



Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Estructuras y mantenimiento básico a moldes de inyección de plástico.

Tesis.

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO.**

Presenta:

Paulo Cesar Torres Muñoz.

Asesor: Dr. Héctor Enrique Curiel Reyna.

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

"Estructuras y mantenimiento básico a moldes de inyección de plástico"

Que presenta el pasante: PAULO CESAR TORRES MUÑOZ

Con número de cuenta: 40403707-1 para obtener el Título de la carrera: Ingeniería Mecánica Eléctrica

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 04 de octubre de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Héctor Enrique Curiel Reyna	
VOCAL	M. en D.A. Ricardo Alberto Delgado Torres	
SECRETARIO	Lic. en A. Erika de la Luz Téllez Mejía	
1er. SUPLENTE	Ing. Marcos Belisario González Loria	
2do. SUPLENTE	Ing. Victor Martínez Tovar	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/ntm*

Dedicatoria.

A Dios por ser la luz incondicional que ha guiado mi camino.

Con todo cariño y amor a mi padre, por llenar mi vida con sus valiosos consejos a mi familia por su constante apoyo.

A todos los profesores por compartirme su sabiduría en mi formación académica, a mis asesores por su aportación en el desarrollo de esta investigación.

Agradecimiento.

Gracias a mi Universidad por haberme permitido formarme en ella, a mi honorable facultad por darme la oportunidad de aprender y de mejorar, que con mucho orgullo y amor representaré.

INDICE.

Introducción.	7
Capítulo 1: Generalidades.	9
1.1.-Objetivo general	10
1.2.- Objetivo particular	12

Capítulo 2: Conocimientos generales de moldes.	14
2.1.- Conocimientos generales en área de moldes	15
2.2.-Tipos de moldes	17
2.3.- Partes del molde de inyección	27
2.4.- Mantenimiento a Coladas/ Sujeción/ Expulsión/ Ventilación/Enfriamiento/compuertas	39
2.5.- Pulido de moldes y tipos de acabados	57
2.6.- Regiones críticas de los moldes	64

Capítulo 3. Mejoras en mantenimientos preventivos y correcciones por desgaste.	68
3.1.- Levantamiento en pieza física por rebaba	69
3.2.- Resolución de problemas	70
3.3.- Seguridad en el taller	74
3.4.- Mantenimientos menores	78
3.5.- Mantenimientos mayores	81

Discusión.	89
Conclusiones.	92
Bibliografía.	93

Estructuras y mantenimiento básico a moldes de inyección de plástico.



Introducción.

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo identificar, experiencias en industria y variables económicas, respecto al mantenimiento de moldes de inyección de plástico, con exigencia de adoptar técnicas en particular a cada herramienta según el tipo, material, forma de pieza a moldear, en beneficio al sector manufacturero.

Muestra propiamente cómo se comporta por su demanda productiva el costo en diferentes tipos de moldes, es importante considerar esto en; mantenimiento, calidad, cantidad de producto, de tal forma presentamos los siguientes capítulos detallando despiece, funciones, daños con mayor frecuencia, cuidados, tipos de moldes, verificación de circuitos de enfriamiento.

La importancia de estudiar este tema en particular radica en las consecuencias de omitir mantenimientos, entenderemos también que realizándolo en tiempo y forma obtendremos un mayor beneficio, por consiguiente, mayor durabilidad de las herramientas.

Se concentra el efecto que tienen los factores internos en cada empresa:

Capítulo 1, se abordan cuestiones de comportamiento y ética profesional al reparar las herramientas, concentrarse en las fallas considerar todos los aspectos posibles, tiempos de maquinados solicitar últimas inyecciones para tener un patrón a seguir con parámetros normales de inyección, aplicación de 5'S en todo momento.

Capítulo 2, se introducen las estructuras que se requieren para comprender el sentido de la investigación, se clasifican las principales estructuras y tipos de moldes dañados, describiendo las principales características con mayor desgaste,

Capítulo 3, se define y se aplica a consideración Técnica; mantenimientos, mejora en reparaciones, de tal forma que al inyectar la primera pieza después de su mantenimiento, esta sea 100% funcional.

Se incluye una discusión con el objetivo de esta tesis, además se hace reseña de las principales fuentes de información y vivencias propias.

La realización de este trabajo es de suma importancia, es de inquietud dar a conocer los detalles dirigidos a técnicos, ingenieros, como una base para toma de decisiones en este creciente desarrollo industrial en el país.

Capítulo 1.

Generalidades.

1.1.- Objetivo general.

El mantenimiento a moldes de inyección debe ser realmente objetivo, llevado a un nivel de diseño complejo, considerando sus partes más críticas dañadas por proceso, abrasión del material utilizado, temperatura y otros factores ocasionando deformaciones.

Las herramientas usadas actualmente cubren una amplia variedad de formas, esta actividad ofrece calidad en los productos, es apreciable considerar que el costo por malos mantenimientos causa pérdidas considerables a las empresas por defectos como:

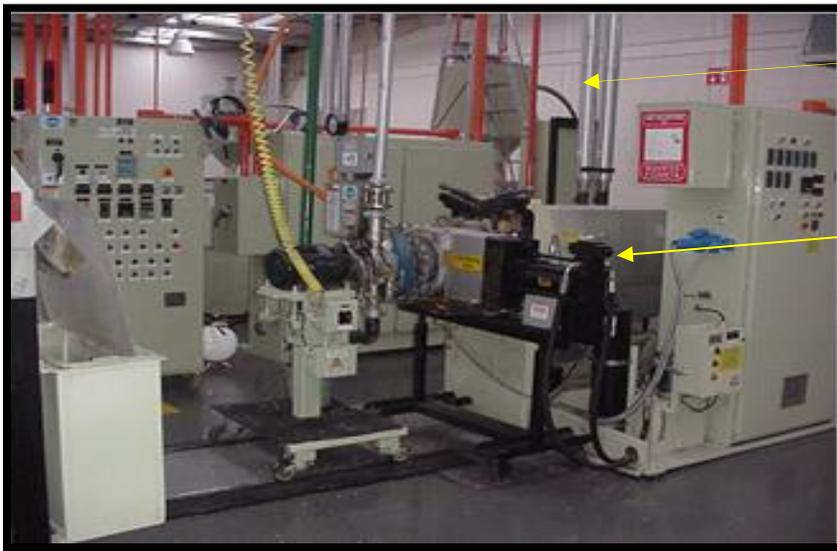
- a.- volumen por rechazos.
- b.- vida útil de la herramienta.
- c.- mala planeación en reparaciones mayores.
- d.- maquinados ineficientes.

El mantenimiento es caracterizado por:

- a.- minimizar costo por paradas del proceso por averías.
- b.- herramental en condiciones de servicio.
- c.- asesorar a operadores en los procedimientos que permitan elevar sistemáticamente y permanente la eficiencia del herramental.

Es ventaja del herramental de inyección, poder volver a emplear el material rechazado, si se tiene cuidado en su manejo y se mantiene limpio, se puede granular y meter a la tolva proporcionando un 100% de la utilidad del material en la siguiente imagen se

muestra una máquina para realizar este proceso, fig. 1.



Tubo de enfriamiento.

Corte de plástico en forma granular.

Fig. 1, máquina granuladora.

Resulta importante mencionar investigaciones operativas y dar a conocer temas de ingeniería que por lo común quedan fuera de programas de estudio siendo importantes para la formación profesional.

El creciente desarrollo industrial en ingeniería de mantenimiento a moldes es de alta importancia, el objetivo de esta investigación es mostrar las posibilidades y mejoras, apoyada con métodos operativos, para poder desarrollar óptimamente los procesos basados en experiencias diarias.

Establecer un programa teórico-práctico de mantenimiento para moldes dirigido a técnicos, orientada para la comprensión funcional del herramental y dominio completo de los procedimientos, permitiéndoles garantizar el cumplimiento de los estándares mínimos establecidos, facilitando su desempeño, logrando sus objetivos.

1.2.- Objetivo particular.

Garantizar que todo lector de esta investigación operativa y personal técnico involucrado en tareas de moldeo conozca y maneje de manera sencilla los procedimientos básicos en el mantenimiento de moldes, así como el manejo y uso correcto de cada uno de los equipos que correspondan al departamento para el cumplimiento de funcionalidad, basados en el sistema ISO 9001:2015 y en forma específica en esta investigación tales como:

- a.- importancia y responsabilidades del técnico en moldes.
- b.- disciplina y comportamiento que se debe tener en su área de trabajo, orden, limpieza. (figuras 2-a,2-b,2-c).
- c.- conocer áreas de moldeo e identificar su función.
- d.- asegurar entrenamiento eficaz de moldes.
- e.- conocer y practicar las normas de seguridad.



Fig. 2-a.



Fig. 2-b.

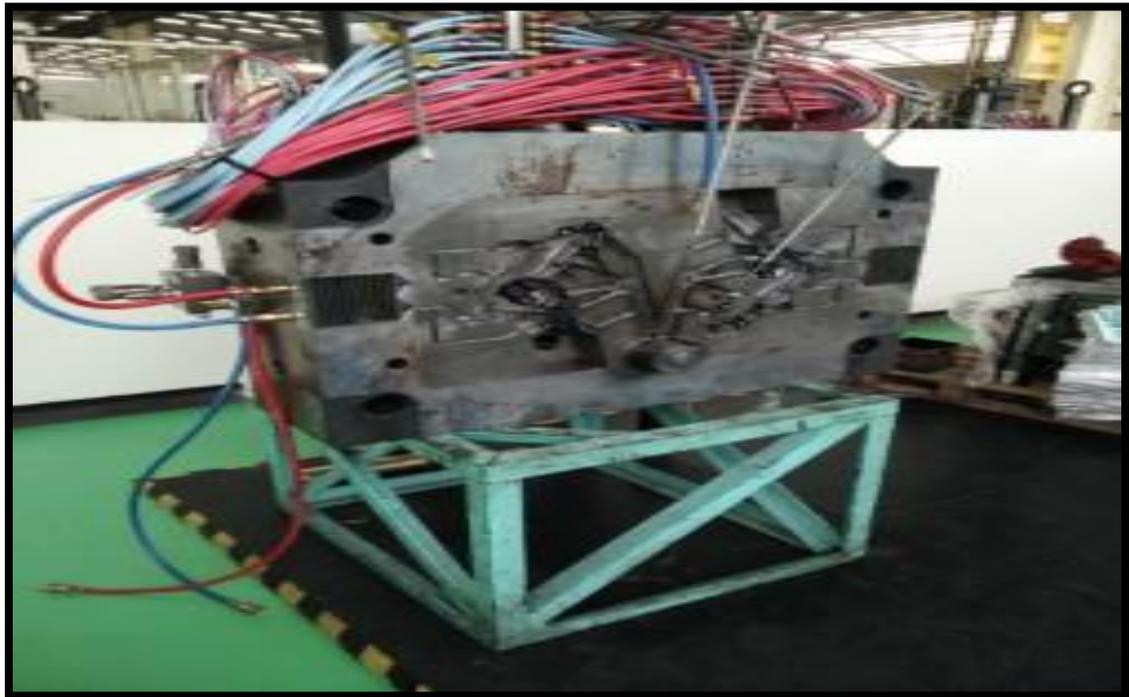


Fig. 2-c.

Capítulo 2.
Conocimientos generales de moldes.

2.1.- Conocimientos generales en área de moldes.

El taller de Moldes cuya función es cuidar, modificar, ajustar, reparar, hacer y dar continuamente mantenimiento a los diferentes tipos de moldes existentes, con el objetivo de asegurar su funcionalidad, no se lleva a cabo la mayoría de veces por razones de:

- urgencia de producción, - falta de refacciones, - mala planeación a cada herramienta, - complejidad en desarmado, - maquinaria y herramientas de corte inadecuada.

Los moldes son variados de múltiples cavidades – 2, 4, 6 u 8 – figura 3, aunque para los artículos más grandes una sola cavidad es común, los moldes deben ser fabricados con tolerancias precisas, acabados de superficie variados, normas, que se consideran al diseñar y fabricar un molde.

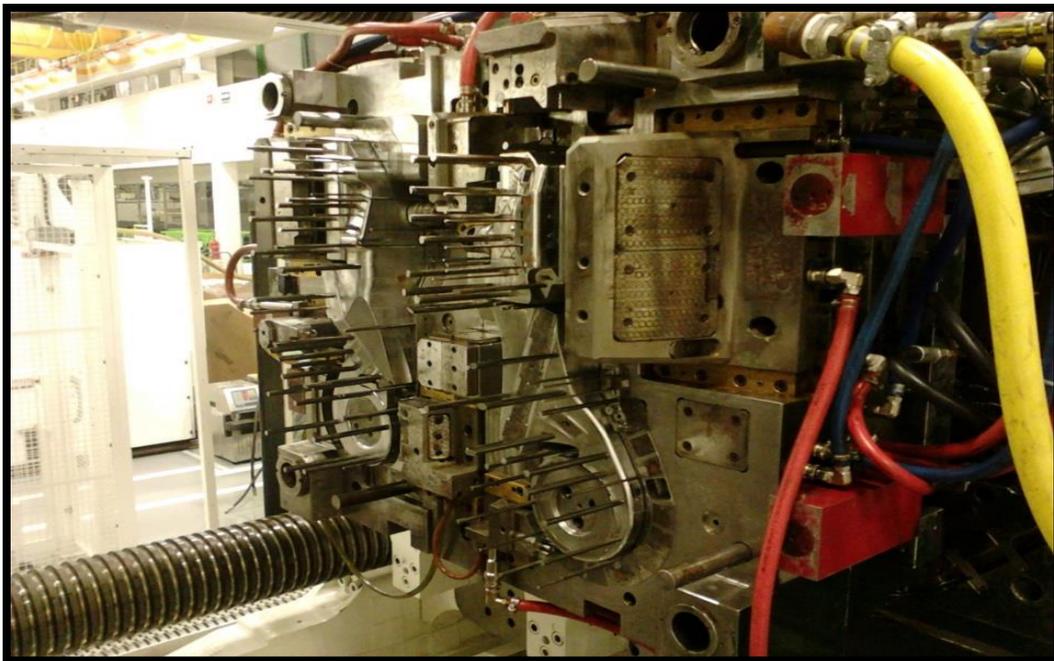
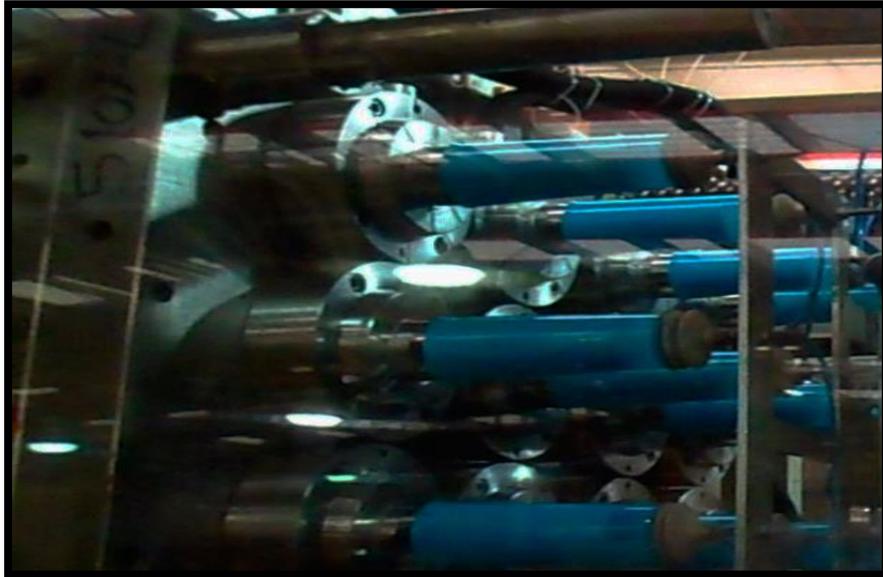
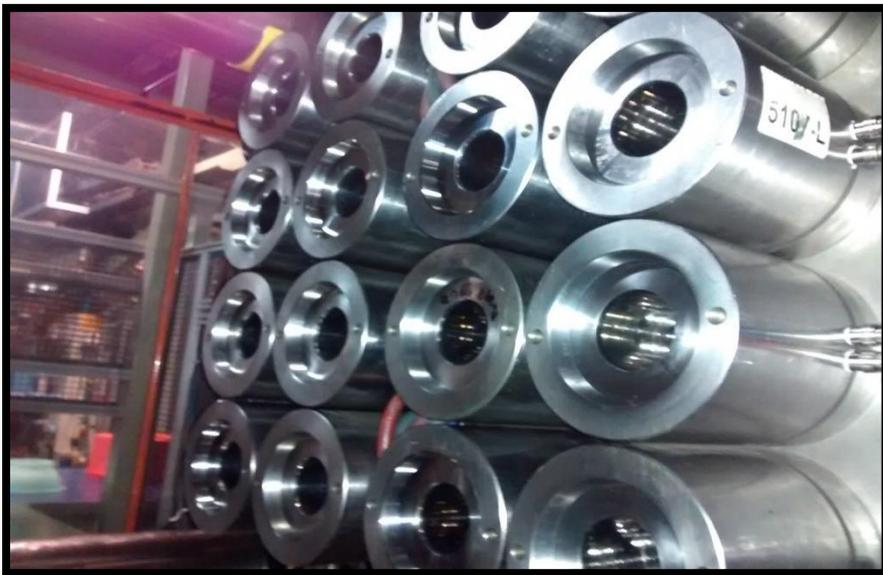


Fig. 3.

Un molde dentro de la industria es razón principal por elevada demanda en productos de calidad, debido a altas expectativas que generan al mencionar este tipo de productos, los moldes empleados grado alimenticio (figuras 4), son generalmente más caros que los requeridos en la industria automotriz, o electrodoméstico, porque requieren acabados más detallados.



Figs. 4.



Todas las aplicaciones deben cumplir con una especificación determina y se deben llevar a cabo por proveedores autorizados. Esto es importante porque así se garantiza el buen mantenimiento del molde, si y solo si, se soliciten las refacciones adecuadas en tiempo y forma, evitando colocar refacciones de mala calidad. Los moldes generalmente están diseñados utilizando ya sea el concepto de soporte completo, auto estable o de cavidad dividida. El balance está formado de moldes soplados, de expulsión y de compresión.

2.2.- Tipos de moldes.

