

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“DISEÑO POR SIMILITUD DE UN MOLDE  
DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO PARA  
FABRICAR TAPAS ACTUADORAS DE  
AEROSOLES DE  $\phi 57\text{mm}$ ”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECÁNICO**

**MIGUEL ROBERTO GONZALES GUERRA**

**PROMOCIÓN 1980-II**

**LIMA-PERÚ**

**2009**

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1. INTRODUCCION</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO 2. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
2.1 Definiciones previas	7
2.2 Descripción del problema	10
2.3 Plan llevado a cabo para el desarrollo de la tapa nueva	14
2.4 Estimación del ahorro en soles	20
2.5 Características de la tapa nueva	21
2.6 Material plástico a inyectar	24
Datos técnicos básicos	24
Generalidades	24
Curvas esenciales para el polipropileno en el proceso de inyección	24
<b>CAPITULO 3. FUNDAMENTOS TEORICOS Y TECNICOS PARA MOLDES DE INYECCION</b>	<b>26</b>
3.1 El moldeo por inyección	26
3.2 Tipos constructivos de máquinas inyectoras	26
Tipos de unidades de inyección	28
3.3 Etapas del proceso de inyección	32
3.4 Descripción de la máquina inyectora de la empresa	33
3.5 Ciclo de inyección	36
3.6 Comportamiento del flujo dentro del molde	38
Fase I inyección (llenado)	38
Fase II empaçado	38
Fase III presión sostenimiento	38
3.7 Moldes para la inyección de termoplásticos	41
Clasificación de moldes	42
Componentes del molde	46
Sistemas del molde	47
Sistema formador	49
Sistema de canales y colada	50
Sistema de montaje y placas	65
Sistema de expulsión	67
Sistema de localización y alineación	71
Sistema retráctil	76
Sistema de ventilación	77
Sistema de enfriamiento	79
3.8 El molde base	93
Características generales del molde base	93
<b>CAPITULO 4. REDISEÑO DE MOLDE BASE</b>	<b>101</b>
4.1 Información necesaria para el rediseño del molde base	101

<b>Planos originales de molde base</b>	<b>101</b>
<b>Archivo 3D del nuevo modelo de pieza</b>	<b>106</b>
<b>4.2 Puntos del rediseño</b>	<b>107</b>
<b>Primer Punto: Rediseño del sistema formador</b>	<b>108</b>
<b>Descripción de los elementos a rediseñar</b>	<b>109</b>
<b>Primer paso: Generación de la cavidad y núcleo</b>	<b>111</b>
<b>Segundo paso: Generación del punzón-difusor</b>	<b>113</b>
<b>Tercer paso: Generación del punzón-tobera</b>	<b>115</b>
<b>Cuarto paso: Generación de la aguja</b>	<b>118</b>
<b>Quinto paso: Generación de los agujeros y alojamientos en la cavidad y el núcleo</b>	<b>120</b>
<b>Segundo Punto: Rediseño del sistema Retráctil</b>	<b>122</b>
<b>Descripción del elemento a rediseñar</b>	<b>123</b>
<b>Generación del carro</b>	<b>123</b>
<b>Ensamble de los sistemas formador y retráctil</b>	<b>126</b>
<b>Tercer Punto: Rediseño del sistema de Expulsión</b>	<b>127</b>
<b>Descripción de los elementos a rediseñar</b>	<b>129</b>
<b>Primer Paso: Generación de los expulsores</b>	<b>129</b>
<b>Segundo paso: Generación de la placa porta-expulsores</b>	<b>132</b>
<b>Tercer paso: Generación de los agujeros de paso.</b>	<b>135</b>
<b>Cuarto Punto: Rediseño del sistema de colada caliente</b>	<b>136</b>
<b>Componentes de la colada caliente del diseño base</b>	<b>137</b>
<b>Selección del sistema de colada para el nuevo diseño</b>	<b>145</b>
<b>Colocación del sistema de colada en el molde</b>	<b>153</b>
<b>Quinto Punto: Rediseño del sistema de enfriamiento</b>	<b>155</b>
<b>Descripción de las líneas de enfriamiento del diseño base</b>	<b>155</b>
<b>Descripción de los circuitos a rediseñar</b>	<b>159</b>
<b>Cambio de la configuración de circuitos de enfriamiento de las Cavidades y núcleos</b>	<b>163</b>
<b>Sexto Punto: Rediseño del sistema de placas y guías</b>	<b>175</b>
<b>Elementos del sistema de placas y guías</b>	<b>176</b>
<b>Adaptación del sistema</b>	<b>177</b>
<b>4.3 El molde nuevo en 3D</b>	<b>179</b>
<b>CAPITULO 5 PRUEBAS Y AJUSTES EN EL MOLDE</b>	<b>187</b>
<b>NUEVO Y EN LA MAQUINA INYECTORA</b>	
<b>5.1 Requisitos para obtener la calidad requerida</b>	<b>187</b>
<b>De presentación</b>	<b>187</b>
<b>De utilización y funcionamiento</b>	<b>187</b>
<b>De rentabilidad</b>	<b>187</b>
<b>5.2 Condiciones de operación en el proceso de inyección</b>	<b>188</b>
<b>Temperatura</b>	<b>189</b>
<b>Tiempo</b>	<b>191</b>
<b>Duración del ciclo de inyección de la pieza de nuevo diseño</b>	<b>191</b>
<b>Presión</b>	<b>200</b>
<b>Cálculo de las presiones de operación y de la fuerza de cierre</b>	<b>206</b>
<b>Cálculo de la dosificación del material</b>	<b>211</b>

<b>Cálculo de la velocidad del frente de flujo</b>	<b>212</b>
<b>Estimación de los parámetros del sistema de enfriamiento</b>	<b>213</b>
<b>5.3 Resultados</b>	<b>220</b>
<b>5.4 Prueba de campo</b>	<b>220</b>
<b>Equipos utilizados</b>	<b>221</b>
<b>Instrumentos de medición</b>	<b>221</b>
<b>Procedimiento del ensayo</b>	<b>221</b>
<b>Procedimiento de ajuste de la máquina inyectora</b>	<b>223</b>
<b>Control del molde</b>	<b>223</b>
<b>Instalación del molde en la máquina</b>	<b>223</b>
<b>Ajuste de la unidad de cierre</b>	<b>224</b>
<b>Ajuste del sistema de expulsión</b>	<b>224</b>
<b>Ajuste de la unidad de inyección</b>	<b>224</b>
<b>Ajuste de la plastificación del material</b>	<b>224</b>
<b>Ajustes para el llenado volumétrico</b>	<b>225</b>
<b>Ajuste inicial de velocidad de inyección</b>	<b>225</b>
<b>Llenados parciales</b>	<b>225</b>
<b>Recorrido de dosificación</b>	<b>225</b>
<b>Ajuste del punto de conmutación</b>	<b>225</b>
<b>Ajuste de pospresión</b>	<b>226</b>
<b>Ajuste del tiempo de enfriamiento</b>	<b>226</b>
<b>Optimización del ciclo</b>	<b>226</b>
<b>Pasos finales</b>	<b>226</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>229</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>231</b>
<b>PLANOS</b>	
<b>ANEXOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	

## PROLOGO

La industria de los aerosoles en el Perú, ha tenido un repunte significativo a partir del año 1992, año en que la empresa INTRADEVCO INDUSTRIAL, decide relanzar la producción nacional que hasta ese entonces era dominada por la importación. La variedad de productos que pueden ser envasados como aerosoles es muy amplia, y abarca desde líquidos hasta sólidos incluidas pastas y cremas. El aerosol es una forma de envasado muy versátil y rentable pero para altos volúmenes de producción. Dentro de los insumos que requiere un aerosol figura la llamada "Tapa Actuadora", que viene a ser la tapa protectora y a la vez el pulsador del aerosol.

El presente informe de ingeniería, esta referido al rediseño de un molde de inyección, para la fabricación de un nuevo modelo de tapa actuadora, producto que la empresa necesita incorporar en su línea, para satisfacer la crecida de la demanda de sus clientes nacionales y extranjeros. El molde que servirá de modelo para el rediseño se le denomina "molde base", y con el se viene fabricando localmente un modelo de tapa denominada "tapa base". El informe se desarrolla en cinco capítulos.

El capítulo 1, trata brevemente la situación actual en la producción de tapas actuadoras, siguiendo con el propósito de este informe y lo que se quiere demostrar; se habla también de las alternativas para desarrollar un molde de inyección; terminando con el método empleado, el alcance y las limitaciones del presente trabajo.

El capítulo 2, trata los antecedentes, y en el se definen lo que es un aerosol y una tapa actuadora, además se hace la descripción del problema, mas una cita de la demanda actual de tapas, terminando con el plan llevado a cabo para el desarrollo del nuevo modelo de tapa, dicho plan esta dividido en 5 actividades repartidas entre tres participantes que son: la empresa FADEVA de Argentina, JONH HUAH de Taiwán y el departamento de diseño e ingeniería de INTRADEVCO. El presente informe solamente tratará a las dos actividades que realizo el departamento de diseño e ingeniería de INTRADEVCO, siendo estas las siguientes: Rediseño del molde base, y las pruebas y ajustes en el Molde Nuevo y en la máquina inyectora. En este capítulo también se incluyen las descripciones de las características del nuevo modelo de tapa que se desea producir y del material plástico a inyectar.

El capítulo 3, contiene un resumen de fundamentos teóricos y técnicos para moldes de inyección, necesarios para el desarrollo de este trabajo. El resumen trata acerca del proceso de inyección, del tipo de máquinas inyectoras y se describen las características técnicas de la máquina de la empresa; continuando con lo que es el ciclo de inyección y el comportamiento del flujo dentro del molde. Se hace la definición del molde, sus funciones, las diferentes clasificaciones, sus componentes y sistemas; resaltándose las características necesarias para hacer un buen rediseño del molde base. Se mencionan criterios para seleccionar adecuadamente un sistema de colada caliente, y se proporcionan modelos de circuitos de enfriamiento destinados a mejorar la productividad del molde. Finalmente se presenta al molde base, definiendo sus características generales en función a lo tratado en los puntos anteriores, mas un reconocimiento fotográfico de su conformación, que muestra a sus principales sistemas.

El capítulo 4, trata sobre el rediseño. Se comienza presentando la información técnica necesaria, continuando con el proceso que está dividido en 6 puntos: el sistema formador, el sistema retráctil, el sistema de expulsión, el sistema de colada caliente, el sistema de refrigeración, y los sistemas de placas y de guías. Finalmente se presenta al molde completamente rediseñado en 3-D y fotos del mismo montado en la inyectora.

En el capítulo 5, se tratan las Pruebas y los ajustes en el molde nuevo y en la máquina inyectora. Previamente se definen las condiciones o parámetros de operación de mayor importancia, y se proporcionan los valores óptimos, explicando su procedencia. Se realizan las pruebas de campo.

Se dan las conclusiones y las observaciones.

Se presentan los planos de los componentes del molde nuevo, agrupados por sistemas de acuerdo a la posición que ocupan en el ensamble completo general. Por esta razón, cada ítem figura con un número denotando dicha posición, que no guarda necesariamente un orden correlativo.

En la parte final se presentan tres anexos que son: Anexo A (consejos sobre consejos de enfriamiento, Anexo B (catálogo MASTIP de sistemas de colada caliente) y Anexo C (aceros para moldes).

Referente a la ejecución del presente informe, expreso mi agradecimiento a la empresa Intradevco Industrial y en especial a su gerente general el señor Rafael Arosemena, gestor de este proyecto; a mi asesor asignado por la UNI, Ingeniero Edwin Abregú por darme todo el apoyo para concluir el presente informe; y a todos los ingenieros y técnicos con quienes he compartido experiencias nuevas en la industria de los aerosoles y la transformación de termoplásticos. Asimismo extiendo un agradecimiento a las empresas Fadeva y Jonh Huah, quienes gentilmente suministraron información valiosa en base a la cual se desarrolló este documento.

