La posibilidad de que la competencia ofrezca artículos idénticos a los de la empresa, se ve reducida por la calidad requerida en los moldes, ya que son sumamente costosos y la calidad en el producto está dada en gran medida por ellos.

Es un riesgo considerable, la introducción de nuevos artículos al mercado, cada vez que la empresa lo hace, existe la posibilidad de que este no se venda, porque al cliente no le guste. La inversión en los moldes es costosa y se requiere de altos volúmenes de venta para amortizarlos.

2.2.4 DEBILIDADES.

La empresa en estudio ha operado hasta el momento como una distribuidora de sus productos, careciendo de experiencia en la fabricación.

La falta de experiencia en la exportación, ha retrasado las ventas al extranjero, a pesar que sus productos son competitivos en precio y calidad en los Estados Unidos.

Además, carece de información confiable con respecto a sus competidores en el mercado norteamericano.

En caso de decidirse por atender el mercado de exportación, la producción total de la empresa sería adquirida por una pequeña cantidad de clientes. Lo anterior representa una oportunidad pero un riesgo a la vez.

Veamoslo así:

Oportunidad, porque al tener que atender a un número menor de compradores los gastos de ventas disminuyen considerablemente, las ventas se efectúan en dólares, lo que elimina el problema de la inflación mexicana en los precios.

Riesgo, porque teniendo pocos clientes de grandes volúmenes, en caso que alguno de ellos retire sus pedidos, el impacto en la compañía sería muy significativo, situación que puede evitarse, si las ventas se encuentran muy prorrateadas entre un número mayor de consumidores, de volúmenes de compra semejantes; lógicamente esta estrategia provocaría un aumento en los gastos de venta.

3. LA MAQUILA .

Tomar la decisión de seguir maquilando o fabricar, exige comparar el costo de trabajar con terceros contra el de producir.

A continuación, se describe la forma en que cotizan los maquiladores, el precio del producto.

Operación:

- Se pacta un precio de maquila por producto.
- La empresa entrega los moldes a los maquiladores.
- Cada vez que la compañía necesita producto levanta un pedido por escrito a sus maquiladores.
- Los maquiladores terminan los pedidos y los entregan en nuestras bodegas .
- El costo de la maquila está en función del precio de los materiales plásticos, del costo máquina, de la mano de obra y, del precio de los materiales adicionales.

3.1 MATERIALES PLASTICOS.

El peso de la pieza se multiplica por el costo del material plástico y al total se le adiciona el costo de los pigmentos.

| | | | | | | | | | |
|--------|------|-------|----------|------|---------|-------|----------|---|----------|
| COSTO | PESO | COSTO | | PESO | PORCENT | COSTO | | | |
| MATE = | DEL | X | MATERIAL | + | DEL | X | DE CONC | X | DEL |
| RIALES | PROD | | PLASTICO | | PROD | | PIGMENTO | | PIGMENTO |

3.2 COSTO MAQUINA Y MANO DE OBRA.

El costo máquina está en función del ciclo de producción de cada pieza. El maquilador presenta una cotización del costo por día de cada una de sus máquinas, considerando cada día de 22 horas por cuestiones de eficiencia.

Para obtener el costo por segundo del equipo en función del costo diario cotizado se tiene:

$$\frac{\text{COSTO MAQUINA}}{\text{SEGUNDO}} = \frac{\text{COSTO MAQUINA/DIA}}{\text{DIA DE 22hrs EN SEG}} = \frac{\text{COSTO MAQUINA/DIA}}{79,200 \text{ SEG/DIA}}$$

Dado el ciclo de producción de cada pieza en segundos, el costo máquina por pieza SE CALCULA como sigue:

$$\text{COSTO MAQUINA/PIEZA} = \frac{(\text{COSTO MAQUINA/SEG}) \times (\text{SEG/CICLO})}{(\text{PIEZAS / CICLO})}$$

3.3 MATERIALES ADICIONALES.

Son accesorios que van adheridos al producto, forman parte del artículo final y su costo, es determinado por la cotización del proveedor de dichos materiales.

3.4 COSTO TOTAL DE LA MAQUILA.

| | |
|---|----------------------------------|
| | COSTO POR MATERIALES PLASTICOS |
| + | |
| | COSTO MAQUINA Y MANO DE OBRA |
| + | |
| | COSTO POR MATERIALES ADICIONALES |
| | <hr/> |
| | COSTO TOTAL DE LA MAQUILA |

3.5 VENTAJAS DE LA MAQUILA.

Para la obtención de los productos la empresa no se ocupa de ningún problema de fabricación.

Se entrega al maquilador el molde una sola vez, cada que la empresa necesita producto, levanta un pedido al fabricante sin necesidad de preocuparse por: comprar materias primas, problemas técnicos de maquinaria y equipo, ni del manejo de obreros.

Maquilando, se evita a la empresa, los problemas derivados de trabajar con personal sindicalizado, se ahorra también, posibles paros en sus operaciones causados por huelgas.

No es necesario invertir en instalaciones, ni en la compra de maquinaria y equipo.

Solo se aceptan piezas de calidad, el maquilador absorbe el costo de los rechazos de transporte y fabricación.

No hay costos fijos de fabricación.

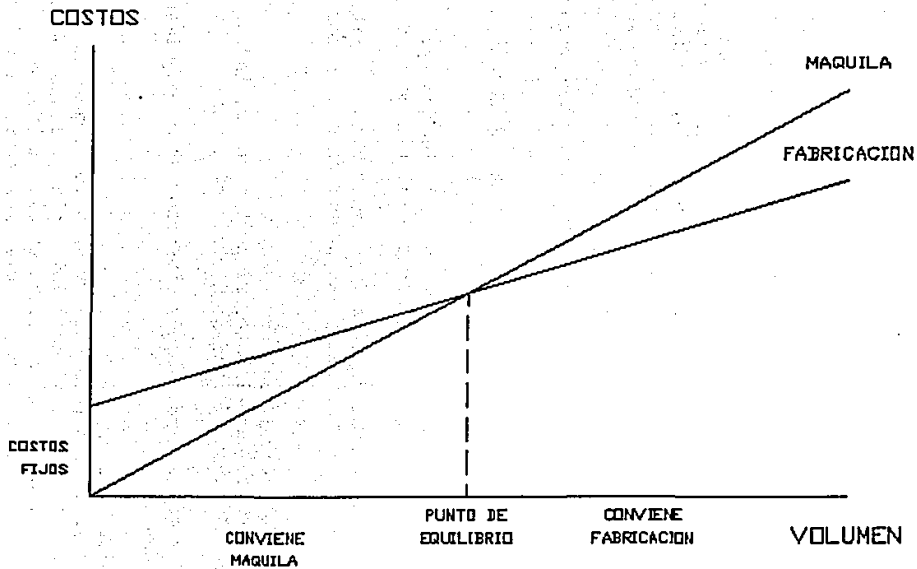
El costo de cada producto, no depende del volumen que se produzca. (Independientemente del volumen pedido el costo de la maquila es el mismo).

3.6 VENTAJAS DE LA FABRICACION.

En la fabricación, el costo del producto está en función del volumen producido; es decir que a cierto nivel de producción el costo es más bajo que en la maquila. Lo anterior es la principal ventaja de la fabricación, ya que los costos pueden ser reducidos considerablemente, incrementando las utilidades del negocio.

La fabricación permitirá un mejor servicio en las entregas del producto, ya que los maquiladores atienden a otros clientes, retrasando en ocasiones, la entrega de los pedidos.

Además la empresa conservaría sus moldes, estando el cuidado de los mismos a su cargo y, evitando el pelifro potencial de copia del producto o maquila a terceros indeseables.



GRAFICA DE COSTOS DE MAQUILA Y FABRICACION

A DIFERENTES VOLUMENES DE PRODUCCION

4. LA FABRICACION

4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

"El moldeo por inyección es un proceso versátil de producción para convertir materiales termoplásticos (y termofijos) en artículos moldeados, de forma relativamente complicada, a altas tasas de producción y con una buena precisión dimensional". (1)

El proceso básico es como sigue:

El material termoplástico en forma de gránulos o en polvo, es alimentado a la tolva de una máquina. Desde ahí el material cae a un cilindro donde se calienta hasta fundirse. El material fundido, es forzado a introducirse dentro de un molde a través de una nariz, que se encuentra al final del cilindro. El molde se encuentra relativamente frío, y cuando el plástico ha estado suficiente tiempo para solidificarse, el molde se abre y la pieza es extraída.

"Las máquinas de moldeo por inyección comprenden dos secciones básicas:

-La unidad de moldes -La unidad de inyección.

La unidad de moldes:

Es similar a una prensa, sus funciones son dobles:
Primero: para posicionar la mitad móvil del molde donde y cuando se necesario.

Segundo: aplicar presión para impedir que las dos mitades del molde se separen durante la inyección del material.

La unidad de inyección:

Su función es fundir el material dentro del cilindro, y alimentar el material fundido dentro del molde". (2)

El ciclo total del moldeo por inyección es el siguiente:
(VER FIGURA 1)

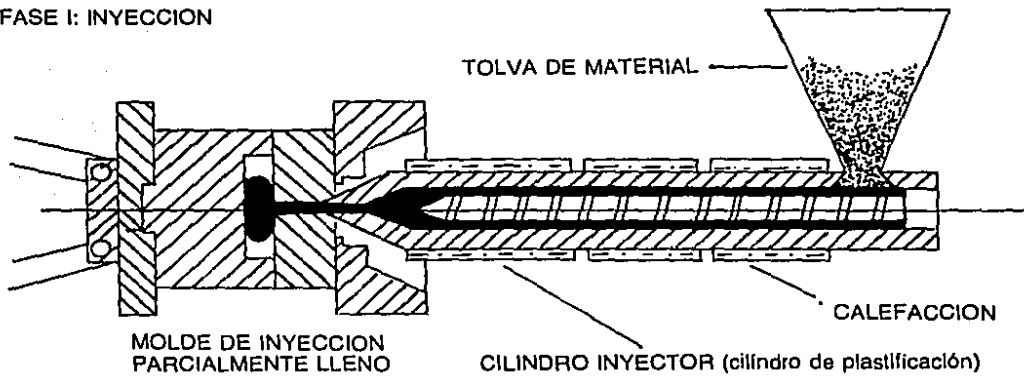
1o.El molde se cierra.

2o.El husillo, sin rotar, se mueve a lo largo del cilindro hacia adelante e inyecta el material plastificado dentro del molde una vez inyectado el material en el molde, este empieza a enfriarse y a solidificarse, mientras tanto se suceden los siguientes pasos.

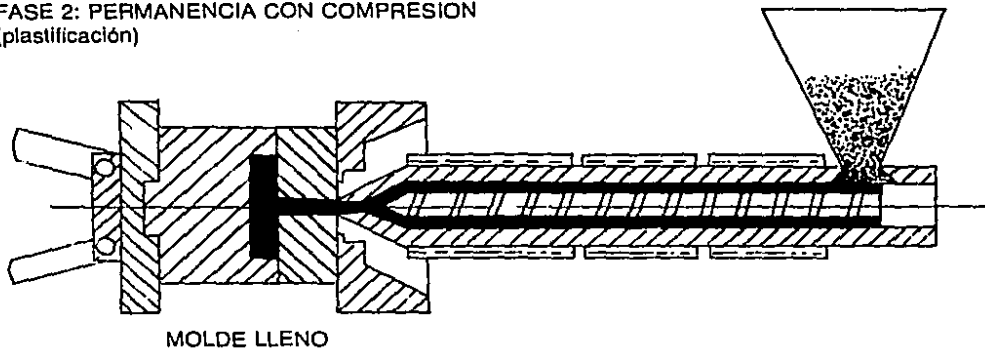
(1) R.J.CRAWFORD, "Plastics Engineering", p.169

(2) R.L.E.BROWN, "Design and Manufacture of Plastic parts", pp. 46 empresa 47.

FASE I: INYECCION



FASE 2: PERMANENCIA CON COMPRESION (plastificación)



FASE 3: EXTRACCION

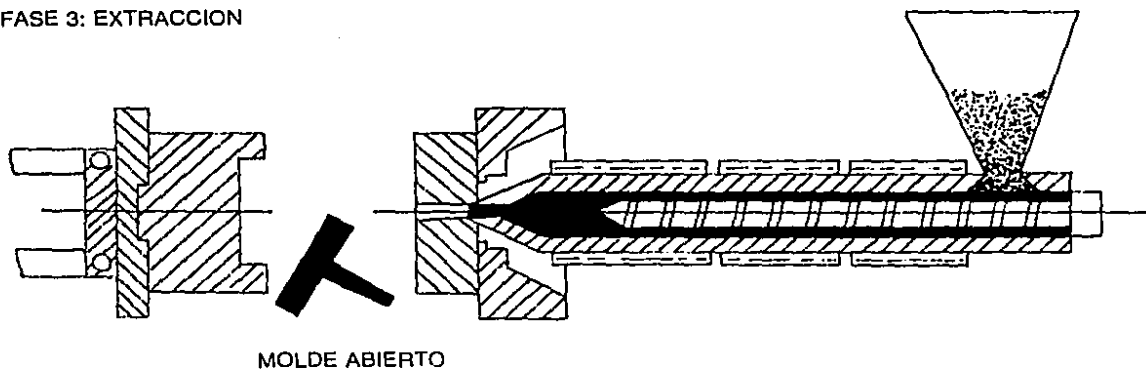


FIGURA I : FASES DE INYECCION

30. Una vez inyectado el material, se ejerce una presión de sostenimiento al mismo, cuando termina el tiempo asignado a la presión de sostenimiento, el husillo empieza a rotar hacia atrás, y el cilindro se carga con nuevo material de la tolva. Todo el material que es cargado desde la tolva atraviesa el cilindro. Alrededor del cilindro hay tres resistencias que transmiten calor al cilindro, que a su vez transmite el calor al material plástico a través de sus paredes interiores. El material pasa el cilindro por la rotación del husillo, donde es fundido por el calor, un interruptor es accionado señalando que suficiente material plástico ha sido alimentado al frente de la unidad de inyección, la rotación del husillo se suspende.

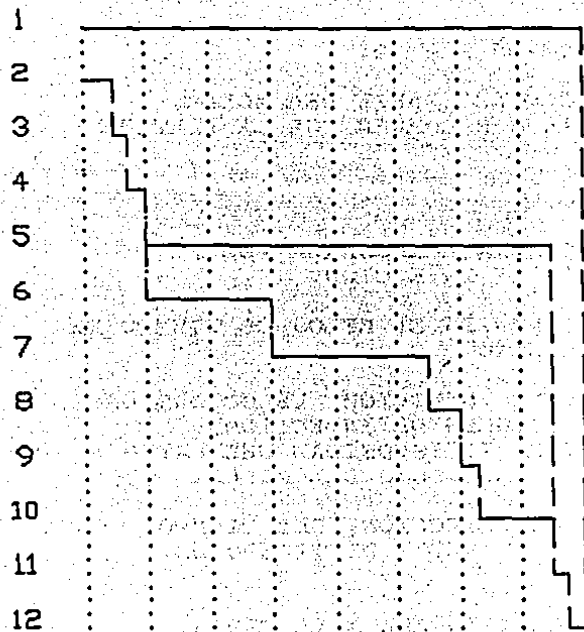
40. El molde continúa con la pieza enfriándose y solidificándose hasta que el tiempo asignado para el enfriamiento termina, entonces la unidad de molde se abre y la pieza es extraída, terminando el ciclo.

"El proceso tecnológico propiamente dicho se distingue por su periodicidad (variación cíclica) y se determina por los siguientes parámetros fundamentales:

- Temperatura y cantidad de material que admite el cilindro de inyección
- Presión y velocidad de inyección
- Duración del ciclo
- Temperatura del molde
- Rendimiento térmico del cilindro de inyección y plastificación
- Índice de pérdidas de presión en el cilindro de inyección y capacidad plastificadora de la máquina." (1)

GRAFICA: DE CICLO DE INYECCION

(1) SAUGORODNY. "Transformación de plásticos", p.124
NOTA AGREGAR EXPLICACION DE LA GREFICA



CICLO TOTAL

CIERRE DEL MOLDE

ASEGURAMIENTO DEL CIERRE

ACERCAMIENTO DEL CONJUNTO DE INYECCION

ENFRIAMIENTO

INYECCION

PRESION DE SOSTENIMIENTO

CARGA DE MATERIAL

RETROCESO DEL HUSILLO

RETROCESO DEL CONJUNTO DE INYECCION

TERMINA ENFRIAMIENTO

APERTURA DEL MOLDE

MOLDE ABIERTO

CICLO DE INYECCION

ETAPAS DEL CICLO DE INYECCION

| ETAPA | SU TIEMPO ESTA EN FUNCION DE : |
|-------|---|
| 1 | LOS TIEMPOS 2 A 12. |
| 2 | VELOCIDAD DE CIERRE DEL MOLDE, DISTANCIA A RECORRER POR LA PLATINA MOVIL. |
| 3 | ES FIJO. |
| 4 | LA DISTANCIA A RECORRER POR EL CONJUNTO DE INYECCION. |
| 5 | ES ASIGNADO EN EL RELOJ DE TIEMPO DE ENFRIAMIENTO. |
| 6 | PRESION DE INYECCION, VELOCIDAD DE INYECCION, VOLUMEN DE INYECCION, TEMPERATURA Y VISCOSIDAD DEL MATERIAL, OPOSICION AL FLUJO DEL MOLDE. |
| 7 | TIEMPO DE INYECCION, DEL TIEMPO ASIGNADO AL RELOJ DE TIEMPO DE PRESION. |
| 8 | VELOCIDAD ASIGNADA A LA CARGA, CONTRAPRESION SOBRE EL HUSILLO, VOLUMEN DE CARGA. |
| 9 | DISTANCIA A RECORRER POR EL CONJUNTO DE INYECCION. |
| 10 | EL TIEMPO ESPECIFICADO POR EL PUNTO 5. |
| 11 | VELOCIDAD DE APERTURA DEL MOLDE (ASIGNADA), DISTANCIA A RECORRE POR LA PLATINA MOVIL. |
| 12 | ASIGNADO Y FIJO. |

4.2 MAQUINA INYECTORA.

Ajustar la máquina inyectora, para conseguir ciclos normales de producción es un paso necesario.

A continuación se explican las variables que requieren regulación y, los problemas de moldeo que se corrigen con el ajuste de dichas variables.

VER LA FIGURA DE LA MAQUINA INYECTORA

TEMPERATURA. Para lograr la fusión del material plástico dentro del cilindro, éste tiene resistencias que a través de una camisa metálica transmiten el calor al interior del cilindro. El cilindro está dividido en tres zonas de calentamiento, y la temperatura de cada una de estas zonas es regulable por el operador de la máquina.

Cada material tiene una especificación de temperaturas a las que pueden ser inyectados, para cada molde es necesario encontrar la temperatura adecuada dentro del rango especificado.

Posibles problemas causados por la temperatura del material:

Por alta temperatura:

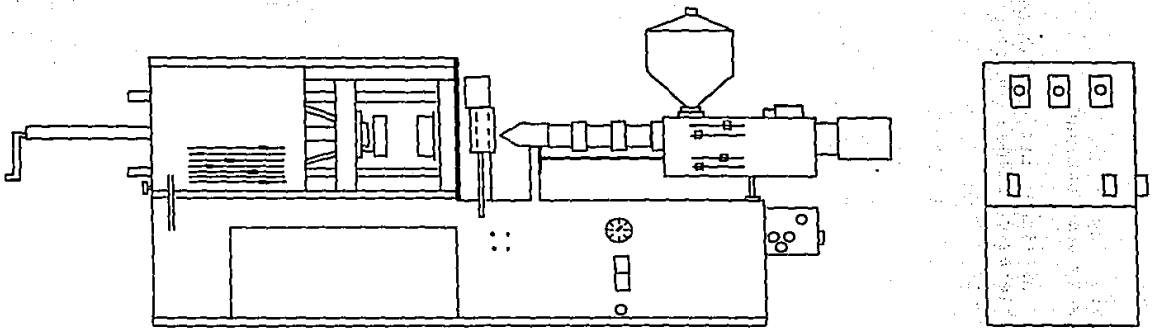
- Piezas con rechupes
- Piezas con bandas plateadas
- Piezas que se desmonten con dificultad
- Piezas con fuertes rebabas
- La colada se atora en el bebedero.
- La colada produce hilos.

Por baja temperatura:

- Piezas con una fuerte marca de unión de flujo.
- Piezas inyectadas que se deforman.
- Piezas frágiles y quebradizas.
- El molde no se llena por completo.
- La superficie de la pieza presenta líneas de flujo y pliegues.

TIEMPO TOTAL DE ENFRIAMIENTO

Este tiempo se regula con un reloj e inicia su marcha en el momento en el que el material empieza a ser inyectado. Cuando el tiempo asignado al enfriamiento llega a su fin, si se ha completado la inyección, la carga de material y el retroceso del conjunto de inyección, entonces la prensa abre el molde.



MAQUINA INYECTORA

El tiempo total de enfriamiento, debe ser suficiente para que dentro de ese lapso la máquina termine su ciclo de operación, además que la pieza se solidifique en el interior del molde, ya que de lo contrario, las piezas inyectadas se deformarían.

TIEMPO TOTAL DE INYECCION

Este tiempo se regula con un reloj, que inicia su marcha en el momento en el que el material empieza a ser inyectado. En el transcurso de este lapso, ocurren la inyección del material mediante la aplicación de presión de inyección y, en el resto del tiempo se aplica la presión de sostenimiento.

El tiempo que tarda el material en ser inyectado, en el transcurso del cual se aplica la presión de inyección, esta última se determina en función: del volumen de material a ser inyectado, de la velocidad de inyección, de la temperatura del material y de la oposición al flujo que encuentre el material en su recorrido por el interior del molde. En el momento que la presión de inyección se desactiva, la presión de sostenimiento actúa hasta que el reloj termina su recorrido, para dar inicio a la carga del material.

Si el tiempo que dura la presión de sostenimiento es demasiado corto se pueden presentar los siguientes problemas:

- Piezas con rechupes.
- Piezas con burbujas internas.

Si el tiempo es demasiado largo, el problema que se puede tener es que las piezas se desmonten con dificultad.

VELOCIDAD DE INYECCION. La velocidad de inyección se regula en una escala relativa dentro de un rango. (máximo y mínimo).

Posibles problemas causados por la velocidad de inyección:

Por alta velocidad:

- Piezas con bandas plateadas.

Por baja velocidad:

- Piezas con una fuerte marca de unión de flujo.
- Piezas con una superficie defectuosa.
- El molde no se llena por completo.

VELOCIDAD DE ROTACION DEL HUSILLO. La carga del material se lleva a cabo cuando el husillo retrocede rotando; con una velocidad de carga lenta se logra una mejor plastificación del material, pero se alarga el ciclo total de inyección, por lo que es importante buscar la velocidad mínima para no alargar el ciclo más allá del tiempo asignado por el reloj de control de tiempo total de enfriamiento.

CONTRAPRESION SOBRE EL HUSILLO. "El objetivo de la contrapresión sobre el husillo es mejorar el proceso de plastificación de ciertos materiales termoplásticos, sobre todo en el caso de materiales viscosos o duros." (1)

PRESION DE INYECCION "Se auto-regula en función del esfuerzo realizado por el husillo, para poder inyectar en el molde el material plastificado, hasta que llega al valor máximo fijado por el operador." (2)

Posibles problemas causados por la presión de inyección:

Por alta presión:

- Las piezas se desmoldean con dificultad.
- Piezas con fuertes rebabas.
- La colada se atora en el bebedero.

Por baja presión:

- Piezas incompletas.

PRESION DE SOSTENIMIENTO. "Opera durante la parte final de inyección al molde; es decir, durante el recorrido final del husillo.