Un molde se puede adaptar para funcionar de varias maneras, se construye principalmente en función del diseño del producto, el proceso de producción, necesidades del molde para que funcione, necesidades de mercado, considerar rediseño del herramental para utilidad.

El molde es sujetado entre las platinas fija y móvil por magnetismo o por medio de bridas, fig. 5.



Fig. 5.

El plástico fluye de la nariz del barril a través del bebedero (sprue bushing), la canaleta (colada o corredor), las compuertas o puntos de inyección (Gates) hasta llegar a las cavidades, el molde está dividido en 2 mitades, la frontal o fija, la trasera o móvil, tiene básicamente 4 propósitos:

- a.- Que el plástico fundido tome la forma de la cavidad.
- b.- Permitir que el aire dentro del molde pueda salir durante el llenado de plástico.
- c.- Que pueda solidificar el plástico caliente.
- d.- Poder expulsar la pieza moldeada, fig. 6.

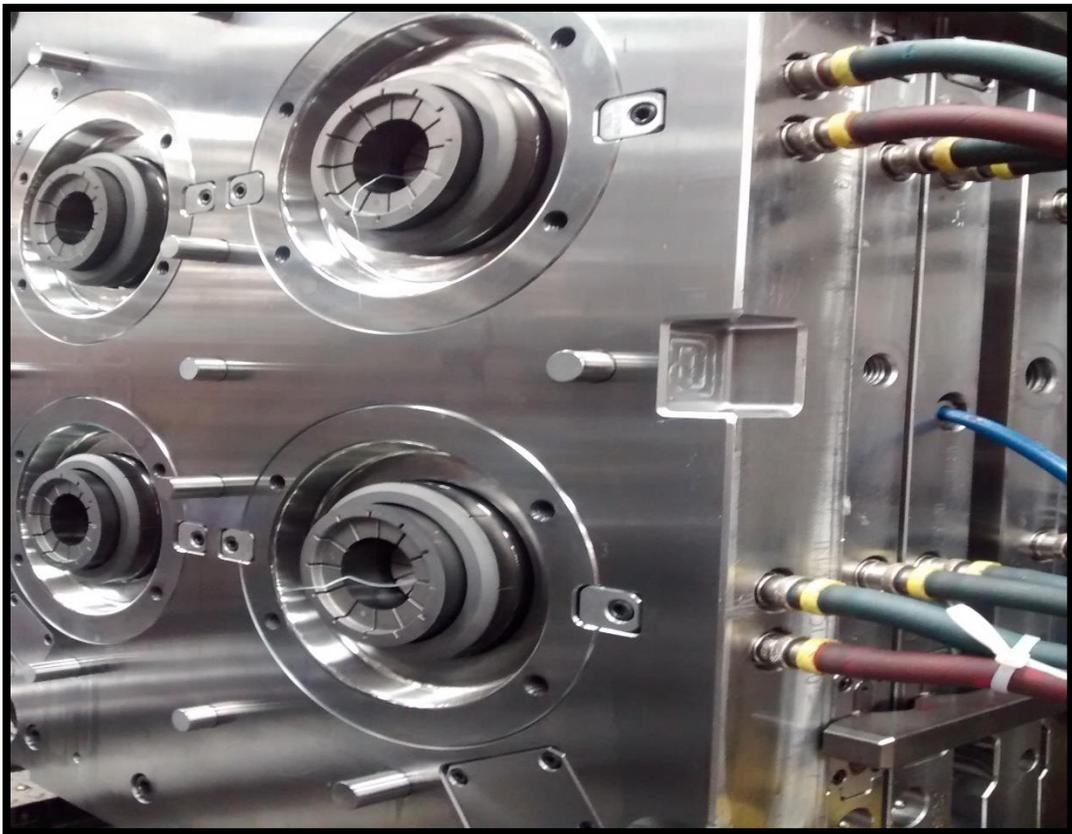


Fig.6

Existen varias clasificaciones en los moldes basadas en sus diferentes características, a continuación, se muestran 2; la 1era, clasificación a moldes en la planta donde se lleva esta investigación, por otro lado, la 2da, más general donde consideramos otra clasificación de moldes.

FULL BOOSTER (Construcción sólida, figura 7). Es un molde común, su característica principal es que sus cavidades están dentro de las placas del molde y se inyecta por una sola entrada.



Fig. 7.

El mantenimiento de estos moldes, es complejo, por deformación de placas, desgaste de postes guías, tazas de deslizamiento, regularmente no existen refacciones disponibles en diferentes medidas se tiene que adaptar, lo que significa tiempo de fabricación, fisuras en canales de refrigeración, no existe almacén de placas en donde se pueda tomar una y colocarla, se somete a un fresado, posteriormente a un rectificado de planos para garantizar su paralelismo a medida final, lo cual no está programado, se convierte en urgencia, y retarda su reparación.

STACK MOULD (figura 8). Es un molde típico cuyas cavidades son apilables, cuenta con cañón de inyección de chimenea que inyecta por lo general al centro del molde, tiene dos partes de llenado y genera producto por sus dos lados.



Fig. 8. Tipo chimenea.

El mantenimiento a estos moldes, por su complejidad, debe tenerse en cuenta la doble inyección, verificar: el funcionamiento de expulsión por pistón, salidas de aire, siempre debe llevar seguro de transporte, circuitos de refrigeración, sistema de colada caliente, lubricación adecuada, postes guías y tazas en buen estado no exceder de .05mm de holgura.

FREE STANDING, Cavidades libres, figura 9, Cavidades auto centradas sin placas de soporte, estos son moldes menos caros y fáciles de convertirse en otros, sus placas de respaldo permiten el fácil montaje de otras cavidades, el mantenimiento es sencillo, verificar canales de refrigeración, empaques adecuados, hartings de resistencias y termopares en buen estado.



Fig. 9. Cavidades. Harting de conexión.

Longitud correcta en postes guías, tazas, grapas de sujeción, al visualizar postes con arrastres se reemplazará de inmediato para evitar daño, verificar zonas moldantes sin oxidación.

SLIDE CAVITIES (Cavidades deslizables, figura 10 y 11). Cavidades deslizantes accionadas hacia el centro del molde cuando cierra, en su apertura son accionadas por pernos inclinados.



Fig. 10. Pernos guías activación de slides.

El mantenimiento es verificar resortes, sistema de expulsión, guías en carros formadores, candados de arrastre, y lo básico, salidas de aire, canales de refrigeración, postes, tazas, barra de seguridad, sufrideras en buen estado.

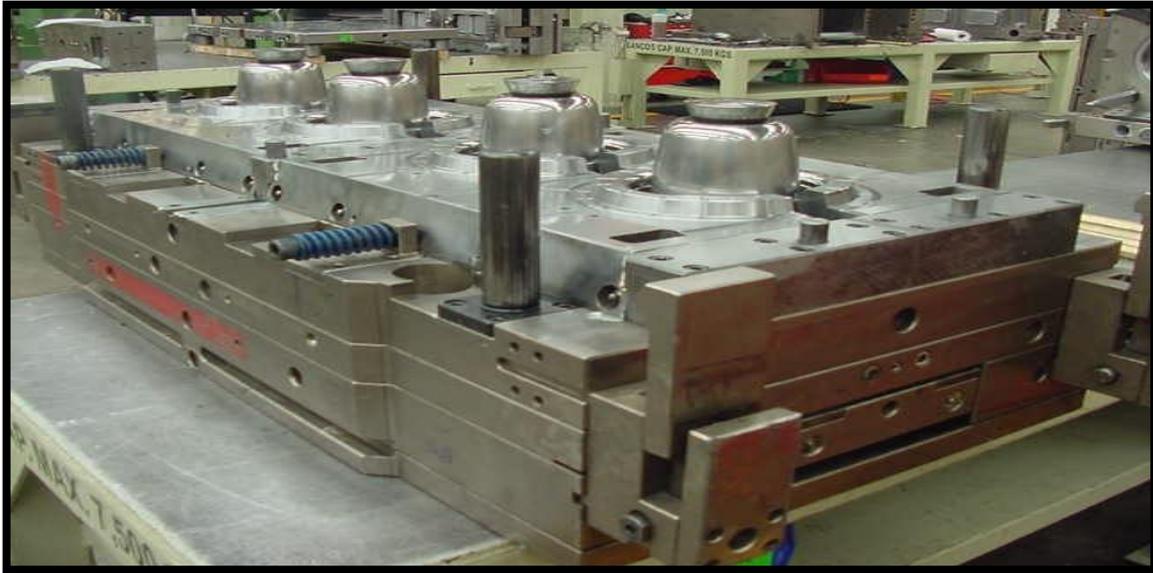


Fig. 11. Slides con retroceso por resorte.

Segunda clasificación de moldes.

MOLDE DE 2 CAVIDADES: Como su nombre lo indica, el molde cuenta con 2 placas, en la placa móvil se encuentran corazones y cavidades en la estacionaria.

Cuando las 2 partes del molde están juntas, el sistema de colada (canaletas y compuertas) las cavidades son llenadas; en la mayoría de los moldes de 2 placas la colada y piezas están unidas cuando estas son expulsadas y separadas por el operador.

Sin embargo, existen algunos diseños de compuertas que, al momento de ser expulsado el tiro, las piezas se separen de las canaletas (coladas), como es el caso de las compuertas submarinas.

La mayoría de las piezas y coladas son separadas por medio de pernos botadores. Este tipo de moldes es la construcción más sencilla, por lo tanto, deben tener un diseño muy rígido, figura 12.



Fig. 12.

MOLDE DE VARIAS PLACAS: Los moldes de 3 o más placas son diseñados para que al momento de la expulsión de las piezas, estas sean separadas de la colada; además permiten que cada pieza tenga una propia compuerta que permita un mejor flujo del plástico, figura 13,14.



Fig. 13.



Fig. 14.

Los moldes de varias placas consisten básicamente en una placa botadora para expulsar colada y una placa de cavidades localizadas en la mitad fija del molde; en la mitad móvil del molde se encuentra placa de corazones y placa botadora de corazones. (figura 15).



Fig. 15. Pins retenedor de colada.

MOLDE APILADO: El molde apilado consiste en 3 secciones: la frontal, media y trasera. La primera es la parte fija del molde, esta es una placa de corazones y una placa desnuda, figura 16.



Fig. 16.

MOLDE DE COLADA CALIENTE: Este molde es un diseño con dispositivos calefactores que controlan temperatura, por medio de apertura o cierre de sus circuitos, logrando así mantener dentro de un rango estable la inyección, evitando tener que remover la canaleta en caso de que el molde interrumpa sus ciclos de moldeo. Muchos de estos moldes tienen una compuerta neumática o hidráulica, que evita que el plástico caliente escurra dañando la apariencia del punto de inyección de la pieza figura 17.

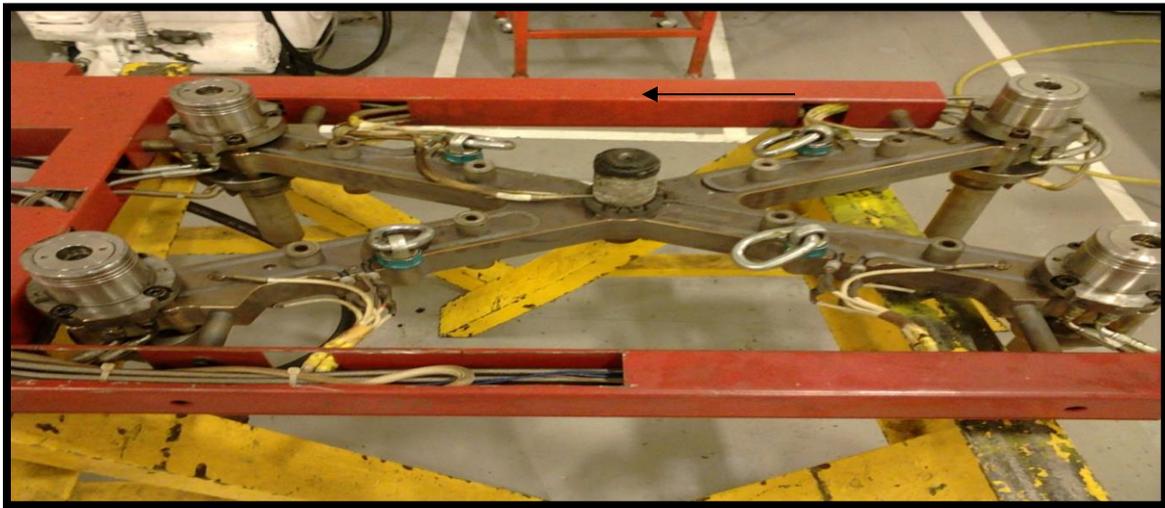


Fig. 17, compuertas neumáticas o hidráulicas.

Todos los moldes están hechos de diferentes tipos de aceros, un acero es la aleación de hierro con carbono y algunos otros elementos, que unidos, brindan propiedades únicas según sea su aplicación, estas propiedades pueden dividirse en aceros para moldes, para trabajo en caliente, para trabajo en frío, aceros rápidos y para aplicaciones especiales.

Para obtener aceros con ciertas características como dureza, resistencia, tenacidad, maquinabilidad, pulibilidad, resistencia a la corrosión o a la fatiga térmica, sus propiedades mecánicas son alteradas con tratamientos térmicos que es un proceso de calentamiento y enfriamiento controlados para obtener las propiedades deseadas y la estructura óptima para el mejor rendimiento en la pieza o herramienta.

Existen varios tipos de tratamientos térmicos como:

- Recocido.
- Relevado de esfuerzos.
- Temple.
- Revenido.

Una de las principales características de los productos elaborados con estos moldes son las diferentes texturas o acabados, estas se desarrollan desde el diseño original del producto y en consecuencia en la elaboración de las cavidades, corazones y fondos de los moldes que requieren acabados especiales, de entre los más usuales se tienen a los aceros:

- **STAVAX ESR ó 420.** - Este es un acero inoxidable para moldes de plástico, excelente pulido y alta resistencia a la corrosión, su dureza va desde los 38 HRC (Rockwell dureza C) hasta los 52 HRC (Rockwell dureza C), se utiliza para Sprue, Corazones o Cavidades
- **ORVAR M SUPREME ó H13.**- Este es un acero inoxidable para moldes de plástico, excelente resistencia a las altas temperaturas y a extrema fatiga térmica, su dureza va desde los 47 HRC (Rockwell dureza C) hasta los 49 HRC (Rockwell dureza C), se utiliza para anillos expulsores.
- **IMPAX SUPREME o P-20.**- Este es un acero pretemplado para moldes, no sufre ningún tratamiento térmico, alta pulimentabilidad y mecanizado, su dureza es de 28 HRC (Rockwell dureza C). Se utiliza para realizar el porta molde.
- **MOLD MAX XL o Cobre Berilio.** - aleación con alta resistencia mecánica y buena conductibilidad térmica reduce ciclos de cierre e incrementa la productividad, normalmente se usa para dar mayor refrigeración a las partes moldantes y su dureza es de 42 HRC (Rockwell dureza C).

2.3 Partes del molde de inyección.

Las partes de los moldes se clasifican en 2, frontal o estacionaria y trasera o móvil.
Principales elementos que componen la parte estacionaria del molde son:

Placa de sujeción – Es la primera placa de acero del molde, sujeta directamente en platina fija de la máquina de inyección, figura 18, para evitar oxidación se aplica grasa en toda la superficie.

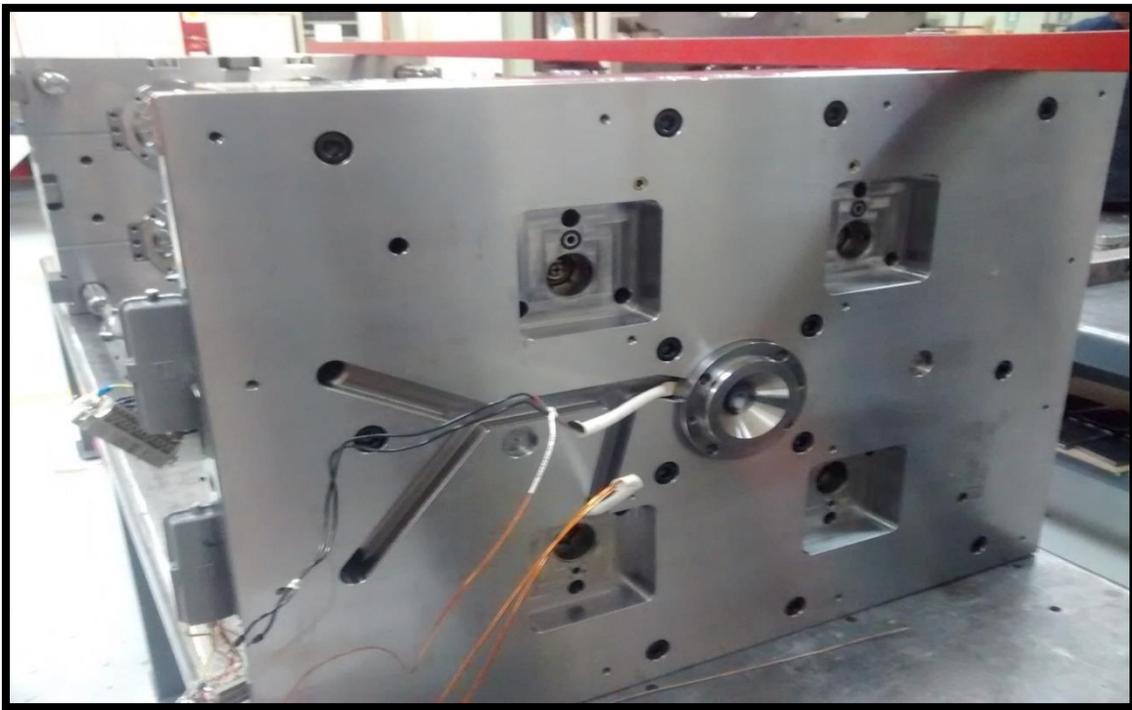


Fig. 18. Placa de respaldo Cavidades.

Anillo centrador – Es un anillo de acero montado en la parte superior de la placa de sujeción, que embona con la platina fija y su función es alinear la sprue principal (bushing primario) del molde con la boquilla del cañón.

Sprue principal (sprue bushing) – primera parte del corredor (runner system), montada dentro del centro en platina de sujeción, zona donde la boquilla hace contacto con el molde y por donde pasa el plástico desde el barril hasta las cavidades del molde.