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

Actualmente la empresa Intradevco Industrial viene experimentando un crecimiento sostenido de la demanda interna y externa de sus productos aerosoles, por lo que se ve en la necesidad de mejorar su capacidad de producción de tapas actuadoras, que son un insumo indispensable para los aerosoles.

Cabe señalar que para cubrir la demanda actual, se recurre a la importación desde países como Argentina, la cual se desea sustituir por producción propia a fin de evitar los altos costos que viene asumiendo la empresa.

El propósito de éste trabajo se encuentra en el desarrollo de un molde de inyección para la fabricación de una nueva versión de tapa utilizando como punto de partida el diseño base de otro molde con el cual ya se fabrica un modelo de tapa similar, las dos versiones de tapa están destinadas a ensamblar con todos los productos de aerosol de diámetro 57 mm. que la empresa produce.

Se presenta como definida a la nueva pieza de plástico que se desea producir, la cual previamente ha sido diseñada y analizada reológicamente, es decir, se tiene la seguridad de que la pieza puede inyectarse en una cavidad.

Se espera demostrar con el uso de ambos moldes en trabajo simultáneo, que es posible abastecerse y eliminar el déficit de tapas. Para ello se requiere hacer el



cálculo que relacione el número de tapas faltantes con el rendimiento del conjunto molde inyectora. El rendimiento del molde se medirá con el tiempo total empleado para moldear ocho piezas, llamado tiempo de ciclo, al final debemos lograr un tiempo de ciclo inferior al del molde actual. Cabe aclarar que para producir las dos versiones de tapa se cuenta con dos máquinas inyectoras idénticas marca F.C.S modelo HT-250 de 250 TN cada una.

Desde el diseño hasta la construcción de un molde de inyección de plástico existe una serie de pasos y factores que deben visualizarse en todo momento, tratándose de un proceso muy complejo en muchos casos. Si el caso se torna complejo, se puede optar por los rediseños los cuales se basan en mejorar moldes que ya tienen una estructura y funcionamiento plenamente aceptados en la industria, esta opción permite el ahorro de tiempo y recursos y para ello la industria de fabricación de moldes cuenta con proveedores de partes estandarizadas que los diseñadores pueden seleccionar de acuerdo a sus necesidades, ahorrándose mucho tiempo en el diseño y fabricación de las mismas, esto les permitirá que se aboquen solamente al diseño de las partes moldantes (cavidad y núcleo) y también a diseñar los sistemas de refrigeración y de colada aunque este último también puede escogerse de un catálogo comercial.

El método de trabajo empleado en este estudio, es un rediseño por similitud orientado a concebir el nuevo molde aprovechando que la tapa actual y el modelo nuevo a fabricar son totalmente compatibles en su utilización (en aerosoles de diámetro 57 mm).

El alcance del presente informe comprende las siguientes actividades: el Rediseño del molde base; y las Pruebas y Ajustes en el molde y en la máquina inyectora. En total son cinco las actividades que se realizaron para desarrollar el molde nuevo.

Las limitaciones en las actividades del alcance son: El rediseño se ciñe a las características que poseen el molde base y la máquina inyectora de la empresa. Se emplean los mismos materiales, tratamientos térmicos y tolerancias. Toda la información necesaria está contenida en los planos originales del molde base. Los cambios se harán efectivos sólo en el sistema fundamental del molde llamado sistema formador, debido al nuevo modelo de pieza que se desea producir y también en los sistemas de colada caliente y de enfriamiento, destinados a elevar el rendimiento del molde y por ende en su productividad.

El proyecto se circunscribe a información tecnológica del momento, esto permitió trabajar con potentes herramientas de diseño, como es el caso de los programas MoldFlow, AutoCAD y Solidworks.

## CAPITULO 2

### ANTECEDENTES

#### 2.1 DEFINICIONES PREVIAS

**2.1.1 El aerosol.** Desde el punto de la ciencia, un aerosol es una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas. Desde el punto de vista industrial un aerosol es un conjunto formado por un recipiente de metal, vidrio o plástico cuyo contenido lleva gas comprimido combinado con un líquido, pasta o polvo, el cual debe estar provisto de un dispositivo de descarga que permita su salida. Por lo tanto, es un sistema de envasado que puede contener y dispensar una diversidad de productos.

Un aerosol puede ser fabricado en hojalata, aluminio, vidrio o plástico y esta compuesto por los siguientes elementos:

- Cuerpo o recipiente cilíndrico
- Fondo o tapa inferior, de forma arqueada hacia adentro, ideal para contener con mayor eficacia la gran presión de los gases. Debe estar elaborada bajo ciertas normas de calidad, para evitar fugas.
- Domo, que es parecida al fondo pero esta ubicado en la parte superior del envase.
- Contenido, el cual puede ser un líquido, sólido o crema.
- Válvula, que sirve para abrir y cerrar el paso del contenido.
- Caña o tubo de salida, que es el conducto por donde sale el contenido al accionar la válvula.

- Pulsador o actuador para accionar la válvula.
- Gas propelente, que es el vehículo excipiente del contenido, pudiendo ser un hidrocarburo, dimetil éter o un hidrofluoroalkano, entre otros.
- Tapa protectora, que da seguridad al usuario.

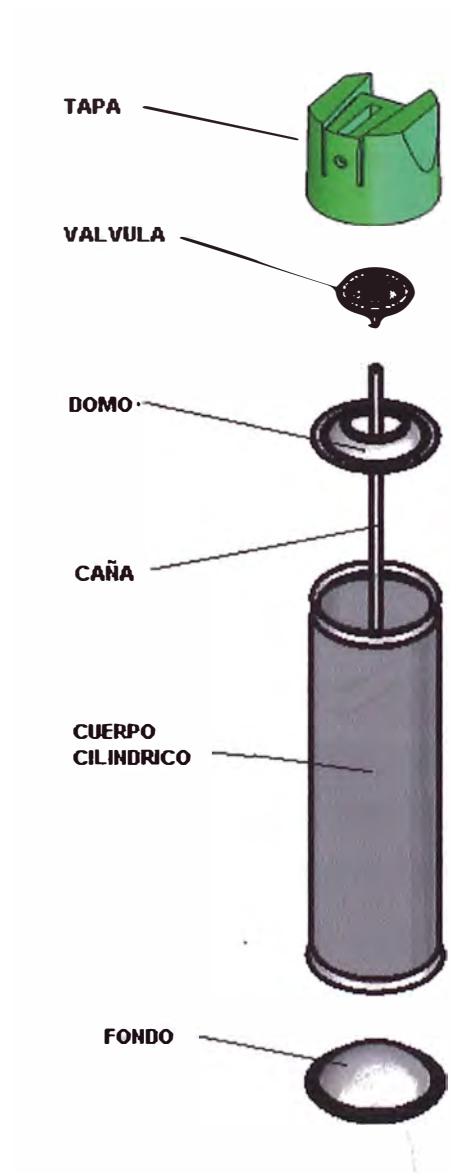


Figura 2.1. Elementos del aerosol

**2.1.2 La tapa actuadora.** Para una buena aplicación del producto en aerosol, es necesario el uso de una válvula y un pulsador. A su vez el aerosol debe poseer una tapa protectora para seguridad del usuario. Dependiendo del contenido del aerosol, se pueden usar el pulsador y la tapa como unidades separadas, o bien un solo elemento que integre a las dos denominada Tapa actuadora, este dispositivo debe fijarse en el domo del envase.

Por otra parte el diseño de la Tapa actuadora influye en la presentación del aerosol, dotándolo de estética al gusto del consumidor, a la par que lo hace un producto más funcional.

Junto con el resto de los componentes y con el producto, la tapa actuadora está diseñada para cumplir características de aplicación específicas tales como: tamaño de partícula, descarga o gasto, patrón de pulverización y criterios de longitud de flama. En la figura 2.2 se muestran algunos modelos de tapas actuadoras.



Fig. 2.2 Diversos modelos de tapas actuadoras (cortesía de Fadeva)

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En la empresa contamos con productos aerosoles del formato estandarizado de 57mm, dichos aerosoles requieren de tapas actuadoras para su funcionamiento, actualmente contamos con una versión de tapa de fabricación nacional propia, a la cual llamaremos "tapa base" (Fig. 2.3), además dada la creciente demanda de los productos en aerosol la empresa se ve obligada a importar tapas ya que la capacidad del conjunto inyectora-molde que se emplea en la fabricación de la tapa base no es suficiente. La empresa tiene como objetivo sustituir la importación debido a su elevado costo y a la imposibilidad por parte del proveedor de suministrar las cantidades requeridas. Simultáneamente el departamento de marketing advierte la necesidad de cambiar la versión de la tapa base por un diseño nuevo que pueda mejorar la presentación de los aerosoles. A esta versión le llamaremos "tapa nueva". De esta manera la empresa contara con dos versiones totalmente compatibles para sus envases de aerosol de diámetro 57mm. (Fig. 2.4 y 2.5).

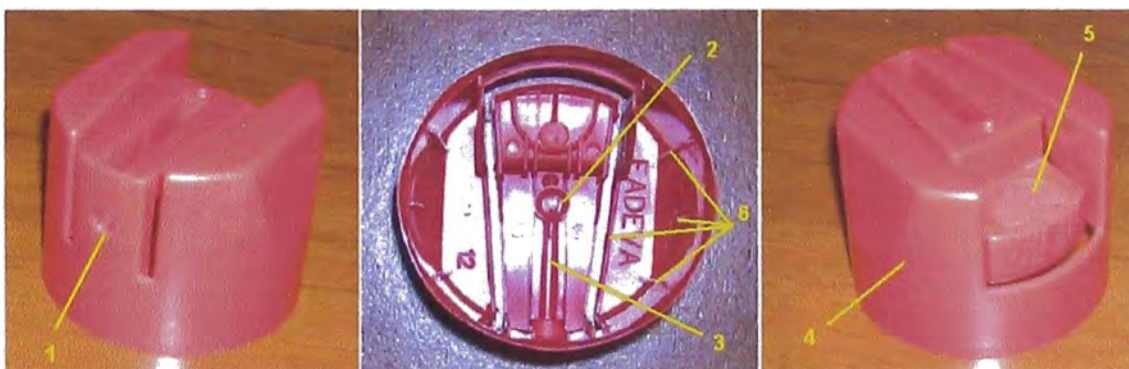


Figura 2.3 La tapa base y sus partes

- 1- Difusor 2- Tobera 3- Canal de salida 4- cuerpo 5- pulsador 6- Nervaduras

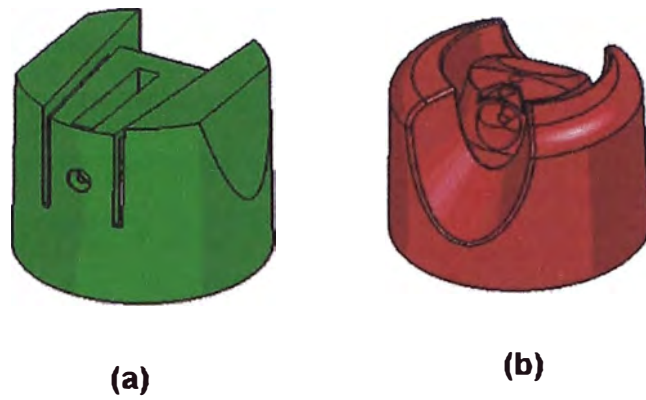


Figura 2.4 Versiones de tapas

(a) Tapa base (b) Tapa nueva

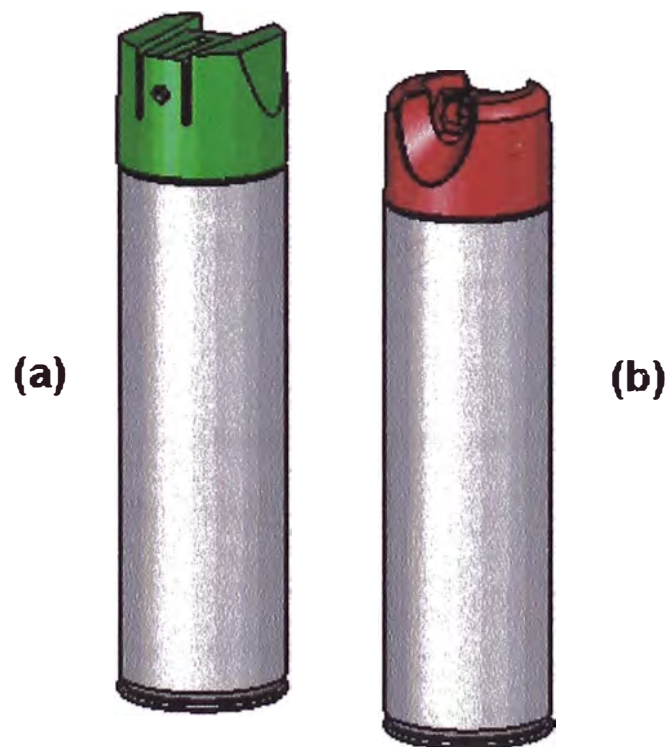


Figura 2.5 Versiones de aerosoles

(a) Versión base (b) Versión Nueva

A continuación mostraremos la demanda de tapas y el plan llevado a cabo para desarrollar la tapa nueva.