Generalmente, el valor que debe fijarse, tiene que ser inferior al de la presión de inyección, con objeto de:

- Permitir a las moléculas del material inyectado orientarse libremente, evitando así la formación de zonas con tensiones internas en la pieza moldeada.
- Evitar las rebabas en las piezas moldeadas.

El recorrido final que efectúa el husillo en baja presión, varía en función del tipo de material y de la pieza a moldear.

Es aconsejable regular esta presión al valor mínimo indispensable con objeto de reducir el consumo de energía." (1)

DOSIFICACION DEL MATERIAL. Regula el volumen de material que se carga para ser inyectado. Cada vez que se carga material al frente del husillo, este último retrocede rotando. El interruptor que regula el volumen de carga detiene el trayecto del husillo. El volumen de material que se carga al frente del cilindro normalmente es mayor al volumen de material inyectado, quedando material en el cilindro. Para dosificar el material se utilizan dos interruptores, uno que detiene el trayecto del husillo hacia atrás cuando carga material, y otro que detiene al husillo en su trayecto hacia adelante cuando está inyectando el material.

CONTROL DE LOS FINES DE CARRERA DEL GRUPO DE INYECCION.

Son un grupo de interruptores que tienen la función de:

1o Conectar la fase de inyección y excluir la baja presión de acercamiento del conjunto de inyección.

2o Dar la señal de paro durante el retorno del grupo de inyección, cuando el ciclo está predispuesto con retorno después de la plastificación. Si el ciclo está predispuesto con retorno antes de la plastificación, se conecta la señal de paro durante el retorno del conjunto de inyección y el comienzo de la plastificación.

3o Excluir la presión de inyección y conectar la presión de sostenimiento.

4o Paro de la fase de rotación del husillo o plastificación. Retorno del grupo de inyección, si el selector del ciclo está posicionado con retorno del conjunto de inyección después de la plastificación.

Manda también la fase de retroceso del husillo o descompresión en la cámara de la boquilla.

5o Paro de la fase de retroceso del husillo o descompresión de la cámara de la boquilla.

CAJA DE MANDO. Esta caja contiene los interruptores para arrancar y detener el motor eléctrico de la máquina. Además se encuentran los interruptores para:

1o. Seleccionar el ciclo de operación en manual, automático y semiautomático.

2o Seleccionar la rotación del husillo, o efectuar la inyección; este interruptor puede estar desconectado.

3o. Seleccionar el movimiento del molde, el mando puede estar desconectado, con él se puede cerrar o abrir el molde.

4o Seleccionar la posición del conjunto de inyección, con este interruptor se puede acercar o alejar el conjunto de inyección, puede permanecer desconectado.

REGULACION DE LAS CONDICIONES DE LA UNIDAD DE MOLDES.

En la unidad de moldes se ajusta:

- 1o. Velocidad de apertura del molde.
- 2o. Velocidad de cierre del molde.
- 3o. Paro del ciclo al final de la apertura del molde, y reinicio del ciclo.
- 4o. Conexión de la baja presión en la fase de cierre del molde.
- 5o. Paro de la placa móvil en fase de cierre del molde.
- 6o. Frenado de la velocidad de apertura.
- 7o. Acercamiento del conjunto de inyección.
- 8o. Conexión de la alta presión que permite el bloqueo del molde.
- 9o. Carrera de la placa móvil, esto es, la distancia que recorre la platina móvil cuando se efectúa la apertura del molde.

4.3 MONTAJE DE MOLDES.

4.3.1 EL MOLDE.

"En el caso más simple, un molde de inyección consiste en dos mitades dentro de las cuales, es maquinada la figura de la pieza a ser formada". (1)

Los moldes para inyección se forman de dos partes, en el interior de las cuales se desbasta material hasta obtener la forma deseada. En el interior del molde es inyectado el material plástico fundido, el cual se enfría hasta solidificarse, tomando la forma que tiene el molde en sus partes huecas. Al abrirse el molde las piezas inyectadas son extraídas.

Del molde depende en gran medida la calidad de las piezas, ya que la forma de las mismas viene dada por éstos. Además, cada defecto que tenga el molde, ya sean rayones en las cavidades, pulido insuficiente, o fuga del material inyectado por la unión de las dos mitades, aparecen en cada una de las piezas producidas.

4.3.2 PARTES DEL MOLDE: (VER FIGURA 2)

PLACAS PORTAMOLDES. Se colocan en los extremos del molde, su función es sujetarlo en las platinas de la máquina inyectora. La placa portamoldes móvil tiene un agujero en el centro para permitir el paso del botador. De la placa portamoldes fija se sujeta el anillo centrador, el cual coincide con un agujero circular que tiene la platina fija. En el centro del anillo centrador se ubica la tobera, que contiene el canal por donde entra el material hacia las cavidades.

PLACA PORTABOTADORES. Esta placa se mueve dentro de un espacio determinado, al abrirse el molde la placa portabotadores es empujada por el tornillo botador de la máquina, sacando los pernos botadores fuera de las cavidades. Al cerrarse el molde la placa es empujada por los pernos de retorno. La función de la placa portabotadores es sujetar los pernos de retorno, los pernos botadores, y guiar el trayecto recorrido por éstos.

PLACAS ESPACIADORAS. Son dos placas que unen a la placa portamoldes con la cavidad móvil, permitiendo así el desplazamiento de la placa portabotadores.

PARTES DEL MOLDE VER FIGURAS 3 Y 4

(1) R.J.CRAWFORD, "Plastics Engineering",

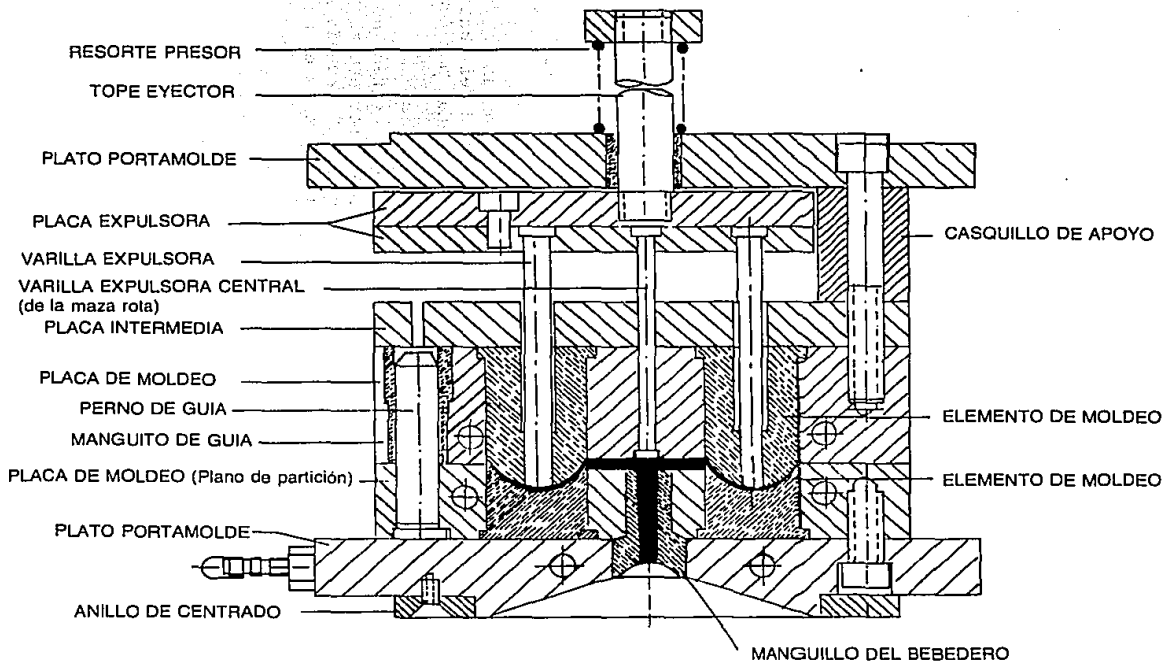


FIGURA 2: MOLDE DE INYECCION.

CAVIDADES. Son las dos partes del molde que contienen la forma de las piezas a ser inyectadas.

A través de las cavidades pasan canales por donde circula el agua para mantener el molde relativamente frío, compensando las transmisiones de calor que origina el material plástico fundido a altas temperaturas.

La cavidad móvil es atravesada por los pernos botadores, los pernos guía y los pernos de retorno de la placa portabotadores.

Los pernos de retorno de la placa son empujados por la mitad fija del molde al cerrar éste, regresando la placa portabotadores.

Los pernos guía entran dentro de la mitad fija del molde. Su función es que cada mitad del molde coincida con la otra en todos sus puntos.

Los moldes se sujetan a la máquina inyectora en las platinas. Las platinas tienen agujeros roscados a lo largo y ancho de su plano, donde se introducen los tornillos que sujetan a las grapas. La platina móvil tiene un agujero central y otros agujeros laterales por donde pasa uno o varios tubos botadores. La platina fija tiene un agujero central donde entra el anillo centrador del molde en su parte fija, y por donde el cilindro platificador atraviesa a la platina para unirse a la tobera del molde.

Para que un molde pueda ser inyectado en una máquina debe cubrir tres restricciones:

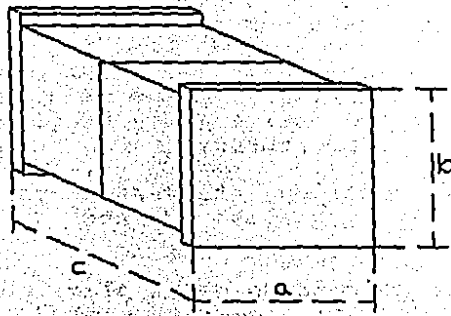
1o. DIMENSIONAL. (VER FIGURA 3)

El molde cerrado, cuyas dimensiones vienen dadas por $a \times b \times c$ debe entrar por las barras por donde corre la platina móvil; por tanto a ó b deben ser menores que A ó B para poder introducir el molde entre un par de barras.

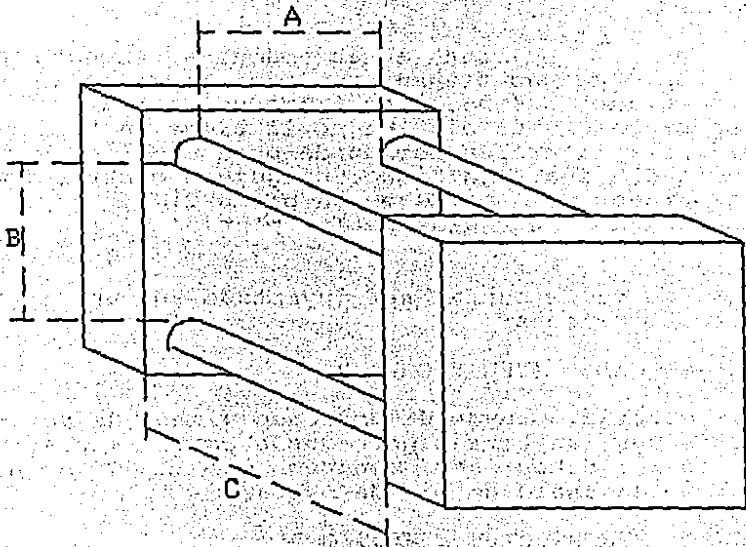
VER FIGURA: RESTRICCIÓN DIMENSIONAL

También a y b deben ser menores a E y D ; b debe ser menor a la distancia entre los agujeros roscados extremos de la platina.

La longitud C de la máquina es variable, se tiene un rango C máximo y mínimo con las platinas cerradas, y otro especificación C máxima y mínima con las platinas abiertas.



MOLDE



PLATINAS

RESTRICCIÓN DIMENSIONAL
FIGURA 3

La distancia c del molde debe ser mayor que la C de las platinas cerradas mínima; y menor que la C de las platinas cerradas máxima.

Además la longitud de la platina abierta debe permitir la apertura del molde y dejar espacio suficiente para que la pieza sea extraída.

2o. VOLUMEN DE INYECCION.

El volumen a ser inyectado en un molde viene dado por el total de las cavidades más el volumen ocupado por la colada o camino que sigue el material para llegar a las cavidades. La capacidad de inyección de la máquina debe ser suficiente para poder llenar el molde con el material fundido. En las especificaciones dadas por el fabricante de las máquinas inyectoras se indica la capacidad de volumen de inyección máxima, y ésta debe ser mayor que el volumen ocupado por las cavidades del molde y sus coladas.

3o. FUERZA DE CIERRE.

Normalmente las máquinas inyectoras distinguen sus modelos en función de la fuerza de cierre de las mismas.

Esta fuerza de cierre es la que impide que las dos mitades del molde se abran en el momento en que se lleva a cabo la inyección del material.

Para conocer si un molde puede ser inyectado en un modelo de máquina dado es necesario saber si éste no se abrirá en el momento de efectuarse la inyección.

La fuerza que ejerce el material al ser inyectado tiende a abrir el molde en sus dos mitades, por lo que esta fuerza es función del área proyectada por las cavidades en el plano paralelo, al de unión de las dos mitades sin considerarse la profundidad de la pieza.

Existen moldes que además de abrir en planos paralelos a las platinas, abren en planos perpendiculares a las mismas, es importante considerar que el área proyectada es la paralela a los planos de apertura de los moldes.

Las especificaciones de las máquinas inyectoras indican la máxima superficie frontal moldeable, esto es, la máxima área proyectada que puede tener un molde para poder ser inyectado en cierto modelo de máquina.

Para saber si un molde puede ser inyectado en un modelo dado de máquina inyectora, se calcula el área que ocupan las cavidades en los planos paralelos, a los planos de apertura de los moldes, se revisa en las especificaciones de la máquina que esta área sea menor a la máxima superficie moldeable de la máquina.

Una vez cubiertas las tres restricciones:

- Dimensional.
- Volumen de inyección.
- Fuerza de cierre.

Es posible conocer si un molde se puede inyectar en un modelo dado de máquina o no.

4.3.2 MONTAJE DEL MOLDE. (VER FIGURA 4)

El nombre de las partes de la máquina que se ajustan durante el montaje se pueden identificar en la figura 4.

PASOS DE MONTAJE:

10. Se engrasan las platinas y el molde en sus planos de unión para evitar la oxidación.

20. El montaje debe efectuarse con la máquina apagada y predispuesta para trabajar en ciclo manual. También se deben girar las perillas de velocidad de apertura y de cierre de molde para que ésta sea reducida. Asimismo, con el selector del movimiento del molde se deben cerrar las platinas.

30. Con la manija de regulación de cierre del molde se amplía la distancia C de la prensa, a platinas cerradas hasta que sea mayor que la distancia del molde.

40. Se introduce el molde entre las barras y se junta a la platina fija ubicándola en función del anillo centrador.

50. Girando la manija de regulación del cierre del molde se acerca la platina móvil a la platina fija hasta que ésta llega a unirse al molde.

60. Se sujeta el molde a las platinas atornillando las grapas que sostienen al molde en las platinas.

70. Un vez sujetas las dos mitades del molde a sus respectivas platinas, se regula la seguridad mecánica de la máquina.

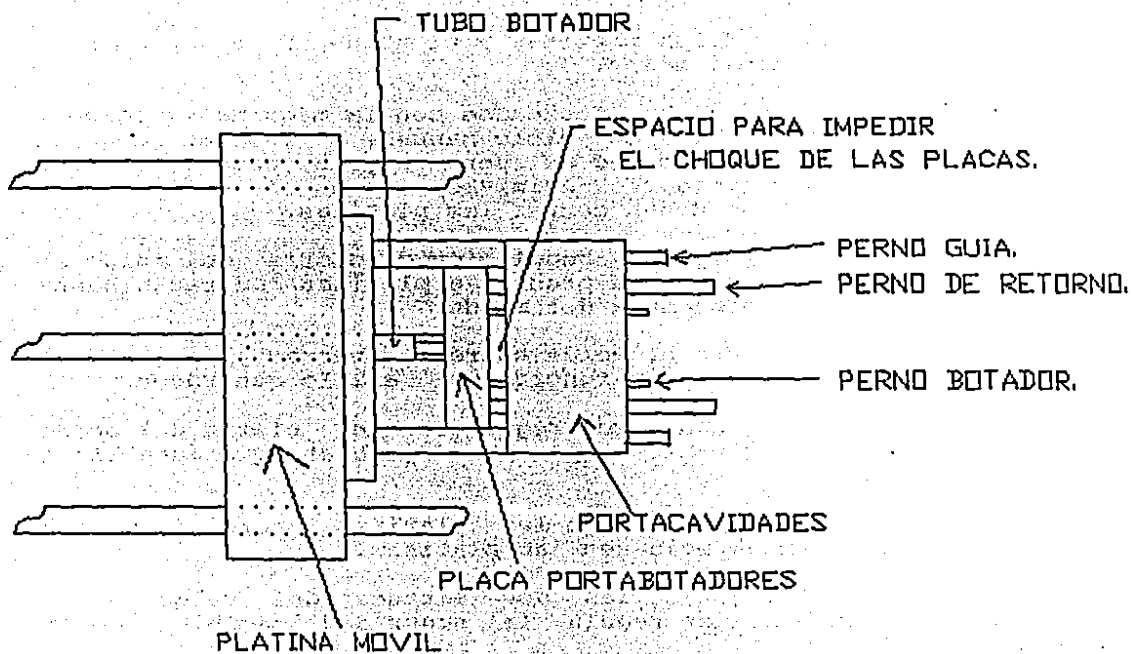
80. Se regula el recorrido de la platina móvil para que deje espacio suficiente a molde abierto para que sea extraída la pieza; para esto se regula la distancia C a platinas abiertas por medio de la palanca de regulación de la placa móvil.

90. Se coloca el tubo botador a la distancia adecuada para que a molde abierto la placa porta botadores se desplace sin chocar contra la placa portacavidades. (VER FIGURA 5)

100. Se efectúa la conexión del sistema de enfriamiento del molde. Las salidas y entradas de dicho sistema están roscadas y por ellos se unen las mangueras del agua mediante niples.

110. El siguiente paso es regular el cierre del molde.

Con el interruptor de conexión de alta presión se regula la activación de la alta presión de cierre de la máquina.



MITAD MOVIL DEL MOLDE

FIGURA 4

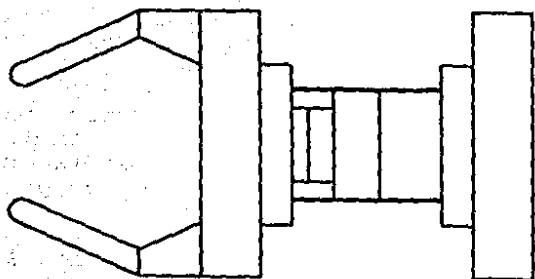
(VER FIGURA 5)

La palanca de regulación de cierre del molde se ajusta de tal manera que las rodilleras de cierre se extiendan completamente sin que el molde quede separado en sus dos mitades. Es necesario encontrar el punto exacto, ya que si dicha palanca cierra demasiado, los dos planos de las cavidades del molde se juntan antes de que la rodillera se extienda y no se activa la alta presión; y si queda demasiado abierta dicha palanca, la rodillera se estira y se activa la alta presión, pero el molde queda abierto.

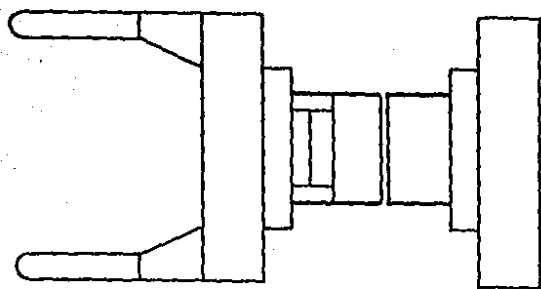
El punto exacto es aquel en el cual, cerrando un poco más la palanca, la alta presión no se activa. Inclusive, si un cuerpo extraño se atraviesa entre los planos de las cavidades, la alta presión no se activa; esta es una forma de proteger los moldes. (Ver figura 5)

120. Más adelante se ajusta el Paro del Ciclo al Final de la Apertura del molde. Con este interruptor se le indica a la máquina que al terminar de abrir el molde inicia un nuevo ciclo.

130. Para terminar el ajuste de la parte moldes, se regula la velocidad de apertura y cierre del molde.



Molde cerrado
sin entrar toda
la presión de cierre



Plena presión
de cierre
molde abierto

FIGURA 5 : CIERRE DEL MOLDE

4.4 REGULACION DE LAS CONDICIONES DE MOLDEO.

(VER FIG. MAQUINA INYECTORA)

Primero, hay que ajustar la temperatura, en cada una de las zonas de calentamiento del cilindro de plastificación.

Mientras se alcanza la temperatura en las tres zonas de calentamiento se regulan las demás condiciones. El siguiente paso es regular el volumen de inyección; para ello se pesan las piezas junto con su colada, el peso se multiplica por la densidad del material y se obtiene el volumen de inyección.

El volumen a inyectarse se regula por la diferencia entre la carga plastificada, cuyo máximo valor viene dado por el paro de la fase de plastificación, y la cantidad excluida por la presión de inyección, ya que no todo el material cargado es inyectado.

La fase de carga viene regulada además por la válvula de velocidad de rotación del husillo o velocidad de carga, y por la contrapresión sobre el husillo.

En la regulación de la fase de inyección, se ajustan también la velocidad y presión de inyección.

Cuando termina la fase de inyección, el material se sujeta a la presión de sostenimiento, el valor de dicha presión es regulable mediante la válvula de presión de sostenimiento, y el tiempo que dura ejerciéndose esta presión, se regula por el reloj de tiempo total de inyección.

También es necesario regular el flujo de agua que atraviesa las dos mitades del molde, al cilindro de plastificación y al aceite hidráulico.

El tiempo requerido para un cambio completo de moldes que consiste en: desmontar, montar y ajustar; oscila entre 3 y 4 horas.

Regular las condiciones de moldeo presenta varios problemas, por tanto hay que encontrar un equilibrio entre las diversas restricciones, para eliminar los que aparecen al operar la máquina, en los extremos de las condiciones dadas. Sobre todo cuando el molde es nuevo, y las especificaciones de moldeo no están definidas, en este caso hay que encontrar el valor óptimo de las variables de moldeo.

A continuación, se mencionan las causas más comunes de los problemas que se presentan, al ajustar las condiciones de operación de las máquinas y sus posibles soluciones como sigue:

- 1-CAJA DE MANDO
- 2-PLANTA MOVIL
- 3-MITAD MOLDE MOVIL
- 4-MITAD MOLDE FIJO
- 5-PLATINA FIJA
- 6-INTERRUPTOR ,ENCENDIDO-APAGADO
- 7-CONTROL DE LOS FINES DE CARRERA ,GRUPO DE MOLDES

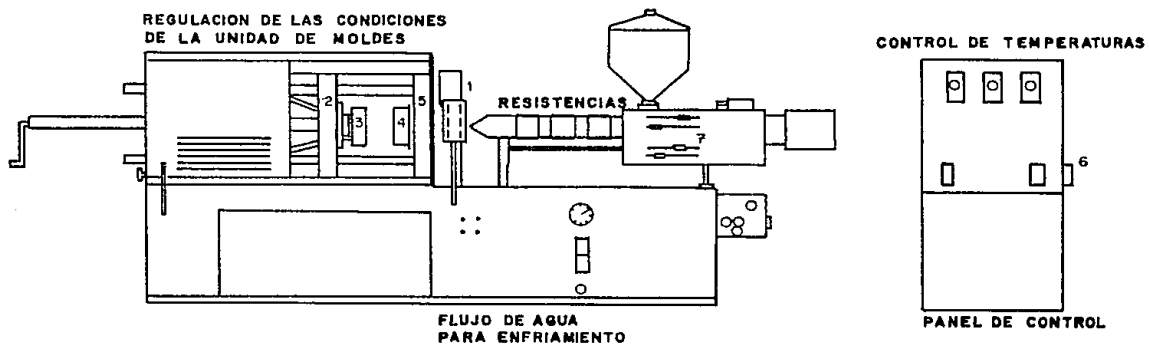


FIGURA 6 : MAQUINA INYECTORA

En letras mayúsculas la causa de los problemas
En letras minúsculas la posible solución
Entre paréntesis se indica el número de control, válvula o interruptor que es necesario ajustar según la figura 4.