La boquilla hace contacto con el sprue principal ejerciendo una alta presión, fabricadas de acero alta dureza, al realizar el mantenimiento observar q no tengan fisuras, radio de sello en buen estado, hacer prueba de azul para verificar cierre, pueden ser fácilmente intercambiadas en caso de que se dañen o desgasten, figura 19.



Fig. 19. Sprue primario colada fría.

Placa botadora de colada – Se encuentra junto a la placa de fijación y es el sistema de expulsión para la colada. Cuando la mitad frontal del molde está completamente abierta, esta placa es jalada hacia delante por tirantes sujetos al molde y expulsa la colada, figura 20, por seguridad al separar las placas se coloca una barra de sujeción.



Fig. 20

Pernos botadores – Estos botadores son de acero y se montan en la parte superior de la placa botadora y dentro del corredor del plástico.

Detienen la colada contra la placa botadora cuando el molde comienza a abrir, cuando la mitad frontal del molde está totalmente abierta la placa botadora avanza hacia delante y los pernos botadores separan la colada, figura 21.

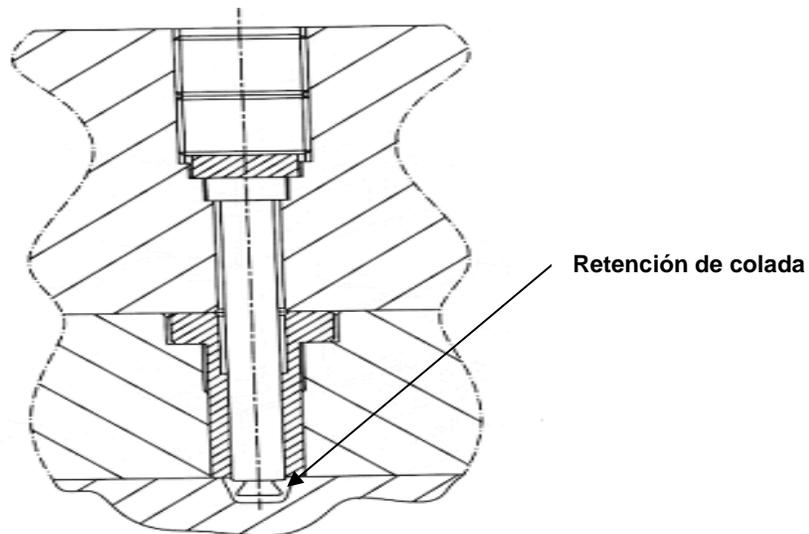


Fig. 21.

Placa porta insertos – esta placa embona contra placa botadora, la otra parte embona parcialmente dentro de placa cavidades.

Esta placa es fondo en paredes externas, debe estar libre de óxido para asegurar el empalme, es importante el mantenimiento, cambiar empaques, los canales de corredor pueden ser de forma redonda, media caña o trapezoidal, siendo esta última la más usada por su fácil inyección y desmóldelo.

Sprue secundario – parte final del sistema de colada, antes que el plástico entre en cavidad a través de la compuerta.

Cada cavidad tiene un sprue secundario, estos son encontrados solo en moldes de piezas múltiples y son montadas en placa de insertos, figura 22.



Fig. 22. Sprue Bushing.

Placa de cavidades – Esta placa contiene el perfil exterior de la pieza que está en producción. Embona contra la placa de insertos y la siguiente placa sobre la mitad móvil del molde, figura 23.

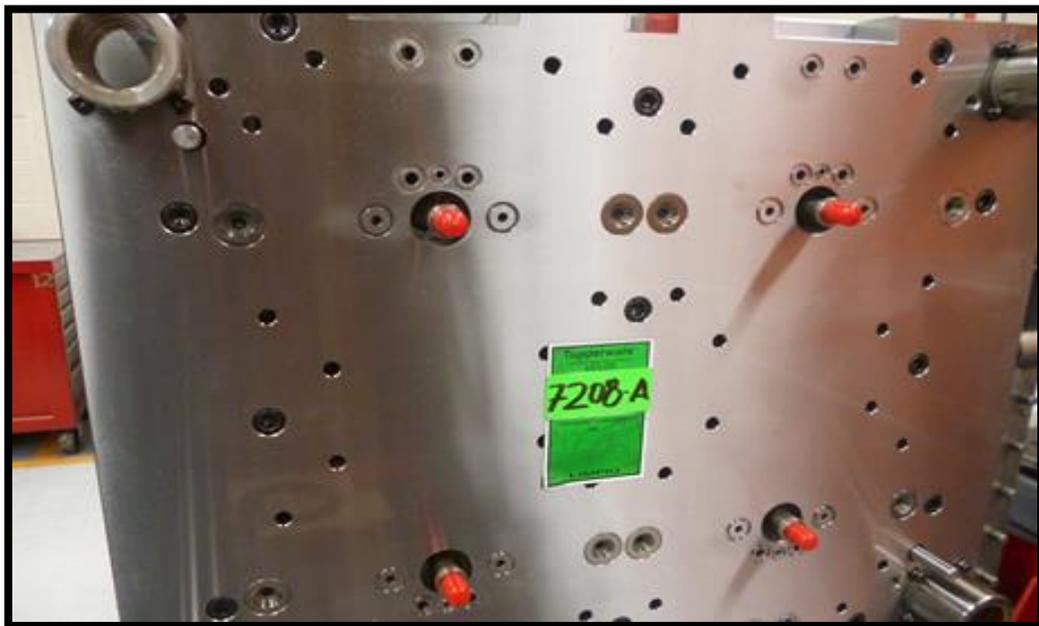


Fig. 23. Montaje de Cavidades.

Botones D-dent – Estos botones de acero son montados dentro de la placa de cavidades, usualmente en la parte superior y en el fondo, pero algunos moldes los tienen de cada lado, figura 24.

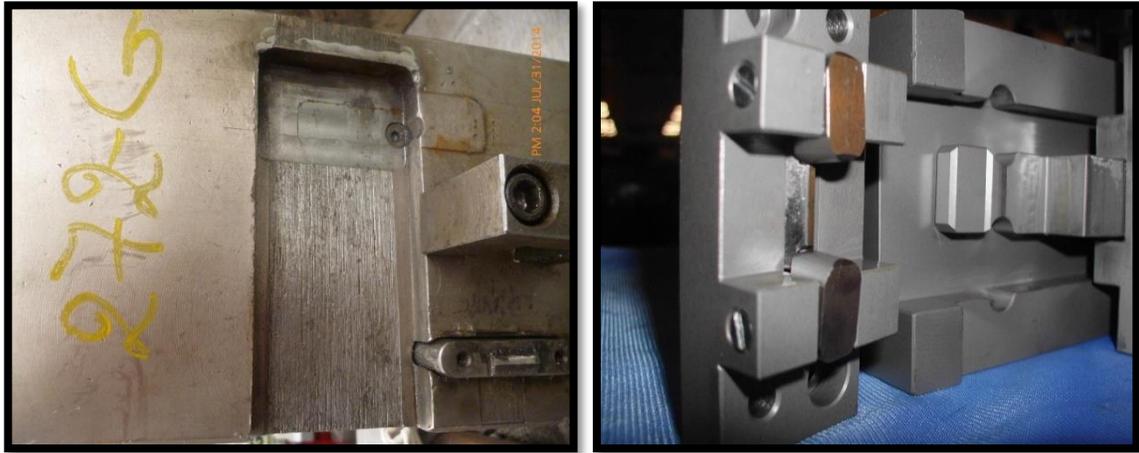


Fig. 24. Botón D-dent.

Hay resortes localizados bajo cada botón D-dent en la placa de cavidades, estos sirven para mantener la presión sobre los botones que normalmente están fuera de posición. Estos botones son usados para jalar la mitad frontal del molde abierto por medio de picaportes localizados sobre la mitad trasera del molde.

Cuando la mitad frontal está totalmente abierta, los botones son liberados para permitir al molde continuar abierto. Los resortes bajo los botones automáticamente regresan quedando fuera de su posición, figura 25.

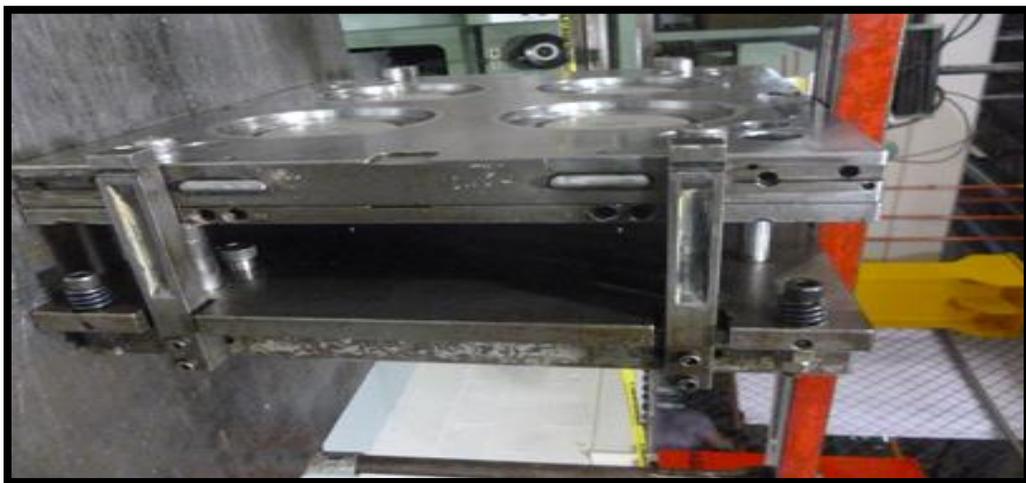


Fig. 25.

liberador – Sirven para 2 cosas: liberar a los botones (para que los picaportes sobre la mitad móvil puedan liberarse cuando el molde está totalmente abierto) y para sostener la mitad fija en una posición abierta para que la colada caiga. Hay muescas al final de estos soportes (brackets) las cuales embonan con los botones para mantener abierto el molde.

Correa límite – Están localizadas en la parte superior e inferior del molde. Usualmente están atornilladas dentro de la placa botadora y tienen forma de L al final. Existe una parte en la placa de cavidades y la parte superior de la placa de fijación donde la forma L resbala hacia delante conforme el molde abre y cierra. Cuando la parte fija del molde está totalmente abierta, se limitará el viaje de la placa de cavidades por la forma de la L, al mismo tiempo jala la placa botadora y expulsa la colada, figura 26.



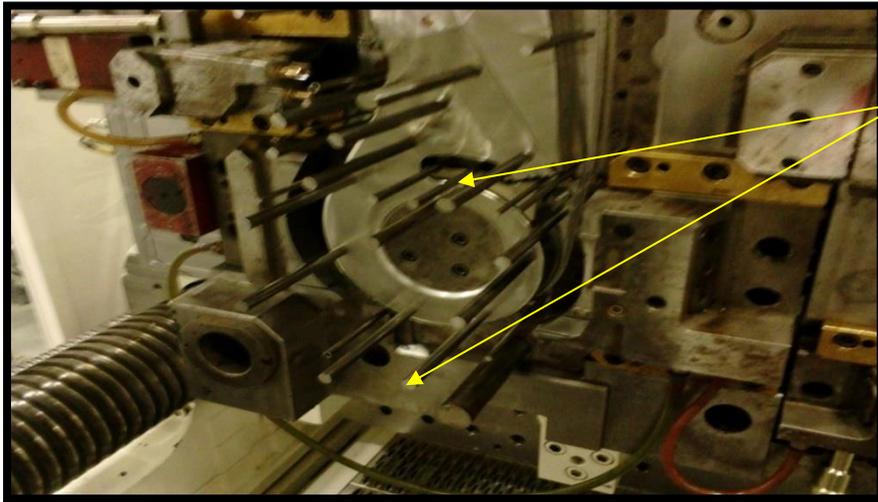
Fig. 26. Tirante limitador de expulsión de colada.

Descripción de componentes en parte móvil del molde.

Placa móvil de sujeción – Esta es la primera placa que sostiene al molde con la platina móvil.

Botadores – Son husillos largos que activan el sistema de expulsión de piezas, son montados a una placa hidráulica botadora por medio de tornillos que van sujetos a la placa botadora del molde. Su longitud varía de acuerdo con el tipo de molde.

Alojamiento del sistema de expulsión - Esta placa embona con la placa de fijación. Es una placa hueca que aloja al sistema de expulsión, figura 27.



Expulsores de pieza plástica

Fig. 27.

Placa botadora – Ésta se encuentra dentro de la cavidad de expulsión. Hay unas barras de acero montadas dentro de esta placa y se extienden a través de las otras placas hasta conectar con la placa botadora de la máquina. En algunos moldes, esta placa puede ser eliminada si se corren los botadores y se atornillan directamente a la placa desnuda, figura 28.

El mantenimiento consiste en limpieza de cada uno de estos pernos que presenten oxidación, arrastres, desgaste, holgura de $+0.05\text{mm.}$, deberán ser reemplazados.



Pines botadores.

Fig. 28.

Placa de “Poppets” – Esta placa se localiza junto a la cavidad que aloja al sistema de expulsión. Existen barras montadas en esta placa llamadas ‘poppets’ que se extienden a lo largo de la placa de soporte, placa de corazones y por los mismos corazones.

En algunos moldes la placa de poppets es diseñada como parte del sistema de expulsión que se mueve junto con la placa botadora.

En otros casos esta placa es fija (para permitir la entrada y salida de aire a los corazones, y así una fácil inyección), entonces la placa de poppets se localiza atrás de la placa botadora. Esta placa puede estar combinada dentro de otra que ejecute las funciones de ambas, figura 29.

Placa de soporte – Esta se encuentra junta a la placa que aloja al sistema de expulsión. Es una placa gruesa que ayuda a soportar las placas de la parte móvil del molde.



Fig. 29. Placa porta- poppets.

Placa de corazones – Está localizada junto a la placa que aloja al sistema de expulsión y a los corazones del molde. Los corazones dan forma a pared interna de la pieza de plástico que está siendo inyectada, figura 30.



Fig. 30.

Placa desnuda – Se ubica junto a la placa de corazones y tiene una parte que se prolonga después de los corazones. Esta placa se encarga de expulsar a la pieza del molde, figura 31.



Fig. 31. Sistema de expulsión por anillo.

Barras botadoras – Estas son montadas en la placa botadora. Usualmente fingen como placa desnuda pero algunos moldes cuentan con ambas.

Barras de retorno – Son montados dentro de la placa botadora o de poppets, su función es empujar estas 2 placas de regreso cuando el molde cierra, por lo tanto, evita que los poppets se dañen con la parte fija al momento de cerrar el molde.

Seguros – Estos son encontrados normalmente en la parte móvil del molde, pero hay casos en los que estén en la parte fija. Su apariencia es como una garra de acero y están atornillados en la placa superior e inferior del molde. Embonan con los botones D-dent cuando el molde se encuentra cerrado, cuando el molde abre su función es jalarlos botones de la parte frontal.

Interlocks – Son montados en la placa desnuda (stripper plate) y usualmente se extienden hacia la mitad frontal del molde de $\frac{1}{2}$ a 1 pulgada. El propósito de estas partes es mantener propiamente alineados los corazones y las cavidades.

Línea de partición (parting lines) – esquina de corazón y cavidad, donde la parte móvil y fija se encuentran. Se debe tener especial cuidado en esta área ya que el metal de esta sección del molde se daña fácilmente, figura 32.

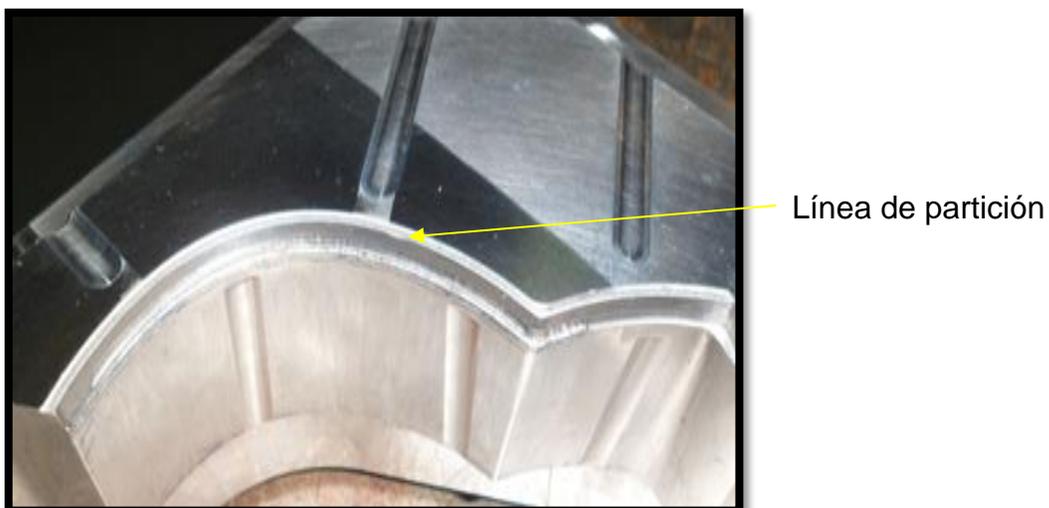


Fig. 32.

Venteos – Son pequeñas salidas en las líneas de partición que permiten la salida de gases durante el llenado del molde. También se localizan en las placas desnudas y de corazones, y entre la placa de insertos y de cavidades.

Venteos de alivio – En la esquina de cada venteo existe un venteo de alivio de .050” de profundidad para permitir el escape libre de aire y gases después de pasar por los venteos.

Estos siempre se extienden hasta salir del molde, figura 33.

Salidas de aire
atrapado al cierre de
molde.