### 2.2.1 Demanda de tapas actuadoras.

La producción de aerosoles calculada para el presente año bordea la cantidad de 1'228,800 envases mensuales, ello implica que deben fabricarse igual cantidad de tapas actuadoras. A continuación se muestra los datos de la producción nacional (tapa base).

**Tabla 2.1**

<b>Producción nacional (Tapa base)</b>	
Nro. tapas por ciclo (tapas/ciclo)	8
Tiempo de ciclo (seg)	24
Turnos por día (Turnos/día)	3
Horas por turno (hr/turno )	8
Días por mes (días/mes)	20

Entiéndase por tiempo de ciclo al tiempo necesario para fabricar 8 piezas que es que el número de cavidades del molde base.

Multiplicando todos los factores tendremos:

$$\text{Prod. Nacional (tapa base)} = ((8/24) \times 3600) \times 3 \times 8 \times 20 = 576,000 \text{ tapas/mes}$$

La cantidad de tapas a importar debe ser:

$$1'228,800 - 576,000 = 652,800 \text{ tapas/mes}$$



Entonces si queremos abarcar toda la demanda con producción nacional debemos tener un molde que nos permita fabricar la tapa nueva con una capacidad minima de 652,800 tapas/mes, empleando un tiempo de ciclo que calcularemos a continuación:

**Tabla 2.2**

<b>Producción nacional (Tapa Nueva)</b>	
Nro. De tapas nuevas a producir	652,800
Nro. tapas por ciclo (tapas/ciclo)	8
Tiempo de ciclo (seg)	tc
Turnos por día (Turnos/día)	3
Horas por turno (hr/turno )	8
Días por mes (días/mes)	20

Multiplicando todos los factores tendremos:

$$\text{Prod. Nacional (tapa nueva)} = ((8/tc) \times 3600) \times 3 \times 8 \times 20$$

$$652,800 = ((8/tc) \times 3600) \times 3 \times 8 \times 20$$

Despejando tenemos:

$$Tc = 21.17 \text{ segundos}$$

Entonces, si queremos cubrir el déficit de tapas, agregando un solo molde y que sea del mismo número de cavidades del molde base, este debe trabajar con un tiempo de ciclo menor o igual a 21.17 segundos. Esta cantidad es de vital importancia cuando se plantee el rediseño del molde antiguo para luego obtener el diseño del molde nuevo.

### 2.3. PLAN LLEVADO A CABO PARA EL DESARROLLO DE LA TAPA NUEVA

La empresa decide desarrollar un proyecto para la fabricación de la tapa nueva dividido en 5 actividades encargadas a diferentes participantes, estas actividades son las siguientes:

- ACTIVIDAD 1:** Diseño de la tapa nueva, encargada a la empresa argentina FADEVA.
- ACTIVIDAD 2:** Fabricación del prototipo de la tapa nueva, encargada a la empresa JONH HUAH de Taiwán.
- ACTIVIDAD 3:** Rediseño del molde base, desarrollado por el departamento de diseño e ingeniería de INTRADEVCO.
- ACTIVIDAD 4:** Fabricación del molde nuevo, encargada a JONH HUAH.
- ACTIVIDAD 5:** Pruebas y ajustes en el Molde Nuevo y en la maquina inyectora, (necesarios para moldear la tapa nueva y medir el nuevo tiempo del ciclo), Desarrollada por el departamento de diseño e ingeniería de INTRADEVCO.

El objetivo de repartir las actividades radica en que los trabajos estarán desarrollándose en forma concurrente, con lo cual se garantiza la reducción del tiempo de los trabajos, y sobre todo se asegura la calidad del molde y producto ya que contamos con la participación de dos empresas reconocidas en sus respectivas ramas: FADEVA en el diseño y fabricación de Tapas actuadoras y de JONH HUAH en la fabricación de moldes y maquinas inyectoras. Para enlazar los trabajos que desarrollen cada uno de los participantes, se utilizara una plataforma de diseño y fabricación CAM-CAE-CAM común y compatible para todos.

### **2.3.1 Descripción de las actividades**

#### **2.3.1.1 ACTIVIDAD 1: Diseño de la tapa nueva.**

Esta actividad tiene cuatro objetivos, el primero es darle forma y estética original a la tapa nueva, el segundo es plasmar las especificaciones de ensamble y funcionamiento exigidas por el envase de aerosol, el tercero es garantizar que el material plástico fluya sin problemas a través de los conductos de la zona moldante (cavidad), y el cuarto es darle a la pieza los sobre espesores necesarios para compensar los efectos de la contracción del material. Para lograr el tercer y cuarto objetivo, es necesario realizar un análisis reológico a la pieza empleando un programa de computación CAE, como es el caso de MOLD-FLOW, que evalúa los problemas que pueden presentarse durante la inyección del material dentro de la cavidad y los conductos del molde, además dicho programa proporciona los parámetros y condiciones óptimas de operación para la maquina inyectora y el sistema de refrigeración del molde. Para realizar el análisis, FADEVA requiere de la ficha técnica de nuestro material a moldear (polipropileno), además esta conoce muy bien las especificaciones técnicas de los envases de aerosol estandarizados de diámetro 57mm. FADEVA debe entregar el diseño de la tapa Nueva en archivo digital con formato de sólido paramétrico, más un reporte textual y grafico con los resultados del análisis.

El reporte del análisis reológico debe contener graficas con los siguientes resultados:

- Tiempo de llenado de las cavidades
- Desarrollo de la presión vs. Tiempo en todo el ciclo
- Tiempo de enfriamiento de la pieza
- Temperatura del molde
- Temperatura de eyección de la pieza
- Temperatura del refrigerante

- Temperatura de los canales de enfriamiento
- Caudal del refrigerante
- Fuerza de cierre

#### **2.3.1.2 ACTIVIDAD 2: Fabricación del prototipo.**

Esta actividad tiene como objetivo, fabricar un primer ejemplar de la tapa nueva, para tener una realidad física palpable, previa a su producción y salida al mercado. Lo que se espera del prototipo, es que ensamble y funcione correctamente con los envases de aerosol; y además que sirva para hacer todas las mediciones necesarias para compararlas con los planos de la tapa. También podremos observar cualquier problema en lo que respecta a diseño, tolerancias, acabados etc. Se comunicara de todos los problemas, si es que ocurren al encargado de la actividad 1, para que este haga las correcciones en el diseño de la tapa nueva. JONH HUAH como encargado de esta actividad debe hacer un control de calidad en el prototipo, y si es favorable se declara exitoso el diseño de la tapa nueva.

#### **2.3.1.3 ACTIVIDAD 3: Rediseño del molde base.**

Se debe desarrollar un molde para fabricar la tapa nueva al que llamaremos "Molde nuevo", tomando como patrón al molde con que se fabrica la tapa base, denominado "Molde base", esta medida contribuirá a reducir considerablemente el tiempo de desarrollo del proyecto. Se tiene en consideración la confiabilidad y el desempeño aceptable del molde base.

Se busca reducir en lo posible el tiempo de ciclo, para poder aumentar el rendimiento del molde, y así producir mas tapas por unidad de tiempo, esto debe lograrse con un rediseño en los sistemas que afecten directamente al tiempo de ciclo; pero sin afectar

el tipo y estructura del molde base, en otras palabras se requiere de un rediseño practico que no demande demasiado tiempo y que no ponga en peligro la entrega de pedidos de los aerosoles del cual la tapa es un componente o insumo indispensable. Esta labor estará a cargo del equipo de diseño e ingeniería de la empresa. El rediseño del molde debe entregarse en archivo digital con formato de sólido parametrico, incluyendo los planos detallados con las medidas y especificaciones técnicas de cada elemento, sean estos estandarizados o de diseño especial. Esta actividad será tratada en el capítulo 4.

#### **2.3.1.4 ACTIVIDAD 4: Fabricación del molde nuevo.**

Luego de terminada la actividad 3, se procede con la fabricación del molde preliminar y de los formadores, para ello la empresa Jonh Huah debe recibir los planos del rediseño de la actividad 3 en archivo digital con formato de sólido paramétrico, que luego lo implementaran en un programa CAM, para el posterior maquinado de todos los elementos del molde preliminar y de los formadores.

#### **2.3.1.5 ACTIVIDAD 5: Pruebas y ajustes en el Molde Nuevo y en la maquina inyectora.**

Luego de recibir el molde completo fabricado en Taiwán, se procederá a montarlo en una de las dos inyectoras de 250Ton. Que posee la empresa, y se ajustaran los parámetros de operación de todos los sistemas del molde y de la inyectora. Se partirá con valores referenciales suministrados de la actividad 1, y luego procederemos con la medición del tiempo de ciclo de la tapa nueva. Este resultado se comparara al valor del tiempo de ciclo de la tapa base, para determinar cuantos segundos se lograron disminuir y cuantas piezas adicionales se pueden obtener por jornada de trabajo.

Para darse una idea mas clara se muestra la figura 2.6 que es un diagrama de flujo donde se observan las actividades principales con algunas sub-actividades anidadas con lo cual se grafica lo que realmente se hizo durante el desarrollo del proyecto. Además en el diagrama se pone el tiempo de duración de cada actividad y sub-actividad, debe apreciarse que algunas actividades se desarrollan en simultaneo tal como se cito al comienzo, con esto se logro disminuir el tiempo del proyecto, a diferencia de lo que hubiera ocurrido con una secuencia lineal.

CONCLUSION: de acuerdo a lo comentado en el capitulo 1 y luego de describir las actividades para el desarrollo de la tapa nueva, podemos concluir que el presente informe solo abarcara las actividades 3 y 5 (rediseño del molde base y pruebas y ajustes en el molde nuevo y en la maquina inyectora), actividades que estuvieron a cargo del departamento de diseño e ingeniería de la empresa INTRADEVCO.

En el siguiente diagrama se puede observar las secuencias de actividades realizadas de manera concurrente, entre todos los participantes. A la izquierda del mismo aparece una barra con la numeración de los días de duración de todo el proceso. A cada participante con sus correspondientes actividades se le asigna un color específico: Marrón para FADEVA, verde para JONH HUAH, y azul para INTRADEVCO.