MAQUINA.

MATERIAL SOBRECALENTADO.

Se baja su temperatura girando el control en sentido contrario a las manecillas de un reloj (Control 1, 2 y 3).

MATERIAL MUY FRIO.

Se eleva su temperatura girando el control en el sentido de las manecillas de un reloj (Control 1, 2 y 3).

DESMOLDEO PREMATURO.

Se aumenta el tiempo total de enfriamiento girando el (control 4) en el sentido de las manecillas del reloj.

TIEMPO DE COMPRESION MUY CORTO.

Se amplía el tiempo total de inyección girando el (control 5) en el sentido de las manecillas de un reloj.

VELOCIDAD DE INYECCION MUY ALTA.

Se disminuye girando la (válvula 13) en sentido contrario al de las manecillas de un reloj.

VELOCIDAD DE INYECCION MUY BAJA.

Se aumenta girando la (válvula 13) en el sentido de las manecillas de un reloj.

PRESION DE INYECCION MUY BAJA.

Se aumenta girando la (válvula 16) en el sentido de las manecillas de un reloj.

PRESION DE INYECCION MUY ALTA.

Se disminuye girando la (válvula 16) en sentido contrario al de las manecillas de un reloj.

PRESION DE SOSTENIMIENTO MUY ALTA.

Se disminuye girando la (válvula 15) en sentido contrario a las manecillas de un reloj.

PRESION DE SOSTENIMIENTO MUY BAJA.

Se aumenta girando la (válvula 15) en el sentido de las manecillas de un reloj.

DOSIFICACION INSUFICIENTE.

Se desplaza el (interruptor "Paro fase de plastificación") hacia la derecha para que el cilindro cargue mayor volumen de material. (Interruptor 8)

COJIN DE ALIMENTACION EXCESIVO.

Se desplazan paralelamente el (interruptor 8 "Paro fase de plastificación"), y el (interruptor 7 "Paro de retroceso del husillo"), para que menor cantidad de material se acumule al frente del cilindro.

VELOCIDAD DE CARGA MUY ALTA.

Se disminuye girando la (válvula 12) en sentido contrario al de las manecillas de un reloj.

TEMPERATURA DEL MOLDE MUY BAJA.

Se abren las válvulas del agua (17 y 20) en sentido contrario al de las manecillas de un reloj.

TEMPERATURA DEL MOLDE MUY ALTA.

Se cierran las válvulas del agua (17 y 20) en el sentido de las manecillas de un reloj.

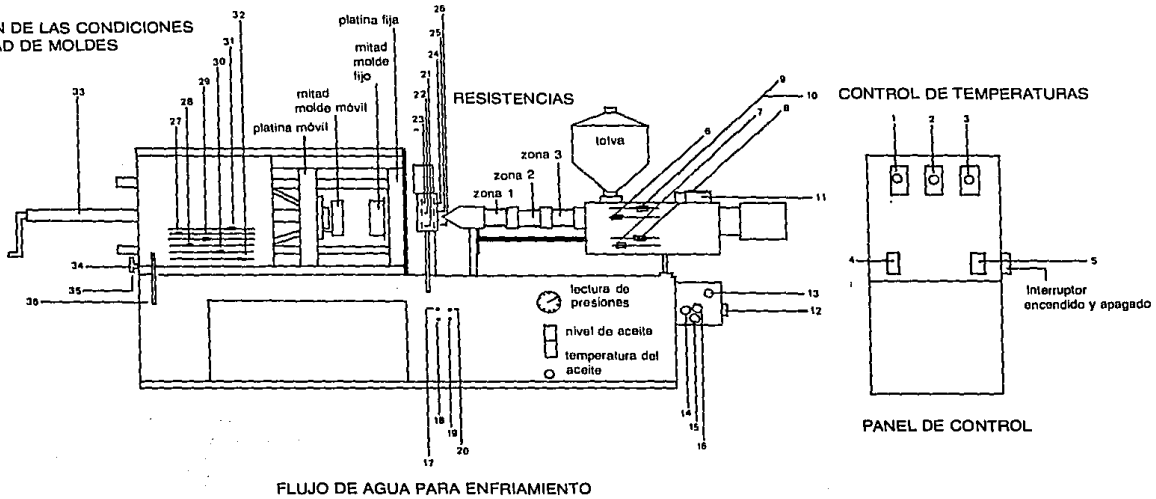
PROBLEMAS DE MOLDEO (VER EL ANEXO 1)

FIGURA 7 : MAQUINA INYECTORA

CAJA DE MANDO

CONTROL DE LOS FINES DE CARRERA
GRUPO MOLDES

REGULACION DE LAS CONDICIONES
DE LA UNIDAD DE MOLDES



4.5 EQUIPO AUXILIAR

Normalmente el plástico es surtido por el fabricante en forma de gránulos, empacado en sacos de 25 kilogramos cada uno.

El material alimentado a la tolva de la máquina inyectora puede requerir un presecado, también puede necesitar ser pigmentado y/o mezclado con material remolido, según la presentación final que se desee dar al producto.

Para secar, pigmentar o moler el material es necesario tener el equipo adecuado. Además hay que mantener fríos los moldes, el aceite de las máquinas y el cilindro de plastificación.

El equipo requerido para efectuar las operaciones anteriores se conoce comúnmente como equipo auxiliar y consiste básicamente en: dehumificadores, pigmentadores, molinos y refrigeradores o torres de enfriamiento.

4.5.1 DEHUMIFICADOR. (VER FIGURA 8 y 9)

Algunos plásticos son higroscópicos, es decir son capaces de absorber humedad del ambiente, si este tipo de materiales se usan sin un secado previo, pueden modificar significativamente sus propiedades físicas.

El secado de materiales plásticos se efectúa con unas máquinas llamadas dehumificadores, las cuales en general están constituidas por dos grupos conectados entre sí, a través de dos mangueras resistentes al calor.

El primer grupo se compone de: un ventilador, dos cámaras de dehumificación, una cámara de calentamiento y un válvula para dirigir el flujo de aire.

El primero sirve para alimentar con aire caliente y seco al segundo grupo, denominado tolva que contiene el material para dehumificar.

El proceso es como sigue: El material es recibido en la tolva del dehumificador, desde la base de ésta se alimenta aire seco y caliente, el cual es forzado a pasar a través del plástico calentándolo y dehumificándolo uniformemente. El aire húmedo que sale por la parte superior es conducido por una manguera a la unidad de tratamiento de aire.

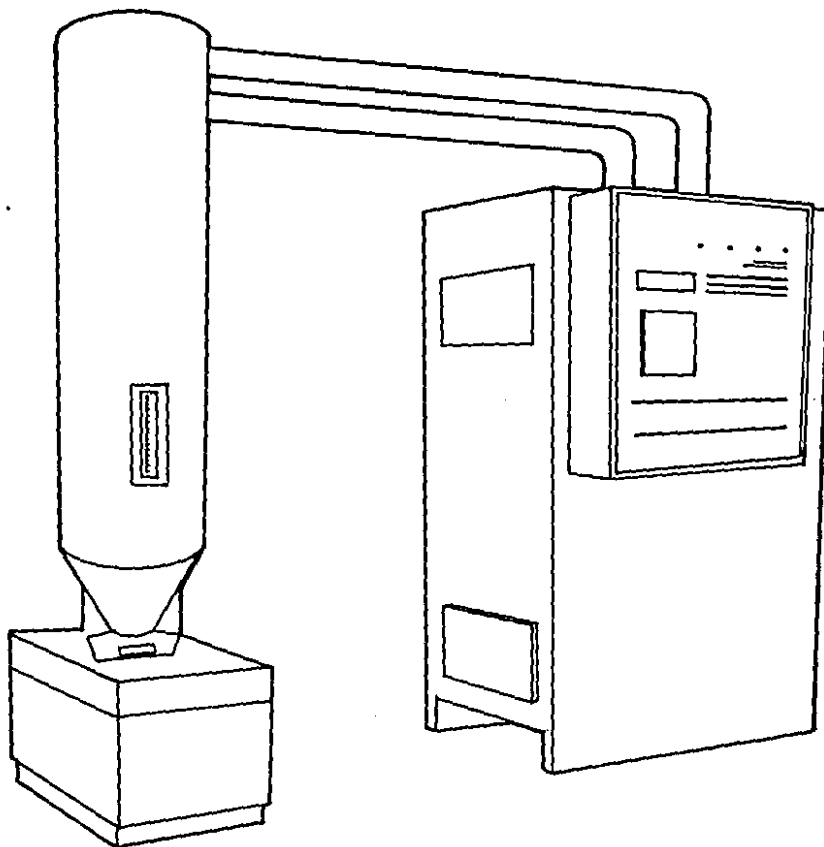
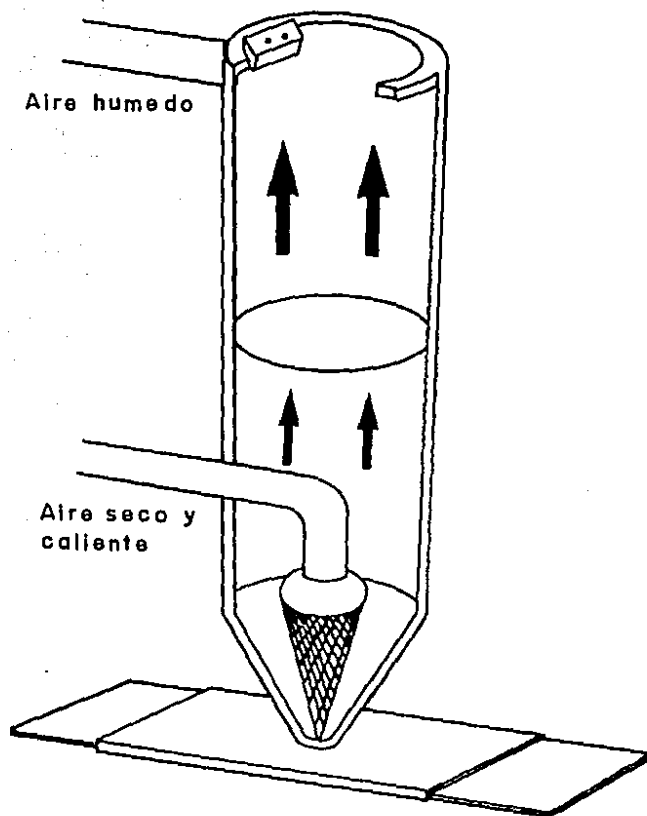


FIGURA 8: DEHUMIFICADOR



**FIGURA 9 : DEHUMIFICADOR
(CORTE)**

La regulación automática de la temperatura del aire se obtiene por medio de un pirómetro ajustable, la temperatura real se revisa con un termómetro de control que se encuentra, en la tolva alojado en la conexión de la manguera de entrada del aire.

La selección del tipo de dehumificador está en función de la capacidad de la tolva. Para cada capacidad de tolva hay un modelo distinto de dehumificador, con distinta potencia y tamaño. La capacidad de la tolva se mide por la producción horaria. El tiempo que el material debe permanecer dentro de la tolva secándose depende de su tipo. Para materiales no higroscópicos la dehumificación no es necesaria, mientras que para materiales higroscópicos el tiempo de secado oscila entre tres y seis horas.

4.5.2 PIGMENTADOR. (VER FIGURA 10)

Para obtener un color específico es necesario mezclar un colorante con el material natural. Esta operación se realiza con el pigmentador, que además sirve para mezclar material remolido con material nuevo.

La máquina consiste en dos barriles unidos por un eje. Al activarse la máquina giran los barriles, que contienen material plástico y colorante, que finalmente se mezclan después de un tiempo de movimiento constante.

La capacidad del pigmentador se determina por el tamaño de los barriles, lógicamente un pigmentador de barriles grandes, tiene un motor de mayor potencia.

En general el tiempo que dura un ciclo de pigmentado es de 20 minutos.

4.5.3 MOLINO. (VER FIGURA 11)

Un molino sirve para romper, astillar o granular materiales plásticos. En él se preparan las coladas que se forman en cada inyección, pueden granularse piezas defectuosas que se reciclan mezcladas con plástico nuevo.

Un molino se compone de las siguientes partes:

1o. Tolva. Su función es disminuir el ruido provocado por el corte en la cámara de molienda, impedir la repentina salida del material en proceso, evitando accidentes y desperdicios.

2o. Cámara de molienda. Consta de una caja rectangular completamente cerrada, con un rotor de cuentillas de corte diagonal y cuchillas fijas fabricadas en acero de alta calidad, templado y rectificado.

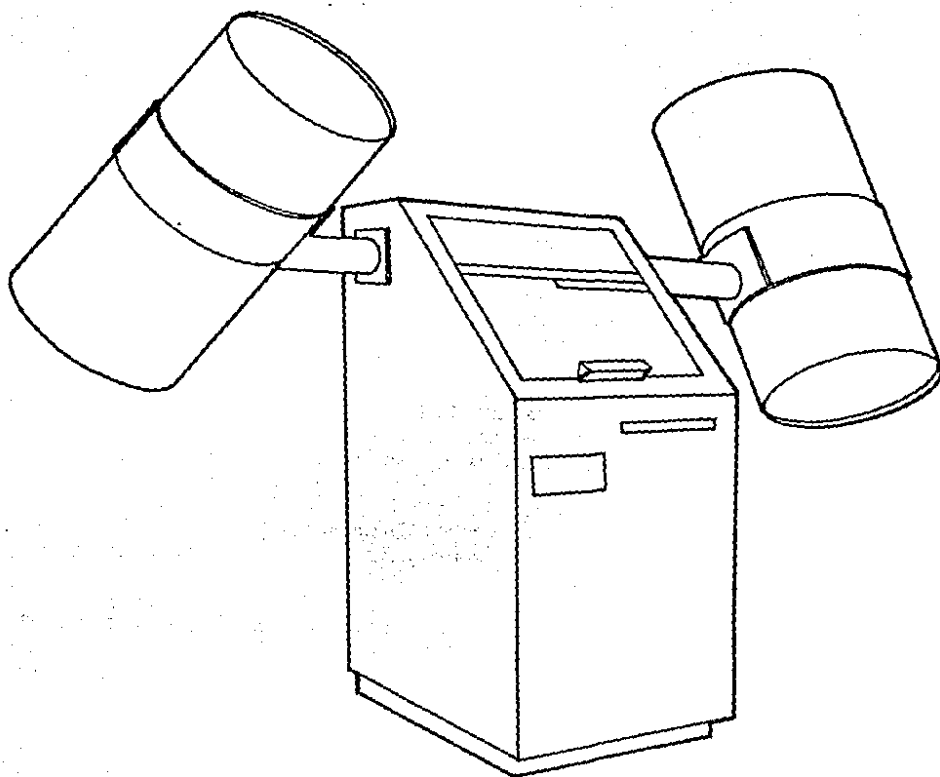


FIGURA 10 : PIGMENTADOR

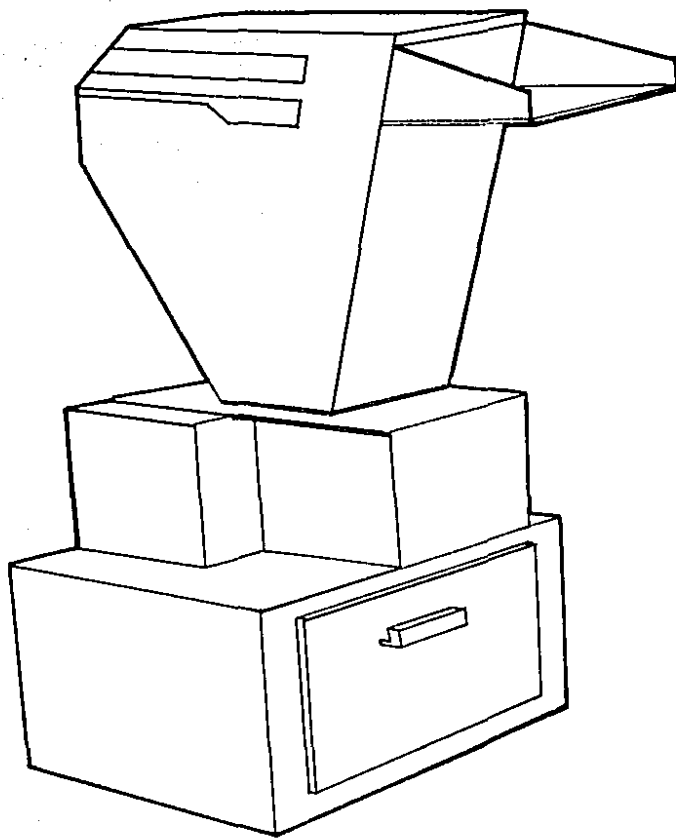


FIGURA II : MOLINO

3o. Portabaleros: Evita la infiltración de partículas a los rodamientos.

4o. Transmisión. A través de sus bandas se transmite la rotación del motor a las cuchillas del molino.

5o. Sistema de descarga. El material que ha alcanzado el tamaño necesario, es impelido a través de los barrenos de la criba, y cae por gravedad hacia el recolector.

La capacidad de los molinos esta dada por los kilogramos por hora que es posible procesar en cada modelo, la decisión de compra de un tipo determinado de molino se toma por el costo y capacidad de molienda.

4.5.4 REFRIGERADOR Y TORRE DE ENFRIAMIENTO. (VER FIGURA .12)

Al ser inyectado el material fundido dentro del molde éste transmite calor a las paredes del mismo, para evitar que se caliente excesivamente, se hace circular agua relativamente fría a través de él.

Al introducirse el plástico, el calor recibido por el molde, es absorbido a su vez por el agua, que posteriormente es enfriada en un artefacto externo, que recircula agua fría al molde.

Lo mismo sucede con el agua que enfría, al aceite hidráulico y al cilindro de plastificación.

Para enfriar el agua se utilizan refrigeradores y torres de enfriamiento.

Los refrigeradores bajan la temperatura del agua haciéndola circular entre tubos con gas freón comprimido.

El refrigerador puede estar en el interior de la planta junto con las máquinas inyectoras y puede bajar la temperatura del agua al nivel deseado.

La torre de enfriamiento hace circular el agua a través de láminas a la intemperie, estas últimas absorben el calor del agua y se enfrían por el aire del medio ambiente. Son más económicas que los refrigeradores y manejan mayor volumen de agua, pero no se puede regularse la temperatura, que depende del medio ambiente. Además, por ser necesario que operen a la intemperie necesitan un lugar especial donde circule el aire.

La decisión de usar torre de enfriamiento o refrigerador depende del costo de cada equipo, del volumen de agua que se requiere enfriar, y a la temperatura que debe enfriarse el agua.

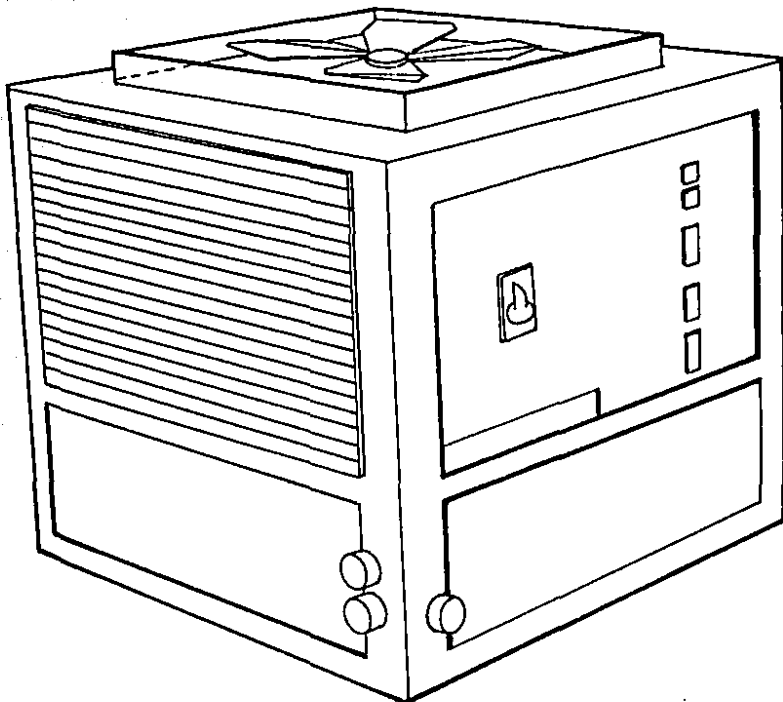


FIGURA 12: ENFRIADOR DE AGUA.

Moldes con ciclos de producción muy cortos, requieren agua muy fría, entonces lo más recomendable sería un refrigerador; pero también hay productos que conviene enfriarlos lentamente para no afectar su calidad final, en este caso posiblemente convenga la torre de enfriamiento por ser de menor costo.

Una combinación es otra alternativa, ejemplo: enfriar el molde con refrigerador y la máquina con torre de enfriamiento.

4.6 MATERIAS PRIMAS.

PLASTICOS.

"Los polímeros son moléculas gigantes, también denominadas macromoléculas, obtenidas mediante la unión química de diversas moléculas sencillas llamadas monómeros. Pueden ser de origen natural o sintéticos.

Los polímeros sintéticos, fabricados por el hombre, se conocen como PLASTICOS y según la ASTN (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales) son materiales que contienen esencialmente sustancias orgánicas de alto peso molecular que son sólidos en su estado final, pero son formados por flujo en algún estado de su manufactura o durante el proceso de artículos terminados.

Las propiedades de los polímeros dependen de su tamaño, del tipo de enlace que une a los monómeros, así como de los elementos químicos involucrados.

En función a su estructura, los polímeros se clasifican en:

- a) TERMOPLASTICOS. Son polímeros que bajo la acción del calor pueden fundirse o reblandecerse.
- b) TERMOFIJOS. Son polímeros que una vez que han sido producidos o curados por la acción del calor o un catalizador, no se ven afectados por la temperatura, no se funden ni se reblandecen por el efecto de ella. A elevadas temperaturas el polímero puede descomponerse e incluso destruirse.
- c) ELASTOMEROS. Pueden llegar a reblandecerse por la acción del calor, pero sin llegar a fundirse." (1)

Los plásticos se dividen en once grandes familias:

- 1o. Poliestireno.
- 2o. Policloruro de Vinilo (PVC).
- 3o. Poliolefinas.
- 4o. Poliamidas.
- 5o. Poliésteres.
- 6o. Poliuretanos.
- 7o. Plásticos de Celulosa
- 8o. Resinas Fenólicas.
- 9o. Aminoplastos.
- 10o. Resinas Epoxi.
- 11o. Resinas Furánicas.

(1) INSTITUTO MEXICANO DEL PLASTICO INDUSTRIAL. "El mundo de los Plásticos". pp 24-25

En la fabricación de piezas moldeadas por inyección, cada tipo de plásticos presenta diferentes características que los hacen adecuados según las exigencias de cada artículo y de el uso que se le dé.

Los productos pueden requerir indistintamente máxima transparencia, alto grado de flexibilidad, gran rigidez, brillo, resistencia al calor, resistencia al impacto, máxima estabilidad a la luz, si el artículo se va a utilizar para guardar alimentos, el plástico debe ser el adecuado. También es necesario tener en cuenta el costo del material al ser seleccionado, que puede haber materiales que reúnan las mejores condiciones, para lograr la calidad deseada, pero por su alto costo elevan el precio del producto a niveles que lo dejan fuera del mercado.

Los productos que maneja la empresa son inyectados con poliestireno, ABS y con SAN.

En los artículos en los que se requiere transparencia y brillo, gran rigidez y apariencia de cristal, son utilizados los poliestirenos o el SAN.