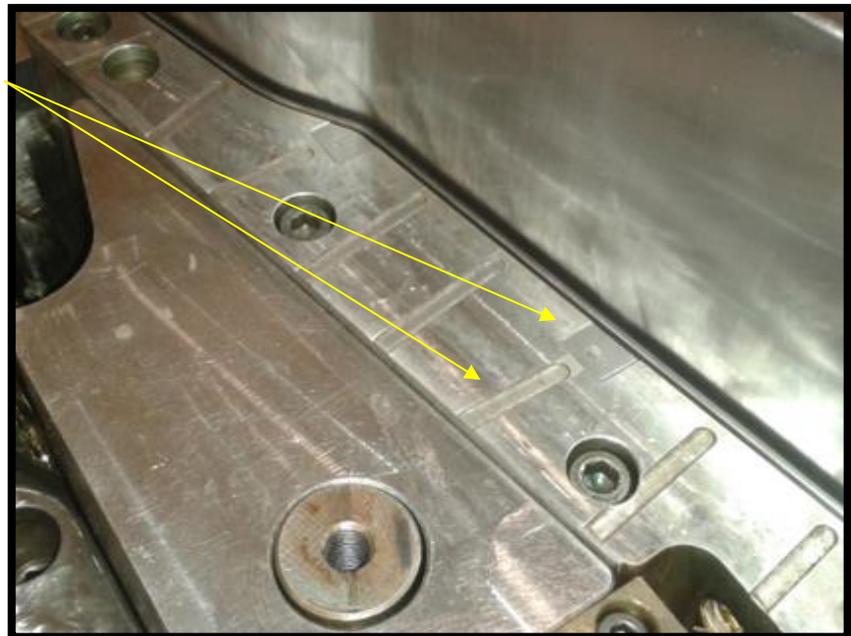


Fig. 33.

Finalmente, la siguiente descripción es para los elementos que se encuentran tanto en la parte fija como en la parte móvil de un molde.

Canales de enfriamiento – Hay canales que se encuentran dentro de las placas del molde, cada canal tiene una entrada y una salida para enfriar al molde.

Las líneas de agua de la red están conectadas a estos puertos, figura 34.

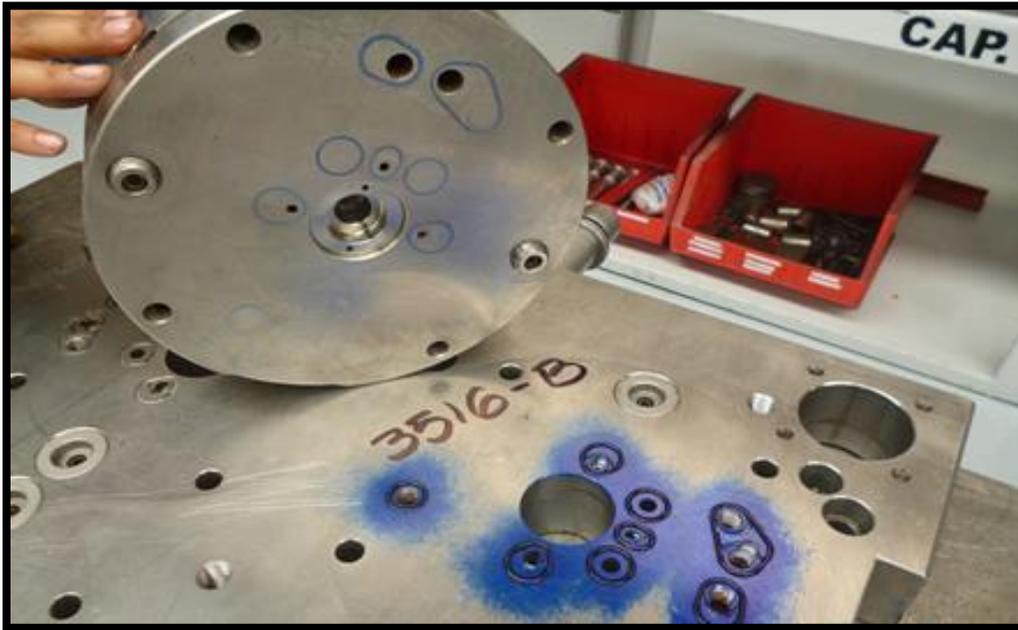


Fig. 34. Verificación de circuito para refrigeración.

Canales de aire – Son entradas que se encuentran dentro de las placas de cavidades y corazones. Estas líneas contienen aire comprimido para remover las piezas de las cavidades y expulsarlas de los corazones fácilmente.

Pernos guía (Leader pins) – Son husillos con acabado suave que permiten a las diferentes placas del molde regresar con facilidad. También ayudan a mantener las placas del molde alineadas. En cada placa donde entran hay bujes, si un buje se desgasta se puede cambiar fácilmente, esto permite mantener al molde sin que se dañe durante su uso. Por lo tanto, estos pernos deben revisarse y lubricarse periódicamente.

Alimentadores de grasa – Están localizados entre los puntos de fricción de las partes metálicas móviles. Los moldes deben ser engrasados periódicamente en estos puntos.

2.4.- Mantenimiento a coladas / expulsión / ventilación / compuertas / enfriamiento.

COLADAS.

Los tipos de colada empleados son 2:

- a. Colada fría (o convencional).
- b. Colada caliente.

El proveedor principal de coladas calientes es Husky, sin embargo, otras compañías como Incoe, HASCO, DME, y Yudo se utilizan periódicamente para aplicaciones específicas.

Las coladas calientes son principalmente un diseño de válvula, de manera que se logre la mejor calidad en producto., la ineficiencia en inicios de inyección, provocan fugas al interior, se debe a que no alcanza la temperatura ideal de inyección y se rompen los tornillos de sujeción, sellos, válvulas, la complejidad de limpieza causa un tiempo de reparación de 16 hrs, sin tomar en cuenta que existan refacciones originales almacenadas, por lo tanto se tiene que improvisar la reparación, en la siguiente imagen, (figura 35a y 35b), se muestra un sistema de colada caliente con fuga de material.

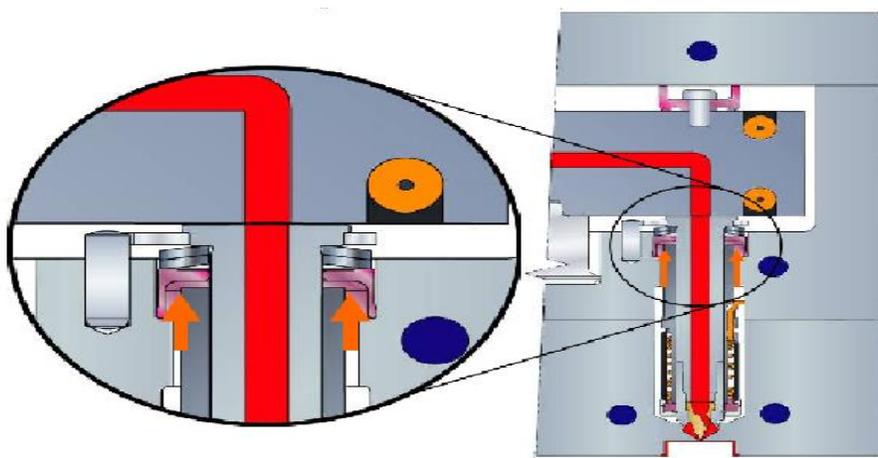
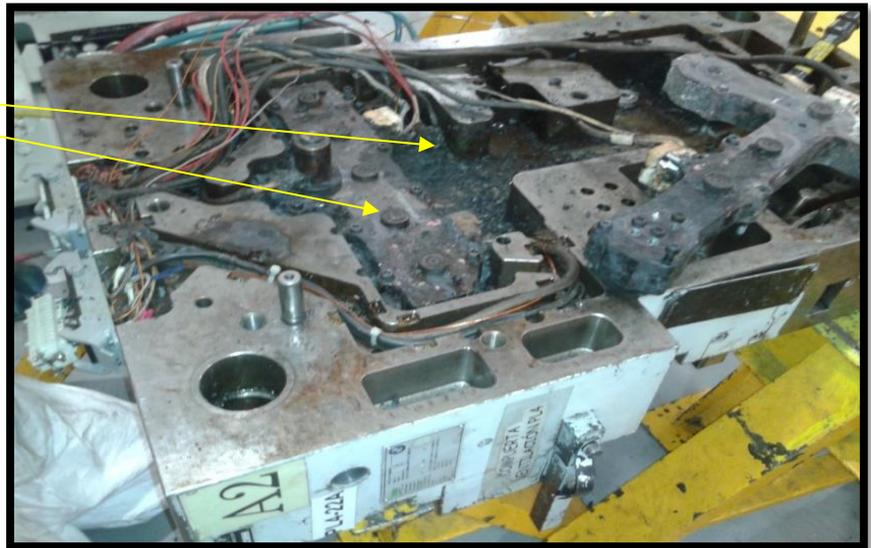


Fig. 35a.

Fig. 35b, sistema de colada caliente dañado.



Los sistemas de colada son ahora el método más común de inyección en moldes, más del 95% es de colada caliente (diseño válvulado). De manera alternativa, coladas frías se utilizan, cuando la válvula no resiste materiales específicos, por ejemplo, nylon con carga de fibra de vidrio, donde una colada caliente no es la solución más eficiente, fig. 36 y 37, muestra la válvula.

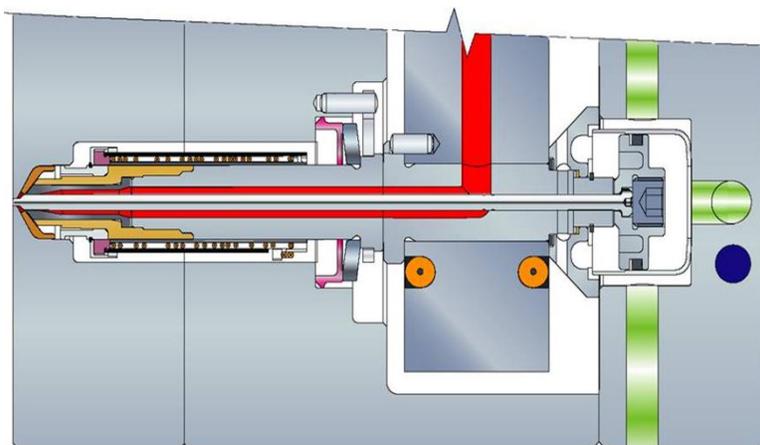


Figura 36



Fig. 37, sistema valvulado.

El mantenimiento que realizar es delicado, realizarlo con dispositivos adecuados proporcionamos durabilidad al sistema, los operadores no están calificados para realizar estos trabajos y ciertamente el personal técnico desconoce el procedimiento ya que olvidan la parte técnica y lo realizan rudimentariamente, es importante capacitar al personal para realizar este servicio, se le añade la falta de refacciones originales, se complica la reparación, fig. 38.



Fig. 38.

Este sistema de inyección es utilizado para fabricación de otros productos, en moldes de grado alimenticio, su utilidad es limitada, no se puede utilizar para calidades de grado doméstico, tendrían que estar cada molde con su respectivo sistema de inyección.

Sistema de expulsión.

Existen varios métodos que se utilizan para expulsar piezas del molde, algunos son: soporte de aire, cabeza móvil, anillo de revestimiento, perno de expulsión, los KO's o de varilla de expulsión y pistones.

Probablemente el tipo de expulsión más común es un soporte de aire en combinación con un anillo de revestimiento, ya que ha probado ser un sistema muy eficiente y de baja complicación.

Para seleccionar el método de expulsión adecuado en el diseño de moldes, se debe tomar en cuenta el asegurarse de que la norma de expulsión que se utilice no deforme o dañe las partes, mantenimiento sea realizable al 100%, en algunos casos no se realiza a fondo, estos es, no hay cambio de empaques (o-rings), no existe el reemplazo correcto, tornillería dañada de difícil acceso, por lo tanto el herramental regresa a producción con los mismos o peores daños, a veces generados en el taller por descuido y falta de profesionalismo, figura 39a / 39b, sistema de expulsión por aire.

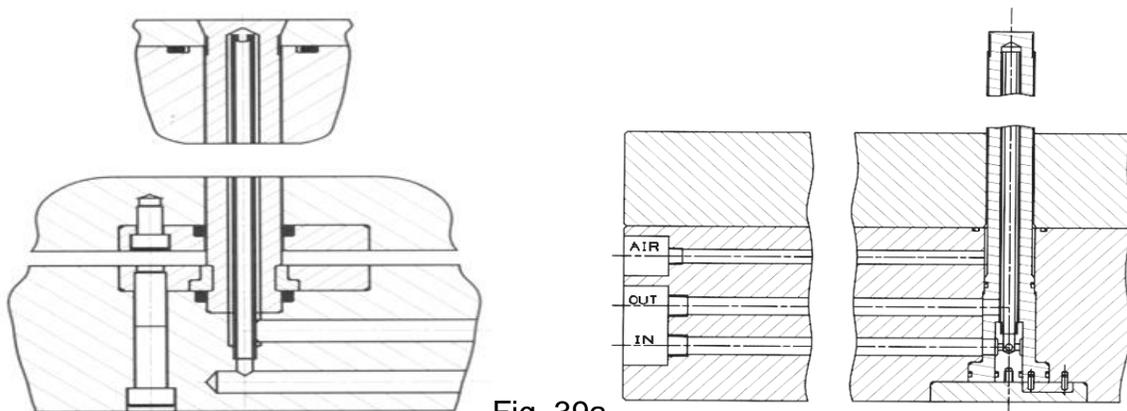


Fig. 39a



Fig. 39b.

Sistema de expulsión por poppet.



Fig. 40.

Sistema libre de pines de botado, la pieza moldeada es expulsada desde su interior, por tanto no esta expuesta a deformaciones, figura 40, el mantenimiento aplicable, limpieza de zonas de sello con corazones, conformado de figura al 100%, cambio de o-rings, eliminacion de residuos plasticos, presión en pernos recuperadores de 0.10mm.

Para garantizar sello total, realizar prueba de circulacion de agua descartando posibles

fugas, al realizar estas actividades no se registrara un daño en producción, fig. 41.



Fig 41.

Sistema de expulsión por pistón.

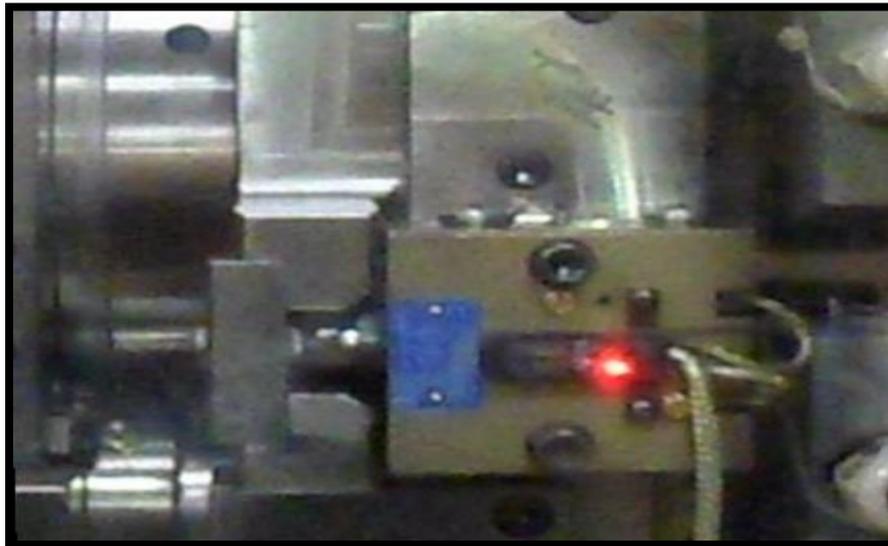


Fig.42. pistón en lado fijo de molde.

Sistema con capacidad de movimiento controlado, figura 42, diversas utilidades en ambos lados del molde e internas, de mantenimiento mínimo, donde se verifica el ajuste de los micros o sensores, llevar registro de cambio de mangueras hidráulicas y

refacciones, eliminar fugas de aire o aceite, tornillería de sujeción adecuada, evitando contratiempos y dando fluidez al mantenimiento.

Ventilación.

La ventilación eficiente de un molde es uno de los requisitos más críticos para producir de manera consistente productos de calidad. Las ventilaciones que no se maquinan correctamente en la ubicación adecuada o que no reciben un mantenimiento como es debido, pueden dar origen a:

- Marcas de gas.
- Rebaba.
- Relleno de cavidad desigual.
- Rebaba debido a empaque excesivo.

El mantenimiento de las ventilaciones es crítico y, por lo tanto, se ejecuta por técnicos autorizados, en una máquina de moldeo prohibido retrabajar manualmente, en ninguna circunstancia, deben ser verificadas por medio de un indicador de caratula de precisión .01 mm, sobre una mesa de trabajo en condiciones de paralelismo, figura 43.

Mesa de trabajo.



Fig. 43.

La posición de estas salidas corresponde a 1.5 plg, de distancia una de otra, por ambas caras de sello, superior e interna, con una profundidad de .80 mm, la profundidad crítica corresponde al tipo de material a utilizar, figura 44 y 45.

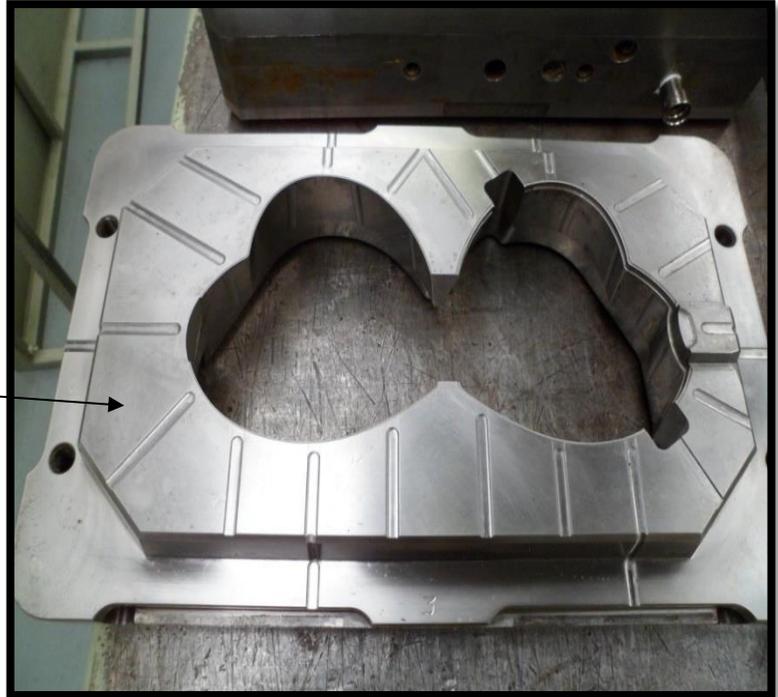


Fig. 44, distancia entre salidas.