DIA  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63

FADEVA  
(ARGENTINA)

JONH HUAH  
(TAIWAN)

INTRADEVCO  
(PERU)

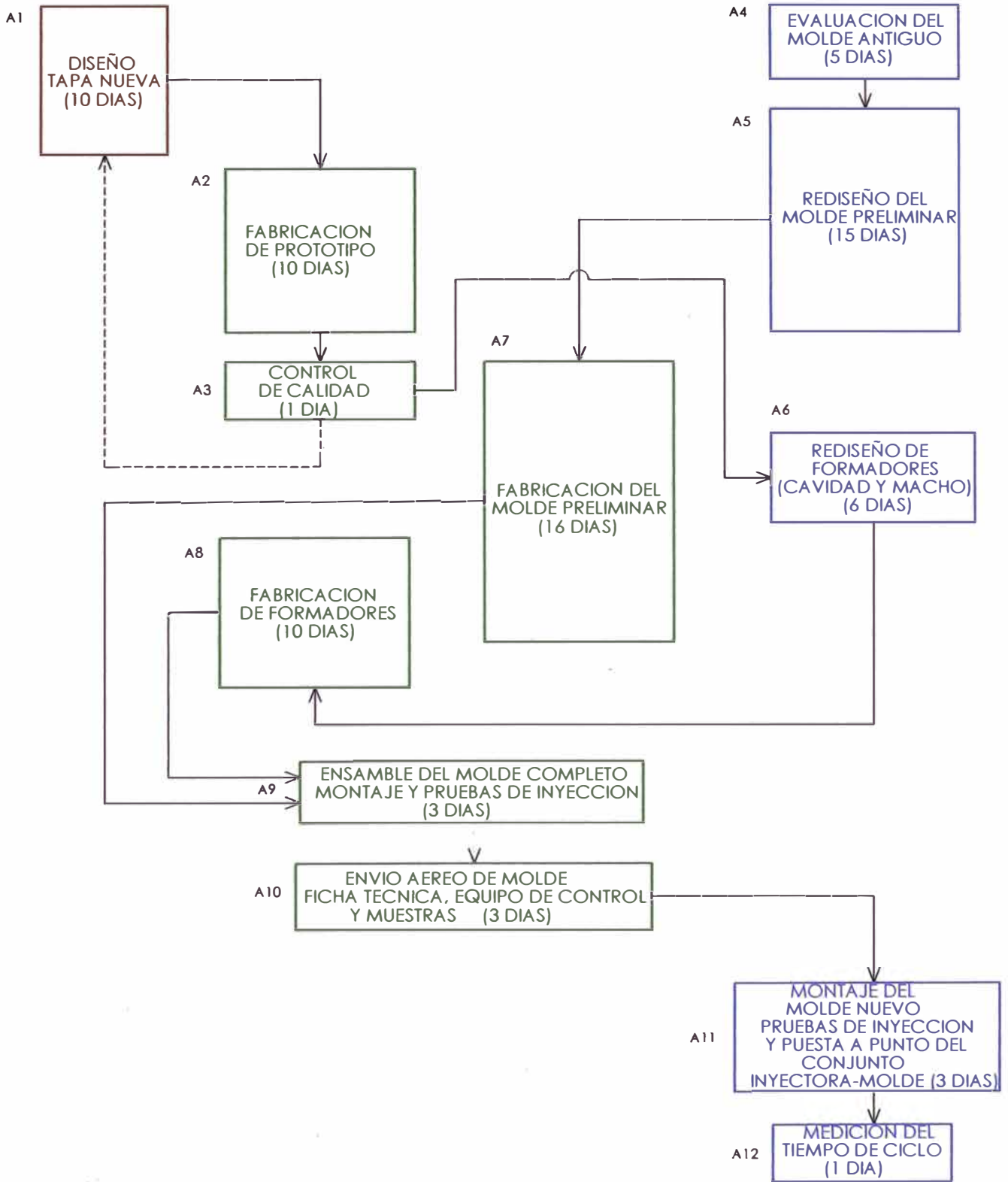


Fig. 2.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO "TAPA NUEVA"

## 2.4 Estimación del ahorro en soles.

A continuación se dan algunos datos de importancia para la estimación:

A = Costo de material (polipropileno)	S/. 0.027 por tapa
B = Costo de Mano de obra:	S/. 0.00164 por tapa
C = Costo de Mantenimiento:	S/. 0.00876 por tapa
D = Costo de energía:	S/. 0.0446 por tapa
E = Costo tapa importada:	S/. 0.164 por tapa
F = Costo global del molde:	S/. 129,000 (\$43,000)

El costo global del molde incluye: compra del diseño de la tapa nueva, rediseño del molde base, fabricación del prototipo (a todo costo), fabricación del molde nuevo (a todo costo), asesorías, póliza de seguro, fletes e impuestos.

El periodo de estimación se fijo en un año, tal como se cita en la sección 2.2.1, que es el periodo en el cual se desea cubrir el déficit de tapas que asciende a 652,800 unidades mensuales que se traduce en 7'833,600 tapas anuales (ver tabla 2.2).

Para estimar el costo unitario de la tapa nueva, emplearemos la siguiente formula:

$$\text{Costo Tapa Nueva} = (A + B + C + D) + \frac{F}{\text{Nro. Tapas anuales a producir}}$$

Reemplazando datos obtenemos:

Costo Tapa Nueva= 0.082 soles/tapa

Por lo tanto el ahorro estimado será el siguiente:

Ahorro = 642,355 soles/año.



## 2.5 CARACTERISTICAS DE LA TAPA NUEVA

A continuación se mencionan las principales características del nuevo modelo de pieza a inyectar.

Tipo de artículo:	Tapa actuadora para envases de aerosoles estándar de $\varnothing 57\text{mm}$ .
Partes:	Cuerpo, pulsador, tobera, difusor, uñas, nervios y punto de inyección.
Material:	Polipropileno
Volumen:	11.4 cm <sup>3</sup>
Masa:	10.26 gr.

### 2.5.1 Parámetros geométricos.

En la figura 2.7 (esquema de la pieza solicitada), se muestran las dimensiones que deberá tener la tapa nueva para su uso, es decir consideraremos esas dimensiones como medidas dadas. En el diseño de la pieza se han considerado los ángulos de salida para todas sus partes, para no tener problemas en el desmolde. (REF. 3).

Las medidas lineales, en el esquema, están en milímetros; y los ángulos en grados sexagesimales.

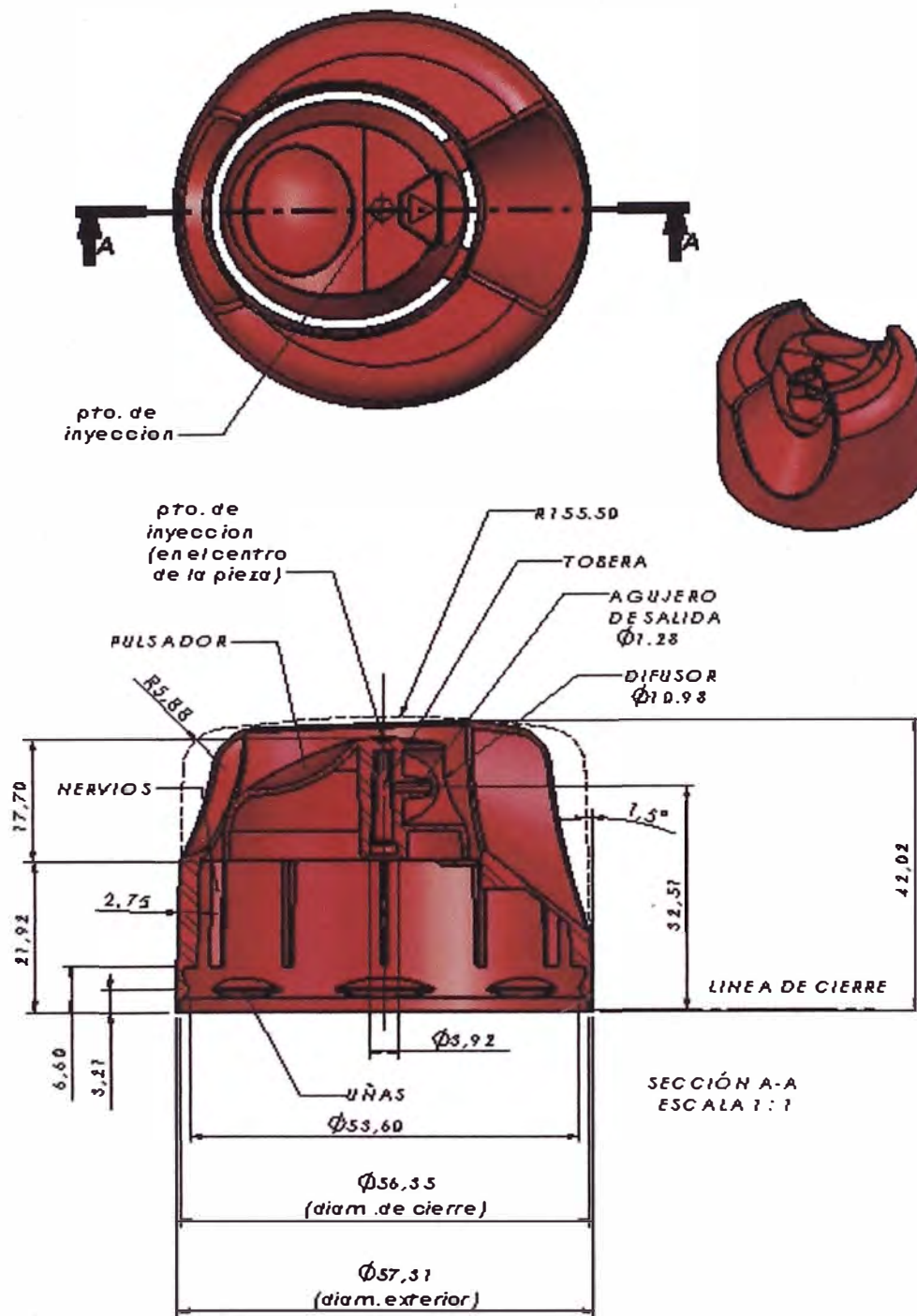


Figura 2.7 Tapa nueva

Medidas definitivas de la pieza después de su enfriamiento. Porcentaje de contracción: 2%

Para diseñar el sistema formador del molde (ver sección 3.7.3.1), es necesario aumentar las medidas que aparecen en la figura 3.1, es decir, la pieza debe ser expandida linealmente en 2%, para construir el molde adecuadamente y de esta manera compensar la contracción producida por el enfriamiento total que ocurre dentro y fuera del molde. En la figura 2.8 se muestran las medidas corregidas para propósitos de diseño. Estas medidas serán transferidas a los elementos del sistema formador del molde.