El ABS es utilizado en artículos opacos que requieren tenacidad, resistencia, rigidez y dureza.

En aquellos artículos donde se requiere flexibilidad, y resistencia al impacto es utilizado el polietileno.

En todos los casos se buscó que el material sea de bajo costo en relación con los demás materiales existentes en el mercado.

POLIESTIRENO.

"El poliestireno es un material termoplástico rígido, inodoro e insípido, que tiene buena estabilidad dimensional, puede ser pigmentado, tiene buenas propiedades como aislamiento eléctrico, y resistencia a la mayoría de las sustancias químicas ordinarias." (1)

El poliestireno tiene presentación cristal y presentación grado impacto.

POLIESTIRENO CRISTAL.

En el mercado se presenta como masas granuladas uniformes, de apariencia cilíndrica, prismática o esférica; transparente ó coloreado.

Las propiedades generales del producto acabado son:

Gran rigidez y exactitud de medidas, valores dieléctricos favorables, resistente a la humedad y estable al agua. Insípido e inodoro, tiende a formar grietas.

Su temperatura máxima de uso permanente no perjudicial es de 75 C.

Es estable frente a ácidos y álcalis, alcohol, aceite mineral. Es condicionalmente estable frente a aceites y grasas animales y vegetales.

Es inestable frente a cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, benzol, bencin y carburantes.

Al aplicarle fuego sigue ardiendo tras separarlo, la llama es brillante y produce una fuerte formación de hollín.

El olor del material quemado es dulzaino.

TEMPERATURA DE OPERACION

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|-------|--------|--------|--------------|
| Zon 3 | 230 C | 170 C | 200 C |
| Zon 2 | 240 C | 180 C | 205 C |
| Zon 1 | 250 C | 180 C | 210 C |

La densidad del poliestireno cristal a 20 C es de 1.05 gr/cm³.

POLIESTIRENO GRADO IMPACTO.

El mercado lo presenta como masas granuladas en colores opacos.

Las propiedades generales del producto acabado son:

Alta rigidez, buenas propiedades dieléctricas, resistente al choque, duro y tenaz, tiene poca tendencia a la corrosión por tensiones, es insípido e inodoro.

Su temperatura máxima de uso permanente no perjudicial es de 70 C.

Es estable frente ácidos débiles y álcalis débiles.
Es condicionalmente estable frente ácidos concentrados, álcalis concentrados, alcohol, aceites y grasas.
Es inestable frente a ésteres, cetonas, éter, hidrocarburos clorados, benzol, benzin y carburantes.

Al aplicarle fuego sigue ardiendo tras separarlo, la llama es luminosa y produce hollín.
El olor del material quemado es dulzaino y áspero.

TEMPERATURA DE OPERACION.

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|-------|--------|--------|--------------|
| Zon 3 | 225 C | 185 C | 205 C |
| Zon 2 | 240 C | 185 C | 210 C |
| Zon 1 | 250 C | 185 C | 220 C |

la densidad del material es de 1.05 gr/cm³ a 20 C.

El poliestireno cristal y el poliestireno grado impacto no son materiales higroscópicos, por lo que no requieren ser dehumificados antes de ser inyectados.

MASAS SAN (Copolímero estirerova acrilonitrilo).

"Estas resinas son el resultado de la copolimerización del estireno y el acrilonitrilo, monómero de los que toma las letras que le dan su nombre (SAN)". (1)

(1) INSTITUTO MEXICANO DEL PLASTICO INDUSTRIAL. " El mundo de los plásticos: " P. 313

"Tienen el brillo y la claridad del poliestireno con una mayor resistencia química, más temperatura de deflexión térmica, mayor tenacidad y resistencia mecánica.

Los compuestos SAN son termoplásticos rígidos, duros, transparentes, que se procesan fácilmente y tienen buen estabilidad dimensional. Esta combinación de peculiaridades es única entre los polímeros transparentes. Aunque las resinas SAN se usan en formas opacas, la mayoría de sus aplicaciones son en productos cristalinos o translúcidos." (2)

En el mercado se presenta como granulado incoloro, de tonos transparentes y opacos.

Las propiedades generales del producto acabado son:

Dureza, tenacidad, resistencia a las raspaduras y al desgaste de las superficies.

Es muy estable al clima, a la interperie y al envejecimiento.

Es fisiológicamente inocuo.

Es estable frente al agua caliente y disolventes orgánicos, así como a los álcalis débiles, a los ácidos, aceites y grasas.

Es inestable frente a ácidos concentrados, hidrocarburos clorados, ésteres y éteres.

Al aplicarle fuego sigue ardiendo tras separarlo, produce una llama luminosa con mucho hollín, su olor es áspero similar al caucho.

TEMPERATURA DE OPERACION.

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|-------|--------|--------|--------------|
| Zon 3 | 205 C | 180 C | 185 C |
| Zon 2 | 225 C | 170 C | 200 C |
| Zon 1 | 245 C | 180 C | 215 C |

Las resinas SAN son higroscópicas por lo que requieren ser dehumidificadas antes de ser inyectadas. El tiempo de secado debe ser de 4 horas a 85 C.

(2) INSTITUTO MEXICANO DEL PLASTICO INDUSTRIAL. " El mundo de los plásticos. " P. 313

MASAS ABS (Acrilonitrilo, butadienova, estireno).

"El acrilonitrilo proporciona al producto estabilidad térmica, resistencia química y al envejecimiento.

El butadieno le permite conservar sus propiedades a baja temperatura, tenacidad y esfuerzo de impacto. Por su parte el estireno aporta lustre (brillo), rigidez y facilidad de procesamiento." (1)

"El ABS se encuentra en el mercado en forma de pellets sin colorear, pellets coloreados y como polvo." (2)

Las propiedades generales del producto son: Tenacidad, gran resistencia, rigidez y dureza. Es estable al sonido (sin resonancia). Muy estable al clima, intemperie y envejecimiento. Tiene buenas propiedades dieléctricas.

Su temperatura a máxima a de uso no perjudicial es de 60 a 80 C. Es estable frente a álcalis, ácidos débiles, bencina, aceites y grasas. Es inestable frente a ácidos concentrados, hidrocarburos clorados, ésteres, cetonas y éteres.

Al aplicarle la llama sigue ardiendo tras separarla, genera un llama luminosa y ocasiona una fuerte formación de hollín produciendo un olor dulzaino.

TEMPERATURA DE OPERACION.

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|-------|--------|--------|--------------|
| Zon 3 | 230 C | 180 C | 210 C |
| Zon 2 | 230 C | 175 C | 200 C |
| Zon 1 | 230 C | 160 C | 200 C |

(VER EL ANEXO DOS PARA INFORMACION DE OTROS MATERIALES)

(1) Idem. p. 309

(2) Idem. p. 310

5. UBICACION DE PLANTA.

La ubicación de la planta debe tomar en consideración los siguientes factores:

- * Ubicación del mercado.
- * Costo y disponibilidad de servicios básicos.
- * Cercanía con los proveedores y clientes.
- * Costos y disponibilidad del transporte.
- * Tiempos de entrega.
- * Disponibilidad de las materias primas.
- * Disponibilidad de la mano de obra.
- * Costo de la mano de obra.
- * Ventajas fiscales.

En primer término, el estudio de la ubicación se va hacer en función del mercado de la empresa. Los centros administrativos se encuentran en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey; las ventas en todo el país se atienden desde estas tres ciudades, y en ellas se maneja un inventario para atender a todos sus clientes.

En resumen, el mercado nacional se encuentra en las ciudades de México con el 45% de las ventas, en Guadalajara con el 30% y en Monterrey con el 25%; desde estas ciudades es atendido el mercado nacional.

El volumen de ventas de la empresa espera se incremente se debe a la posibilidad de participar en el mercado norteamericano, que puede representar el 70% de las ventas totales de la empresa.

El mercado norteamericano va a ser atendido desde dos ciudades: Laredo y San Antonio, Texas; el más importante es San Antonio, pues en esta ciudad se localizan las oficinas de compras de cadenas muy importantes en todo el estado de Texas; en Laredo se pretende atender a las tiendas locales, por lo que se espera que en los Estados Unidos el 90% de las ventas se realicen desde San Antonio, y el 10% restante desde Laredo.

El suministro de materias primas, sobre todo del material plástico es otro factor importante a considerar en el estudio de ubicación de la planta. En las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey los proveedores de polímeros tienen plantas y oficinas de venta, en caso de ubicar la planta en cualquiera de estas tres ciudades, no se pagaría flete adicional para recibir la materia prima, además se tendría disponible el suministro de materiales en cualquier momento; de otra manera tendrían que manejarse mínimos de compra con los proveedores.

Las ciudades que se van a estudiar como posibilidades en la ubicación son: México, Guadalajara y Monterrey por ser centros de distribución; Querétaro es una ciudad que se encuentra en una zona intermedia, entre las tres ciudades en que opera actualmente la empresa, y la ciudad de Nuevo Laredo por ser fronteriza y localizarse cerca de San Antonio y junto a Laredo.

La primera ponderación va a ser de tipo económica, los resultados de la misma, descartan ciertas posibilidades, el resto se analiza en forma cualitativa para decidirse por algún punto.

El costo del transporte de productos de plástico está en función del volumen, y no del peso. En la tabla. 1, se presenta el costo del transporte por metro cúbico entre las ciudades en cuestión.

El porcentaje de ponderación para cada ciudad, se calcula multiplicando la participación de cada país, por la participación de cada ciudad dentro de su país. Es decir:

| | PAIS | CIUDAD | TOTAL |
|---------------------|------|--------|------------------|
| México, Méx. | 30% | 45% | (30%)(45%)=13.5% |
| Guadalajara, Méx. | 30% | 30% | (30%)(30%)=9.0% |
| Monterrey, Méx. | 30% | 25% | (30%)(25%)=7.5% |
| Laredo, E.U.A. | 70% | 10% | (70%)(10%)=7.0% |
| San Antonio, E.U.A. | 70% | 90% | (70%)(90%)=63.0% |
| | | | TOTAL =100.0% |

Los puntos resultan de multiplicar el costo de transporte a cada ciudad por metro cúbico, por el porcentaje de ponderación de cada ciudad.

El costo de transporte más bajo de producto terminado, se daría si la planta fuera ubicada en la ciudad de Nuevo Laredo Tamaulipas, seguida por la ciudad de Monterrey. En las otras tres ciudades el costo es mucho mayor, por lo que en el análisis cualitativo solo se considerará la ciudad de Monterrey y de Nuevo Laredo, descartando las otras tres ciudades.

Un factor que se debe considerar desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo es el hecho de que los proveedores de la materia prima principal se encuentran en Monterrey y no en Nuevo Laredo. Esto implica tener que pagar flete para que los materiales sean enviados a Nuevo Laredo, además, por no haber muchos fabricantes de plásticos en esta ciudad, los proveedores

de materiales exigirían mínimos de compra altos para llenar sus camiones en cada viaje. Además no se tendría la disponibilidad y rapidez de entrega que se tiene en Monterrey para pedir el material en cualquier momento. Se requeriría mantener inventarios mayores de materias primas, lo que repercutiría en un mayor costo financiero y se necesitaría más espacio de bodega.

También en Monterrey es más fácil contratar una buena asesoría, o pedir apoyo técnico a través de la asociación de plásticos, para reparaciones o fabricación de moldes se tiene al alcance de la mano varias opciones a disposición.

Finalmente, habrá que tomar en cuenta, que ya existe una estructura administrativa de la empresa en Monterrey, lo que se traduce en una ventaja más.

Aquellos factores de decisión, que son iguales en todas las ciudades, resultan irrelevantes para el análisis de ubicación de la planta, por tanto se han omitido.

(VER LAS TABLAS 5.1 Y 5.2)

CONCLUSION.

Por estrategia económica y cualitativa, la ciudad que se selecciona para ubicar la fábrica de productos plásticos es Monterrey Nuevo León, México.

TABLA 5.1

COSTO DEL TRANSPORTE (en pesos por metro cúbico)

| | |
|---------------|----------|
| MEX - QRO | \$10,000 |
| MEX - GDL | \$28,000 |
| MEX - MTY | \$40,000 |
| MEX - NVO LDO | \$50,000 |
| QRO - GDL | \$20,000 |
| QRO - MTY | \$32,000 |
| QRO - NVO LDO | \$42,000 |
| GDL - MTY | \$38,000 |
| GDL - NVO LDO | \$46,000 |
| MTY - NVOLDO | \$10,000 |

PORCENTAJE DE VENTAS POR PAIS Y POR CIUDAD

| | % PAIS | % CIUDAD | % TOTAL |
|----------------|----------------|----------|----------------|
| México | 30.00% | | |
| D.F. | | 45.00% | 13.50% |
| Gdl | | 30.00% | 9.00% |
| Mty | | 25.00% | 7.50% |
| Total México | | 100.00% | |
| Estados Unidos | 70.00% | | 70.00% |
| Total: | 100.00% | | 100.00% |

TABLA 5.2

| PONDERACION DE COSTOS PARA CADA UNA DE LAS POSIBLES UBICACIONES | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|---------------|---------------|------------------------|
| MERCADOS: | MEX | GDL | MTY | E.U.A. | TOTAL | % S/EL MAS BAJO |
| PONDERACION: | 13.5% | 9.00% | 7.50% | 70.00% | | |
| POSIBLE UBICACION: | | | | | | |
| México | 0 | 2,520 | 3,000 | 35,000 | 40,520 | 348.11% |
| Querétaro | 1,350 | 1,800 | 2,400 | 29,400 | 34,950 | 300.26% |
| Guadalajara | 3,780 | 0 | 2,850 | 32,200 | 38,830 | 333.59% |
| Monterrey | 5,400 | 3,420 | 0 | 7,000 | 15,820 | 135.91% |
| Nuevo Laredo | 6,750 | 4,140 | 750 | 0 | 11,640 | 100.00% |
| TOTAL MENOR | | | | | 11,640 | |

6. LOS PRODUCTOS.

La empresa cuenta actualmente con 32 moldes para producir 16 artículos diferentes.

La distribución es la siguiente:

Ocho se fabrican con un solo molde

Uno de ellos con 2 moldes

Otro más con 3 moldes

Uno con 4 moldes

Los 5 artículos restantes, formados por 4 piezas cada uno, se producen en 3 moldes cada uno

Un par de productos, comparten un molde

Cinco de los anteriores comparten un molde en el que se inyectan piezas para cada uno.

DESGLOCE POR ARTICULO:

| ARTICULO | MOLDE | ARTICULO | MOLDE |
|----------|-------|----------|-------|
| A | 1 | | |
| B | 2 | | |
| C | 3 | | |
| D | 4 | | |
| E | 5 | | |
| F | 6 | | |
| G | 7 | | |
| H | 8 | | |
| I | 9 | | |
| | 10 | | |
| | 11 | | |
| J | 12 | | |
| | 13 | | |
| | 14 | M | 22 |
| K | 15 | | 23 |
| | 16 | | 24 |
| | 17 | N | 25 |
| | 18 | | 26 |
| L | 19 | O | 27 |
| | 20 | | 28 |
| | 21 | | 29 |
| | | P | 30 |
| | | | 31 |
| | | | 32 |

INYECCION DE MOLDES

MATERIAL MOLDES

| | |
|--------------------|---|
| Poliestireno : | 1, 6, 9, 10, 14, 19, 22, 25, 30. |
| Polietileno : | 8, 12, 17, 18. |
| SAN : | 15, 16, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, |
| 32. Policarbonato: | 13. |
| ABS : | 7 |

Como el proceso de crecimiento de la fábrica será de máquina por máquina, la planta va a empezar a operar con una sola máquina inyectora, lo más conveniente es empezar con los artículos que se producen con un solo molde (artículos 1 a 8), puesto que fabricar artículos que requieren de varias piezas implica: (VER GRAFICA DE INVENTARIOS)

1) Inventariarse con partes de su producto hasta que son producidas todas las piezas que componen un artículo.

2) Hay que hacer tantos cambios de molde como partes tenga un artículo.

3) En algunos artículos en los que se comparten moldes para la fabricación de alguna parte (moldes 18 y 20) son necesarias máquinas de distintas capacidades según los requerimientos de cada molde, por lo que se necesitaría más de una máquina para producir todas las partes, o bien, una sola máquina pero con la capacidad de trabajar el molde más grande, inyectando algunos moldes con una máquina de mayor capacidad de lo necesario.

Si la máquina es mucho mayor de lo necesario puede haber problemas con el producto moldeado. Este problema se podría solucionar inyectando solo una parte del producto en la fábrica y las demás partes mandarlas maquilar, pero esta solución tampoco es adecuada porque podría implicar el traslado de partes de una ciudad a otra.

Se elimina el producto 1 del estudio preliminar, por ser un producto relativamente grande en comparación con los demás productos, necesita una máquina de mayor capacidad que la requerida por la mayoría de los moldes de la empresa.

6.1 ANALISIS DE LOS MOLDES.

En los moldes se revisan los factores determinantes para poder trabajar en la máquina adecuada, si todas las especificaciones son inferiores a la máxima capacidad de la inyectora, entonces el molde puede ser trabajado en la misma.

| MOLDE | VS | MAQUINA |
|--------|----|--|
| Ancho | | Distancia entre columnas. |
| Altura | | Dimensiones de las placas si el molde se sujeta lateralmente, o distancia máxima entre barrenos si el molde se sujeta arriba y abajo |

| MOLDE | VS | MAQUINA |
|-------------------------|----|--|
| Largo | | Distancia a platinas cerradas máxima y mínima. |
| Apertura mínima | | Carrera máxima de la placa móvil. |
| Volumen de la inyección | | Volumen máximo efectivo de inyección. |
| Area proyectada | | Máxima superficie frontal moldeable. |

(VER ANEXO 3 PARA ESPECIFICACIONES DE MOLDES DE LA EMPRESA)

7. PERSONAL.

Para el funcionamiento de la fábrica son necesarios un gerente general, un jefe de planta por turno y operadores.

GERENTE GENERAL.

- Debe conocer todas las operaciones de fabricación y administración de la planta.
- Selecciona y recluta a los jefes de turno y a los operarios.
- Negocia las compras de materiales con los proveedores.
- Levanta los pedidos de los materiales a los proveedores. Sólomente los pedidos autorizados por el gerente pueden ser recibidos.
- Indica a los operarios y a los jefes de turno sus labores.
- Debe conocer cada una de las máquinas, como ajustarlas condiciones de moldeo y como montar y desmontar los moldes.

Aunque el gerente no realiza el montaje y desmontaje de los moldes, ni tampoco ajusta las condiciones de las máquinas, debe capacitar a los jefes de turno para hacerlo. Además es importante que supervise estas operaciones para tener confianza en el buen desempeño de su gente, en el adecuado manejo de máquinas y moldes.

- Es responsable del mantenimiento de la maquinaria, el equipo y los moldes. Debe saber a quien acudir en caso de necesitarse reparaciones mayores.

- Debe dar solución a cualquier problema que se presente en la fábrica, él toma las decisiones y ve que se ejecuten.

- Controla el dinero de la fábrica, decide si se deposita en bancos o en inversiones, administra el flujo de caja de la fábrica, los cobros y los pagos.

- Planea la producción de cada mes en función de los presupuestos de ventas de la empresa y del inventario con que cuenta.

- Para las piezas que requieren algún ensamble, debe encontrar una secuencia adecuada rápida, además de idear los aditamentos para acelerar dicho ensamble.

JEFE DE TURNO.

- Monta y desmonta los moldes.
- Ajusta las condiciones de moldeo de las máquinas inyectoras.
- Prepara el material a ser inyectado, y debe hacerlo con suficiente anticipación para que las máquinas no se paren por falta de suministro.
- Sirve de comodín cuando se atrasa el ensamble en relación a la producción de las máquinas.
- Cuenta y muele las piezas defectuosas.
- Lleva el control del inventario. Cuenta los productos.
- Sus funciones se desarrollan dentro de la planta.
- Revisión final de la calidad de los productos al contarlos y almacenarlos.

OPERARIOS.

- Operación de las máquinas inyectoras.
- Cuando están operando las máquinas inyectoras deben ver que las piezas caigan o sean extraídas del molde, y deben separar las piezas defectuosas.
- Deben secar los productos enfriados en agua, antes de separarlos.
- Revisar constantemente la temperatura del aceite de la máquina.
- Su conocimiento de la máquina se limita a la caja de mando, con lo que puede detener el ciclo en cualquier momento, y volver a iniciar el proceso.
- Antes de realizar cualquier ensamble, deben revisar la calidad del producto inyectado y del material adicional, en forma visual.
- En primera instancia los operarios llevan a cabo todos los ensambles. (El jefe de turno puede ayudar en caso necesario)
- La calidad de los productos es revisada por los operarios en cada etapa del proceso.

8. CONTROL DE INVENTARIOS.

Para el control de inventarios, primeramente se plantea la fábrica como un sistema al que entran materias primas y sale el producto terminado. (VER DIAGRAMA SISTEMA FABRICA)

El sistema fábrica se divide en dos etapas, que se controlan independientes una de la otra, comunicandose por una etapa intermedia:

ETAPA 1: Antes de inyectarse el material.

ETAPA 2: Después de inyectarse el material.

ETAPA 1.

El inventario se controla en unidades de peso (kilogramos específicamente).

Los almacenes a controlar son:

- Almacén de material plástico nuevo.
- Almacén de pigmentos.
- Almacén de material plástico preparado.

(VER FIGURA: SUBSISTEMA ETAPA 1)

Las remisiones o facturas de los proveedores se concentran en las órdenes de recepción, con las cuales se alimentan las entradas al almacén de material plástico nuevo y de pigmentos.

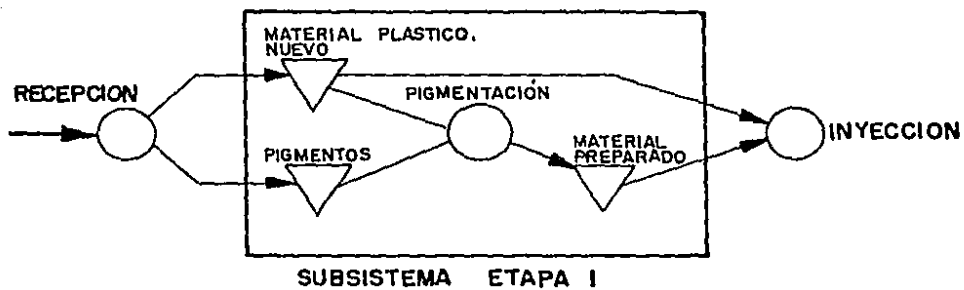
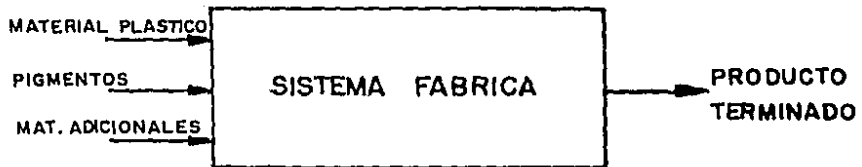
Las salidas de material plástico nuevo, se registran con las órdenes de inyección o con las órdenes de pigmentación.

Las salidas del almacén de pigmentos se registran con las órdenes de pigmentación.

El almacén de material preparado registra sus entradas con las órdenes de pigmentación, y sus salidas con las órdenes de inyección.

Resumen de la etapa 1 :

- 1o. Ordenes de recepción.
- 2o. Ordenes de pigmentación.
- 3o. Ordenes de inyección.



1o. ORDEN DE RECEPCION.

| FECHA | NUMERO CONSECUTIVO | Almacén | ENTRADAS Material | Unidades |
|-------|-----------------------|---------|----------------------|----------|
|-------|-----------------------|---------|----------------------|----------|

Al número consecutivo se le anteponen las letras OR para reconocer que se trata de un orden de recepción.