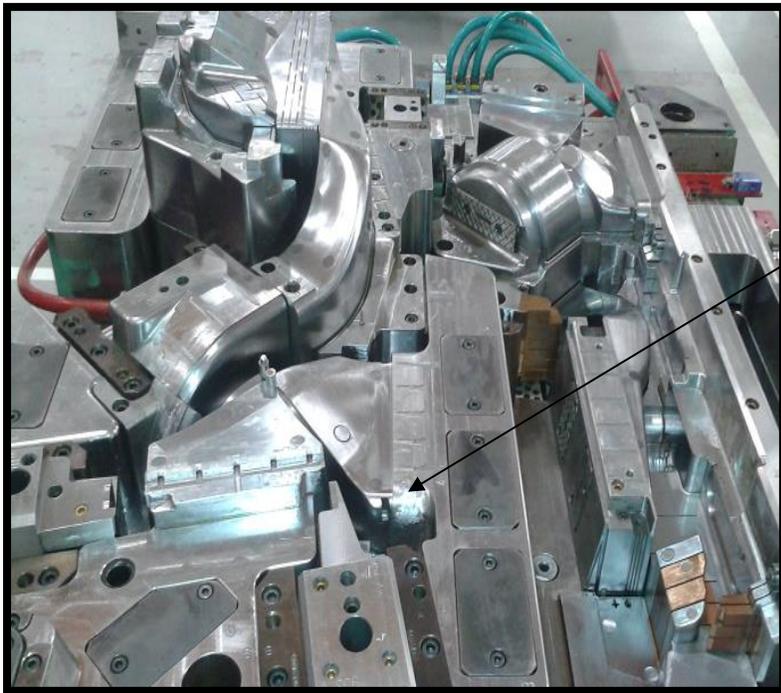
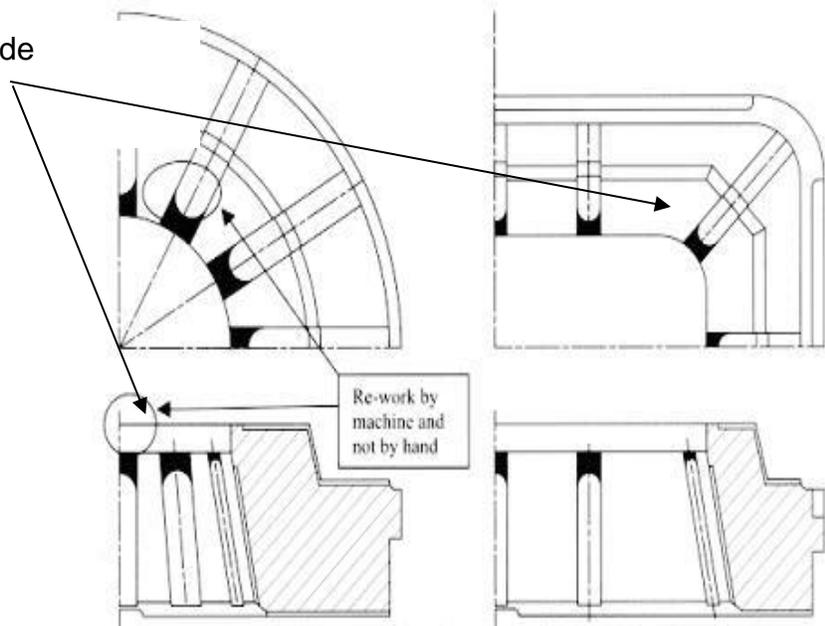


Fig. 45, salidas de gas superiores.

Ventilación del Anillo de Revestimiento, figura 46.

Sistema de ventilación de revestimiento. Fig. 46



Vista frontal y lateral de la unidad de ventilación de anillo de revestimiento, muestra zona crítica de profundidad según material a utilizar, figura 47.



Fig. 47.

Ventilación de ensamble, figura 48.

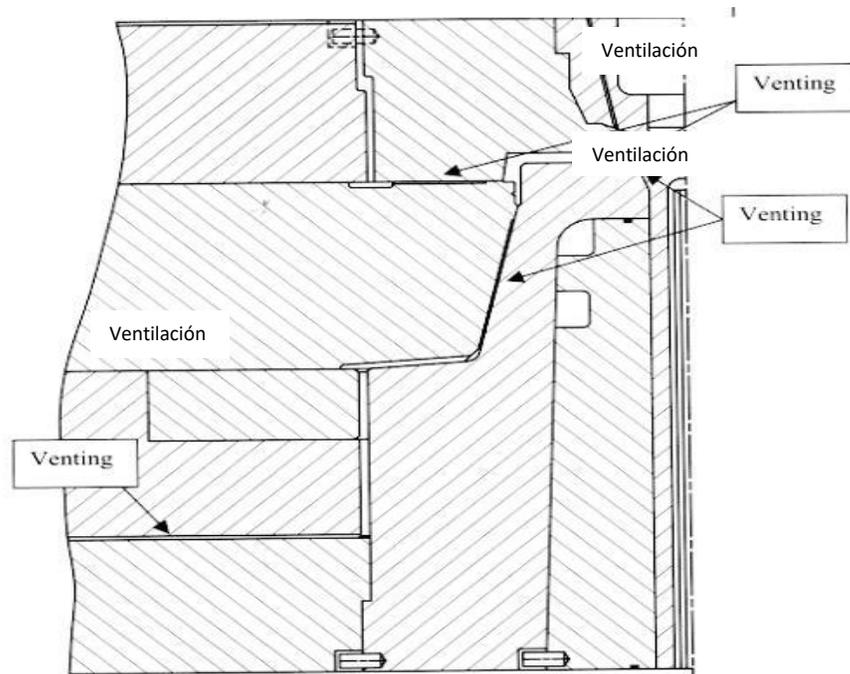


Fig., 48.

Válvulas (compuertas).

Las compuertas también son conocidas como válvulas o puntos de inyección, lugar del molde por el cual, entra plástico a la cavidad, su diseño y localización son factores fundamentales en el llenado total del molde.

El tamaño de la compuerta afecta el volumen de plástico que entra al molde, el grado al cual fluye durante la inyección.

Si la boquilla es demasiado pequeña puede ocurrir un enfriamiento prematuro, también una compuerta pequeña hace que el llenado del molde sea más difícil.

Una compuerta muy larga puede ocasionar que el ciclo se extienda debido a que el

enfriamiento de la compuerta es más largo, figura 49.



Fig. 49, válvulas.

La localización de la compuerta debe ser planeada con precisión en el momento de su diseño, la compuerta debe colocarse evitando se choque con la pared opuesta después de entrar por la compuerta y formar un flujo uniforme.

Cuando la pieza de plástico es circular, la compuerta se encuentra usualmente en el centro del molde para que el flujo tenga una trayectoria radial.

Las medidas de la compuerta usualmente se encuentran entre un rango de 0.05" a 0.07"plgs, no obstante, este rango es menor, sin embargo, la dimensión ideal es por lo menos 50% el espesor de pared del producto, razón de esto es que el plástico se expande alrededor del doble del espesor de la compuerta cuando entra al molde y con un diámetro ideal se puede formar un flujo uniforme frontal, figura 50.



Fig. 50. Boquillas.

Disposición de las boquillas.

Las válvulas se diseñan en diversos perfiles, con distinto mantenimiento que se enumeran a continuación. Cada una tiene una aplicación específica, tomando en consideración, estilo del producto, punto de inyección, la resina que se habrá de utilizar y estética de la parte.

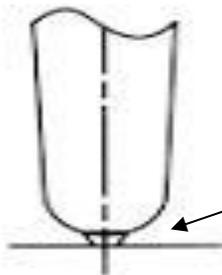
1. Válvula de la Colada Caliente.
2. Colada Fría.
3. Válvula del punto fijo.
4. Sub-válvula.
5. Válvula de esfera grande.
6. Válvula de precisión redondeada.
7. Válvula de borde.
8. Válvula de esfera pequeña.

Una válvula le habrá de dar a un producto su mejor desempeño bajo la mayoría de los

parámetros de proceso, considerando que más del 80% de los productos están hechos del PP o PE. (Polipropileno, polietileno).

Resina	Temperatura de Fundición	Temperatura del molde
SAN	200 – 260 ° C	40 – 80 ° C
ABS	200 – 250 ° C	40 – 90 ° C
Policarbonato	280 – 300 ° C	80 – 120 ° C
Poliacetal	200 – 210 ° C	60 – 100 ° C
Polietileno	200 – 300 ° C	30 – 80 ° C
Polipropileno	200 – 300 ° C	30 – 80 ° C

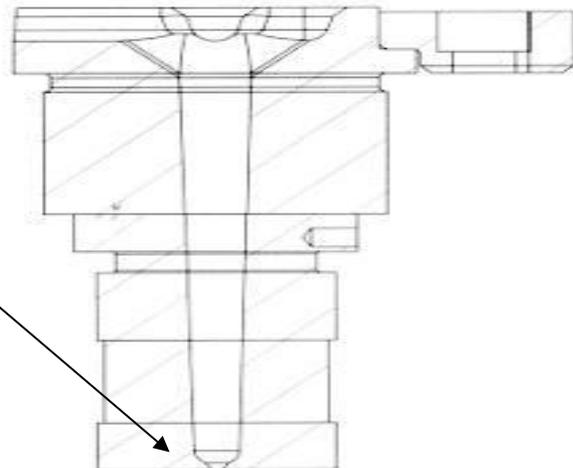
La válvula de precisión (pin - point) es ampliamente usada, deja un pequeño punto en zona de compuerta sobre la pieza, su apariencia es buena, el diámetro es de 0.035" a 0.050" plgs, (.88 mm a 1.27mm), figura 51, 52.



Válvula precisión (pin- point) de colada fría, Fig 51.

Válvula de precisión (Pin – Point).

Fig 52.



La válvula submarina es usada solamente en moldes de 2 placas y es principalmente usada para separar la pieza de las coladas durante la inyección. La compuerta submarina es maquinada dentro de la placa desnuda, tiene una conicidad hacia abajo hasta llegar a un punto pequeño. Cuando la placa desnuda avanza hacia delante la compuerta se separa de la pieza de plástico, figura 53.

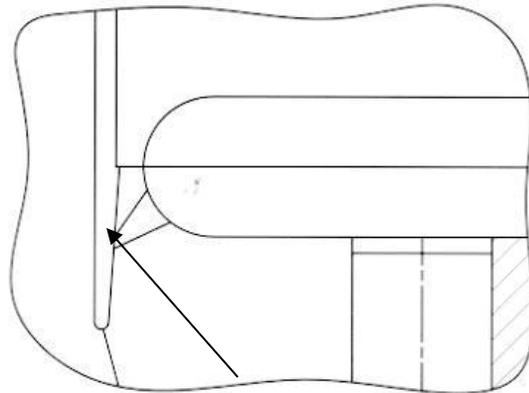


Fig. 53, Válvula submarina colada fría.

Válvula de esfera (o de bola), similar a la de punta, principal diferencia es que tiene una depresión en el área de la cavidad y un largo orificio para incrementar el flujo del plástico, figura 54.

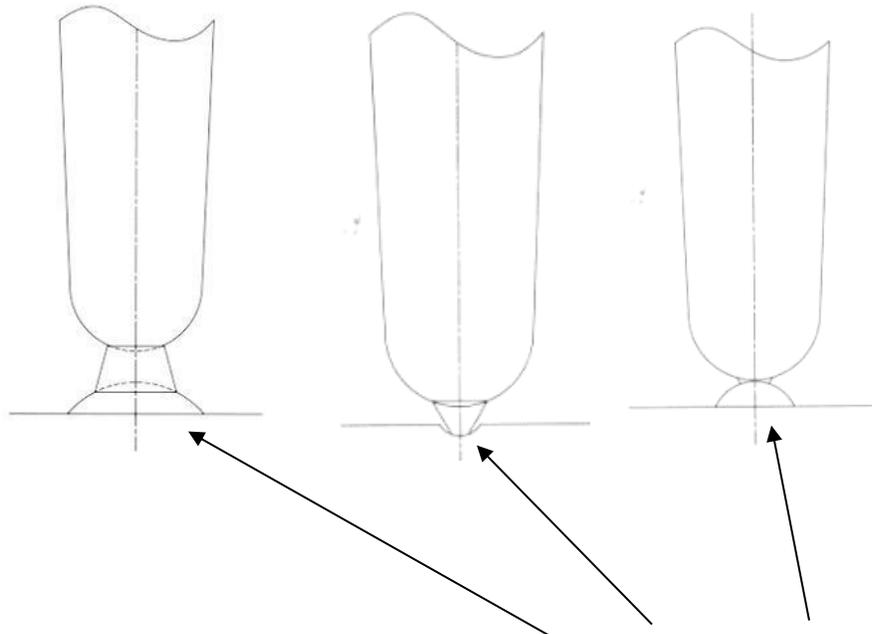


Fig. 54, Válvula de colada fría de esfera: a) grande b) específica y c) pequeña.

Es maquinada directamente dentro del sprue bushing, en el centro de cavidad, tapada para que el diámetro se incremente, de punta en la boquilla, a cavidad, este tipo de compuerta es todavía usado, ha sido gradualmente eliminada porque el tiempo de enfriamiento de la compuerta es muy largo, el exceso de scrap (debido a agujeros en la compuerta) y el incremento en la carga del trabajo del operador ya que tiene que cortar la colada, figura 55.

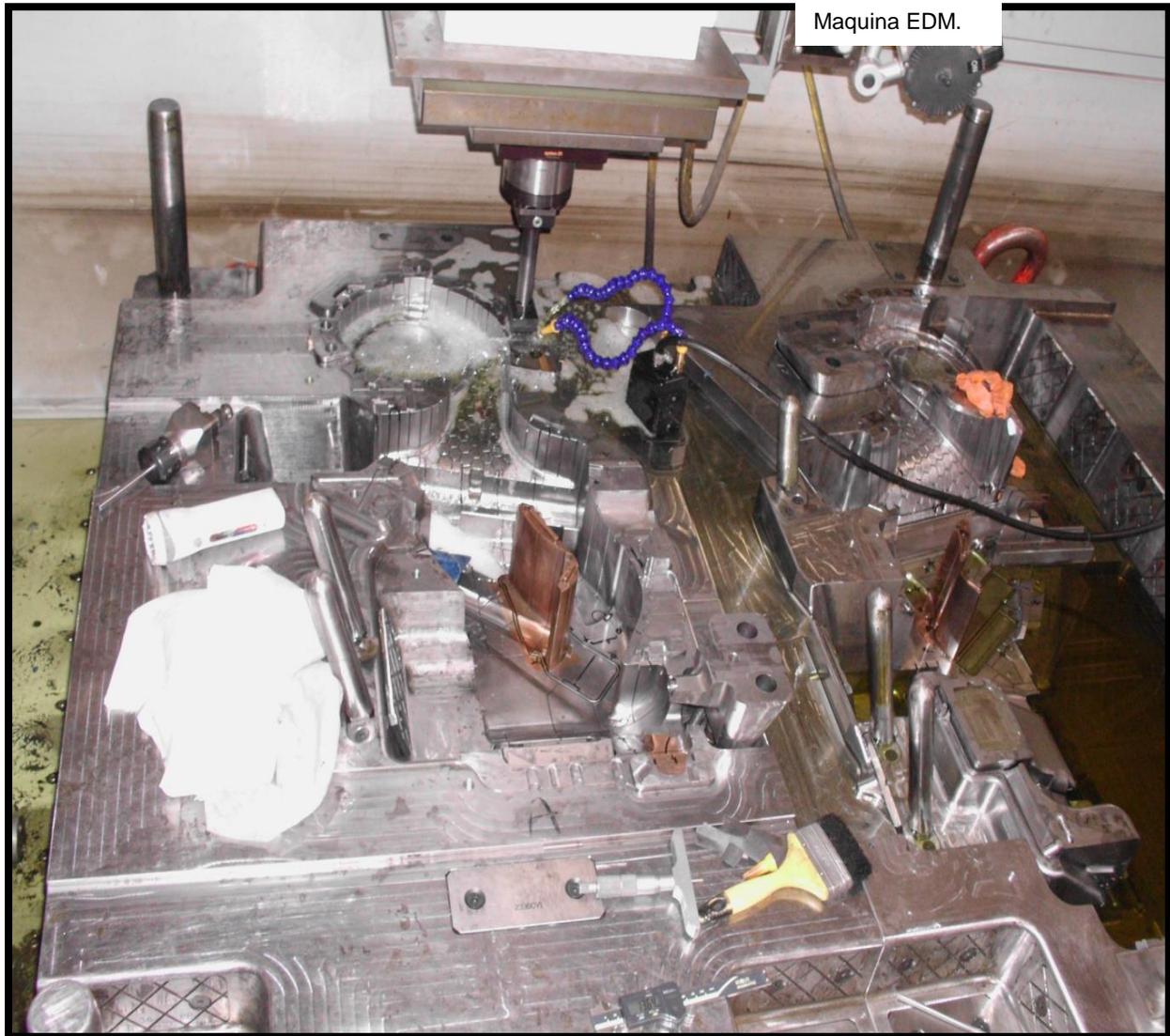


Fig. 55, maquinado de cono.

Algunos moldes con este tipo de punto de inyección han sido convertidos a moldes de colada caliente, estos tienen bandas calefactoras alrededor de la compuerta y así se mantiene el plástico fundido, elimina corte del punto de inyección, pero puede causar

problemas ya que el plástico se debe mantener caliente de un lado y frío del otro, figura 56.



Fig. 56, boquilla de colada caliente.

Enfriamiento.

El enfriamiento de molde típico consta de:

- Núcleo de enfriamiento
- Inserto de base/cavidad/revestimiento
- Entrada interna/externa en placas, figura 57.