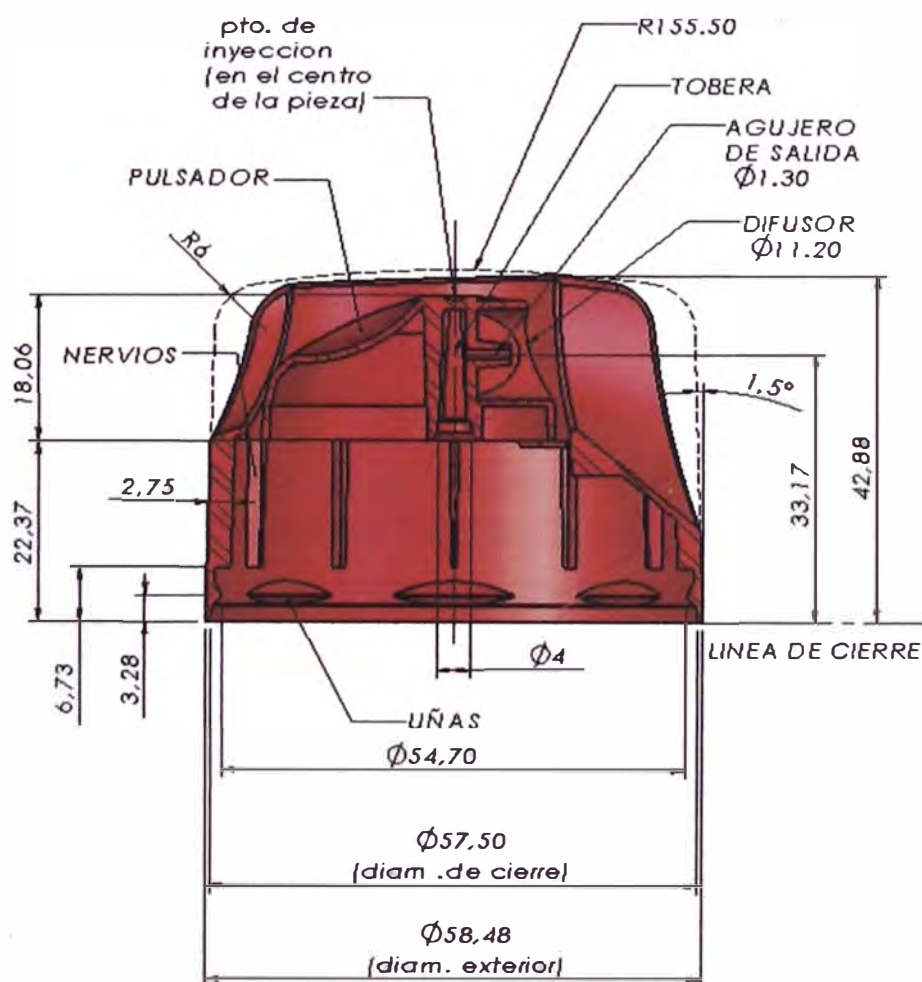


Figura 2.8 Tapa nueva-Medidas corregidas

Medidas corregidas de la pieza, expandidas linealmente en 2%. Estas medidas serán transferidas a los elementos del sistema formador del molde. Propósito: compensar la contracción.

## 2.6 MATERIAL PLASTICO A INYECTAR

El material empleado en la fabricación de las tapas actuadoras es el polipropileno, he aquí la información básica de este material

<b>2.6.1 Datos técnicos básicos:</b>	(REF.8)
Densidad:	0.90 g/cm <sup>3</sup> (a 20°C) , y 0.73 g/cm <sup>3</sup> (a 230°C).
Punto de fusión:	165 a 176°C
Calor específico:	0.48 Kcal/Kg.°C
Temperatura de procesamiento:	de 220 a 280°C (recomendada: 230°C)
Temperatura del molde:	de 20 a 80°C (recomendada: 40°C)
Temperatura de eyección:	de 80 a 110°C (recomendada: 110°C)
Tiempo de secado (secado previo):	1 -1,5 h a 75°C.
Porcentaje de contracción:	de 1-4% (emplearemos 2%, valor típico)

### 2.6.2 Generalidades.

El PP es un material fácil de procesar, ofrece una resistencia química alta, presenta una temperatura de servicio elevada (126°C) y es un excelente aislante eléctrico. Sin embargo, se descompone por radiación UV, tiene poca resistencia a la intemperie, es inflamable y es susceptible al ataque de disolventes clorados y aromáticos. Se aplica para recipientes y objetos de uso (fuentes, cubos, barreños, frascos), juguetes, artículos para mecánica fina y aparatos eléctricos, cascos protectores, tacones para zapatos.

### 2.6.3 Curvas esenciales para el PP en el proceso de inyección.

A continuación se muestran 6 gráficas o curvas características para el material a emplear, en este caso el polipropileno (REF.10)

Figura 2.9 Tiempo de refrigeración en el molde vs. Espesor para PP

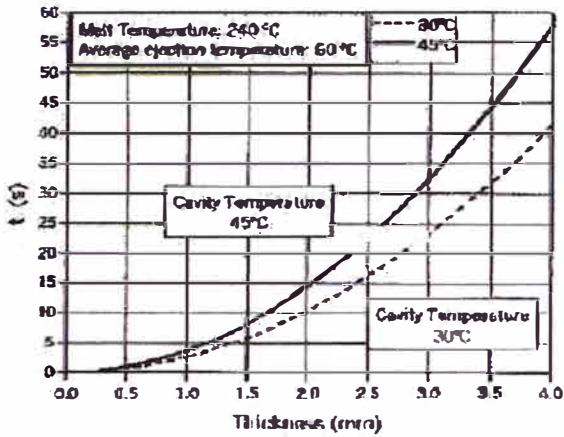


Figura 2.10 Viscosidad vs. Ratio de cizalladura para PP

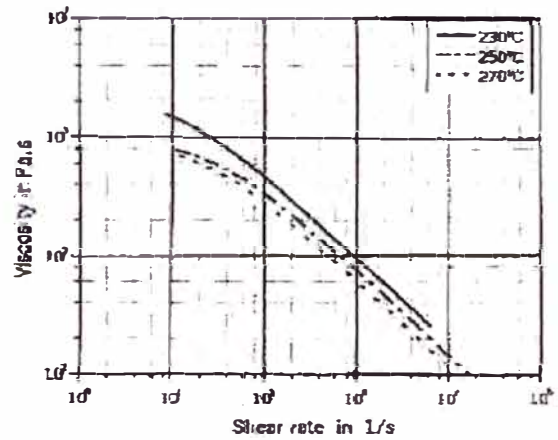


Figura 2.11 Diagrama PVT para PP vs. Temperatura de PP

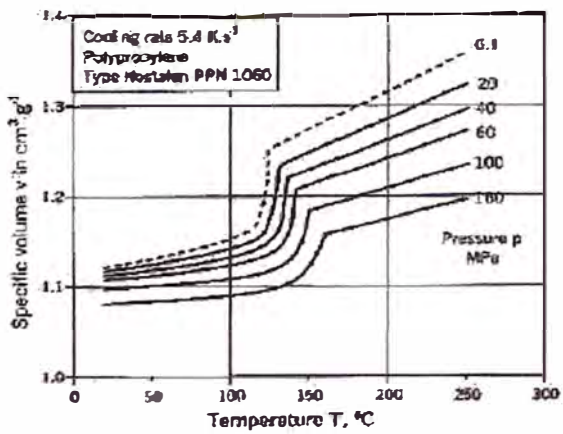


Figura 2.12 Conductividad térmica

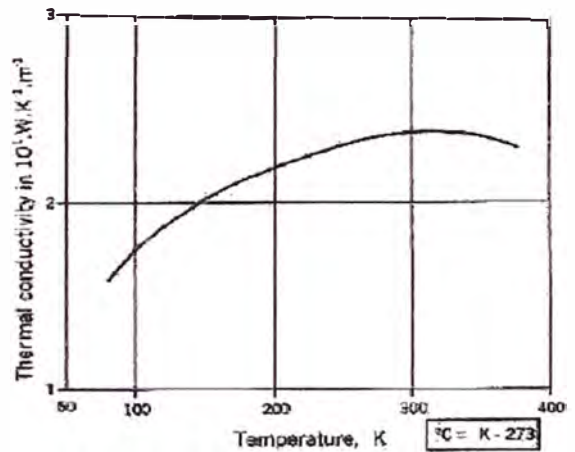


Figura 2.13 Capacidad calorífica vs. Temperatura para PP

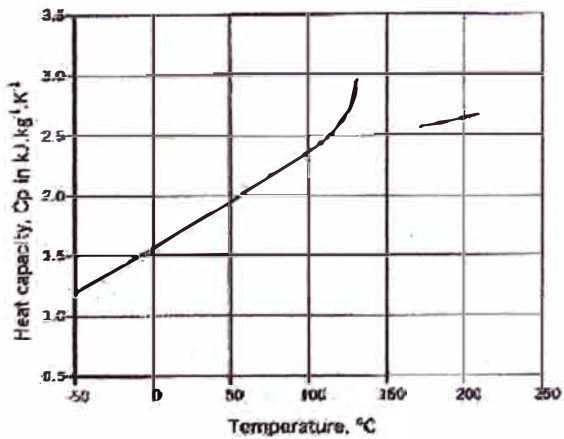
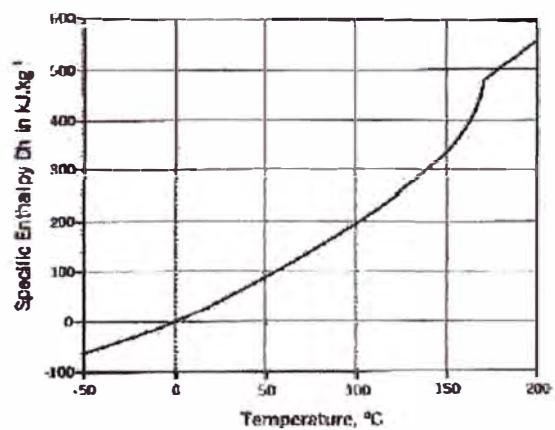


Figura 2.14 Entalpía para PP



## CAPITULO 3

### FUNDAMENTOS TEORICOS Y TECNICOS PARA MOLDES DE INYECCION

#### 3.1 EL MOLDEO POR INYECCIÓN

El moldeo por inyección consiste esencialmente en calentar material termoplástico que viene en forma de polvo o gránulos para transformarlo en una masa plástica en un cilindro apropiado llamado cilindro de plastificación y así inyectarlo en la cavidad del molde, del cual tomará la forma. Debido a que el molde es mantenido a una temperatura inferior al punto de fusión del material plástico, después de que este es inyectado se solidifica con rapidez. En este momento el ciclo de inyección se ha completado y se expulsa la pieza. (REF.1)

#### 3.2 TIPOS CONSTRUCTIVOS EXISTENTES DE MAQUINAS INYECTORAS

Aunque generalmente todas las máquinas de inyección poseen las mismas partes, los arreglos en que éstas se acomodan, distinguen cuatro tipos de sistemas de inyección. Estos arreglos se muestran en la figura 3.1

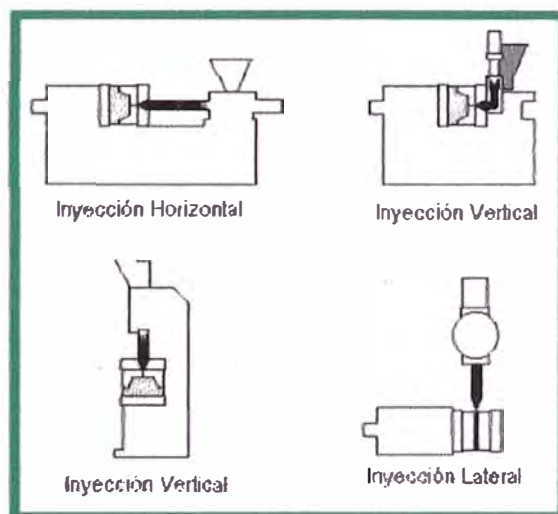


Figura 3.1 Tipos constructivos de inyectoras

En el primero de los arreglos, la unidad de inyección está en posición horizontal y perpendicular al plano que divide a las dos partes del molde. La construcción de este tipo es la más sencilla, ocupa un mayor espacio superficial.

El segundo tipo es una modificación del primero, la unidad de inyección es vertical, mientras la disposición del molde y de la unidad de cierre permanece sin cambio.

El tercer tipo de construcción se ocupa cuando la pieza inyectada lleva insertos metálicos como tornillos, tuercas, bujes, pernos, etcétera. La inyección del material adopta un curso rectilíneo y se efectúa verticalmente hacia abajo, perpendicularmente al plano de separación del molde. De esta versión constructiva existen variantes con inyección en vertical hacia arriba.