ENTRADAS:

Al almacén de material plástico nuevo
 Al almacén de pigmentos
 Al almacén de materiales adicionales.

2o. ORDEN DE PIGMENTACION.

| FECHA | NUMERO CONSE- CUTIVO | ENTRADAS | | SALIDAS | |
|-------|----------------------------|----------|----------|---------|---------|
| | | Almacén | Material | Peso | Almacén |

Al número concecutivo se le antepone OP, para identificarla como orden de pigmentación.

ENTRADAS:

Al almacén de material preparado.

SALIDAS:

Del almacén de material plástico nuevo
 Del almacén de pigmentos.

3o. ORDEN DE INYECCION.

| FECHA | NUMERO CONSE- CUTIVO | S A L I D A S | | |
|-------|----------------------------|---------------|----------|------|
| | | Almacén | Material | Peso |

Al número consecutivo se le antepone OI, para identificarlo como orden de inyección.

SALIDAS:

Del almacén de material plástico nuevo
Del almacén de material preparado.

CONTROL DE ALMACENES.

Almacén _____ Unidades _____
Material _____ Costo _____
Color _____

FECHA NUMERO ENTRADA SALIDA SALDO VALOR

ALMACEN DE MATERIAL PLASTICO NUEVO.

Entradas: Por las órdenes de recepción.
Salidas: á Por las órdenes de inyección o por las órdenes de pigmentación.

ALMACEN DE PIGMENTOS.

Entradas: Por las órdenes de recepción.
Salidas: Por las órdenes de pigmentación.

ALMACEN DE MATERIAL PREPARADO.

Entradas: Por las órdenes de pigmentación.
Salidas: Por las órdenes de inyección.

ETAPA 2.

En esta etapa los almacenes se controlan por número de piezas.

Los almacenes a controlar son:

- Almacén de materiales adicionales.
- Almacén de productos aceptados.
- Almacén de productos ensamblados.
- Almacén de productos terminados.

(VER FIGURA: SUBSISTEMA ETAPA 2)

Las entradas al almacén de materiales adicionales se alimentan con las órdenes de recepción (Etapa 1).

Las salidas del almacén de materiales adicionales se registran con las órdenes de ensamble.

Las entradas al almacén de productos aceptados son alimentadas con las órdenes de productos inyectados, y sus salidas con las órdenes de ensamble o con las órdenes de almacenamiento.

El almacén de producto ensamblado registra sus entradas con las órdenes de ensamble, y sus salidas con las órdenes de almacenamiento.

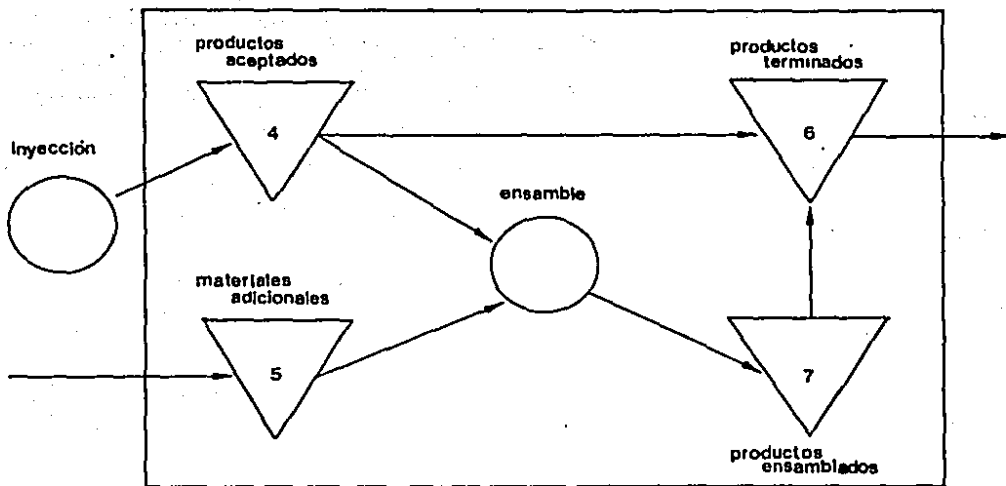
El almacén de producto terminado alimenta sus entradas con las órdenes de almacenamiento, y registra sus salidas con las órdenes de salida.

En resumen en la etapa 2 tenemos:

- 1o. Orden de recepción.
- 2o. Orden de piezas inyectadas.
- 3o. Orden de ensamble.
- 4o. Orden de almacenamiento.
- 5o. Orden de salida.

1o. ORDEN DE RECEPCION.

Idem etapa 1, sigue el mismo concecutivo.



SUBSISTEMA ETAPA 2

2o. ORDEN DE PIEZAS INYECTADAS.

| FECHA | NUMERO CONSE- CUTIVO | E N T R A D A S | | |
|-------|----------------------------|-----------------|-------------|--------|
| | | Almacén | Descripción | Piezas |

Al número consecutivo se le antepone OPI, para identificarla como una orden de piezas inyectadas.

ENTRADAS: Al almacén de productos terminados.

3o. ORDEN DE ENSAMBLE.

| FECHA | NUMERO CONSE- CUTIVO | E N T R A D A S | | | S A L I D A S | |
|-------|----------------------------|-----------------|-------------|--------|---------------|-------------|
| | | Almacén | Descripción | Piezas | Almacén | Descripción |

S
Piezas

Al número consecutivo se le antepone OE, para ser identificada como orden de ensamble.

ENTRADAS: Al almacén de producto ensamblado.

SALIDAS: Del almacén de materiales adicionales y del almacén de productos aceptados.

4o. ORDEN DE ALMACENAMIENTO.

| FECHA | NUMERO CONSE- CUTIVO | E N T R A D A S | | | S A L I D A S | |
|-------|----------------------------|-----------------|-------------|--------|---------------|-------------|
| | | Almacén | Descripción | Piezas | Almacén | Descripción |

Piezas

Al número consecutivo se le antepone OA, para identificarla como orden de almacenamiento.

ENTRADAS: Al almacén de productos terminados.
SALIDAS: Del almacén de productos ensamblados
Del almacén de productos aceptados.

50. ORDEN DE SALIDA.

| FECHA | NUMERO CONSE- CUTIVO | S A L I D A S | | |
|-------|----------------------------|---------------|-------------|--------|
| | | Almacén | Descripción | Piezas |

Al número consecutivo se le antepone OS, para identificarlo como orden de salida.

SALIDAS: Del almacén de producto terminado.

CONTROL DE ALMACENES.

Almacén _____ Costo _____
Descripción _____
Color _____

| FECHA | NUMERO | ENTRADA | SALIDA | SALDO | VALOR |
|-------|--------|---------|--------|-------|-------|
|-------|--------|---------|--------|-------|-------|

ALMACEN DE MATERIALES ADICIONALES.

Entradas: Por las órdenes de recepción.
Salidas: Por las órdenes de ensamble.

ALMACEN DE PRODUCTOS ACEPTADOS.

Entradas: Por las órdenes de piezas inyectadas.

Salidas: Por las órdenes de ensamble o por las órdenes de almacenamiento.

ALMACEN DE PRODUCTOS ENSAMBLADOS.

Entradas: Por las órdenes de ensamble.

Salidas: Por las órdenes de almacenamiento.

ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS.

Entradas: Por las órdenes de almacenamiento.

Salidas: Por las órdenes de salida.

ETAPA INTERMEDIA.

La etapa 1, maneja unidades en kilogramos, y la etapa 2 en piezas.

Existe un etapa intermedia que transforma el material plástico en piezas; esta etapa es la inyección.

| | | |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Material Plástico (Kilogramos) | Inyección | Producto Inyectado (Piezas) |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------|

En esta etapa es necesario controlar que todo el material que sale de las órdenes de inyección sea alimentado a la máquina inyectora, y que todo el producto aceptado sea registrado en la orden de piezas inyectadas.

El primer control necesario es sobre las inyecciones. Este se lleva en un libro y tiene las siguientes funciones:

1o. Conocer el total de piezas inyectadas por cada máquina, por cada molde y de cada color.

2o. Este registro permite calcular el rendimiento de cada máquina con cada molde.

3o. También genera información para calcular el rendimiento de cada kilogramo de material.

El libro de control lo actualiza el operario de cada máquina, alimentando los siguientes datos:

| FECHA | C O N C E P T O | HORA MAQUINA | HORA DEL DIA | CONTADOR |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|

Los datos se alimentan en los siguientes momentos:

- 1o. Al empezar y terminar cada turno.
- 2o. Al cambiar de molde.
- 3o. Al alimentar material a la tolva.
- 4o. Al parar y arrancar la máquina.
- 5o. Aleatoriamente (sin ningún motivo especial.)

Con este libro se puede calcular:

Rendimiento de cada turno u operario.
Rendimiento en cualquier lapso de tiempo.
Total de tiempos muertos.
Rendimiento del material.

La máquina registra sus horas de uso, el contador de la máquina registra las inyecciones efectuadas por la misma.

En este libro también son registradas las cantidades de material que son alimentadas a la máquina, dichas cantidades deben coincidir con las registradas en las órdenes de inyección.

La máquina produce piezas moldeadas que es necesario registrar, este debe ser un registro dinámico, considerándose que en algunas inyecciones las piezas son rechazadas por tener algún defecto. Las demás deben registrarse en el almacén de productos aceptados.

El operador de cada máquina realiza la inspección de las piezas, y cuenta después de la selección las piezas aceptadas y las rechazadas también.

Al recoger las piezas moldeadas, el operador vacía en una caja las piezas aceptadas, y en otra las rechazadas junto con las coladas de la inyección. Cada que empieza a llenar una caja documenta una hoja de control, en la cual escribe la cantidad de inyecciones que registra el contador de la máquina, la hoja se deja junto a la caja.

HOJA DE CONTROL DE INYECCIONES:

Inicio _____ Número _____
Piezas aceptadas: 1111 1111 ...
Piezas rechazadas: 111
Fin _____

Estas hojas de control, junto con la caja de productos aceptados son recogidas por el jefe de turno, y con ellas elabora las órdenes de piezas inyectadas. A cada hoja le da un número (precedido a las letras OPI).

También debe revisar que en cada hoja de control, la suma de piezas aceptadas más rechazadas, sea igual a la diferencia del fin registrado por el contador menos la cantidad inicial registrada por el mismo, multiplicando dicha resta por el número de cavidades del molde.

Para controles estadísticos, los datos anteriores se vacían en registros de acumulados de piezas aceptadas y rechazadas.

9. CONTROL DE RENDIMIENTOS.

9.1 RENDIMIENTO DE LOS MOLDES.

El rendimiento de los moldes se mide: dividiendo la cantidad de inyecciones efectuadas por una máquina en un molde cualquiera, entre el tiempo que se tarda en realizarlas.

Cada molde tiene un ciclo de producción determinado.

Ejemplo: un molde tiene un ciclo de 30 segundos, en 24 horas debe realizar 2,880 inyecciones.

$$\frac{24 \text{ hrs} \times 3,600 \text{ seg/hr}}{30 \text{ seg/ inyección}} = 2,880 \text{ inyecciones.}$$

Para controlar las inyecciones reales de un molde, logrando que éstas no sean mucho menores a las teóricas, es necesario llevar un registro de las inyecciones reales en lapsos de tiempo conocidos, compararlo con lo teórico, analizar la diferencia y en caso de ser importante, buscar la causa de la desviación y corregirlo.

Añadiendo al ejemplo anterior: el contador de la máquina a las 10:00 am indica 10,200 inyecciones, y al día siguiente la lectura arroja 12,700. El trabajo efectivo fue únicamente de 2,500 inyecciones contra 2,880 que pudo haber realizado. Hay entonces una diferencia del 13.2% que se traduce, en 3.2 horas de trabajo perdido.

Para obtener los datos que se necesitan para calcular el rendimiento de cada molde se consulta el libro de control de inyecciones, donde se registra la hora del día, las horas de trabajo de la máquina y el número de inyecciones que marca el contador.

Con este registro se conoce el tiempo efectivo de inyección, los tiempos muertos por cambios de color o de molde, además se conoce el rendimiento total diario y el rendimiento de la máquina en horas de trabajo efectivo.

9.2 RENDIMIENTO DE LOS OPERARIOS.

También es importante medir el rendimiento de los operarios en el ensamble. La forma de calcularlo es similar al control del rendimiento de las máquinas, es decir, que se divide el total de piezas ensambladas entre el tiempo total para hacerlo.

El registro se lleva de la misma manera que en la máquina inyectora, se anota la hora, el concepto y las piezas acumuladas. Con este control se supervisa el ritmo de trabajo del operario, incluyendo los ensambles de los artículos. Para esto se compara el rendimiento de la máquina contra el rendimiento del operario, cuando el de la máquina es mayor que el del operario, será necesario que más de una persona efectúen los ensambles.

Incrementar el rendimiento del ensamble, exige también diseñar aditamentos que aceleren el proceso.

10.1 VOLUMEN DE VENTAS (VER TABLA 10.1)

MERCADO NACIONAL:

Los actuales clientes de la empresa en México, son las tiendas departamentales, de autoservicio y las empresas que las adquieren para sus promocionales, con sus marcas impresas en los productos.

Los productos que comercializa la empresa tienen una marcada estacionalidad, dos épocas de gran movimiento al año, en navidad y cerca del 10 de mayo, las ventas más bajas se presentan en febrero, el resto del año mantiene un comportamiento estable.

En la tabla 10.1 se pueden apreciar las cifras de ventas reales del último ciclo anual (1986-1987) de cada uno de los productos considerados para fabricación.

LA EXPORTACION:

La propuesta de fabricación está hecha, con el supuesto de tener que satisfacer grandes volúmenes de producción, en la tabla 10.1 la parte inferior muestra, un pronóstico de ventas por producto para 1988, considerando que el 30% de cada cifra representa la cantidad necesaria para satisfacer la demanda nacional, suponiendo que por lo menos será igual a la del ciclo pasado, el 70% restante sería producto vendido a los Estados Unidos.

La tabla nos arroja el total de unidades por producto, lo que nos servirá para calcular un presupuesto de costos de fabricación, para compararlo directamente contra el costo de la maquila, calcular el número de máquinas requeridas y el tamaño de la planta.

El mercado norteamericano será abordado por Texas:

- Por la cercanía con Monterrey.
- Porque la compañía cuenta con una estructura de ventas y administrativa adecuadas en esta ciudad mexicana.
- Es el estado Norteamericano más cercano a nosotros con un enorme potencial de ventas.
- Por la economía y sencillez para transportar los productos.

Los artículos que se exportan tienen preferencias fiscales en los Estados Unidos, por lo que entran al mercado sin aranceles compensatorios.

TABLA 10.1

VOLUMENES DE VENTA POR PRODUCTO, EN UNIDADES, DEL ULTIMO CICLO ANUAL

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Junio | 60,000 | 30,000 | 12,000 | 60,000 | 20,000 | 25,000 | 60,000 | 30,000 |
| Julio | 60,000 | 30,000 | 12,000 | 60,000 | 20,000 | 25,000 | 60,000 | 30,000 |
| Agosto | 60,000 | 30,000 | 12,000 | 60,000 | 20,000 | 25,000 | 60,000 | 30,000 |
| Septiembre | 60,000 | 30,000 | 12,000 | 60,000 | 20,000 | 25,000 | 60,000 | 30,000 |
| Octubre | 60,000 | 30,000 | 12,000 | 60,000 | 20,000 | 25,000 | 60,000 | 30,000 |
| Noviembre | 70,000 | 40,000 | 16,000 | 70,000 | 25,000 | 35,000 | 70,000 | 40,000 |
| Diciembre | 80,000 | 50,000 | 20,000 | 80,000 | 30,000 | 40,000 | 80,000 | 50,000 |
| Enero | 50,000 | 25,000 | 10,000 | 50,000 | 20,000 | 25,000 | 50,000 | 25,000 |
| Febrero | 50,000 | 25,000 | 10,000 | 50,000 | 20,000 | 25,000 | 50,000 | 25,000 |
| Marzo | 60,000 | 30,000 | 12,000 | 60,000 | 20,000 | 25,000 | 60,000 | 30,000 |
| Abril | 70,000 | 45,000 | 18,000 | 70,000 | 25,000 | 35,000 | 70,000 | 45,000 |
| Mayo | 70,000 | 40,000 | 16,000 | 70,000 | 25,000 | 35,000 | 70,000 | 40,000 |
| TOTAL | 750,000 | 405,000 | 162,000 | 750,000 | 265,000 | 345,000 | 750,000 | 405,000 |

VOLUMEN TOTAL DE VENTAS ESPERADO (considerando el volumen nacional 30% del total)

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------------|------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Junio | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Julio | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Agosto | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Septiembre | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Octubre | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Noviembre | 233,333 | 133,333 | 53,333 | 233,333 | 83,333 | 83,314 | 79,078 | 133,333 |
| Diciembre | 266,667 | 166,677 | 66,667 | 248,170 | 94,065 | 83,314 | 79,078 | 155,520 |
| Enero | 166,667 | 83,333 | 33,333 | 166,667 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 83,333 |
| Febrero | 166,667 | 83,333 | 33,333 | 166,667 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 83,333 |
| Marzo | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Abril | 233,333 | 150,000 | 60,000 | 233,333 | 83,333 | 83,314 | 79,078 | 150,000 |
| Mayo | 233,333 | 133,333 | 53,333 | 233,333 | 83,333 | 83,314 | 79,078 | 133,333 |
| TOTAL | 2'500,000 | 1'350,000 | 540,000 | 2'481,504 | 877,398 | 999,771 | 948,936 | 1'338,853 |

La etapa de vida del producto, en los E.U.A. es diferente con respecto a México, porque mientras que en el primero se encuentra en estado de expansión con fuerte competencia entre varios productores, siendo los más fuertes los del lejano oriente, como Taiwan y Korea; en México se encuentran en la etapa de introducción, con poca competencia.

CALIDAD DEL PRODUCTO:

En este mercado la calidad se mide visualmente, color, brillo, apariencia, entre otras, las especificaciones dimensionales juegan un papel secundario.

En la actualidad nuestros productos pueden desplazar parte de los asiáticos pues se cuenta con las siguientes ventajas:

- Menor costo relativo de mano de obra.
- Menor costo de fletes.
- Paridad de moneda favorable.
- Gran calidad de las materias primas, pues los principales proveedores son exportadores calificados.

SELECCION DE CANALES

Inicialmente se buscó la oportunidad de participar en exposiciones y ferias de artículos de plástico parecidos a los que vendemos, para lograr establecer contacto con clientes potenciales.

Se logró establecer una relación comercial, con un importante mayorista de la Unión Americana, que accedió presentar los productos en su propio stand en la feria de Dallas. vende directamente en la feria y cuenta con una fuerza de distribución a nivel nacional. Es un comerciante de artículos diversos, no necesariamente de plástico, recibe artículos en la frontera y actúa como intermediario, agregando un sobreprecio, por ponerlo al alcance del consumidor interesado.

En Laredo, se contactó a otro mayorista, que tiene un stand en Chicago, trabaja también como detallista especializado en la importación de productos mexicanos, cuenta con dos tiendas propias en Laredo Texas, donde probablemente se podría lograr un buen contrato.

Una cadena más se ha interesado por nuestros productos, tiene su sede principal en Mac Allen, y una cadena de pequeños supermercados distribuidos por la franja fronteriza de Texas.

Los clientes que actualmente ya nos compran, les entregamos los cargamentos en la frontera, y el cliente por su cuenta los transporta a sus bodegas.

Estimar las ventas al extranjero como un 70% del total de la producción, es un pronóstico conservador, ya que las colocaciones de pedidos dependerán directamente de la fuerza de ventas de la empresa, que aún no se desarrolla suficientemente en el mercado Norteamericano.

Finalmente se ha desarrollado un programa en LOTUS, donde se toman en cuenta las principales variables del proyecto, con dicho programa se pueden hacer o suponer cambios al proyecto, viendo con rapidez sus efectos.

10.2 COSTO DE LA MAQUILA (VER TABLA 10.2)

En esta tabla podemos apreciar el costo diario que los maquiladores piden por el uso de sus máquinas, en este precio van incluidos los siguientes elementos:

- Amortización de su equipo
- Amortización de su planta e instalaciones
- Costo de la electricidad (fuerza e iluminación)
- Mano de obra
- Gastos indirectos
- Utilidad

También se indica el costo de los materiales necesarios para la producción de los artículos.

En el renglón de pigmento se indica también su porcentaje de mezcla, en peso significa, que cada kilogramo de material plástico requerirá de 5gramos de pigmento en promedio, ya que cada color tiene su concentración específica, las diferencias no son muy importantes tanto en precio como en color, el promedio que se anota está ponderado en base a la información histórica de la venta de productos por color, además que el pigmento sólo representa el 2% del costo del material plástico.

También se añade el costo de los materiales adicionales por producto, y el costo de la mano de obra.

Estos datos junto con los de la tabla 10.1, nos permitirán calcular posteriormente el costo de fabricación por producto para luego compararlo contra la maquila.

DATOS DE FABRICACION POR PRODUCTO Y POR MOLDE (VER TABLA 10.3)

En esta tabla aparecen los datos generales de fabricación de cada producto, indicando el material con que se fabrica incluyendo su costo ya pigmentado, el peso en gramos de cada pieza, el ciclo de producción, la cantidad de artículos que se obtienen por molde (No. de cavidades), la máquina en que se inyectan, los materiales adicionales que requiere y los costos de material, sin considerar el costo por mano de obra.

COSTO UNITARIO DE LA MAQUILA POR PRODUCTO. (VER TABLA 10.4)

Con los datos de la tabla 10.3 se calcula en costo de mandar maquilar cada producto.

TABLA 10.2

| DATOS GENERALES | | |
|--|-----|-----------|
| COSTO DIARIO DE LA INYECCION | | |
| Inyectora de 40 toneladas: | | \$350,000 |
| Inyectora de 60 toneladas: | | \$400,000 |
| COSTO POR KILOGRAMO DEL DEHUMIFICADOR | | |
| Dehumificador | | \$300 |
| COSTO POR TURNO DE ENSAMBLE | | |
| Ensamble | | \$20,000 |
| COSTO DEL PLASTICO por kilogramo | | |
| Poliestireno cristal | PSc | \$4,250 |
| Poliestireno Impacto | PSI | \$4,500 |
| Poliétileno | PE | 3,000 |
| Acrílo Butadieno Estireno | ABS | \$5,600 |
| COSTO MATERIALES ADICIONALES | | |
| Corcho | | \$25 |
| Adhesivo gancho | | \$46 |
| Adhesivo multigancho | | \$66 |
| Tubo | | \$316 |
| Resorte | | \$160 |
| COSTO DEL PIGMENTO por kilogramo | | |
| porcentaje de concentración | | \$25,000 |
| | | 0.50% |

TABLA 10.3

| DATOS POR PRODUCTO Y POR MOLDE | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|
| PRODUCTOS | A | B | C | D | E | F | G | H | | |
| MATERIAL | PSc | PSc | PSc | PSI | PSc | PSc | ABS | PE | | |
| costo/kg. | \$4,250 | \$4,250 | \$4,250 | \$4,500 | \$4,250 | \$4,250 | \$5,600 | \$3,000 | | |
| costo/kg. pigmentado | \$4,375 | \$4,375 | \$4,375 | \$4,625 | \$4,375 | \$4,375 | \$5,725 | \$3,125 | | |
| PESO gramos | 24.0 | 10.5 | 33.6 | 27.4 | 20.0 | 23.5 | 14.0 | 21.0 | | |
| CICLO segundos | 13.2 | 12.4 | 30.5 | 9.4 | 24.8 | 28.0 | 29.5 | 15.0 | | |
| CAVIDADES | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| CICLO/CAVIDADES | 6.6 | 12.4 | 30.5 | 9.4 | 24.8 | 28.0 | 29.5 | 15.0 | | |
| MAQUINA | 60 | 40 | 60 | 60 | 40 | 60 | 60 | 60 | | |
| costo diario | \$400,000 | \$350,000 | \$400,000 | \$400,000 | \$350,000 | \$400,000 | \$400,000 | \$400,000 | | |
| MAT ADICIONAL | corcho | adhesivo | adhesivo | tubo/res | | | | | | |
| costo unitario | \$25 | \$46 | \$66 | \$476 | | | | | | |

TABLA 10.4

COSTOS UNITARIOS POR PRODUCTO DE LA MAQUILA

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MATERIAL PLASTICO | \$105 | \$46 | \$147 | \$127 | \$88 | \$103 | \$80 | \$66 |
| INYECCION | \$33 | \$55 | \$154 | \$47 | \$110 | \$141 | \$149 | \$76 |
| ENSAMBLE MAT ADICIO | \$34 | \$55 | \$87 | \$489 | \$0 | \$0 | \$0 | \$4 |
| DEHUMIFICADOR | | | | | | | | |
| TOTAL | \$173 | \$155 | \$388 | \$663 | \$197 | \$244 | \$233 | \$141 |

El primer componente es el material plástico pigmentado, que se calcula: multiplicando el precio del material, por el peso de la pieza.