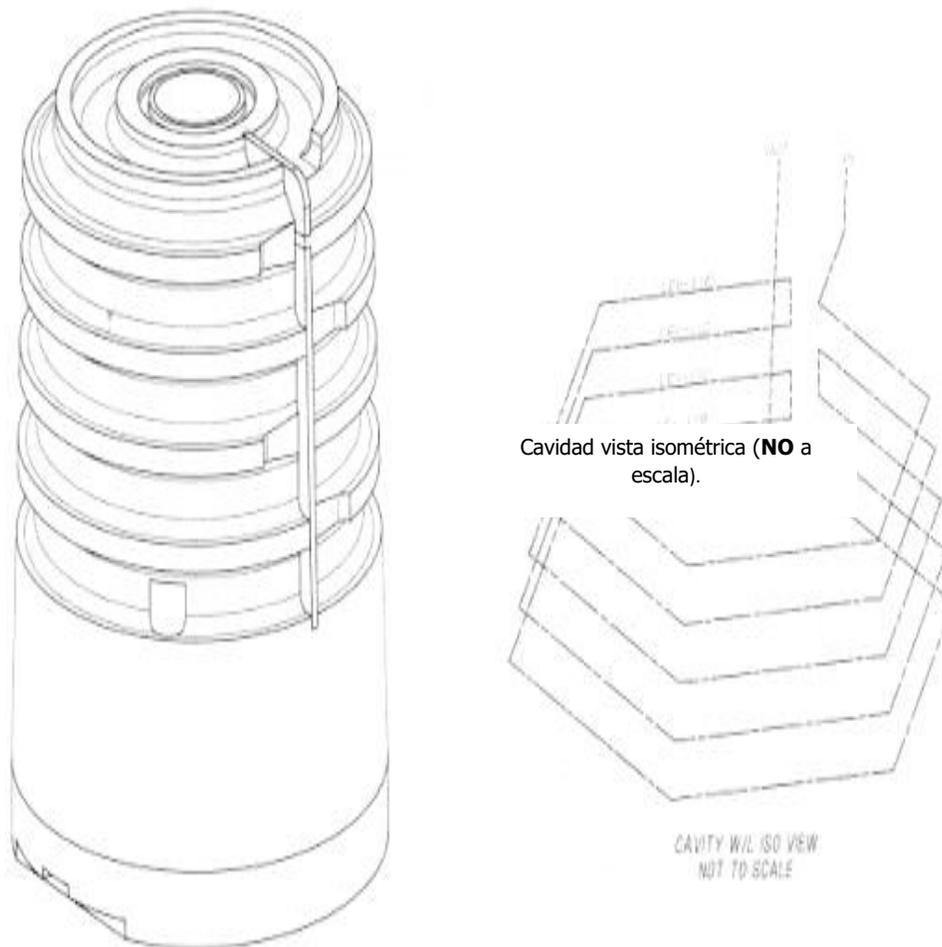


Fig. 57, entrada y salida de refrigeración.

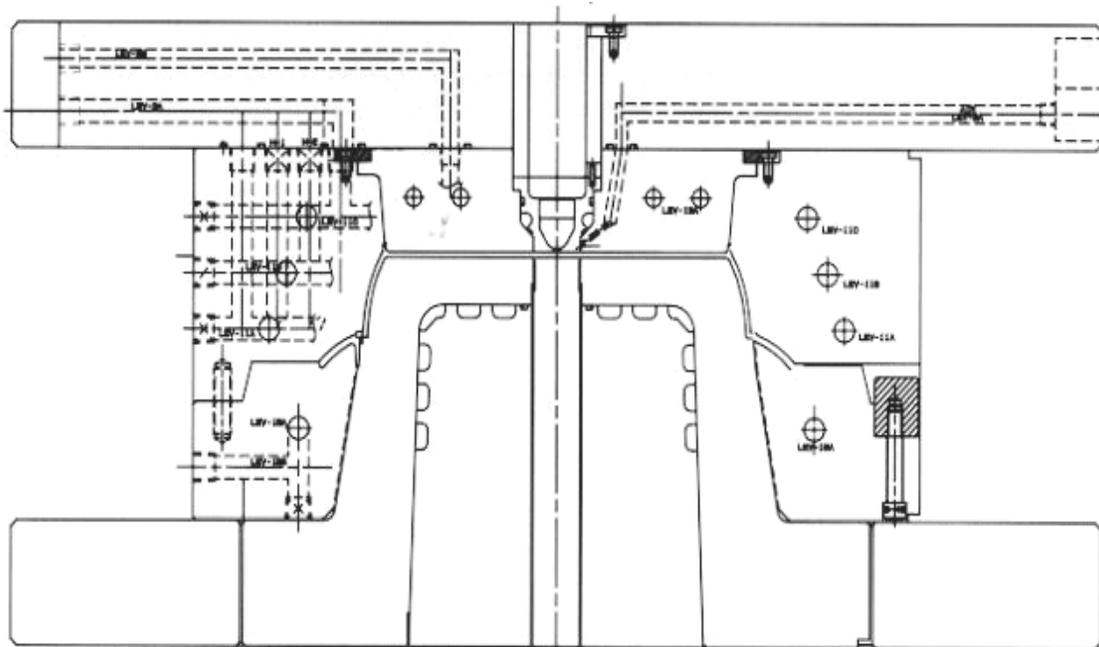
Junto con la ventilación, el enfriamiento de molde eficiente es una parte importante del diseño del molde con el fin de producir firmemente un producto de alta calidad dentro de un costo específico.

Para los moldes de cavidad múltiple, todos los núcleos, cavidades, revestimientos, soporte de aire, roldana de bebedero deben tener líneas individuales de enfriamiento con el fin de lograr una temperatura uniforme de cavidad a cavidad.

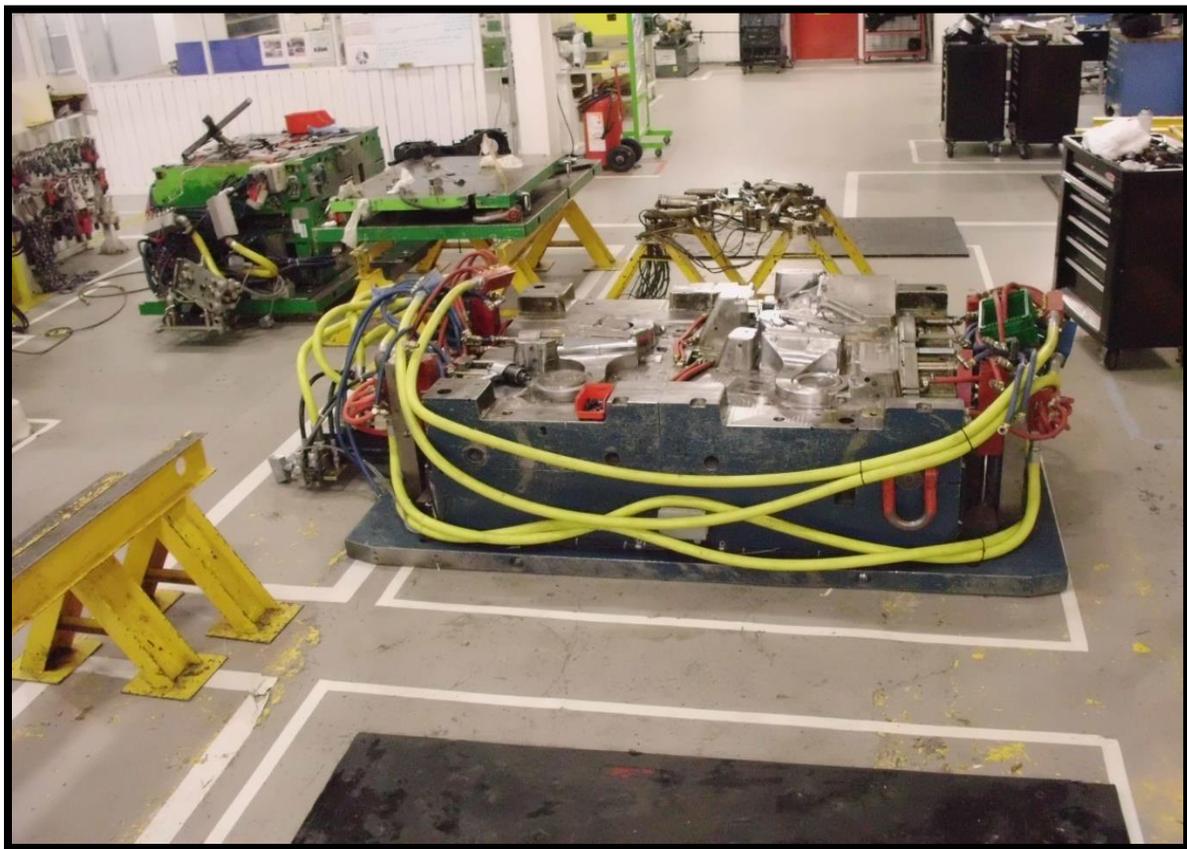
Las líneas individuales de enfriamiento le dan a la producción la flexibilidad máxima para los productos de moldeo de tamaños variantes, formas y resinas en el tiempo más corto de ciclo posible, figura 58,59,60,61.



Núcleo de enfriamiento, circuito independiente, Fig. 58 y 59.



Circuito típico de enfriamiento por núcleo, Fig. 60.



Circuito típico de enfriamiento independiente, Fig. 61.

2.5.- Pulido de moldes y tipos de acabados.

La imagen perfecta se debe sobre todo a la alta calidad en el pulido de moldes, esto sin mencionar que su acabado con brillo es más importante para enfatizar un diseño de producto creativo y de calidad. Para darse una idea de la importancia que tiene pulir adecuadamente un molde basta la siguiente comparación: Un molde bien pulido podría permanecer en producción noche y día de tres a seis meses. Un molde con un mantenimiento deficiente y mal pulido puede permanecer en producción como máximo un par de semanas antes que sea necesario volverlo a pulir.

Se aplicará un proceso para que la superficie tenga un aspecto a espejo, para un fabricante de herramientas la rectificación puede también verse como pulido, aunque para el fabricante solo sea una operación mecánica.

La manufactura de moldes el pulido es visto como la operación más fina, puede ser visto como la continuación de un proceso de rectificación por medio del cual la superficie se mejora gradualmente utilizando un nivel más fino al aplicar abrasivos de distinto grado, figura 62 y 63.



Fig. 62 y 63

Esta mejora de la superficie de moldeo da como resultado (si es bien realizado) el acabado deseado, específicamente un **alto brillo** uniforme por medio del cual todas las irregularidades se vuelven imperceptibles. Este resultado de pulido no sólo es necesario para dar al producto una apariencia de mayor calidad, también es necesario para tener mejor fluidez, también puede ocasionar problema al desmoldear la pieza.

El pulido de alta calidad sólo se puede obtener por la elección y uso exacto de los materiales de pulido disponibles tales como el óxido de aluminio, carburo de silicio y diamante, se utilizan estos materiales en forma de polvo, papel abrasivo, tela abrasiva, pasta y bloques, figura 64.



Fig. 64.

Normalmente todas las superficies en contacto con el plástico deben pulirse, por ejemplo:

- Bebedero y colada en aplicaciones de colada fría.
- Las superficies del producto en la cavidad, corazón, etc.

Una desventaja común de los moldes con alto pulido a espejo es que los productos fácilmente se pegan a la cavidad, esta operación se debe realizar en sentido de

dirección a la expulsión de la pieza, figura 65.

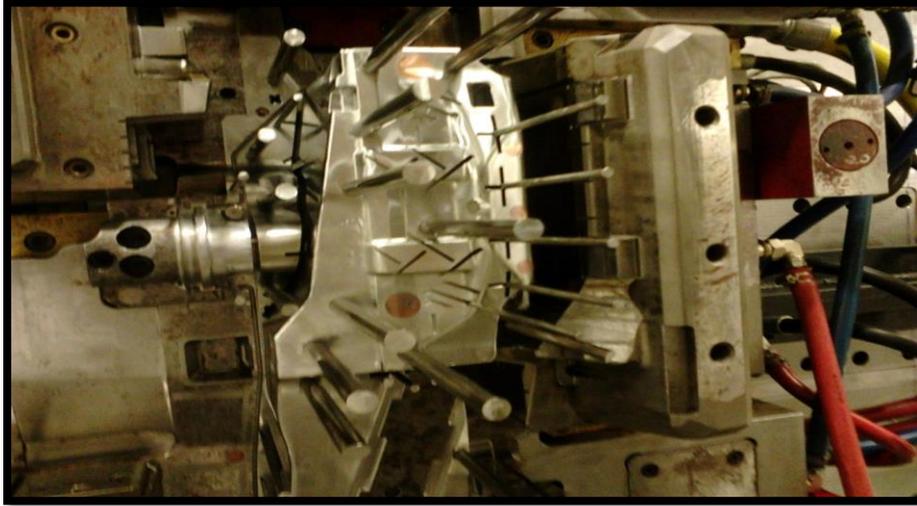


Fig. 65, sentido de expulsión.

Notas generales en mantenimiento de pulido.

1. Los desbastes con bandas de lija se pueden hacer en seco y/o usando lubricantes a base de petróleo, esto enfría la superficie del molde a pulir y mantiene el material de pulido puro y bien definido.
2. Al volver a pulir partes dañadas localmente, una superficie lo suficientemente amplia alrededor del daño se deben tratar de manera que estas partes no muestren hundimiento por espejismo, figura 66.



Fig. 66, hundimiento en zona de inserto, por conformado de figura.

3. Las partes altamente pulidas con aspecto a espejo pueden por consecuencia entrar en contacto únicamente con algodón, esto se debe hacer con mucho cuidado para evitar posibles ralladuras, depende el tipo de pieza.
4. Las superficies pulidas, particularmente con acabados de alto espejo, se deben proteger contra posibles daños en las máquinas de moldeo.
5. Cuando la pieza moldeada se vuelve solidas en alguna sección de corazones o cavidades, se debe retirar cuidadosamente sin dañar o rayar las superficies de los moldes, en todo momento se deben usar piquetas de madera para retirar partes solidificadas del molde, figura 67.

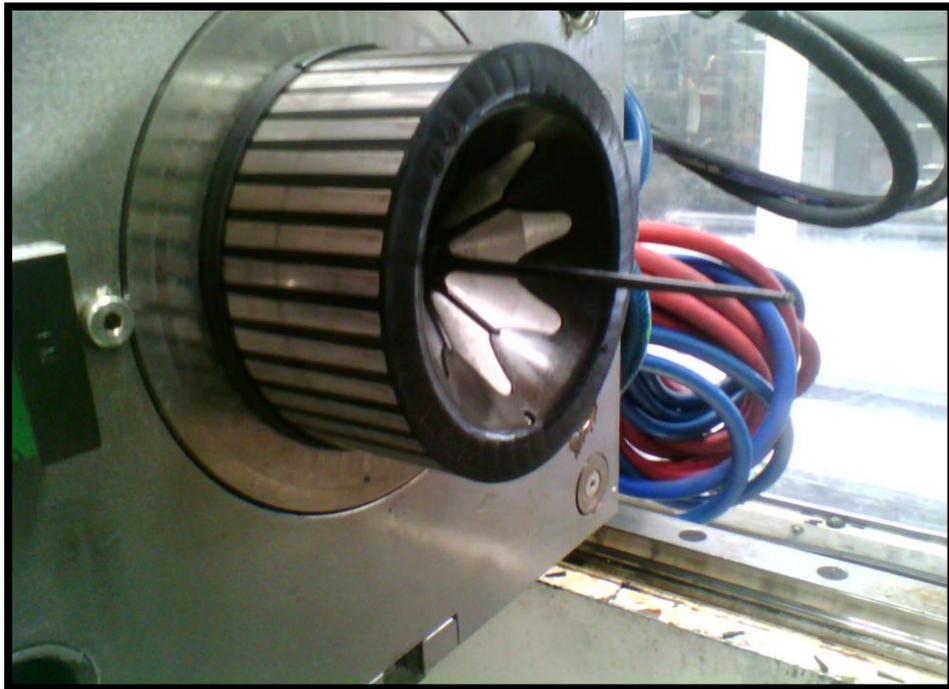


Fig. 67, pieza pegada en corazón.

Las siguientes tablas muestran los diferentes tipos de acabado, tabla 1.

Acabados pulido con lija.	Granos 600 Acabado fino Granos 400 Acabado mediano Granos 320 Acabado grueso
Acabados matizados con piedra, figura 68.	Granos 600 Acabado fino Granos 400 Acabado mediano Granos 320 Acabado grueso
Acabados pulidos con pasta diamante.	Pasta diamante número 3 Acabado fino Pasta diamante número 6 Acabado mediano Pasta diamante número 15 Acabado grueso



Fig. 68.

Acabados con maquinaria, tabla 2.

Máquina Sand Blast.	Mediante pistola y aire. Grano fino Grano mediano Grano grueso
Máquina electroerosionadora, figura 69a / 69b.	Máquina CNC a base de descargas eléctricas con grafito ó cobre electrolítico. No. 4, 5.80 Ra No. 3, 5.14 Ra No. 2, 4.30 Ra No. 1, 3.3 Ra Dónde Ra = Paso de cresta a cresta dado en micras.
Acabados texturizados, figura 70.	Este tipo de acabado es elaborado por proveedores, y se hace por envejecimiento de material o ataque químico.

Texturizado
por
electroeros
Fig.69a.





Fig. 69b.



Fig. 70.

2.6.- Regiones críticas de los moldes.

Algunas regiones críticas de moldes con los cuales los técnicos deberán tener mayores cuidados, y solucionar los problemas que pueden surgir durante un ajuste o en un proceso de moldeo.

- Un molde debe estar perfectamente limpio y lubricado, figura 71.
- Verificar regiones donde permita emplear lijas de granos finos a gruesos, por ejemplo 220 y 360.



Fig. 71, molde limpio.

- Cuidar que la lija no redondee las aristas de cierre, figura 72.



Fig. 72, aristas de figura.

- Verificar las condiciones de pulido y saber cuándo es necesario dar algún retoque.
- Verificar las condiciones de las aristas de cierre, si presentan alguna señal de redondeo, saber qué hacer para solucionar el problema, sin afectar las dimensiones del producto, figura 73.



Figura 73, aplicar test de azul de Prusia, verificar cierre.

- Especial cuidado al lubricar bujes de inyección y válvulas, debe ser esencial, con un lubricante adecuado para evitar manchas de aceite en el producto, durante la producción.

- Adquirir con aseguramiento de calidad una inyección completa de molde, comparar con el reporte final de producción, a fin de verificar si el producto presenta señales de rebaba u otros daños, figura

74.



Fig. 74.

- Verificar si los anillos botadores presentan holgura en ángulos de ajuste con los corazones o con las cavidades. En caso de que exista esta holgura, verificar en cual pieza está el defecto.
- Verificar las condiciones de salidas de gas. Cuidar para que éstas tengan la profundidad adecuada, para cada tipo de material inyectado.
- Cuando un molde con acabado texturizado o arenado, se recomienda usar herramienta de madera, y cuidado con el manejo de las piezas, para que ellas no sufran ninguna caída o golpe que puedan dañar la textura o rayar la zona arenada.