El último arreglo presenta una unidad inyectora en posición angular respecto a la unidad de cierre, la inyección se realiza en el mismo plano que divide las cavidades del molde.

Existen máquinas que combinan la posición de las unidades de inyección para realizar productos de diferentes colores y diferentes materiales.

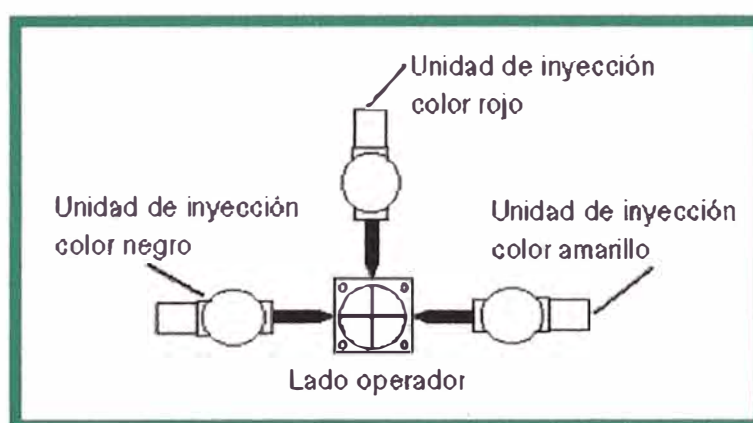


Figura 3.2 Máquina para varios colores

Para aplicaciones más especiales hay máquinas que inyectan dos materiales; uno sobre otro, denominadas para dos componentes. Se realiza por: moldeo por inyección

complejo, o moldeo por inyección sandwich. Es posible inyectar masas a moldear una junto a la otra, una encima de otra y una dentro de otra (ver figura 3.3). (REF.2)

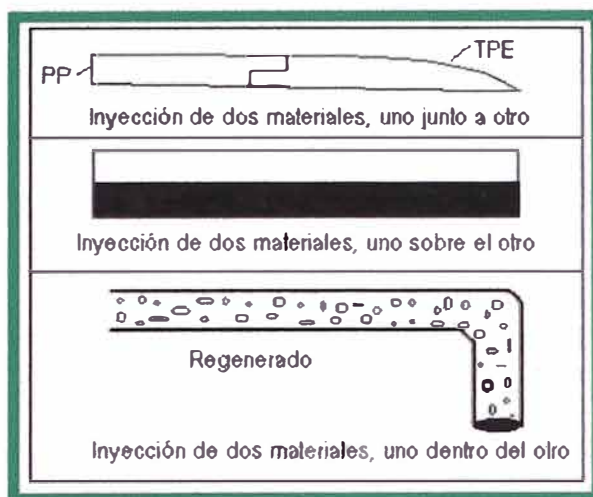
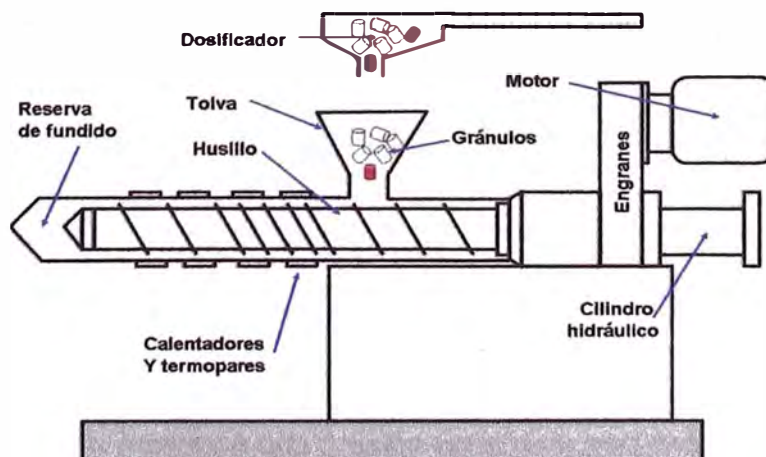


Figura 3.3 Diferentes tipos de moldeo por inyección

### 3.2.1. Tipos de unidades de inyección.

La unidad de inyección reúne todas las partes involucradas en la plastificación, mezclado y dosificación a presión del material, para la alimentación de las cavidades de los moldes. La figura 3.4 muestra un diseño genérico de unidad de inyección.



3.4 Diseño genérico de la unidad de inyección



Existen tres tipos de unidades de inyección, dependiendo del método de plastificación e inyección usado para su funcionamiento.

Los tipos son los siguientes:

- De Husillo o tornillo recíprocante
- De embolo o pistón
- Híbrida

A continuación se describe el tipo de unidad de inyección que es de nuestro interés.

**-Unidad de Husillo o tornillo recíprocante.** La inyección con husillo recíprocante ha tenido una mayor aceptación desde que fue introducido (ver Figura 3.5). Aquí, el material plástico alimentado por la tolva en forma de pellets, pasa al cilindro de la inyectora, donde por acción del giro del husillo se le aplican esfuerzos de fricción que generan calor y el polímero se funde, se homogeneiza y se transporta hasta la punta de la unidad de inyección. El constante transporte de material crea una presión en la parte frontal, que es compensada con el retroceso del husillo, que va tomando la posición previa a la inyección.

Acumulada la cantidad necesaria para llenar las cavidades de los moldes, la unidad de inyección avanza hasta estar en contacto con el bebedero, que es el orificio que permitirá el avance del material fundido hacia el interior del molde. El molde, que ya se encuentra perfectamente cerrado y bajo la presión de la unidad de cierre, recibe el material inyectado a presión por el movimiento de avance del husillo que, funcionando como un émbolo, empuja el fluido por la boquilla hacia el bebedero y de ahí pasa a todo el interior del molde, llenando las cavidades y expulsando el aire que estaba contenido en ellas.

Una vez lleno el husillo mantiene una presión constante para evitar que el material que fue forzado a entrar regrese y se forme encogimientos en la pieza al término del enfriamiento.

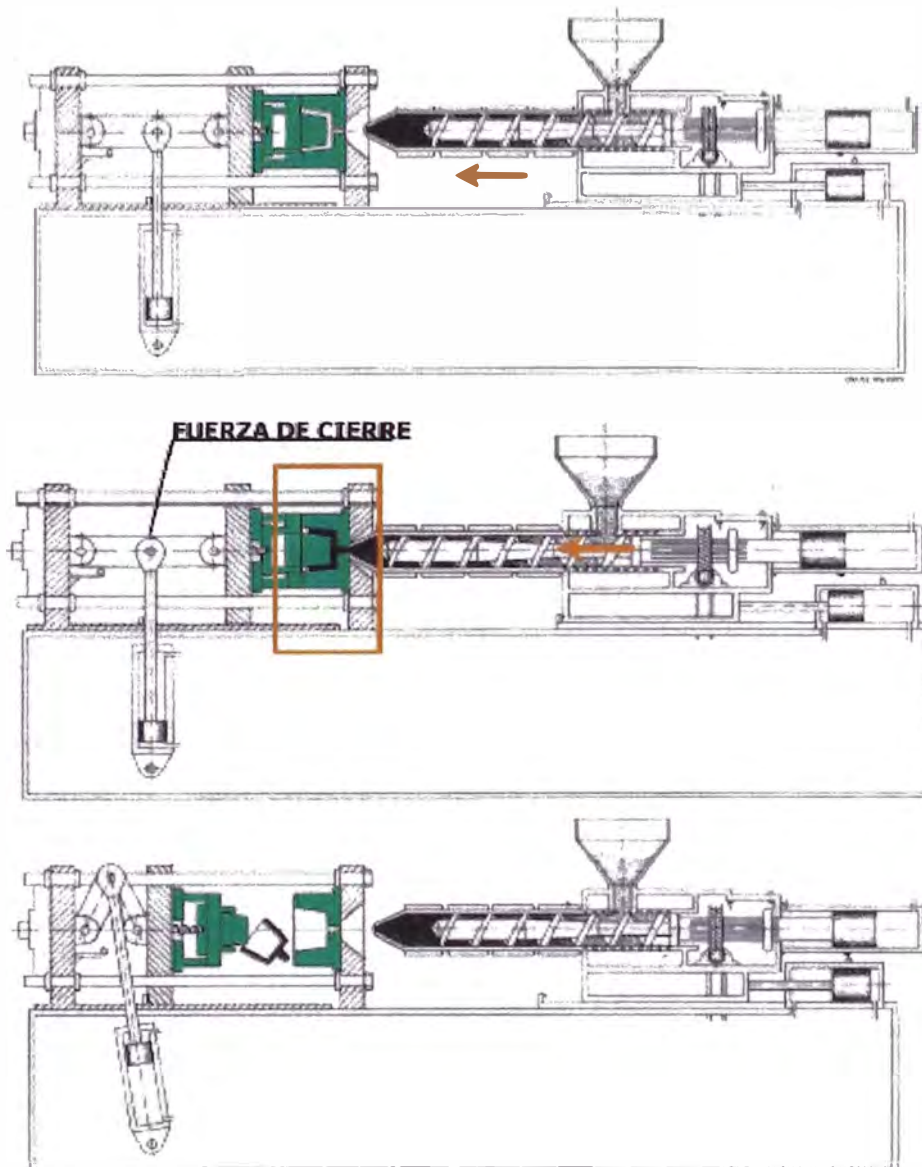


Figura 3.5 Ciclo con maquina inyectora con husillo reciprocante

El sistema de enfriamiento del molde debe trabajar efectivamente durante el tiempo que éste aloja a la resina fundida, con la finalidad de solidificar la pieza rápido y poder iniciar un ciclo cuanto antes en beneficio de la productividad del proceso. (REF.4).

La figura 3.6 muestra el esquema básico de una máquina de inyección tipo Husillo Reciprocante como la que se encuentra en nuestra planta de Lurín, finalizando su ciclo de trabajo.

La figura 3.7 muestra la misma máquina durante el ciclo de trabajo. Se ve el molde cerrado y el pistón (15) que ha terminado de empujar al Husillo Reciprocante para que este haga la inyección del material dentro del molde.