El costo de inyección se obtiene: multiplicando el ciclo de producción del artículo, dividido entre el número de cavidades del molde; este subtotal se multiplica, por el costo de uso de maquinaria. (uso de maquinaria por unidad de tiempo).

El renglón de costo de ensamble, incluye el precio de los materiales adicionales, a los cuales no se les agrega ningún sobreprecio, ya que el maquilador no obtiene sus utilidades en este punto, sino en el uso de las máquinas.

10.3 DETALLES DE FABRICACION

A continuación se presentan una serie de tablas con cálculos para obtener el costo unitario de fabricación por artículo, este resultado deberá compararse contra la maquila, para considerar si conviene fabricar.

Existen varias razones para explorar los detalles de la producción debido a que para alcanzar las ventas pronosticadas, varios factores son los que pueden influir para limitarla entre los más importantes se encuentran:

La capacidad y número de moldes.

La capacidad y número de máquinas inyectoras

El tiempo total disponible de trabajo

CAPACIDAD MAXIMA POR MOLDE (VER TABLA 10.5)

En esta tabla se puede calcular el máximo número de horas que puede ser trabajado un molde durante un mes, considerando un porcentaje de eficiencia de trabajo, que en este caso es del 90%, debido a que con un trabajo bien organizado, 72 hrs son suficientes para los requerimientos de limpieza, montaje y desmontaje.

Con base a este tiempo máximo de trabajo disponible y considerando los tiempos de ciclo de los productos de cada molde, tomando en cuenta el número de productos que es capaz de producir cada molde por inyección realizada, se calcula el máximo número de piezas de cada producto que se podrán fabricar en un mes de trabajo por molde.

HORAS DE PRODUCCION MENSUAL (VER TABLA 10.6)

En esta tabla se calcula el tiempo de trabajo efectivo que sería necesario trabajar cada molde, para alcanzar la producción pronosticada en la tabla 10.1 por cada artículo cada mes.

El tiempo calculado es función directa del ciclo de inyección de cada molde, y del número de cavidades de cada uno.

El total de horas necesarias se calcula: multiplicando las ventas esperadas de cada mes, por el ciclo de inyección de cada molde, entre el número de cavidades del mismo.

Cuando el número de horas necesarias para producir las ventas esperadas supera, las horas disponibles, en la tabla se escriben entonces el máximo de horas disponibles.

TABLA 10.5

| DATOS PARA CALCULAR CAPACIDADES | | | | | | | |
|--|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|
| Mercado nacional/mercado total | | | | | | | |
| Días de trabajo al mes | | | | 30% | | | |
| Horas diarias de trabajo | | | | 30 | | | |
| Porcentaje de eficiencia | | | | 24 | | | |
| Hora/mes de capacidad por molde | | | | 90% | | | |
| | | | | 648 | | | |
| CAPACIDAD MAXIMA POR MOLDE EN UNIDADES | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H |
| 353,455 | 188,129 | 76,485 | 248,170 | 94,065 | 83,314 | 79,078 | 155,520 |

TABLA 10.6

HORAS NECESARIAS DE PRODUCCION MENSUAL POR MOLDE

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Junio | 367 | 344 | 339 | 522 | 459 | 648 | 648 | 417 |
| Julio | 367 | 344 | 339 | 522 | 459 | 648 | 648 | 417 |
| Agosto | 367 | 344 | 339 | 522 | 459 | 648 | 648 | 417 |
| Septiembre | 367 | 344 | 339 | 522 | 459 | 648 | 648 | 417 |
| Octubre | 367 | 344 | 339 | 522 | 459 | 648 | 648 | 417 |
| Noviembre | 428 | 459 | 452 | 609 | 574 | 648 | 648 | 556 |
| Diciembre | 489 | 574 | 565 | 648 | 648 | 648 | 648 | 648 |
| Enero | 306 | 287 | 282 | 435 | 459 | 648 | 648 | 347 |
| Febrero | 306 | 287 | 282 | 435 | 459 | 648 | 648 | 347 |
| Marzo | 367 | 344 | 339 | 522 | 459 | 648 | 648 | 417 |
| Abril | 428 | 517 | 508 | 609 | 574 | 648 | 648 | 625 |
| Mayo | 428 | 459 | 452 | 609 | 574 | 648 | 648 | 556 |

Quedaría claro que para lograr los objetivos de producto por mes en el caso anterior, sería necesario trabajar con más de un molde.

EQUIPO NECESARIO :

INYECTORAS (VER TABLA 10.7)

El numero de máquinas necesarias para satisfacer la demanda esperada, se calcula sumando el número de horas de inyección requeridas por máquina por producto, este dato se obtiene de la tabla 10.3 donde se indica que productos se fabrican en máquina de 40 tons y cuales en las de 60 tons. Entonces se suman todas las horas requeridas para las de 40 independientemente de las de 60.

La suma anterior se divide, entre la capacidad máxima total calculada en la tabla 10.5 .

Cada máquina puede trabajar el mismo numero de horas que cada molde, por lo tanto si la suma de horas de trabajo de diferentes productos, supera el máximo numero de horas disponibles de una máquina, será entonces necesaria otra máquina para poder trabajar varios moldes a la vez.

El resultado nos indica que son necesarias dos máquinas de 40 tons y 6 de 60 tons.

PIGMENTADORES: (VER TABLA 10.8)

Cada vez que se requiere pigmentar, se vacian dos costales de 25 kg,

La capacidad de pigmentación se calcula: dividiendo el tiempo total disponible mensual, entre el tiempo que tarda cada ciclo, con esto se obtiene el máximo número de ciclos al mes.

El máximo No de ciclos se multiplica, por la carga en kg que puede pigmentar, con lo anterior se calcula el total de kgs. que se pueden pigmentar al mes. El peso total de material pigmentado necesario se divide, entre la capacidad máxima de pigmentación mensual para obtener el número de máquinas necesarias para satisfacer la demanda.

El resultado arroja que una máquina es suficiente.

TABLA 10.7

| NUMERO DE MAQUINAS INYECTORAS NECESARIAS POR MES | | | | |
|---|----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| | Inyectora de 40 toneladas | | Inyectora de 60 toneladas | |
| | TOTAL HORAS MAQUINAS | | TOTAL HORAS MAQUINAS | |
| Junio | 804 | 1.2 | 2,940 | 4.5 |
| Julio | 804 | 1.2 | 2,940 | 4.5 |
| Agosto | 804 | 1.2 | 2,940 | 4.5 |
| Septiembre | 804 | 1.2 | 2,940 | 4.5 |
| Octubre | 804 | 1.2 | 2,940 | 4.5 |
| Noviembre | 1,033 | 1.6 | 3,340 | 5.2 |
| Diciembre | 1,222 | 1.9 | 3,646 | 5.6 |
| Enero | 746 | 1.2 | 2,666 | 4.1 |
| Febrero | 746 | 1.2 | 2,666 | 4.1 |
| Marzo | 804 | 1.2 | 2,940 | 4.5 |
| Abril | 1,091 | 1.7 | 3,466 | 5.3 |
| Mayo | 1,033 | 1.6 | 3,340 | 5.2 |

TABLA 10.8

CALCULO DEL NUMERO DE PIGMENTADORES REQUERIDOS

| | |
|--|---------|
| Sacos pigmentación/ciclo | 2 |
| Peso por saco en kg | 25 |
| Total pigmentado/ciclo en kg | 50 |
| Tiempo de cada ciclo en minutos | 15 |
| kg que se pueden pigmentar en cada máquina por mes | 129,600 |

VOLUMEN MENSUAL TOTAL PIGMENTADO POR PRODUCTO en kilogramos .

| | A | B | C | D |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| Junio | 4,800 | 1,050 | 1,344 | 5,480 |
| Julio | 4,800 | 1,050 | 1,344 | 5,480 |
| Agosto | 4,800 | 1,050 | 1,344 | 5,480 |
| Septiembre | 4,800 | 1,050 | 1,344 | 5,480 |
| Octubre | 4,800 | 1,050 | 1,344 | 5,480 |
| Noviembre | 5,600 | 1,400 | 1,792 | 6,393 |
| Diciembre | 6,400 | 1,750 | 2,240 | 6,800 |
| Enero | 4,000 | 875 | 1,120 | 4,567 |
| Febrero | 4,000 | 875 | 1,120 | 4,567 |
| Marzo | 4,800 | 1,050 | 1,344 | 5,480 |
| Abril | 5,600 | 1,575 | 2,016 | 6,393 |
| Mayo | 5,600 | 1,400 | 1,792 | 6,393 |

CALCULO DEL NUMERO DE PIGMENTADORES REQUERIDOS

| | KG/ mes | máquinas |
|------------|---------|----------|
| Junio | 19,172 | 0.15 |
| Julio | 19,172 | 0.15 |
| Agosto | 19,172 | 0.15 |
| Septiembre | 19,172 | 0.15 |
| Octubre | 19,172 | 0.15 |
| Noviembre | 22,717 | 0.18 |
| Diciembre | 25,402 | 0.20 |
| Enero | 16,710 | 0.13 |
| Febrero | 16,710 | 0.13 |
| Marzo | 19,172 | 0.15 |
| Abril | 23,46 | 0.18 |
| Mayo | 22,717 | 0.18 |

MOLINOS: (VER TABLA 10.9)

El material que se muele, es sólo un % del total de material inyectado, por esta razón se puede conocer la máxima cantidad de material que habrá que triturar, para ser combinado con plástico nuevo. En este caso se ha determinado que el 10% de todo lo que se inyecta, puede ser añadido al material nuevo.

La capacidad de molienda viene especificada por la máquina en Kg/hr, la máquina en cuestión tiene una capacidad de (40 kg/hr).

La cantidad de molienda requerida, se divide entre la capacidad total de molienda al mes y el resultado nos revela la cantidad adecuada de molinos para satisfacer la demanda.

Se multiplica la producción mensual esperada por mes de cada producto, por el 10% de molienda; este resultado se divide, entre la capacidad de molienda mensual determinada por la multiplicación de la capacidad de molienda horaria de la máquina, por el número de horas que tiene un mes, obteniendo como resultado el número de molinos requeridos, en este caso se puede observar que un molino es suficiente.

DEHUMIFICADOR. (VER TABLA 10.10)

La capacidad del dehumificador se mide en kg/ciclo, la duración del ciclo está en función del material que debe deshidratarse, entre los materiales que se usan en la empresa, solo el ABS lo requiere por lo tanto el número de máquinas necesario para la fábrica será determinado por la cantidad en kgs que se requieren para satisfacer la demanda del producto.

El cálculo se hace así: el número total de dehumificador se divide entre la cantidad total de material necesario para el producto G esto se multiplica, por las horas de secado necesarias; el sustotal anterior se divide, entre las horas que tiene un mes y el resultado que se obtiene es el número de máquinas necesarias.

En este caso, al igual que el molino y el pigmentador, es necesario solo un dehumificador.

TABLA 10.9

| CALCULO DEL NUMERO DE MOLINOS REQUERIDOS | | |
|--|--|--------|
| Capacidad de molienda en kg/hr | | 40 |
| Capacidad mensual | | 25,920 |
| Porcentaje de material molido en relación con el inyectado | | 10% |

| CALCULO DEL NUMERO DE MOLINOS REQUERIDOS | | |
|---|---------------|-----------------|
| | KG/mes | máquinas |
| Junio | 1,917 | 0.07 |
| Julio | 1,917 | 0.07 |
| Agosto | 1,917 | 0.07 |
| Septiembre | 1,917 | 0.07 |
| Octubre | 1,917 | 0.07 |
| Noviembre | 2,272 | 0.09 |
| Diciembre | 2,540 | 0.10 |
| Enero | 1,671 | 0.06 |
| Febrero | 1,671 | 0.06 |
| Marzo | 1,917 | 0.07 |
| Abril | 2,347 | 0.09 |
| Mayo | 2,272 | 0.09 |

TABLA 10.10

CALCULO DEL NUMERO DE DEHUMIFICADORES REQUERIDOS

| | |
|---------------------------------------|--------|
| Material que deben dehumificar | ABS |
| Productos inyectados con ese material | G |
| Capacidad de la máquina en kg | 75 |
| Tiempo de dehumificado en horas | 4 |
| Capacidad mensual en kg | 12,150 |

CALCULO DEL NUMERO DE DEHUMIFICADORES REQUERIDOS

| | KG/mes | máquinas |
|------------|--------|----------|
| Junio | 1,107 | 0.09 |
| Julio | 1,107 | 0.09 |
| Agosto | 1,107 | 0.09 |
| Septiembre | 1,107 | 0.09 |
| Octubre | 1,107 | 0.09 |
| Noviembre | 1,107 | 0.09 |
| Diciembre | 1,107 | 0.09 |
| Enero | 1,107 | 0.09 |
| Febrero | 1,107 | 0.09 |
| Marzo | 1,107 | 0.09 |
| Abril | 1,107 | 0.09 |
| Mayo | 1,107 | 0.09 |

CAPACIDAD TOTAL DE PRODUCCION (VER TABLA 10.11)

En esta tabla se definen dos factores básicos:

Número de turnos

Volúmen máximo esperado entre volúmen real

El máximo número de turnos es de 4 y por cada turno menos que se trabaje, la capacidad de producción se reduce en una cuarta parte, por lo que la capacidad mensual indicada está en función del número de turnos a trabajar, por otra parte el volúmen de ventas de la tabla no excederá estas cifras durante un tiempo razonable.

En la última parte de la tabla, se mostrará un aviso de exceso a la capacidad de producción, en caso que el volumen de ventas aumente o se decidiera trabajar menos turnos.

El cociente de vol real/vol esperado, nos indica que pasaría con la capacidad de producción en caso de aumentar o disminuir el pronóstico de ventas, con respecto a lo ya presupuestado.

TABLA 10.11

ESTUDIO PARA CALCULAR CAPACIDADES

Número de turnos 4
 Volumen real/volumen máximo esperado 100%
 Este porcentaje es el que da la variabilidad a los costos

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-------------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------|
| CAPACIDAD MENSUAL | 353,455 | 188,129 | 76,485 | 248,170 | 94,065 | 83,314 | 79,078 | 155,520 |
| Junio | 200,000 | 100,00 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Julio | 200,000 | 100,00 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Agosto | 200,000 | 100,00 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Agosto | 200,000 | 100,00 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Septiembre | 200,000 | 100,00 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Octubre | 200,000 | 100,00 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Noviembre | 233,333 | 133,333 | 53,333 | 233,333 | 83,333 | 83,314 | 79,078 | 133,333 |
| Diciembre | 266,667 | 166,667 | 66,667 | 248,170 | 94,065 | 83,314 | 79,078 | 155,520 |
| Enero | 166,667 | 83,333 | 33,333 | 166,667 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 83,333 |
| Febrero | 166,667 | 83,333 | 33,333 | 166,667 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 83,333 |
| Marzo | 200,000 | 100,000 | 40,000 | 200,000 | 66,667 | 83,314 | 79,078 | 100,000 |
| Abril | 233,333 | 150,000 | 60,000 | 233,333 | 83,333 | 83,314 | 79,078 | 150,000 |
| Mayo | 233,333 | 133,333 | 53,333 | 233 333 | 83,333 | 83,314 | 79,078 | 133,333 |
| T O T A L | 2'500,000 | 1'350,000 | 540,000 | 2'481,504 | 877,398 | 999,771 | 948,936 | 1'338,853 |

AVISOS DE EXCESOS SOBRE CAPACIDAD

Junio
 Julio
 Agosto
 Septiembre
 Octubre
 Noviembre
 Diciembre
 Enero
 Febrero
 Marzo
 Abril
 Mayo

10.4 ESTUDIO DE LA INVERSION

La utilidad generada por la fábrica, dependerá de la diferencia entre el costo de la maquila, menos el costo de la fabricación.

Fabricar será conveniente, únicamente en caso de lograr una mayor eficiencia competitiva, con respecto a la maquila.

El costo de fabricación se calcula sumando costos fijos, más costos variables; multiplicados por la producción.

Mientras que el costo de la maquila se determina con la multiplicación del costo unitario de cada artículo, por el volumen total comprado al maquilador.

INVERSION EN FABRICA (VER TABLA 10.12)

En esta tabla se indica el costo y la cantidad de cada una de las máquinas y del equipo adicional.

Al costo total de la maquinaria y equipo se le añade el precio de las herramientas e instalaciones incluyendo la garrucha y la trole que son necesarias para el montaje, desmontaje y traslado de los moldes.

TABLA 10.12

ESTUDIO DE LA INVERSION (en miles de pesos)

MAQUINARIA Y EQUIPO

| | Unitario | Cantidad | Total |
|----------------------------|-----------|----------|-------------|
| Inyectora de 40 toneladas: | \$105,000 | 2 | \$210,000 |
| Inyectora de 60 toneladas: | \$128,225 | 6 | \$769,350 |
| Pigmentador de 0.75 kw | \$6,600 | 1 | \$6,600 |
| Molino de 2.25 kw | \$9,800 | 1 | \$9,800 |
| Dehumificador de 6.12 kw | \$13,800 | 1 | \$13,800 |
| Torre de enfriamiento | \$5,000 | 1 | \$5,000 |
| Herramienta | \$2,000 | 1 | \$2,000 |
| TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO | | | \$1'016,550 |
| INSTALACIONES | | | \$40,000 |
| INVERSION TOTAL | | | \$1'056,550 |

10.5. COSTOS FIJOS. (VER TABLA 10.13)

1o. Amortización de la maquinaria, el equipo y la herramienta.

Se suma el total de la inversión hecha en la compra de maquinaria, equipo y herramientas, a costo de reposición y se divide entre el número de meses en que son amortizados, obteniendo el costo mensual por este concepto.

2o. Renta de la planta. En el estudio de distribución de la planta se propone un tamaño de planta, en función a éste, de las instalaciones y de la disposición de corriente trifásica se buscaría una nave para la fábrica.

3o. Mano de Obra. Depende del número de máquinas y del número de turnos diarios. Para cada caso se propone una estructura de operarios y jefes de turno. El sueldo del gerente es un costo absolutamente fijo.

| | | | | | | | |
|--------|-------------|-----------|---|---------------|-------|-----------|-------|
| auxi- | Costo mano | Salario | + | salario | + | salario X | No |
| liares | de obra= | gerente | | jefe | turno | operarios | |
| | | + salario | | operarios X | No de | X | No de |
| | de ensamble | | | ensambladores | | turnos | |

No se consideran los gastos administrativos por ser irrelevantes en el análisis comparativo de la maquila contra la fabricación, debido a que en ambos casos se requiere la misma estructura administrativa.

4o. Otros. Este concepto abarca aquellos gastos que se generan en la operación de la fábrica, pueden ser la compra de aceites o grasas, desmoldantes, lubricantes, papelería, refacciones, reparaciones, etc.

Iluminación= $\frac{2}{kw-hr} \times \frac{2}{mt} \times \text{watts/mt} \times \text{hrs de trabajo/mes} \times \text{costo del}$
 1000

TABLA 10.13

GASTOS FIJOS ANUALES (en miles de pesos)

| | | | | |
|------------------------------|-------------|----------|-----------------|----------------|
| RENTA DE LA PLANTA | | | | \$12,000 |
| SALARIO DEL GERENTE | | | | \$24,000 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| | salario | cantidad | total | |
| Jefe de turno | \$7,200 | 4 | \$28,800 | |
| Operarios | | | | |
| De Inyectoras | \$3,600 | 32 | \$115,200 | |
| De ensamble | \$3,600 | 24 | \$86,400 | |
| Auxiliares | \$3,600 | <u>5</u> | <u>\$18,000</u> | |
| TOTAL MANO DE OBRA: | | 65 | \$248,400 | |
| GASTOS DE DEPRECIACION | | | | |
| Concepto | Inversión | Años | Costo Anual | |
| Maquinaria y equipo | \$1'016,550 | 10 | \$101,655 | |
| Instalaciones | \$40,000 | 15 | \$2,667 | |
| TOTAL GASTOS DE DEPRECIACION | | | | \$104,322 |
| LUZ | | | | \$14,588 |
| OTROS GASTOS | | | | <u>\$4,800</u> |
| TOTAL GASTOS FIJOS | | | | \$408,210 |

10.6. COSTOS VARIABLES. (VER TABLA 10.14)

Los costos variables son básicamente dos:

Materiales
Electricidad

10. Electricidad. Su costo se calcula multiplicando el costo de cada kilowatt-hora, por el número de horas que opera la planta al mes, por el número de kilowatts que se consumen cada hora en la planta.

La cantidad de KW que se consume cada hora viene especificado en cada máquina. El molino, el pigmentador y el dehumificador trabajan menos tiempo que las máquinas inyectoras, como las horas de trabajo mensual de la planta están determinadas principalmente por el tiempo que trabajan las inyectoras, los KW-hora consumidos por el equipo auxiliar se multiplican, por un factor equivalente a la proporción de tiempo de trabajo de cada equipo por cada hora de operación de las inyectoras.

El número de horas que opera la planta al mes es el resultado de multiplicar la cantidad producida de cada artículo por su ciclo de producción.

COSTO MENSUAL DE LA ELECTRICIDAD

Costo de cada kilowatt-hora
X Número de KW consumidos en una hora
X Número de horas de trabajo/mes

20. Materiales. Este dato se obtiene del programa de maquila, en ambos casos el costo del material es el mismo.

Es la suma de los materiales plásticos, del pigmento y de los materiales adicionales.

El costo del material plástico por pieza se calcula: multiplicando el costo del kilogramo de material por el peso de la pieza.

El costo del pigmento se calcula: multiplicando el peso de la pieza, por el porcentaje de pigmento a utilizarse, por el costo por kilogramo del pigmento.

El costo de los materiales adicionales lo fija el proveedor de los mismos.