El personal técnico verificara y limpiara los circuitos de refrigeración de moldes a fin de constatar si se les presenta alguna fuga u obstrucción antes de subir a producir. Hace una inspección cuidadosa de alojamientos de anillos de los “o” rings, verificando si les presentan señal de desgaste por corrosión o por variación una medida de profundidad, figura 75 y 76.



Fig. 75, verificación de o-rings.



Fig. 76, oxidación en arillo de alojamiento para o-ring.

Verifica el funcionamiento de placas de extracción, cuidando que ellas funcionen suavemente, sin arrastre o desgaste. Checar las condiciones y medidas de los pernos de retorno y los tornillos limitadores, figura 77.



Fig.77. holgura entre buje y perno.

Capítulo 3.

Mejoras en mantenimientos preventivos y correcciones por desgaste.

3.1 Levantamiento de pieza física por rebaba.

El levantamiento de daño a molde es mostrado directamente por la pieza moldeada, donde son marcados los defectos y por lo tanto no tiene aprobación por calidad, figura 78.



Fig. 78, pieza rechazada.

Esto, aunado a que el mantenimiento no ha sido favorable, se empieza con los defectos por el desgaste del molde por falta de servicio, no se detecta a tiempo lo cual produce un paro en producción.

Se lleva a cabo una junta departamental donde se deciden los cambios y los posibles contratiempos que se pueden presentar, al implicar:

- la decisión del trabajo y mantenimiento (No efectuado y sin refacciones originales).
- proveedor de aplicación láser, figura 79, (tiempo de salida de piezas).
- ajuste realizado por especialistas.
- tiempo de mecanizado.
- tiempo de entrega.



Fig.79, aplicación de material por láser.

3.2.- Resolución de problemas.

El proveedor de aplicación de material por láser no maneja tiempos y no siempre está en la mejor disposición para realizar este tipo de trabajos a detalle, puede verse afectado por un presupuesto bajo, pagos atrasados, donde representa un problema a nivel técnico por el servicio, figura 80.



Fig. 80, aplicación de material por láser.

La disponibilidad de la maquinaria figura 81, también afecta a la continuidad de este mantenimiento, falta de dispositivos de sujeción y de herramientas de corte, entre otros:

- Retoque de alojamientos.
- Rectificado de placas.
- Acabado superficial.
- Acabados especiales.
- Ajuste de partes moldantes.

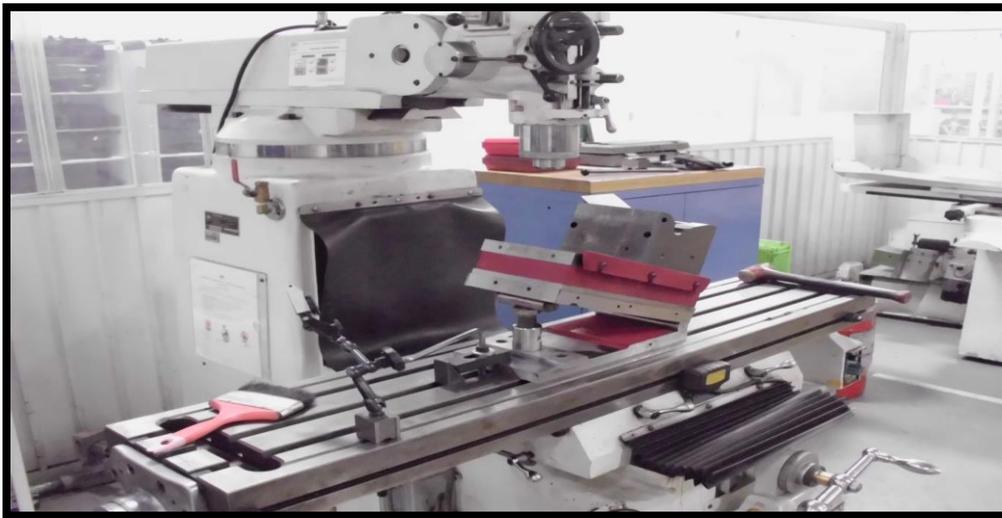


Fig. 81, carencia de dispositivos de sujeción.

Se hace un análisis de las piezas periféricas que están afectadas por desgaste que no implican en el moldeo de la pieza plástica, pero si en el funcionamiento en conjunto del molde, figura 82, como:

- Candados de arrastre.
- Postes guías.
- Pernos guías.
- Tasas.
- Resortes.
- Sufrideras grafitadas.
- Broches.



Fig. 82, conectores, postes guías, sufrideras, mangueras.

Una vez que se tienen las piezas en el taller debidamente soldadas, se empieza un ajuste que requiere detalle a mano, para lograr nuevamente la forma de la pieza de tal manera que es un trabajo artesanal.

Esta parte del ajuste es de manera sistemática donde se retocan las partes afectadas, en primer lugar, se debe de lograr un sello uniforme con la pieza contraria, continuar con el conformado de la figura, dar un acabado superficial de acuerdo al estándar que la pieza requiera, los asentados se deben de realizar siempre en sentido de la expulsión, para no generar una salida negativa provocando un rayado en la pieza moldeada, figura 83.

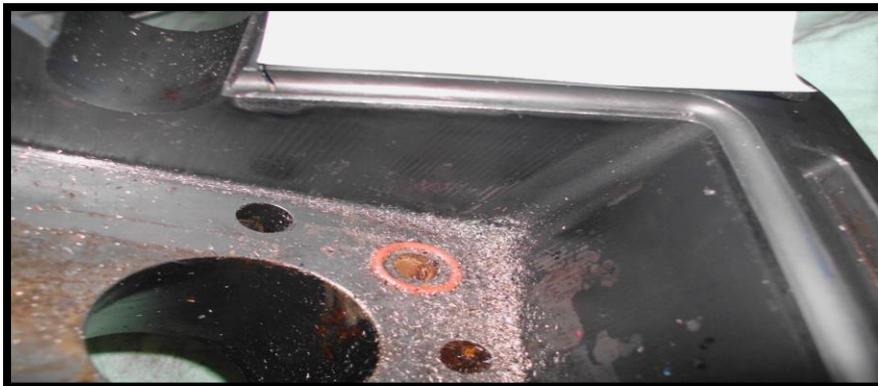


Fig. 83.

Al término de esta secuencia se hace el debido conformado de ambas piezas figura 84.

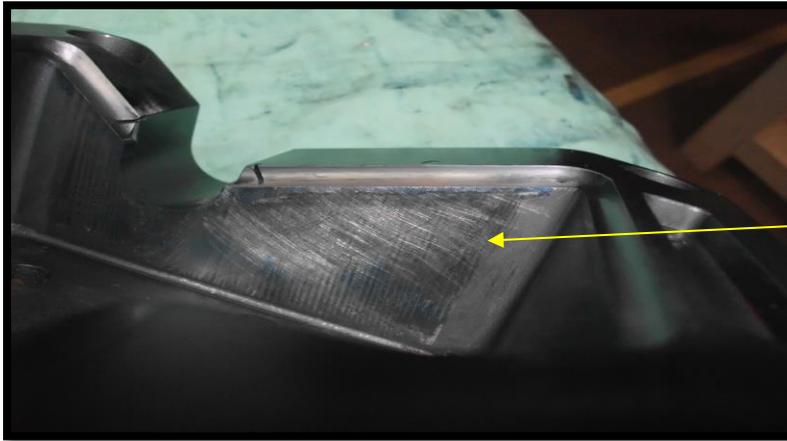


Fig. 84, verificación de sello, ajuste terminado.

Formando nuevamente la figura original mediante un electrodo en una maquina electroerosionadora o fresadora, obteniendo un producto nuevamente con la calidad requerida. Un molde dañado por fractura, se aplicar un mantenimiento mayor que implica la fabricación de piezas nuevas, requiere de una planeación al momento ya que la soldadura no garantiza un funcionamiento óptimo, estas malas decisiones llevan a un molde al deterioro por urgencia de producción, sin interesar la calidad de la zona afectada, figura 85, solo se oculta.



Fig. 85, fractura de zona moldante.

Los moldes requieren de un cuidado especial y constante para su buen funcionamiento, las reparaciones deben ser detalladas con precisión, decisión y con calidad de servicio.

3.3.- Seguridad en taller de moldes.

Utilice su equipo de protección personal (EPP), lentes de seguridad para protección ocular, figura 86a, 86b.



Fig. 86a, 86b.

EPP, zapatos de seguridad dieléctricos y antiderrapantes, figura 87.



Fig. 87.

Utilice guantes para manejar aceros sin tratar, figura 88, pueden tener aristas filosas.

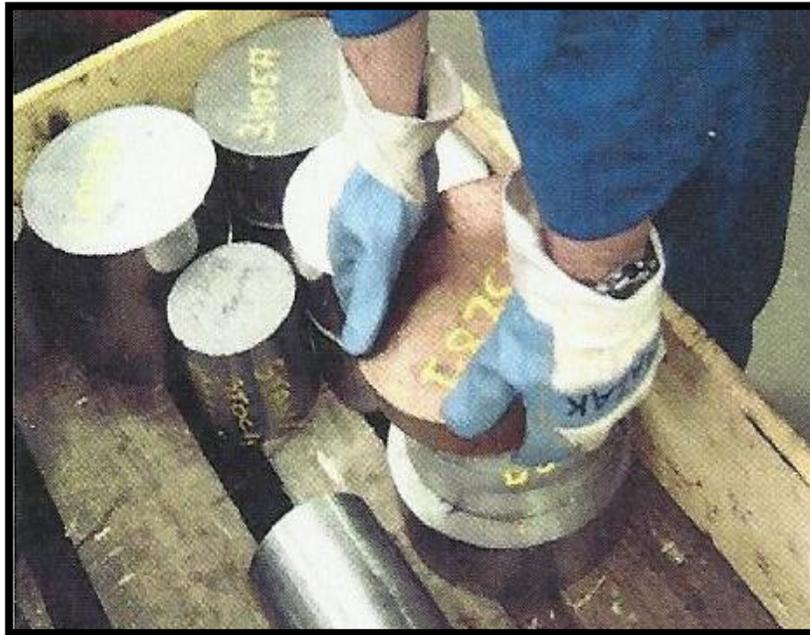


Fig. 88.

Utilizar siempre equipo para carga de piezas pesadas, no levante con sus brazos puede sufrir una lesión, use ganchos para la manipulación de moldes y piezas, aprobados por carga máxima específica, figura 89.



Fig. 89.

Utilice señalamientos le alerta cuando existan piezas calientes en el área de trabajo, figura 90.



Fig. 90, colocación de señal de alerta, por piezas calientes

Utilice barras de seguridad para sujetar las piezas del molde y evitar que caigan cuando se deslizan por el banco de trabajo, figura 91.

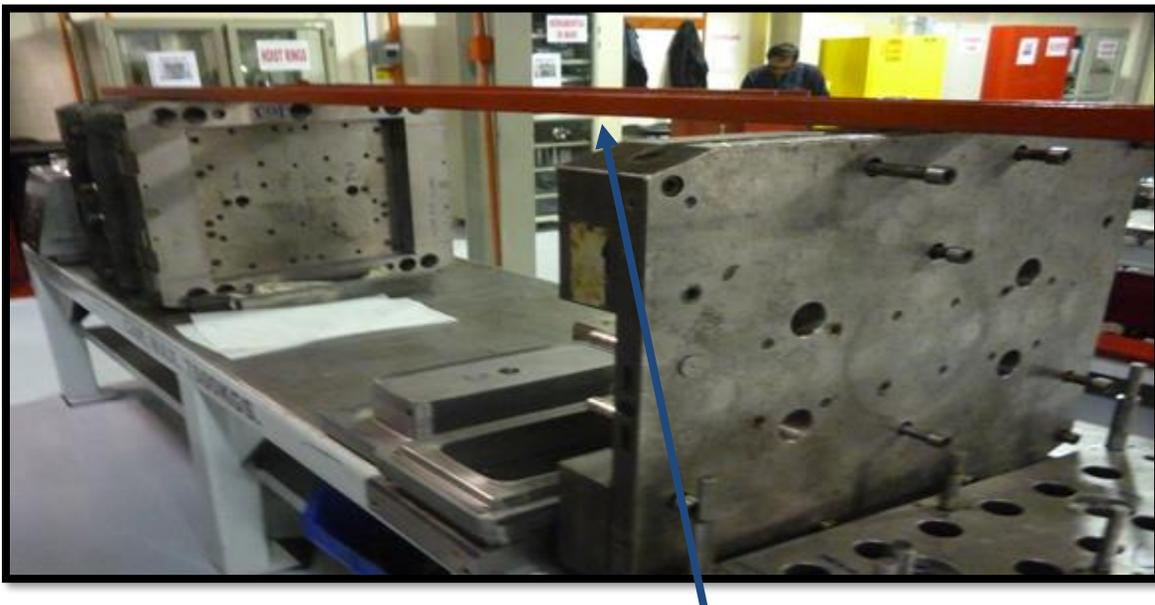


Fig. 91. Barra de seguridad.

Utilice equipo de protección personal durante el mantenimiento del hot – runner. (Placa acrílica, guantes de asbesto, gafas, careta, figura 92).



Fig. 92, EPP, equipo de protección personal.

Verifica que las barras de seguridad de cierre estén en la posición correcta mientras se manipula el molde, figura 93.



Fig. 93, barras de seguridad, evita la apertura al transportarlo.

3.4.- Mantenimientos menores.

- Revisar reporte de calidad, último tiro, colada según sea el caso.
- Limpiar el área externa del molde.
- Limpieza de placas porta cavidades y porta corazones.
- Limpieza de líneas de partición.
- Revisar salidas de gas.
- Revisar candados y sistemas de cierre.
- Tener reporte de todos los O-rings y sus alojamientos (revisar cada 5 corridas con agua fría, y cada 3 corridas con agua > 50°C.).
- Ensamblar molde.
- Revisar sistemas de refrigeración.
- Revisión completa del hot – runner.
- Durante la prueba de refrigeración, realizar la prueba de calentamiento del hot – runner.
- Sopletear canales de refrigeración.
- Revisar desplazamientos del molde.
- Revisar pernos y bujes.
- Revisar radio del main sprue. (según estándar $\frac{3}{4}$).
- Revisar anillo centrador.
- Llenar correctamente el check list

Posibles fugas en el hot runner.

- Holgura entre el nozzle housing del hot – runner. (sello de anillo y diámetro interior trasero de sprue bushing primario, figura 94).



Fig. 94, posible fuga por diámetro de ajuste con Sprue Bushing dañado.

- Superficie de cierre entre nozzle housing y manifold.
- Superficie de cierre entre main sprue y manifold figura 95.

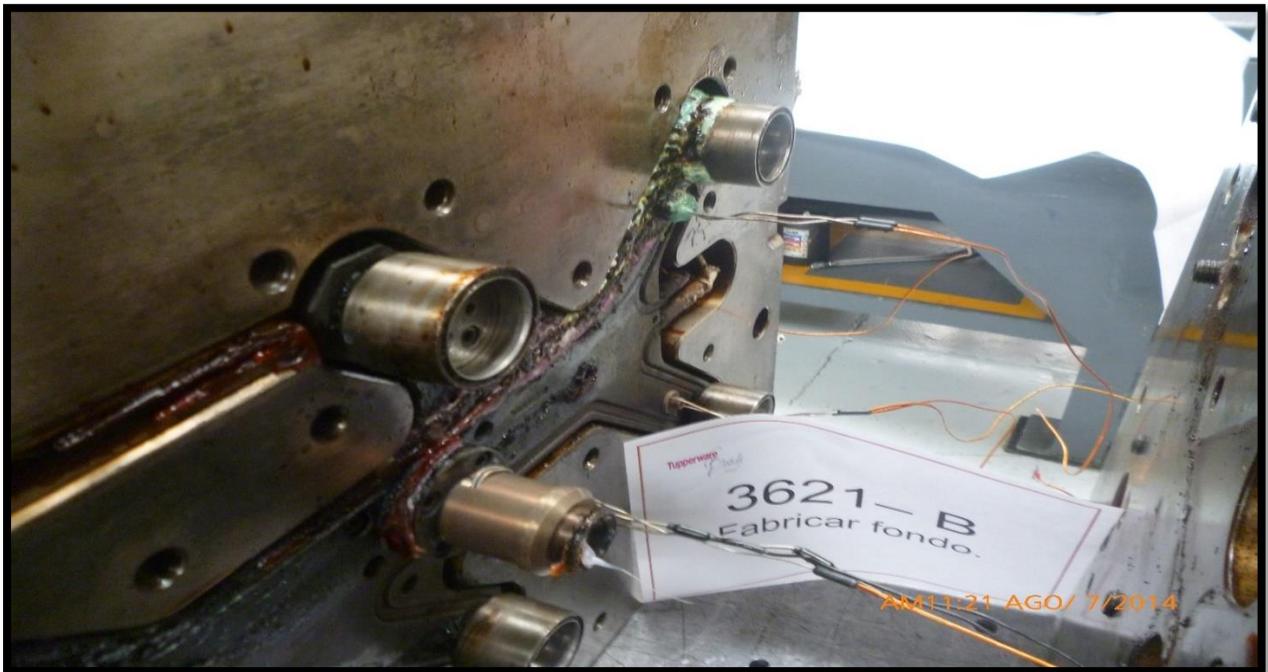


Fig. 95, manifold y nozzle housing.

- Nozzle de la maquina no posicionado en el centro del mainsprue.
- Falla del controlador.
- Thermocouples dañados, figuras 96.



Fig.96.

- Sobre carga en el sistema Hot – runner, figura 97.



Fig. 97.

3.5.- Mantenimientos mayores.

- Medición de salidas de gas y en su defecto realizar el ajuste necesario.
- Desarmado de air pins y popets para limpieza.



Fig.98.

- Control de barrenos para barra expulsora, figura 98.
- Control en la condición de centrado.
- Revisar la precarga en línea de partición, verificar con prueba de azul de prusia los sellos frontales y angulares, figura 99a / 99b.