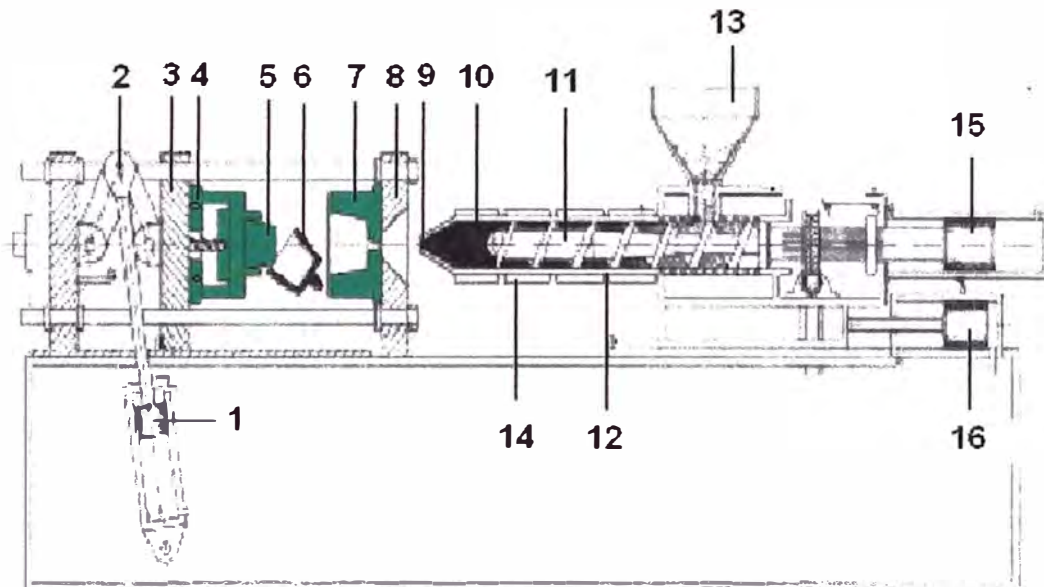


Figura 3.6 Máquina de Inyección de Husillo Reciprocante

1. Pistón de cierre del molde - 2. Cierre de molde tipo rodillera simple, accionada por cilindro hidráulico - 3. Placa móvil - 4. Circuito de agua para el enfriamiento del molde - 5. Medio molde móvil - 6. Pieza moldeada - 7. Medio molde fijo - 8. Placa fija - 9. Boquilla - 10. Cilindro de plastificación - 11. Husillo Reciprocante - 12. Circuito de agua para el enfriamiento del cilindro de plastificación- 13. Tolva - 14. Resistencia eléctrica para calentamiento del cilindro de plastificación - 15. Pistón que actúa el sistema Reciprocante - 16. Pistón hidráulico de inyección. (REF.1)

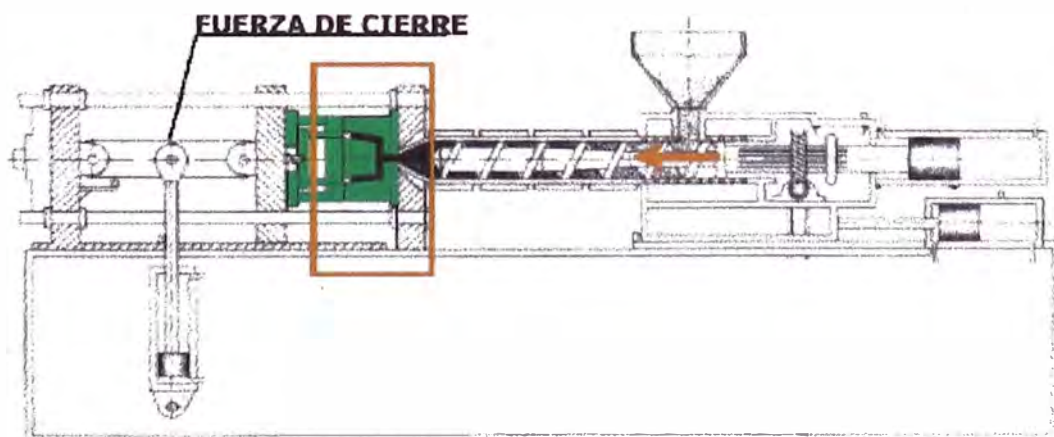


Figura 3.7 Máquina de Inyección de Husillo Reciprocante con molde cerrado

### 3.3. ETAPAS DEL PROCESO DE INYECCIÓN

Refiriéndose a las figuras 3.6 y 3.7, y a la inyectora de plásticos tipo Husillo Reciprocante, las etapas del proceso de inyección son las siguientes:

1. Cierre del molde accionado por el pistón (1).
2. Inyección del material al molde por medio del husillo reciprocante el cual es accionado por el pistón (15) que, a su vez, es accionado por el pistón (18) del cilindro hidráulico. Debe tenerse en cuenta que la cantidad de material inyectado no es el mismo que aquel que en ese momento cae de la tolva de alimentación al cilindro de plastificación, pues éste contiene una cantidad de material superior a la inyectada de aproximadamente cinco veces, con el propósito de permitir que ese material tenga un tiempo de residencia adecuado para que sea plastificado.

El Pistón (15) colocado dentro de un cilindro hidráulico, tiene como función empujar al vástago del husillo el cual en su parte delantera contiene al material termoplástico que fue preparado dentro de la cámara de plastificación y esta listo para ser introducido dentro del molde a través de la boquilla.

Durante la fase de inyección, el material es alimentado de forma continua dentro del cilindro de plastificación, no existe por lo tanto un dosificador de material ni corredera dosificadora que lo actúe como es el caso de otros tipos de inyectoras. Con esto se logra que el material que se va a inyectar recién en la siguiente ciclo, este plantificándose anticipadamente, ahorrando con ello tiempo, lo cual es bueno para acelerar el tiempo del ciclo de inyección. En la figura 3.7 puede verse que el material dosificado cae sobre el husillo (11) y llegará a la zona de de resistencias del cilindro de plastificación en el momento que el husillo retorne a su posición inicial y arrastre con su giro al material termoplástico.

3. Pausa para el enfriamiento del material inyectado.
4. Retorno del husillo (11) a su posición inicial.
5. Apertura del molde y expulsión de la pieza moldeada.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA

#### 3.4.1 ESPECIFICACIONES Y DATOS TÉCNICOS

La Empresa cuenta en la actualidad con 14 maquinas inyectoras situadas en su planta de productos e insumos plásticos en Lurín, las hay de distintas capacidades y están destinadas a la fabricación de diferentes productos entre ellos a la tapa actuadora (pieza del diseño base), para la cual se asigno a una de las dos inyectoras de 250 Ton. Marca FU-SHUN-CHIN modelo HT-250i.

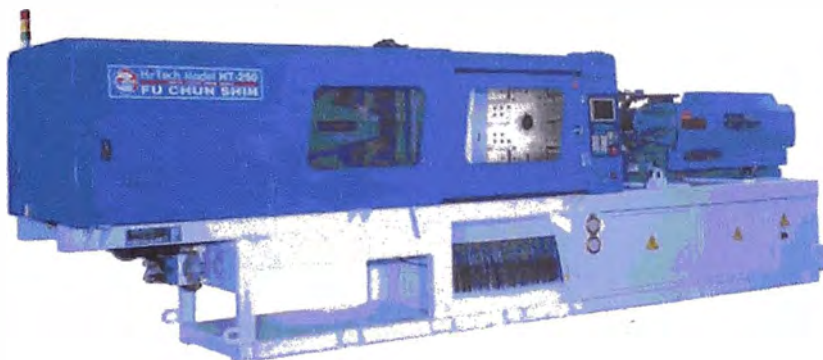


Figura 3.8 Maquina Inyectora Fu-Chun-Shin

Las maquinas Inyectoras FU-SHUN-CHIN HT 250i tienen las siguientes especificaciones:

Tabla 3.1 Características generales de la maquina inyectora F-C-S HT250i

	<b>Descripción de la máquina de moldeo por inyección</b>
<b>GENERALIDADES</b>	
Aplicación	Uso general para termoplásticos
<b>CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS</b>	
<b>Unidad de cierre</b>	
Posición	Horizontal
Sistema	Sistema articulado de rodillera accionado hidráulicamente
Guías	4 columnas
<b>Unidad de inyección</b>	
Posición	Horizontal
Sistema	Husillo (Tornillo) Rotativo recíprocante
Sistema de comando del pistón	Hidráulico, Cilindro con torpedo

Tabla 3.2 Especificaciones técnicas de la maquina inyectora F-C-S HT250i

<b>DATOS TECNICOS</b>		
<b>Unidad de cierre</b>		
Máxima fuerza de cierre de molde	250	Ton
Carrera de apertura de molde	550	mm
Cierre máximo en molde	222	mm
Espesor del molde	160-670	mm
Dimensiones mín. para las placas del molde (HxV)	364x364	mm
Espacio entre columnas (HxV)	555x555	mm
Dimensiones de los platos del molde	820x820	mm
Carrera del eyector (sist. expulsor de la inyectora)	150	mm
<b>Unidad de inyección</b>		
Diámetro del Husillo (Tornillo)	54	mm
Carrera del Husillo (Tornillo)	240	mm
Volumen de inyección teórico (máx.)	557	cm <sup>3</sup>

Peso de la masa a inyectar (ps) (máx.)	511	gr
Presión de inyección	1755	kgf/cm <sup>2</sup>
Velocidad de inyección	110	mm/seg
Caudal de inyección	244	cm <sup>3</sup> /seg
Capacidad de plastificación	131	Kg/hr
Velocidad de rotación del gusano	184	rpm
Potencia máx. instalada para calentamiento	16.71	KW
Número de zonas de calentamiento	5	
Rango de Temper. del controlador en cada zona	0 - 400	°C
<b>Potencia</b>		
Potencia del motor para bomba del sist. hidráulico	29.84	KW
Conexión eléctrica	3 fases	
	60	Hz
	220	Voltios
Presión del sistema hidráulico	140	Kgf/cm <sup>2</sup>
Potencia total instalada	46.55	KW
<b>Dimensiones generales</b>		
Longitud - ancho - alto	6520x1550x1930	Mm
Peso	11000	Kg

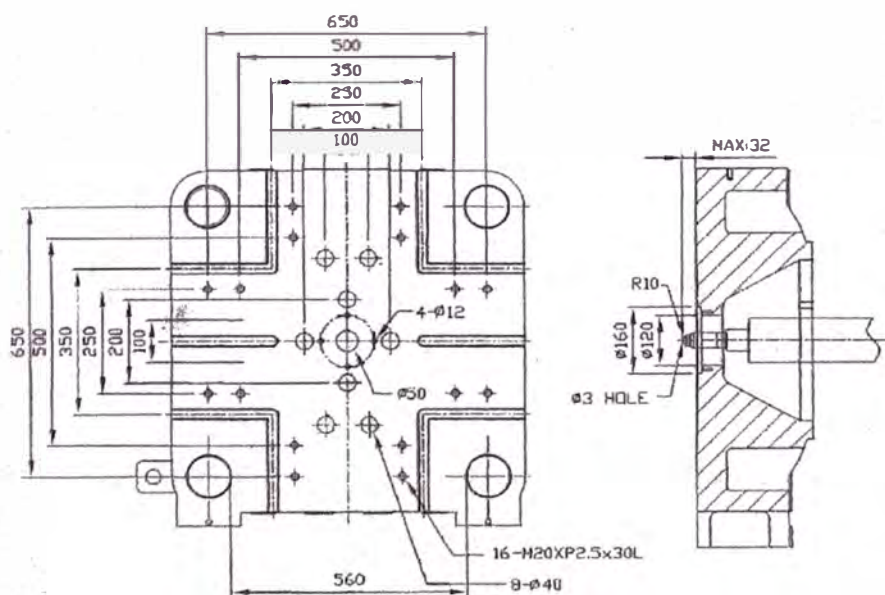


Figura 3.9 Dimensiones del plato y boquilla de la inyectora

### 3.5. CICLO DE INYECCIÓN

El proceso conocido como ciclo de inyección puede verse en la figura 3.10

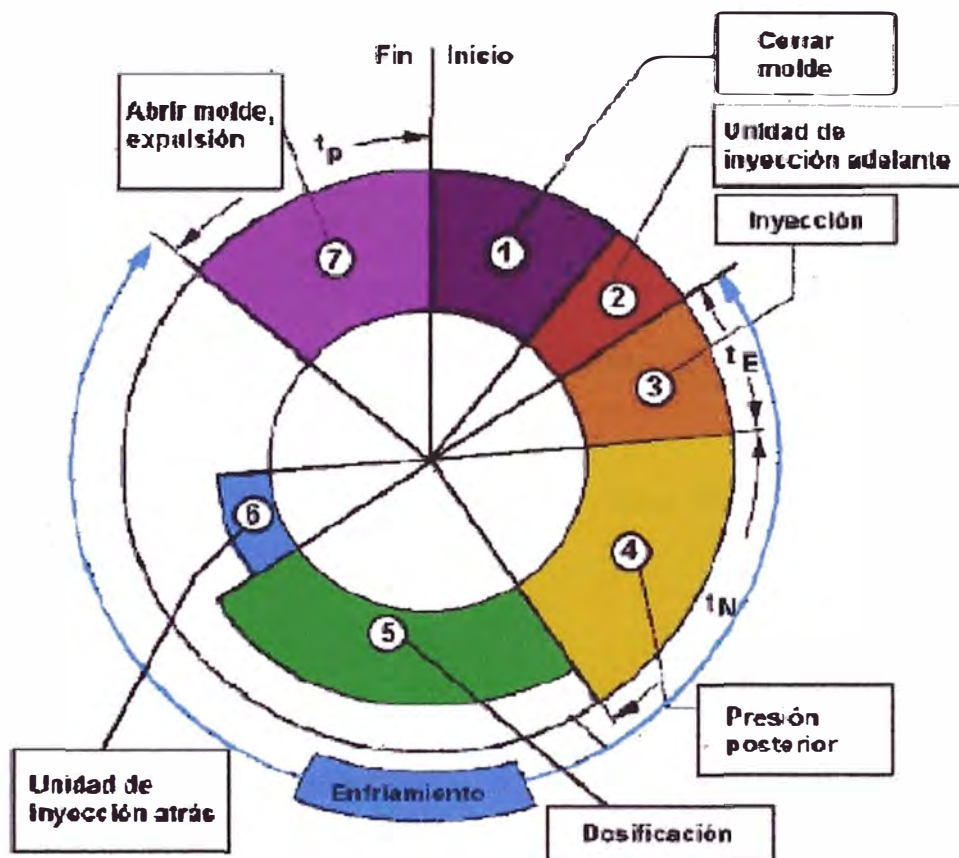


Figura 3.10. Ciclo de inyección

La figura 3.11 muestra con mayor claridad el desarrollo temporal de las diferentes etapas del proceso. Se puede observar que las primeras fases se suceden unas a otras sin solaparse hasta que se inicia el proceso de enfriamiento que si coincide con el tiempo de otras fases.