TABLA 10.14

| GASTOS VARIABLES ANUALES | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| VOLUMENES ANUALES ESTIMADOS | | | | | | | | |
| Horas de Inyección | 2'500,000 | 1'350,000 | 540,000 | 2'481,504 | 877,398 | 999,771 | 948,936 | 1'338,853 |
| Kilogramos material | 4,583 | 4,650 | 4,575 | 6,479 | 6,044 | 7,776 | 7,776 | 5,579 |
| | 60,000 | 14,175 | 18,144 | 67,993 | 17,548 | 23,495 | 13,285 | 28,116 |

GASTOS ANUALES DE ELECTRICIDAD

| | HRS USO | KW/máquina anual | IMPORTE miles | |
|---|---------|------------------|------------------|-----------------|
| Máquina 40 ton's | 10,694 | 10.50 | 112,290 | \$19,089 |
| Máquina 60 ton's | 36,768 | 12.00 | 441,220 | \$75,007 |
| Pigmentador | 1,214 | 0.75 | 910 | \$155 |
| Molino | 6,069 | 2.24 | 13,594 | \$2,311 |
| Dehumificador | 709 | 6.12 | 4,336 | \$737 |
| TOTAL GASTOS ANUALES DE ELECTRICIDAD | | | | \$97,300 |

COMPRAS ANUALES DE MATERIALES

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-------------------------------------|-----------|--------------------|-----------|-------------|----------|-----------|----------|-----------|
| Volumen anual | 2'500,000 | 1'350,000 | 540,000 | 2'481,504 | 877,398 | 999,771 | 948,936 | 1'338,853 |
| material plástico | \$105 | \$46 | \$147 | \$127 | \$88 | \$103 | \$80 | \$66 |
| material adicional | \$25 | \$46 | \$66 | \$476 | \$0 | \$0 | \$0 | \$0 |
| Total en miles | \$325,000 | \$124,116 | \$115,020 | \$1'495,664 | \$76,772 | \$102,789 | \$76,057 | \$87,862 |
| TOTAL COMPRA DE MATERIALES | | \$2'403,281 | | | | | | |
| TOTAL GASTOS DE ELECTRICIDAD | | \$97,300 | | | | | | |
| TOTAL COSTOS VARIABLES | | \$2'500,580 | | | | | | |

10.7. COSTO TOTAL

COSTO TOTAL DE FABRICACION = COSTOS FIJOS + COSTOS VARIABLES

Donde:

COSTOS FIJOS = COSTO MENSUAL DEL EQUIPO + RENTA + OTROS + MANO DE OBRA

COSTO MENSUAL = INVERSION TOTAL A COSTO DE REPOSICION // MESES DE AMORTIZACION

MANO DE OBRA = SALARIO/OPERARIO X NUMERO DE OPERARIOS
 + SALARIO/JEFE DE TURNO X NUMERO DE JEFES DE TURNO
 + SALARIO DEL GERENTE

El número de operarios y de jefes de turno depende del número de turnos diarios y del número de operarios necesarios en cada turno.

COSTOS VARIABLES = COSTO DE LA ELECTRICIDAD + COSTO DE LOS MATERIALES

Donde:

COSTO DE LA ELECTRICIDAD = COSTO/KW-HR X CANTIDAD DE KW/HR X CANTIDAD DE HORAS

COSTO DE LOS MATERIALES = COSTO DEL MATERIAL POR PRODUCTO X CANTIDAD DE PRODUCTOS

COSTO DEL MATERIAL POR PRODUCTO = COSTO DEL PLASTICO + COSTO DEL PIGMENTO + COSTO DE MATERIALES ADICIONALES

CANTIDAD DE PRODUCTOS = $\frac{\text{HORAS DE PRODUCCION X 3600 SEG/HR}}{\text{SEGUNDOS POR CICLO}}$ X NUMERO DE CAVIDADES

SEGUNDOS POR CICLO

En la cantidad de productos se hace el cálculo para cada artículo, y en el costo de los materiales se acumulan los importes de todos los artículos.

El costo total de fabricación se va a comparar contra el costo total de maquila, que se calcula así:

| | | | | | | |
|------------------------|---|------------------------|---|----------------------------|---|-----|
| COSTO TOTAL DE MAQUILA | = | COSTO POR PRODUCTO | X | CANTIDAD DE PRODUCTOS | | |
| UTILIDAD | = | COSTO TOTAL DE MAQUILA | - | COSTO TOTAL DE FABRICACION | = | 37% |

Para el cálculo de las distintas alternativas de producción se ha creado un programa que permite cambiar las variables que afectan a la utilidad final.

Algunas variables cambian con poca frecuencia, en la operación son relativamente estáticas, estas son:

- El costo de la maquinaria, el equipo y la herramienta
- El costo de la renta
- El costo de la mano de obra
- El costo de los materiales
- El número de turnos diarios
- El costo de la maquila.

La producción de artículos es función de las horas de producción que se asignen a cada uno, las horas disponibles dependen del número de máquinas y del número de turnos. Las horas de producción son una variable dinámica, con este dato se presuponen los volúmenes de producción, según se venda cada artículo.

Un cambio de local representa un incremento en la renta, posiblemente también en los salarios del gerente y del jefe de turno.

La compra de nuevas máquinas, repercute directamente en las horas disponibles de producción, y también determina la necesidad de un cambio de local cuando se supera la capacidad de albergar más máquinas en una determinada nave industrial.

El aumentar el número de turnos incrementa el número de horas disponibles para la producción, e implica un incremento en el costo de la mano de obra.

10.8 COSTO UNITARIO DE FABRICACION (VER TABLA 10.15)

Consiste en el cálculo del costo total unitario de fabricación de cada uno de los productos, separando la parte variable de la fija.

Hay que considerar que cuando hablamos de costos unitarios, la contribución de los costos variables al costo total, es constante, mientras que la contribución de los costos fijos en cada producto disminuye ó aumenta en función del volumen de producción.

Para calcular el costo unitario de cualquiera de los productos que manejamos, será necesario:

VARIABLE TOTAL UNITARIO= COSTO MATERIAL + COSTO ELECT

COSTO MATERIAL:

PESO DEL PRODUCTO
X COSTO DEL MATERIAL PLASTICO PIGMENTADO DEL PRODUCTO
+ COSTO DEL MATERIAL ADICIONAL

COSTO ELECTRICIDAD: (LOS DATOS SE OBTIENEN DE LA TABLA (10.14))

Maquinas inyectoras:

hrs de inyeccion del producto X Gtos electricidad maq
hrs de trabajo maq inyectora volumen del producto

Pigmentador:

KG de producto inyectado X Gtos electricidad maq
total de kg inyectados volumen del producto

Molino:

KG molido de producto X Gtos elect molino
total de kg molidos volumen del producto

Dehumificador:

Gtos dehumificador
volumen pcto G

COSTOS FIJOS:

Total de gastos fijos
+ Gastos de ensamble
+ depreciación de maquinaria y equipo
X ciclo/cavidad del producto
sumatoria ciclo / cavidad total / volumen pdtco

TABLA 10.15

COSTOS UNITARIOS DE FABRICACION

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| VARIABLES | | | | | | | | |
| Materiales | | | | | | | | |
| Electricidad | \$130 | \$92 | \$213 | \$603 | \$88 | \$103 | \$80 | \$66 |
| Máquina | \$3.74 | \$6.15 | \$17.28 | \$5.33 | \$12.30 | \$15.87 | \$16.72 | \$8.50 |
| Inyectora | | | | | | | | |
| Pigmentador | \$0.02 | \$0.01 | \$0.02 | \$0.02 | \$0.01 | \$0.01 | \$0.01 | \$0.01 |
| Molino | \$0.23 | \$0.10 | \$0.32 | \$0.26 | \$0.19 | \$0.22 | \$0.13 | \$0.20 |
| Dehumificador | | | | | | | \$0.78 | |
| TOTAL ELECTRICIDAD | \$3.98 | \$6.25 | \$17.62 | \$5.60 | \$12.50 | \$16.11 | \$17.64 | \$8.71 |
| TOTAL VARIABLES | \$134 | \$98 | \$231 | \$608 | \$100 | \$119 | \$98 | \$74 |
| FIJOS: | | | | | | | | |
| Factor auxiliar | 17 | 17 | 16 | 23 | 22 | 28 | 28 | 20 |
| TOTAL FIJOS | \$15.77 | \$28.62 | \$72.87 | \$22.46 | \$59.25 | \$66.89 | \$70.48 | \$35.84 |
| TOTAL FABRICACION | \$150 | \$128 | \$303 | \$631 | \$159 | \$186 | \$168 | \$110 |
| COSTO MAQUILA | \$173 | \$155 | \$388 | \$663 | \$197 | \$244 | \$233 | \$141 |
| MG FABRIC/MAQUILA % en miles de pesos | 13.19% 56,871 | 17.72% 37,165 | 21.83% 45,754 | 4.90% 80,570 | 19.20% 33,207 | 23.92% 58,401 | 27.89% 61,754 | 22.07% 41,783 |
| MG VARIAB/MAQUILA % en miles de pesos (contribucion para absorber gastos fijos) | 22.33% 96,291 | 36.79% 77,158 | 40.59% 85,102 | 8.28% 136,297 | 49.26% 85,192 | 51.31% 125,260 | 58.09% 128,632 | 47.42% 89,762 |
| MG FIJOS/MAQUILA % | 90.86% | 80.93% | 81.23% | 96.61% | 69.94% | 72.61% | 69.80% | 74.65% |

Pdcto A 2/6 costo total operarios ens / vol pdcto A
Pdcto B 1/6 costo total operarios ens / vol pdcto B
Pdcto C 1/6 costo total operarios ens / vol pdcto C
Pdcto D 1/6 costo total operarios ens / vol pdcto D

La depreciación se calcula igual a los gastos unitarios de electricidad, pero en lugar de multiplicar por gastos totales de electricidad, se multiplica por gastos totales de depreciación de maquinaria y equipo.

COSTO TOTAL= C. FIJOS + C. VARIABLES

En esta misma tabla, se compara el costo de la maquila, contra el costo total y luego contra los costos unitarios fijos y variables.

La comparación importante es la de los costos variables, ya que los costos fijos tendrían que hacerse, aunque no se fabricara ningún artículo.

Lo importante del análisis es poner de manifiesto, que los costos de fabricación son menores a la maquila, con este ahorro se tendrán que pagar los costos fijos, amortizar la inversión y arrojar una utilidad.

La comparación del costo total de mandar maquilar contra la fabricación se puede apreciar, comparando los totales de las tablas 10.16 y 10.17.

La conclusión que se desprende es que la fabricación es más económica que la maquila, si los supuestos de ventas se cumplieran el punto de equilibrio se presentaría con un cumplimiento del 49% del presupuesto de ventas, esto significa que habría que vender solo un 19% más que el año pasado considerando que el 30% del pronóstico son las cifras de ventas del año pasado.

Las cifras anteriores revelan que con suma facilidad se puede llegar al punto de equilibrio, situación que hace muy atractiva la decisión de fabricar.

La tabla 10.17 además muestra que potencialmente se puede lograr una utilidad antes de impuestos de 415.5 millones de pesos, esta cantidad de dinero puede abrir nuevas oportunidades de desarrollo para la empresa, al invertir mayores cantidades en la fabricación de moldes.

TABLA 10.16

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL COSTO DE MANDAR MAQUILAR Y EL COSTO DE FABRICAR

MAQUILA

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Volumen anual | 2'500,000 | 1'350,000 | 540,000 | 2'481,504 | 877,398 | 999,771 | 948,936 | 1'338,853 |
| Costo unitario | \$173 | \$155 | \$388 | \$663 | \$197 | \$244 | \$233 | \$141 |
| Total en miles | \$431,250 | \$209,718 | \$209,639 | \$1'645,870 | \$172,932 | \$244,171 | \$221,425 | \$189,291 |
| IMPORTE POR MAQUILA | | \$3'324,295 | | | | | | |

TABLA 10.17

MAQUILA Y FABRICACION, ANALISIS COMPARATIVO:

| | |
|--|--------------------|
| COSTOS FIJOS | \$408,210 |
| COSTOS VARIABLES | \$2,500,580 |
| IMPORTE FABRICACION | \$2,908,790 |
| IMPORTE MAQUILA | \$3,324,295 |
| U.A.I.T. | \$415,505 |
| PORCENTAJE DE PUNTO DE EQUILIBRIO | 49.56% |

10.9 FLUJO DE EFECTIVO Y ANALISIS FINANCIERO (VER TABLAS 10.18 Y 10.19)

En la tabla 10.18 podemos ver la necesidad de capital inicial para trabajar con flujos de efectivo positivos, de tal manera que se cuente con la cantidad de dinero necesario para poder trabajar.

Hay que hacer la consideración que la maquinaria y el equipo han sido adquiridos a crédito, que este último ha sido negociado por los proveedores de la maquinaria, que el pago inicial del préstamo es únicamente el enganche y que posteriormente se irá pagando el resto del monto total, tomando en cuenta los intereses mensuales sobre el saldo adeudado.

Los intereses se expresan en términos reales debido a la posibilidad de obtener una protección FICORCA. Todo el flujo está hecho en términos constantes.

La tabla 10.19 nos muestra la utilidad esperada después de impuestos que asciende a 181 millones de pesos, la utilidad disponible en términos de un porcentaje sobre las aportaciones de los socios que arroja la cifra del 46%, el porcentaje de retorno de la inversión considerando un mínimo del 15% sobre las aportaciones reales de la empresa y el tiempo estimado de recuperación total que es de 3 años.

TABLA 10.18

FLUJO EFECTIVO EN TERMINOS REALES

| | Cobros | Instal' | Herram | Maq/Equipo | 8% | Material | Electr | Fijos |
|------------|-------------|----------|---------|------------|----------|-------------|----------|-----------|
| Mayo | | \$40,000 | \$2,000 | \$302,865 | | | | |
| Junio | | | | | \$4,711 | \$191,558 | \$7,755 | \$25,324 |
| Julio | \$264,292 | | | | \$4,711 | \$191,558 | \$7,755 | \$25,324 |
| Agosto | \$264,292 | | | | \$4,711 | \$191,558 | \$7,755 | \$25,324 |
| Septiembre | \$264,292 | | | | \$4,711 | \$191,558 | \$7,755 | \$25,324 |
| Octubre | \$264,292 | | | | \$4,711 | \$225,533 | \$9,131 | \$25,324 |
| Noviembre | \$264,292 | | | | \$4,711 | \$255,533 | \$9,131 | \$25,324 |
| Diciembre | \$310,503 | | | \$100,955 | \$4,711 | \$24,108 | \$10,004 | \$25,324 |
| Enero | \$341,700 | | | | \$4,038 | \$163,088 | \$6,603 | \$25,324 |
| Febrero | \$228,900 | | | | \$4,038 | \$163,088 | \$6,603 | \$25,324 |
| Marzo | \$228,900 | | | | \$4,038 | \$191,558 | \$7,755 | \$25,324 |
| Abril | \$264,292 | | | | \$4,038 | \$229,579 | \$9,295 | \$25,324 |
| Mayo | \$318,036 | | | | \$4,038 | \$225,533 | \$9,131 | \$25,324 |
| | \$3'324,295 | | | | \$53,170 | \$2'403,281 | \$97,300 | \$303,888 |

| RESULTADOS DEL FLUJO | EGRESOS (sin mt') | ING-EGR | APORTACION ACUMULADO |
|----------------------|-------------------|-------------|----------------------|
| Mayo | \$344,865 | (\$344,865) | \$390,000 |
| Junio | \$37,791 | (\$ 37,791) | \$45,135 |
| Julio | \$37,791 | \$226,501 | \$7,344 |
| Agosto | \$37,791 | \$226,501 | \$233,846 |
| Septiembre | \$37,791 | \$226,501 | \$460,347 |
| Octubre | \$37,791 | \$226,501 | \$686,849 |
| Noviembre | \$39,166 | \$225,126 | \$913,350 |
| Diciembre | \$140,995 | \$169,508 | \$1'138,476 |
| Enero | \$35,965 | \$305,735 | \$1'307,984 |
| Febrero | \$35,965 | \$192,935 | \$1'613,719 |
| Marzo | \$37,118 | \$191,782 | \$1'806,654 |
| Abril | \$38,657 | \$225,635 | \$1'998,436 |
| Mayo | \$38,493 | \$279,543 | \$2'224,072 |
| Junio | | | \$2'503,615 |

TABLA 10.19

| ANALISIS COMPARATIVO DESPUES DE INTERESES E IMPUESTOS | |
|---|------------------|
| U.A.I.T. | \$415,505 |
| INTERESES | <u>\$53,170</u> |
| U.A.T. | \$362,335 |
| IMPUESTOS (50%) | <u>\$181,168</u> |
| UTILIDAD DISPONIBLE | \$181,168 |

| ANALISIS FINANCIERO | |
|--|-----------------------------|
| <u>Utilidad disponible anual</u> | = <u>\$181,168</u> = 46.45% |
| Aportaciones | = \$390,000 |
| Rendimiento mínimo real exigido por los inversionistas sobre sus aportaciones: | 15% |
| <u>Utilidad disponible anual - rendimiento</u> | = <u>\$122,668</u> = 31.45% |
| Aportaciones | \$390,000 |
| Años de recuperación | 3.18 |

11. DISTRIBUCION DE PLANTA

La distribución de planta es actualmente una actividad que requiere planeación, colocar los equipos, materiales y herramientas en lugares adecuados, facilita el trabajo contribuyendo de manera muy efectiva a la eficiencia de producción, un estudio de tiempos y movimientos es esencial para lograr los mejores rendimientos.

Adicionalmente, la distribución de planta también contempla la mejor utilización del espacio, asignando áreas a cada uno de los departamentos entre los que se encuentran: oficinas, cafeterías, almacenes, departamentos de recibo de materiales y embarque de producto terminado, etc.

El orden de operaciones se muestra (EN LA FIGURA 13), es importante puesto que representa una restricción en la colocación de las máquinas, áreas de trabajo y pasillos para transporte de materiales.

El diagrama presenta con líneas continuas aquellos movimientos de material de 25 kg ó más ; con líneas punteadas traslados de menor peso.

La propuesta final se realizó buscando lo siguiente:

- Que los traslados pesados tengan un recorrido corto.
- Que la maquinaria y equipo se concentren en una sola área para lograr que las instalaciones eléctricas e hidráulicas resulten lo más económico posibles; además que permite que la misma grúa para los moldes pueda utilizarse en todas las máquinas
- Que el molino y el pigmentador se ubiquen en cuartos cerrados para evitar ensuciar las demás áreas con residuos de pigmentos o polvo de molienda.

(El diagrama nos muestra las plantillas de las máquinas para preveer el espacio necesario para instalarlas).

El equipo necesario para satisfacer totalmente las necesidades de producción de la empresa so:

| | |
|-----------------|-----------------|
| 2 maqs 40 tons. | 3 X 0.93 mts. |
| 5 maqs 60 tons | 3.8 X 1.68 mts. |
| 1 pigmentador | 0.5 X 1.00 mts |
| 1 molino | 0.5 X 0.5 mts. |

Las áreas de bodega, ensamble y oficinas deben colocarse en sitios que no entorpezcan las funciones productivas.

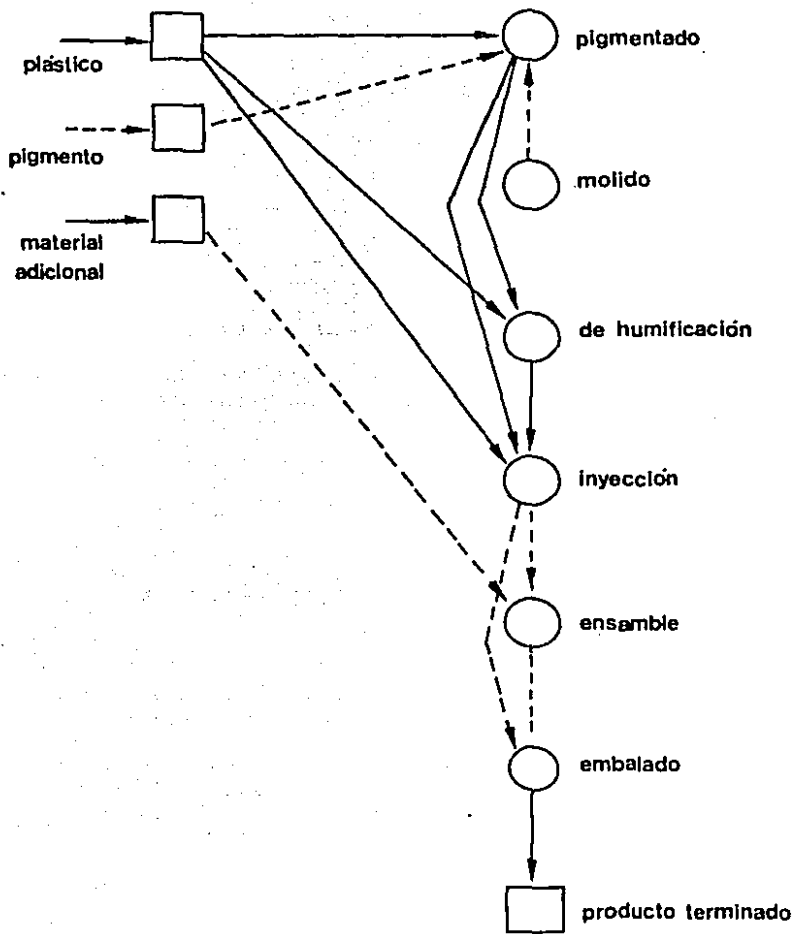


FIGURA 13 : FLUJO DE OPERACIONES

Además hay que colocar dentro de la planta las oficinas, un almacén de moldes, un área de manejo de recepción de materiales, vehículos de carga y sanitarios.

La torre de enfriamiento y el tinaco se instalarán en el techo, las instalaciones eléctricas e hidráulicas son aéreas, con charola abierta.

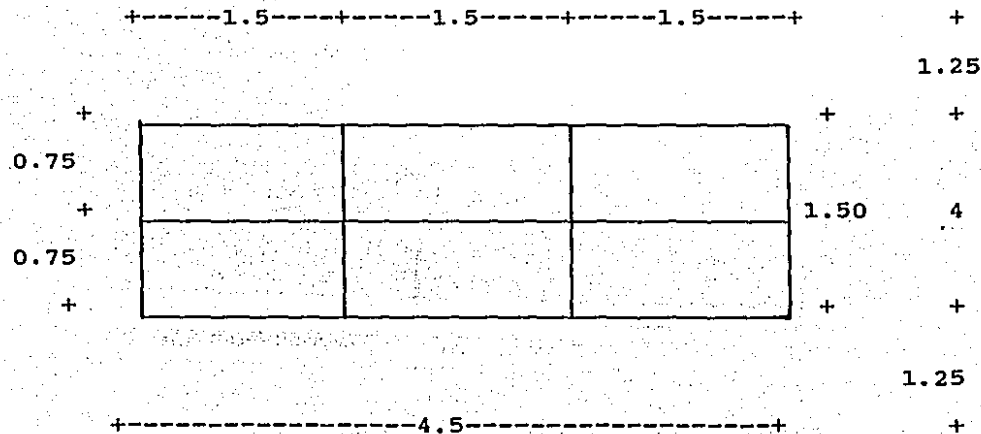
Area de ensamble:

Varios productos de la empresa requieren de ensamble, cada ciclo de inyección con diversos moldes, tienen requerimientos de obreros diferentes, que se muestran en la siguiente tabla:

Pdcto A: 2 ensambladores.
 Pdcto B: 1 ens.
 Pdcto C: 1 ens.
 Pdcto D: 2 ens.

Los demás productos no requieren de ensambladores.

Cada ensamblador requiere de un área mínima de trabajo de: 1.5 X 0.75 mts, para un total de seis armadores se requerirían por lo menos 18 mts cuadrados.



Areas de almacén

MATERIA PRIMA:

Calcular el No de costales para guardar una semana de inventario.

Dimensión de un costal (0.70 X 0.40 X 0.10 mts)

COSTALES/MES (25,402)/25 = 1,000 costales inv max.