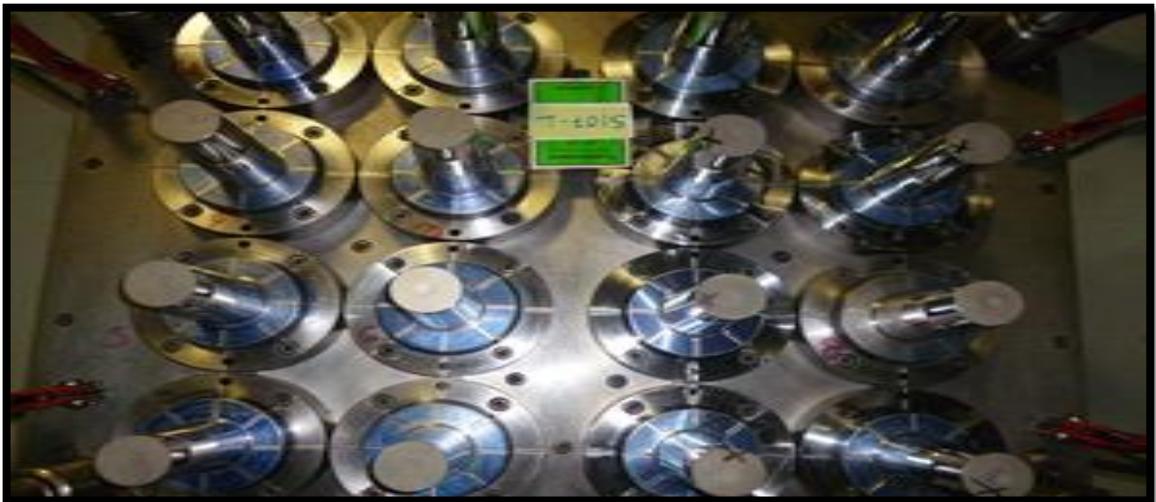


Fig. 99a.



Fig. 99b, sello frontal.

Las salidas de gas deben ser verificadas usando un indicador de caratula con una precisión de .02 mm, se realiza girando el anillo expulsor en dos puntos, figura 100.

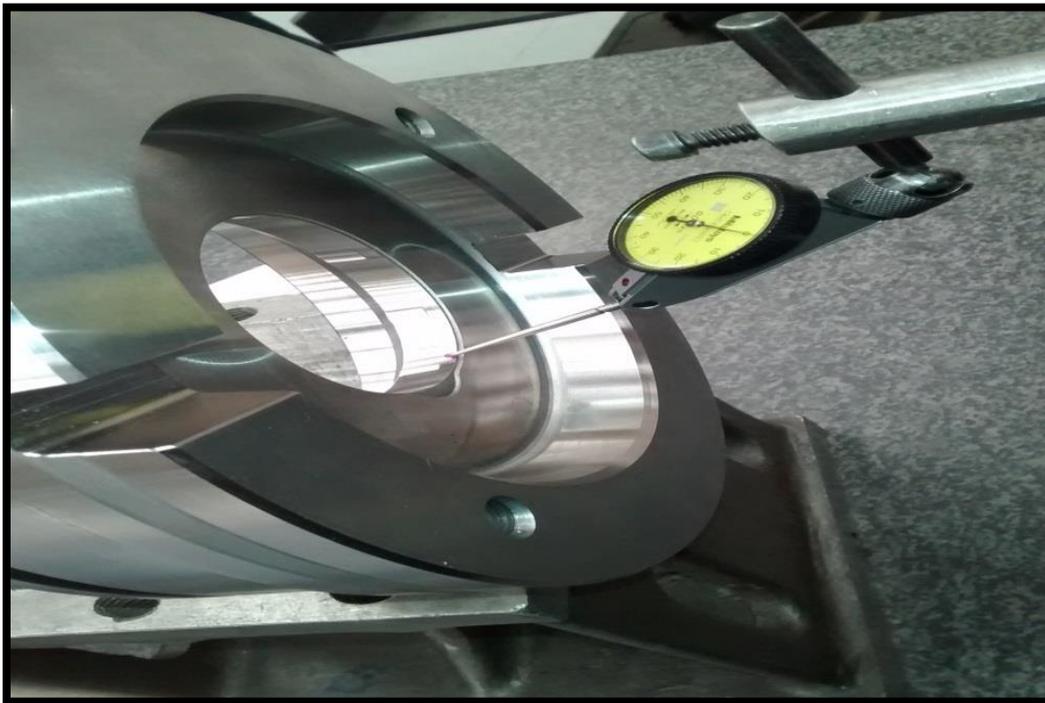
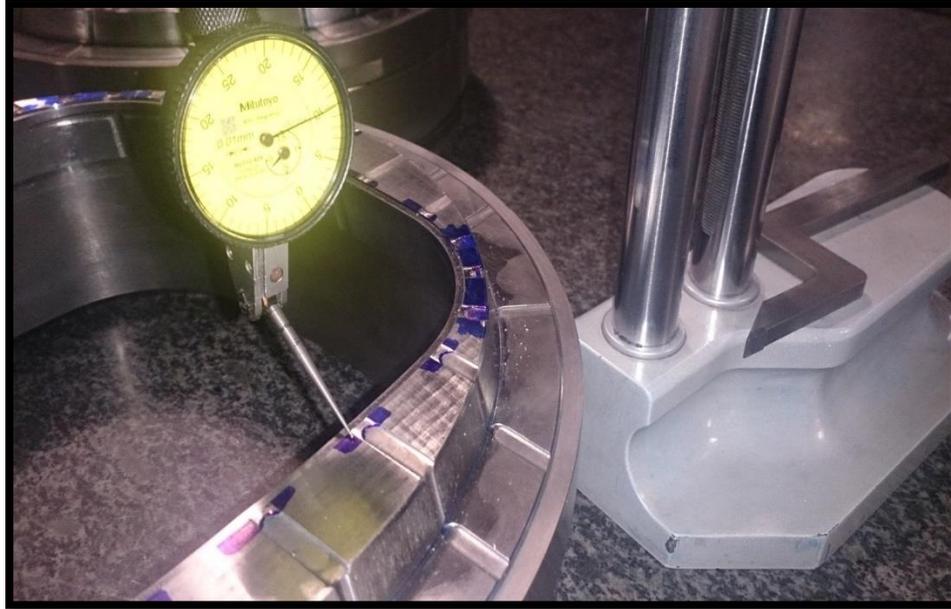


Fig. 100, verificación de salidas de gas internas.

La medición de salidas de gas en líneas de partición anillo expulsor y cavidad se realiza de manera simple colocando el indicador de caratula sobre una base y se desliza sobre cada una de estas salidas, figura 101.



Verificar que las salidas Fig. 101, verificación de salidas de gas frontales. dad, o en alto relieve si esto sucede deberá de retrabajar la superficie dañada, figura 102.



Fig.102, asentado de bordes por salidas de gas.

Si se observa oxido en las piezas moldantes, retrabajar según el acabado superficial

que se tenga, teniendo cuidado de no dañar la línea de partición, figura 103.



Fig. 103, limpieza de área de sello frontal, NO se debe usar reloj por seguridad.

Línea de partición.

Revisión de cierre angular por desgaste anormal.

- Mal ensamble del molde, especialmente el centrado, figura 104.

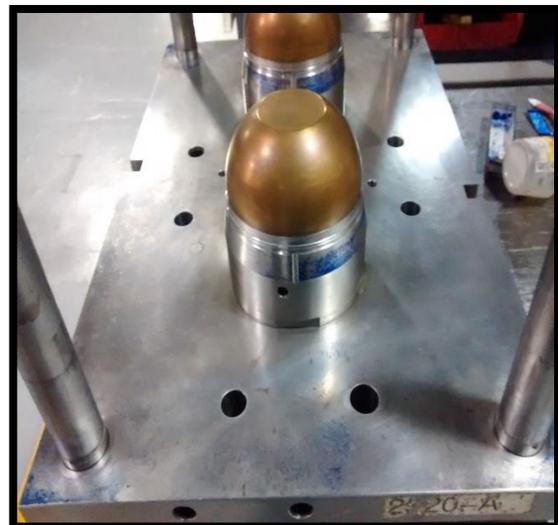


Fig. 104.

- El centro del molde y las cavidades no están alineadas respecto a la máquina.
- Plástico entre anillos y placa porta anillos.
- Verifique los postes con un buje nuevo, (tolerancia de .025mm), que no estén holgados.
- Verifique los bujes con un poste nuevo, postes y bujes con tolerancia mayor a .05 deberán ser remplazados, figura 105.

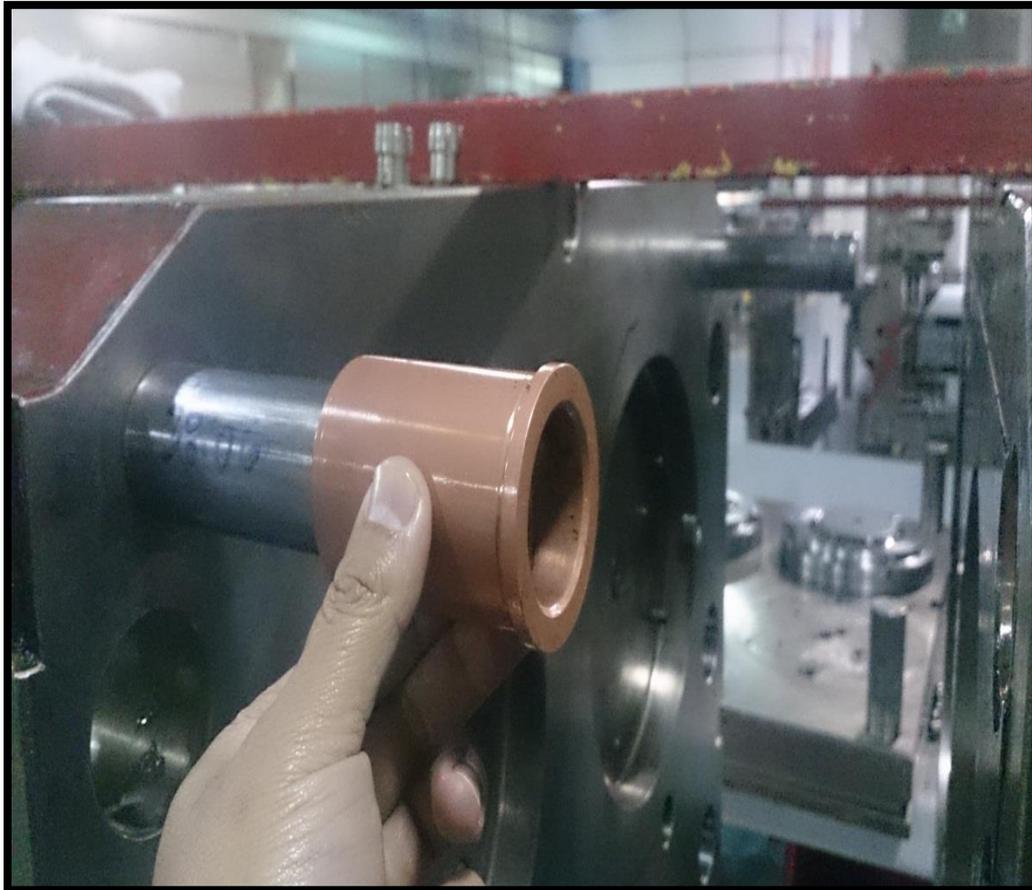


Fig. 105 Verificación de holgura a bujes en placas de deslizamiento.

Revisar las barras de cierre en todos los moldes, si no la tiene, se deberá de fabricar mínimo dos barras por molde, colocarlas e identificarlas, figura 106.



Fig. 106. Barra de seguridad e identificación de posición.

Al ser los moldes transportados por más de un día se deberán de proteger por dentro y por fuera, para garantizar que no sufran una oxidación, especialmente cuando viajan por mar, figura 107.



Fig. 107 Aplicación de protector de molde para transportación.

Posteriormente se envuelve el molde, figura 108.



Fig. 108.

Llenar el check list, de información adicional, enviar los micros y otros equipos de control siempre en buenas condiciones, figuras 109a / 109b.

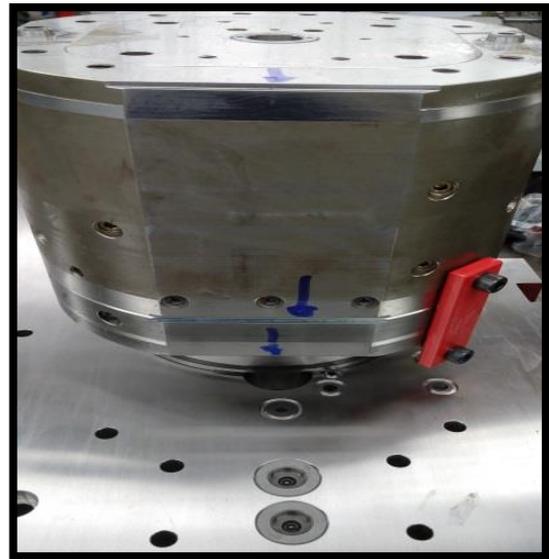


Fig. 109a.



Fig.109b.



Mis equipos de trabajo.

Discusión.

En base a la investigación operativa descrita en esta tesis, se deducen las malas prácticas, operaciones, reparaciones, mantenimientos preventivos y correctivos no se realizan según lo planeado, por demanda excesiva en producción, donde no se tiene el respeto, ni el debido cuidado de las herramientas al manipularlas ya sea para montaje o desmontaje, traslado a su lugar de almacenaje.

A estas formas se añade, baja calidad del herramental, las piezas moldantes fabricadas con aceros de mala calidad, no se usa una aleación adecuada según la función de cada zona de moldeo, insertos no aptos para desgaste por fricción, no resistentes a la corrosión.

Estas herramientas o moldes son dañados directa o indirectamente al producir, y por parámetros de inyección no adecuados, movimientos hidráulicos con presión excesiva en pistones, al dejar de producir no es aplicado el protector de molde, para evitar oxidaciones, agua estancada en circuitos de refrigeración lo que provoca corrosión interna al no ser drenados, por lo tanto, al circular, impide el enfriamiento o calentamiento, afectando el proceso.

Los mantenimientos preventivos no se realizan adecuadamente, una revisada en su interior y exterior, se llena el formato solo por proceso y auditorias del cliente, dueño del herramental, ejemplo: se cambian mangueras (no todas), grasa, tornillería (solo si hay en existencia en almacén), algún cable y listo, puntos no verificados:

- 1) Tipo, capacidad, y dimensiones de resistencias.
- 2) Conexiones eléctricas según estándares.
- 3) Conexiones de micros según estándares.
- 4) Termopares no adecuados, en diseño y de proveedor con baja calidad.
- 5) Empaques no adecuados (o-rings), para alta temperatura.
- 6) Faltante de herramientas manuales como llaves Allen, dados milimétricos, dados estándar, desarmadores, pistolas neumáticas, etc., lo que entorpece el desarmado y armado de moldes.

- 7) Faltante de refacciones originales.
- 8) Verificación de sellos entre las piezas moldantes.
- 9) Verificación de venteos.
- 10) Guías de deslizamiento, postes guías, tazas.

Los mantenimientos correctivos, solo es verificada la zona afectada, por la urgencia no son tomados en cuenta los puntos críticos y funcionales de cada herramienta en particular, ejemplo:

- 1) Verificación de refrigeración sin fugas de agua.
- 2) Verificación de hot runner, todas las temperaturas deben estar dentro de parámetros.
- 3) Contactos de resistencias, termopares y micros de posición en buen estado y funcionalidad.
- 4) Ensamblajes hidráulicos, sin fugas de aceite.
- 5) Apriete de tornillería.

Estos son algunos datos no considerados por la supervisión del taller de moldes, al estar en presión constante por la entrega de las herramientas a producción, lo cual conlleva a fallas en proceso como:

- 1) Fugas de agua.
- 2) Mangueras y conexiones dañadas.
- 3) Fugas de aceite externas e internas.
- 4) Insertos flojos.
- 5) Resistencias fuera de parámetros.

Todo este trabajo se evita verificando correctamente las partes críticas de la herramienta, para realizarlo se emplea un tiempo, el cual la mayoría de las veces la supervisión no te lo permite, y las consecuencias de no hacerlo son mayores.

El objetivo de esta investigación operativa es transmitir la experiencia adquirida durante estos años de trabajo exponiendo todos los medios disponibles, fomentando la

aplicación, el uso consiente de las herramientas.

Todos los elementos mostrados son parte de estas herramientas, son los retos diarios a los cuales nos enfrentamos un grupo de técnicos, y cada día se aprende algo nuevo, mostrando un nuevo concepto sobre el mantenimiento y lo que resulta especialmente satisfactorio, se agregan años de experiencia adquirida en la industria desde ajuste de banco, hasta nivel jefatura en el área de mantenimiento de moldes, estando plasmadas vivencias propias.

Las ideas generales se plantean con el propósito de que sean aplicadas en todas las herramientas, con interés, responsabilidad y decisión en el área de mantenimiento a moldes y en la vida diaria.

Conclusiones.

Los puntos anteriormente expuestos, realizados diariamente necesitan objetivos:

- 1) Juntas técnicas de jefaturas, supervisores y técnicos, para la realización de un plan de trabajo diario, semanal, mensual.
- 2) Pedir ultima inyección con defectos críticos por calidad.
- 3) Validar refacciones de moldes con proveedores especializados.
- 4) Validar aceros con proveedores especializados, para la realización de insertos en puntos críticos de desgaste.
- 5) Promover el drenado, aplicación de protección de zonas moldantes.
- 6) Capacitación de personal a cargo del montaje de moldes.
- 7) Proveer de herramienta adecuada a técnicos.
- 8) Capacitación de técnicos en estándares de moldes.
- 9) Crear cultura por hacer trabajos “bien y a la primera.”
- 10) Fomentar el respeto a los moldes.
- 11) Realizar en forma y tiempo los mantenimientos preventivos de acuerdo al plan de trabajo.
- 12) Realizar en forma y tiempo los mantenimientos correctivos, verificando puntos críticos.
- 13) Solicitar los mantenimientos a maquinaria utilizada en taller.
- 14) Verificar con proveedores certificados el surtido de materiales para uso común en almacén.

Bibliografía.

- Moldes de inyección de plásticos, Hans Gastrow, 1998, 2da. Ed, Hanser, 256 páginas.
- Ingeniería Investigación y Tecnología, vol. XIII, No. IV.
- Moldes para la Inyección de Plásticos, Menges G., y Moren G., Ed. Gustavo Gili S.A, Barcelona 1980.
- <http://www.topsolid.com/>
- <http://www.moldesplecam.com/informacion.htm/>
- <Http://www.freelibros.com>
- Manual de Maquinas – Herramientas, Mc Graw Hill.