Apilando 10 costales

AREA MINIMA NECESARIA 100 X 0.70 X 0.40 = 28 mt cuadrados

PRODUCTO TERMINADO:

Se sabe que cada caja de (0.45 X 0.44 X 0.37 mts) caben:

| Producto | Clave | Cantidad de productos |
|------------|-------|-----------------------|
| PORTAVASOS | A | 560 |
| GANCHO | B | 1,000 |
| MULTI | C | 700 |
| SNAK | D | 700 |
| ARO CIRC | E | 1,000 |
| ARO ESF | F | 1,000 |
| CONECTOR | G | 1,000 |
| JABONERA | H | 700 |

AREA NECESARIA 1 SEMANA ALMACENAMIENTO:

| PDCTO | VOL | # CAJAS | %4 | AREA |
|-------|-----|---------|-----|----------|
| A | 267 | 477 | 120 | 24 |
| B | 167 | 167 | 42 | 9 |
| C | 67 | 96 | 24 | 5 |
| D | 248 | 354 | 89 | 18 |
| E | 94 | 94 | 24 | 5 |
| F | 83 | 83 | 21 | 5 |
| G | 79 | 79 | 20 | 4 |
| H | 156 | 223 | 56 | 11 |
| | | | | <hr/> 81 |

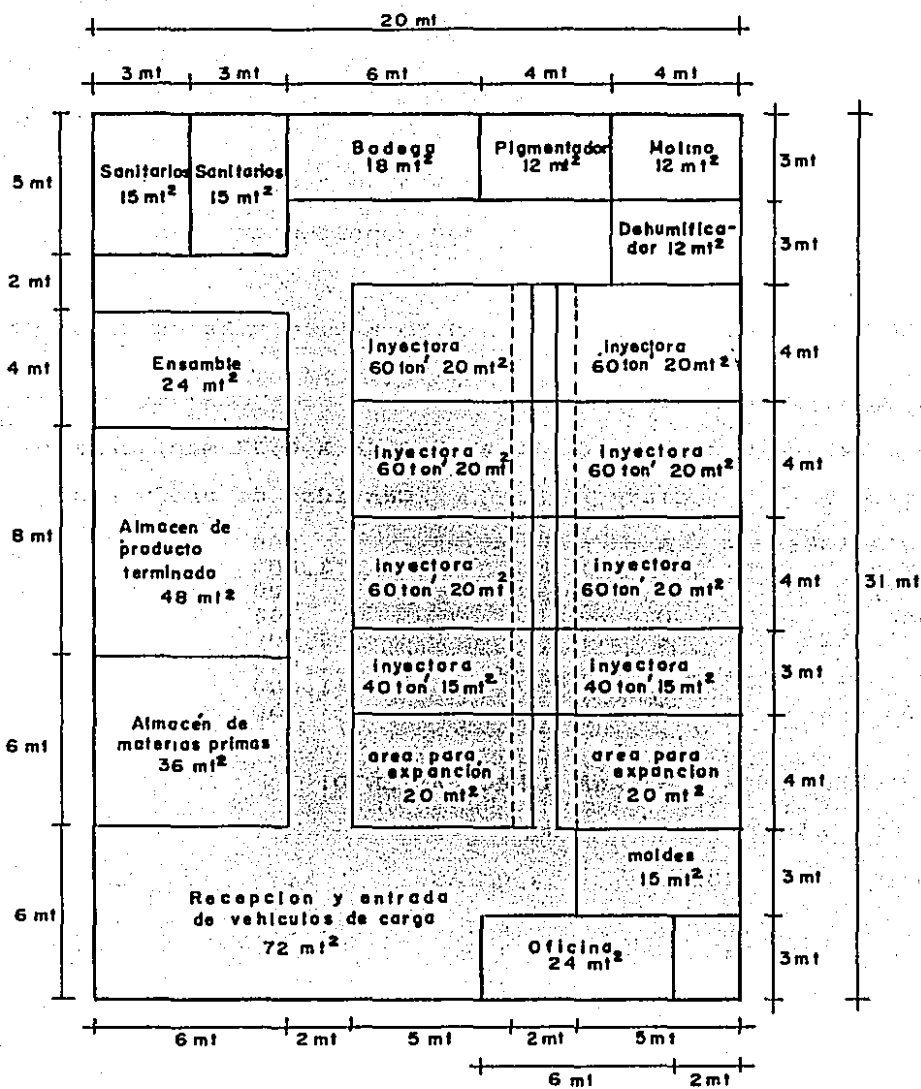


FIGURA 14: DISTRIBUCION DE PLANTA

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha visto a lo largo del desarrollo de todo el trabajo que la fabricación implica una serie de cuidados y problemas, que de ninguna manera podemos considerar sencillos de resolver, ni tampoco fáciles de operar.

Con las expectativas de venta que se cuentan, podemos decir que la fabricación resulta conveniente sobre la maquila, nos llevará a ganar más dinero si se tiene el cuidado necesario para mantener la producción en los límites de rendimiento adecuados.

Por otra parte tenemos que el punto de equilibrio para la fabricación con respecto a la maquila, arroja números muy favorables ya que con el mercado nacional que representa el 30% del pronóstico total, se ha cubierto la mayor parte del volumen para alcanzar el punto de equilibrio, esto quiere decir que con un esfuerzo de ventas relativamente ligero, se podrían alcanzar volúmenes adecuados de producción que permitan que la fabricación sea mucho más barata que la maquila.

El ahorro total de trabajar fabricando, si se cumplen los pronósticos, arroja una cantidad de dinero muy considerable, que podría servir a la empresa para desarrollar más moldes y producir más artículos, claro está que cada producto nuevo que se desarrolla tiene un riesgo de no ser del agrado del consumidor, pero como todo riesgo también presenta la oportunidad de lo contrario.

El ahorro obtenido de la fabricación, proviene directamente del trabajo que no se hace y que los maquiladores cargan a su precio de fabricación; ahora se sustituiría la comodidad de pagar el trabajo, por tomarse todas las molestias de fabricación obteniendo una sustanciosa cantidad de dinero fresco, a cambio de una buena cantidad de labores extras.

Con la inversión inicial necesaria para empezar a trabajar, se tendría que sacrificar durante algún tiempo la fabricación de moldes nuevos precisamente por las exigencias de efectivo de la nueva planta, pero una vez consolidada su operación, el costo de introducción de cada nuevo artículo sería también reducido importantemente.

La distribución de la planta se ha hecho sobre un terreno al que la empresa tiene opción de compra, afortunadamente tiene la superficie mínima necesaria para dar cabida a todas las necesidades de la fábrica y aún mantener una pequeña área de expansión para dos o tres máquinas inyectoras más.

La organización de las máquinas tiene la ventaja de permitir usar la misma grúa para moldes en todas las máquinas al encontrarse todas éstas concentradas en un área común.

Se recomienda a la empresa, procurar incrementar su fuerza de ventas en el extranjero, ya que el éxito económico de la fabricación radica medularmente en la colocación de pedidos en el mercado Norteamericano, esta tarea se antoja sencilla, ya que la competitividad que se puede lograr, con respecto a los otros productores de la unión americana o de cualquier parte del mundo, en la franja fronteriza son realmente puntos a favor del producto mexicano.

Finalmente, la decisión de montar la fábrica resulta adecuada por completo, no sólo por razones económicas, sino porque teniendo el equipo adecuado para producir, la empresa retiene sus moldes todo el tiempo, situación que reduce la posibilidad de copiar los productos, genera fuentes de trabajo frescas y necesarias para nuestro país, debido a que nosotros somos un cliente pequeño para nuestros proveedores, además con el equipo se pueden tomar algunas acciones colaterales, en caso de emergencia, como maquilar a comerciantes mexicanos y aprovechando la cercanía con la frontera, a clientes extranjeros también.

ANEXO 1

PROBLEMAS COMUNES Y POSIBLES CAUSAS EN EL MOLDEO POR INYECCION.

LLENADO INCOMPLETO

MAQUINA

- Presión de inyección muy alta.
- Temperatura real del material muy baja.
- Cojín de alimentación excesivo.
- Alimentación insuficiente.
- Nariz muy pequeña.
- Capacidad de la máquina insuficiente.
- Nariz o cilindro tapado.
- Velocidad de inyección muy baja.
- Temperatura de la zona trasera del cilindro muy baja.
- Presión de sostenimiento muy baja.

MOLDE.

- Temperatura del molde muy baja.
- Entrada muy pequeña.
- Salidas de aire insuficientes.
- Sección transversal de la pieza demasiado delgada.
- Entrada obstruida con la punta fría.
- Distribuidor demasiado largo.
- Diámetro del distribuidor muy pequeño.
- Canales de distribución muy pequeños.

MATERIAL.

- Material de muy poco flujo.
- Material de fraguado muy rápido.
- Proporción muy alta de material remolido con virgen.
- Material muy frío en la tolva.
- Tamaño de partícula no homogénea.

BRILLO DEFICIENTE.

MAQUINA.

- Presión de inyección muy baja.
- Temperatura real del material muy baja.
- Cojín de alimentación excesivo.
- Velocidad de inyección muy baja.
- Orificio de la nariz muy pequeña.
- Tiempo de presión de sostenimiento muy corto.
- Presión de sostenimiento muy baja.

MOLDE.

- Temperatura del molde muy baja.
- Entrada muy pequeña.
- Salidas de aire insuficientes.
- Cambio repentino en el espesor de la sección.

MATERIAL.

- Material de muy poco flujo.
- Material muy frío en la tolva.
- Tamaño de partícula no homogéneo.

PUNTOS QUEMADOS.

MAQUINA.

- Presión de inyección muy alta.
- Velocidad de rotación del husillo muy alta.
- Temperatura real del material muy alta.
- Nariz demasiado caliente.
- Velocidad de inyección muy alta.

MOLDE.

- Salidas de aire insuficientes.
- Salidas de aire tapadas.
- Localización o tipo de entrada incorrecta.

MATERIAL.

- Material con demasiado flujo.
- Alto contenido de volátiles.

RECHUPES O BURBUJAS.

MAQUINA.

- Presión de inyección muy baja.
- Temperatura real del material muy baja.
- Velocidad de inyección muy baja.
- Tiempo de presión de sostenimiento muy corto.
- Nariz muy fría.
- Orificio de la nariz muy pequeño.
- Alimentación insuficiente.

MOLDE.

- Entrada muy pequeña.
- Temperatura del molde muy baja.
- Distribuidor demasiado largo.
- Diámetro del distribuidor muy pequeño.
- Salidas de aire insuficientes.
- Canales de distribución muy pequeños.

MATERIAL.

- Material con demasiado flujo.
- Material con alto contenido de volátiles.
- Proporción muy alta de material remolido con virgen.

LINEAS DE UNION.

MAQUINA.

- Temperatura real del material muy baja.
- Presión de inyección muy baja.
- Nariz muy fría.
- Orificio de la nariz muy pequeño.
- Capacidad de la máquina insuficiente.
- Ciclo muy corto.

MOLDE.

- Temperatura del molde muy baja.
- Salidas de aire insuficientes.
- Salidas de aire tapadas.
- Entrada muy pequeña.
- Desmoldante excesivo.
- Localización o tipo de entrada incorrecta.
- Sección transversal de la pieza demasiado delgada.
- Distribuidor demasiado largo.
- Diámetro del distribuidor muy pequeño.
- Canales de distribución muy pequeños.

MATERIAL.

- Material de muy poco flujo.
- Material de fraguado muy rápido.
- Alto contenido de volátiles.

LA PIEZA SE PEGA EN LA CAVIDAD O EN EL DISTRIBUIDOR.

MAQUINA.

- Presión de inyección muy alta.
- Temperatura real del material muy alta.
- Tiempo de presión de sostenimiento muy largo.
- Orificio de la nariz muy grande.
- Presión de sostenimiento muy alta.
- Velocidad de inyección muy alta.
- Capacidad excesiva de la máquina.
- Velocidad de rotación del husillo muy alta.

MOLDE.

- Asentamiento inadecuado de la nariz en la entrada del distribuidor.
- Desmoldante insuficiente.
- Orificio de la nariz mayor que el orificio del distribuidor.
- Distribuidor demasiado corto o demasiado largo.
- Conicidad del distribuidor inadecuada.
- Pobre pulido de la superficie del molde o rayado de la misma.
- Mecanismo de botadores inadecuado.
- Interior del distribuidor con rebabas o cortes.
- Orilla de la cavidad mellada.
- Temperatura de la parte fija del molde muy alta.

MATERIAL.

- Material con demasiado flujo.
- Lubricación insuficiente.

RAFAGAS, MANCHAS PLATEADAS, AMPOLLAS.

MAQUINA.

- Temperatura del material muy alta.
- Nariz demasiado caliente.
- Temperatura de la zona trasera muy baja.
- Funcionamiento incorrecto de las resistencias de calentamiento del cilindro.
- Orificio de la nariz muy pequeño.
- Velocidad de inyección exagerada.
- Capacidad excesiva de la máquina.
- El cilindro no ha sido totalmente purgado del material anterior.

MOLDE.

- Temperatura del molde muy baja.
- Temperatura del molde no uniforme.
- Salidas de aire insuficiente.
- Entrada y canales de distribución muy pequeños.
- Diámetro del distribuidor muy pequeño.
- Aceite, grasa, lubricantes o agua en el molde.

MATERIAL.

- Material con humedad excesiva.
- Alto contenido de volátiles.
- Trazas de contaminación de un material incompatible.
- Proporción muy alta de material remolido con virgen.

DERRAME DEL MATERIAL FUERA DE LA CAVIDAD.

MAQUINA.

- Presión de inyección excedida.
- Presión de cierre inadecuada.
- Temperatura real del material muy alta.
- Presión de sostenimiento muy alta.
- Velocidad de inyección muy alta.
- Tiempo de molde abierto muy alta.
- Ciclo muy largo.
- Cojin de alimentación excesivo.
- Velocidad de rotación del husillo muy alta.

MOLDE.

- Alineación deficiente de las mitades del molde.
- Rebabas o substancias extrañas en las caras del molde.
- Demasiadas cavidades.
- Area proyectada de la pieza moldeado demasiado grande para la capacidad de cierre de la máquina.
- Salidas de aire demasiado profundas.
- Temperatura del molde muy alta.

MATERIAL.

- Material con demasiado flujo.
- Lubricación excesiva o no uniforme.
- Tamaño de los gránulos muy pequeños, o no uniformes.

MANCHAS NEGRAS O DEGRADACION DEL COLOR.

MAQUINA.

- Temperatura del material muy alta.
- Temperatura de la zona trasera muy alta.
- Material quemado atorado en el cilindro o en el asiento de la nariz.
- Asentamiento de la nariz defectuoso.
- Cilindro rajado.
- Resistencias de alguna zona del cilindro fuera de control.
- Fuga de aceite en el cilindro.

MOLDE.

- Aceite o grasa en las cavidades.
- Grasa escurriendo de los botadores.
- Plato de los canales de distribucióna demasiado calientes.

MATERIAL.

- Alto contenido de volátiles.
- Lubricación excesiva no uniforme.
- Proporción muy alta de material remolido con virgen.

ENCOGIMIENTO EXCESIVO DE LAS PIEZAS.

MAQUINA.

- Temperatura real del material muy alta.
- Temperatura real del material muy baja.
- Tiempo de presión de sostenimiento muy corto.
- Ciclo muy corto.
- El molde abre demasiado rápido o los botadores actúan muy rápido.

MOLDE.

- Conicidad del molde insuficiente.
- Desprendimiento no uniforme de la pieza.
- Botadores actuando muy rápido o no uniformes.
- Diámetro de los botadores muy pequeño.
- Temperatura del molde no uniforme.
- Temperatura del molde muy baja.
- Temperatura del molde muy alta.
- Espesor de la sección transversal de la pieza no uniforme.
- Movimiento del macho inadecuado.
- Partes dobladas en el molde macho.

MATERIAL.

- Material con demasiado flujo.
- Lubricación excesiva o no uniforme.
- Material de fraguado muy lento.

POLIETILENO.

"Por su volumen, el polietileno es el producto termoplástico más empleado. Sus propiedades de ligereza de peso, flexibilidad, resistencia química e interesantes cualidades eléctricas, hacen de éste un material apropiado para una gran cantidad de aplicaciones o productos terminados." (1)

El polietileno puede ser de baja densidad o de alta densidad.

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.

En el mercado se presenta como granulado incoloro y opaco. Tiene tacto semejante a la cera.

Las propiedades generales del producto son: Alta flexibilidad, buena resistencia térmica, baja dureza superficial, con muy buenas propiedades dieléctricas; es insípido e inodoro.

Su temperatura máxima de uso permanente no perjudicial es de 95 C.

Es estable frente a ácidos y álcalis; y frente al alcohol. Es condicionalmente estable frente los ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas. Es inestable frente a hidrocarburos clorados, benzol, bencin y carburantes.

Al aplicarle fuego sigue ardiendo tras separarlo. Produce una llama luminosa con núcleo azul y gotea, con un olor a parafina.

TEMPERATURA DE OPERACION.

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|--------|--------|--------|--------------|
| Zona 3 | 225 C | 170 C | 220 C |
| Zona 2 | 255 C | 185 C | 220 C |
| Zona 1 | 270 C | 190 C | 230 C |

(1) Idem. p. 133

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

En el mercado se presenta como granulado incoloro y opaco. Tiene tacto semejante a la cera.

Las propiedades generales del producto son: Alta rigidez, estabilidad a la temperatura y estabilidad de forma, buena dureza superficial y destacadas propiedades dieléctricas. Además es insípido, inodoro, y resistente a la ebullición y esterilizable.

Su temperatura a máxima de uso permanente no perjudicial es de 105 C.

Es estable frente a ácidos, álcalis y alcohol. Es condicionalmente estable frente ésteres, cetonas, éteres, aceites y grasas. Es inestable frente a hidrocarburos clorados, benzol, bencin y carburantes.

Al aplicarle fuego sigue ardiendo tras separarlo, genera un llama luminosa a con núcleo azul y que gotea, produciendo un olor a parafina.

TEMPERATURA DE OPERACION.

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|--------|--------|--------|--------------|
| Zona 3 | 220 C | 200 C | 210 C |
| Zona 2 | 270 C | 210 C | 230 C |
| Zona 1 | 320 C | 225 C | 250 C |

POLICARBONATO.

En el mercado se presenta como granulado uniforme, incoloro transparente o ligeramente amarillento, y coloreado.

Las propiedades generales del producto terminado son: Alta resistencia mecánica dentro de un amplio campo de temperatura, alta estabilidad de dimensiones y al calor, buenas propiedades dieléctricas y estabilidad al envejecimiento.

Su temperatura de uso permanente sin perjuicios es de 135 C.

Es estable frente ácidos débiles, alcohol, bencina, aceites y grasas. Es condicionalmente estable frente ácidos concentrados y álcalis débiles. Es inestable frente a álcalis concentrados, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados y benzol.

Al aplicarle la llama arde en presencia de ésta, y se extingue fuera de ella; se carboniza y se forma una llama luminosa a que produce hollín. Tiene olor semejante al del fenol.

Es un material higroscópico, por lo que requiere ser dehumificado durante 5 horas antes de ser inyectado.

TEMPERATURA DE OPERACION.

| | MAXIMA | MINIMA | RECOMENDABLE |
|--------|--------|--------|--------------|
| Zona 3 | 315 C | 295 C | 305 C |
| Zona 2 | 325 C | 285 C | 300 C |
| Zona 1 | 315 C | 280 C | 300 C |

ANEXO 3 ESPECIFICACIONES DE MOLDES

| | | |
|----------|--------------------|---------------------------------|
| MOLDE 1. | | MAQUINA 60 TONELADAS |
| Ancho | 29cm | 31cm |
| Altura | 22cm | 40cm (sujeto de arriba a abajo) |
| Largo | 19cm | 15 a 35cm |
| Apertura | 15cm | 31cm |
| Volumen | 46cm ³ | 87cm ³ |
| Area | 157cm ² | 240cm ² |

| | | |
|----------|---------------------|------------------------------|
| MOLDE 2. | | MAQUINA 40 TONELADAS. |
| Ancho | 16cm | 25cm |
| Altura | 25cm | 41cm(se sujeta lateralmente) |
| Largo | 18cm | 10 a 30cm |
| Apertura | 10cm | 22cm |
| Volumen | 12.4cm ³ | 40cm ³ |
| Area | 24cm ² | 160cm ² |

| | | |
|----------|--------------------|------------------------------|
| MOLDE 3. | | MAQUINA 60 TONELADAS. |
| Ancho | 25cm | 31cm |
| Altura | 42cm | 49cm(se sujeta lateralmente) |
| Largo | 25cm | 15 a 35cm |
| Apertura | 20cm | 31cm |
| Volumen | 36cm ³ | 87cm ³ |
| Area | 100cm ² | 240cm ² |

MOLDE 4

MAQUINA 60 TONELADAS.

| | | |
|----------|---------------------|--------------------------------|
| Ancho | 28cm | 31cm |
| Altura | 26cm | 40cm(sujeto de arriba y abajo) |
| Largo | 20cm | 15 a 35cm |
| Apertura | 16cm | 31cm |
| Volumen | 29.5cm ³ | 87cm ³ |
| Area | 115cm ² | 240cm ² |

MOLDE 5.

MAQUINA 40 TONELADAS

| | | |
|----------|---------------------|--------------------------------|
| Ancho | 20cm | 25cm |
| Altura | 20cm | 33cm(sujeto de arriba y abajo) |
| Largo | 18cm | 30cm |
| Apertura | 13cm | 22cm |
| Volumen | 21cm ³ | 40cm ³ |
| Area | 18.5cm ² | 240cm ² |

MOLDE 6.

MAQUINA 60 TONELADAS

| | | |
|----------|--------------------|---------------------------|
| Ancho | 21cm | 31cm |
| Altura | 40cm | 49cm(sujeto lateralmente) |
| Largo | 20cm | 35cm |
| Apertura | 15cm | 31cm |
| Volumen | 53cm ³ | 87cm ³ |
| Area | 131cm ² | 240cm ² |

MOLDE 7.

Ancho 25cm
 Altura 37cm
 Largo 21cm
 Apertura 13cm
 Volumen 33cm³
 Area 45cm²

MAQUINA 60 TONELADAS.

31cm
 49cm(sujeto lateralmente)
 35cm
 31cm
 87cm³
 240cm²

MOLDE 8.

Ancho 30cm
 Altura 41cm
 Largo 21cm
 Apertura 16cm
 Volumen 43cm³
 Area 208cm²

MAQUINA 60 TONELADAS.

31cm
 49cm(sujeto lateralmente)
 35cm
 31cm
 87cm³
 240cm²

16. BIBLIOGRAFIA

- 1 CUNDIF, STILL GIOVANI: FUNDAMENTOS DE MERCADEO MODERNO
- 2 MENGES, MOHREN: MOLDES PARA INYECCION DE PLASTICOS
EDICIONES GUSTAVO GILI MEXICO D.F. 1983
- 3 CRAWFORD, R.J : PLASTICS ENGINEERING
- 4 BROWN, RLE. DESIGN AND MANUFACTURE OF PLASTIC PARTS
- 5 SAUGORODNY, V.K: TRANSFORMACION DE PLASTICOS
BARCELONA DE. GUSTAVO GILI, 1978
- 6 MANUAL DE OPERACION MAQUINA NB-60
- 7 INSTITUTO MEXICANO DEL PLASTICO INDUSTRIAL
EL MUNDO DE LOS PLASTICOS TEORIA EN PLASTICOS TP-1
- 8 ROSCOE, EDWUIN SCOTT : ORGANIZACION PARA LA PRODUCCION
- 9 MAYNARD, H. B : MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION
INDUSTRIAL ED. REVERTE 1975 IMPRESO EN ESPAÑA
- 10 WALTER, MINK SPE INYECCION DE PLASTICOS 2a EDICION
EDITORIAL GUSTAVO GILI BARCELONA, 1977
- 11 ILPES GUIA PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS 10a ED.
EDITORIAL SIGLO VEINTIUNO MEXICO, 1982
- 12 HICKS, PHILIP E: INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y
CIENCIA DE LA ADMINISTRACION
CECSA 1a ED. 1980
- 13 SCHROEDER, ROGER ADMINISTRACION DE OPERACIONES
MC GRAW HILL MEXICO 1983
- 14 NIBEL, BENJAMIN : INGENIERIA INDUSTRIAL
ED. REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.
MEXICO, 1974