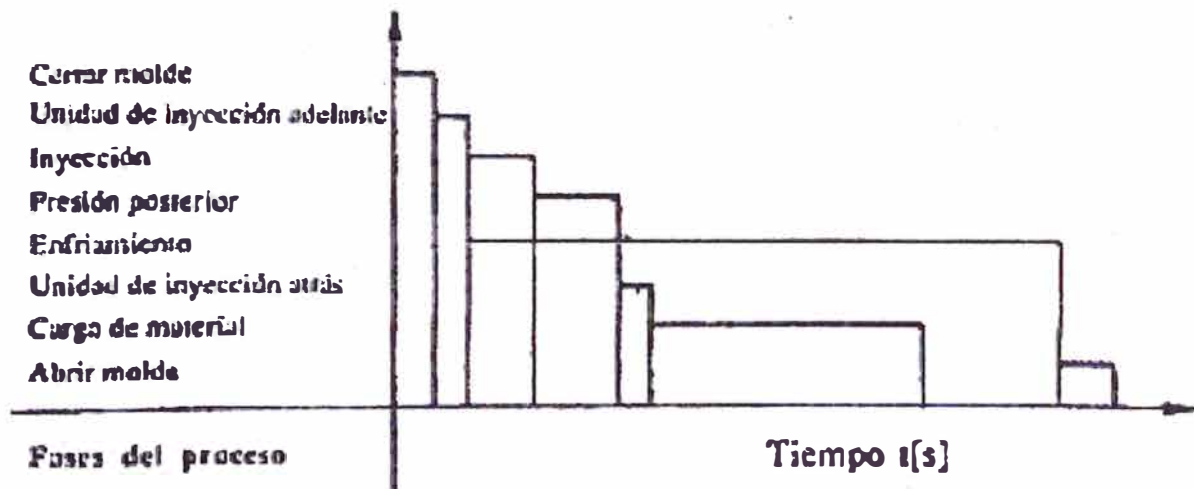


Figura 3.11 Desarrollo temporal del ciclo de inyección

En una máquina de moldeo por inyección, las fases de operación de un ciclo de Producción se efectúan como sigue:

- Cierre del molde
- Acercamiento de la boquilla al molde
- Inyección del material termoplástico en el molde
- Pospresión de inyección (presión de sostenimiento)
- Solidificación del material inyectado en el molde
- Retiro de la boquilla del molde
- Plastificación (dosificación del material en la cámara de inyección)
- Apertura del molde y expulsión de la pieza inyectada

(REF.1)

Tómese en cuenta que el ciclo de inyección incluye todas estas etapas, las cuales relaciona al material a inyectar, al molde y a la máquina inyectora.

### 3.6 COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DENTRO DEL MOLDE

El comportamiento del flujo dentro del molde puede describirse en tres fases:

(Ver figura 3.12)

**3.6.1. Fase I inyección (llenado).** En la fase de inyección, el molde cerrado se llena volumétricamente. Tan pronto sucede esto, la velocidad de la masa fundida disminuye, y da comienzo la fase de compactación. (REF.5)

**3.6.2 Fase II empacado.** Con el fin de compactar la pieza, se sigue introduciendo material en el molde. La cantidad añadida es de un 7 hasta un 15% aproximadamente. Durante esta fase, la presión interior del molde sigue aumentando bruscamente. Cuando se ha alcanzado un determinado nivel, se conmuta a la presión de sostenimiento. Durante el enfriamiento, el material se contrae dentro de la cavidad, y por ello debe añadirse más material, para que el volumen final de la pieza sea constante. Este es el objetivo de la fase de empacado. (REF.5)

**3.6.3. Fase III presión sostenimiento.** La presión sobre la pieza desciende durante la fase de presión de sostenimiento, incluso a valores constantes, ya que la pieza va enfriándose más y más. Cuando la presión ha caído hasta el valor del entorno, la fase de presión de sostenimiento ha finalizado.

El momento en que se conmuta a la presión de sostenimiento es importante. Si se conmuta demasiado pronto, la pieza no queda lo suficientemente compacta y aparecen rechupes, mientras que una conmutación demasiado tardía provoca un exceso de material y, con ello, la formación de rebabas en la pieza. (REF.5)

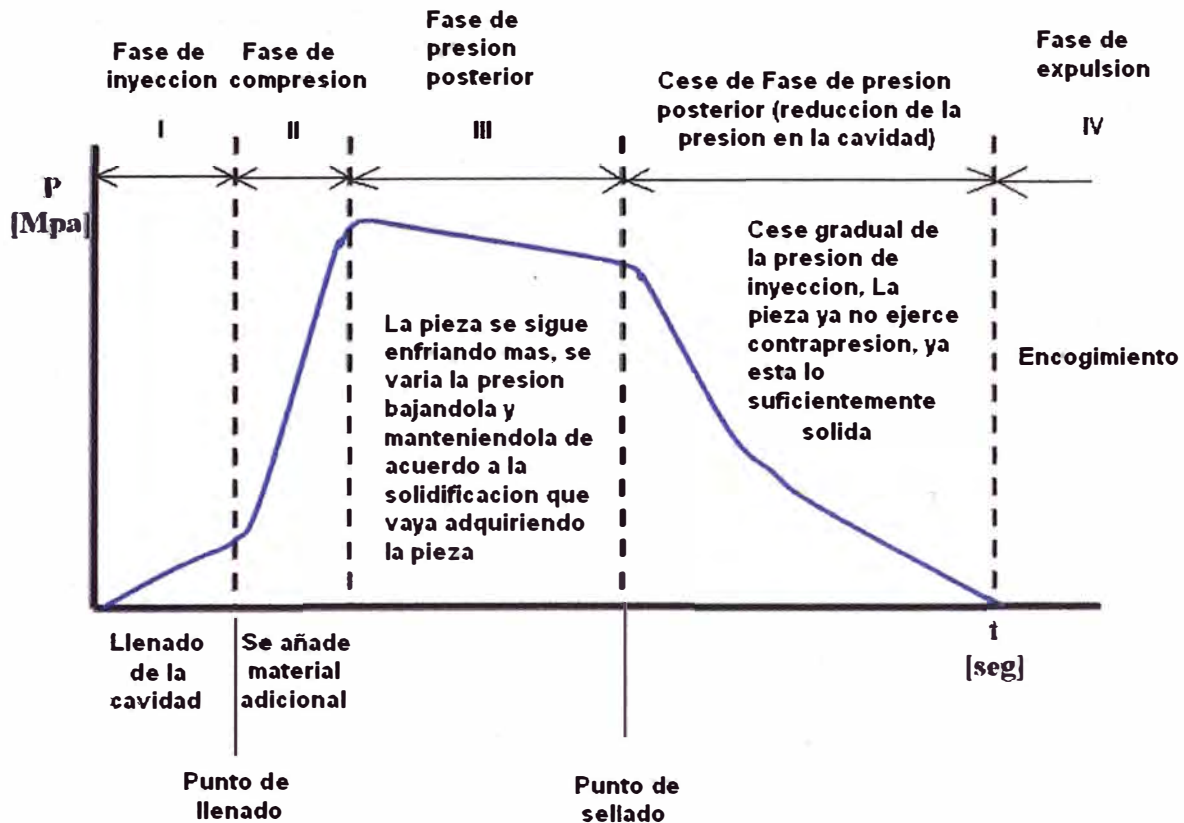


Figura 3.12 Fases del flujo dentro del molde

En cada una de estas fases es necesario tomar en cuenta varios factores para que el moldeo se lleve a cabo con éxito. Los factores más importantes se mencionan a continuación. Durante la Fase I del moldeo es necesario que la fuerza dentro de la cavidad producida por la presión de inyección sea menor a la fuerza de cierre.

$$F_{max} = A_{max} P_{iny} < F_{cierre} \quad (3.1)$$

Donde:

$A_{max}$  = es el área proyectada de la cavidad

$P_{iny}$  = presión dentro de la cavidad

$F_{cierre}$  = fuerza de cierre entre las dos mitades del molde.

La estimación correcta de la presión dentro de la cavidad, solo puede ser estimada con la colocación de transductores de presión dentro de ésta, o modelando el flujo del plástico dentro de la cavidad con software especializado. Es por eso que para el proceso de diseño se recomienda usar la siguiente regla empírica para las presiones dentro de la cavidad [REF. 1]:

- Asumir una presión de 788kg/cm<sup>2</sup> (75MPa) para productos de pared delgada.
- Asumir una presión de 315–468kg/cm<sup>2</sup> (30–44.5MPa) para productos técnicos.

Con el uso de estos datos es posible calcular la fuerza máxima y así poder determinar factores importantes como:

- Área máxima de cierre de los moldes.
- Número de cavidades del molde. Ya que, entre mayor sea el número de cavidades, mayor será el área proyectada y por lo tanto mayor la fuerza de cierre requerida.

Como se puede apreciar estos datos determinan:

- Dimensiones de las placas de cavidad y núcleo del molde
- Características de la máquina (sino se cuenta con una)
- Número de piezas que se pueden moldear en un ciclo.

Durante la fase III es necesario considerar:

- Correcto enfriamiento de la pieza dentro de la cavidad.
- Mantenimiento de la presión de inyección.

Durante la fase IV, es necesario asegurarse que la expulsión de la pieza se lleve a cabo sin producir daños tanto a la pieza como al molde. Los cálculos para el diseño de los elementos de expulsión deben de hacerse tomando en cuenta la fuerza máxima de expulsión que la máquina es capaz de proporcionar **F<sub>emax</sub>**.

### 3.7 MOLDES PARA LA INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS

Una parte esencial en el proceso de inyección y en la máquina inyectora son los moldes. En esta parte se describen aspectos generales de los moldes y las particularidades del molde base que tenemos en la empresa, el cual servirá de modelo para desarrollar el diseño del molde nuevo, necesario para fabricar la Tapa Nueva.

El molde es la herramienta especial del moldeo por inyección, se diseña y fabrica a la medida de la pieza a producir. La pieza a producir tiene un ciclo de vida o periodo de existencia en el mercado calculado en función a un determinado número de piezas solicitado por el cliente. Cuando termina la corrida de producción de la pieza, el molde se reemplaza por otro nuevo para la parte siguiente. (REF.6)

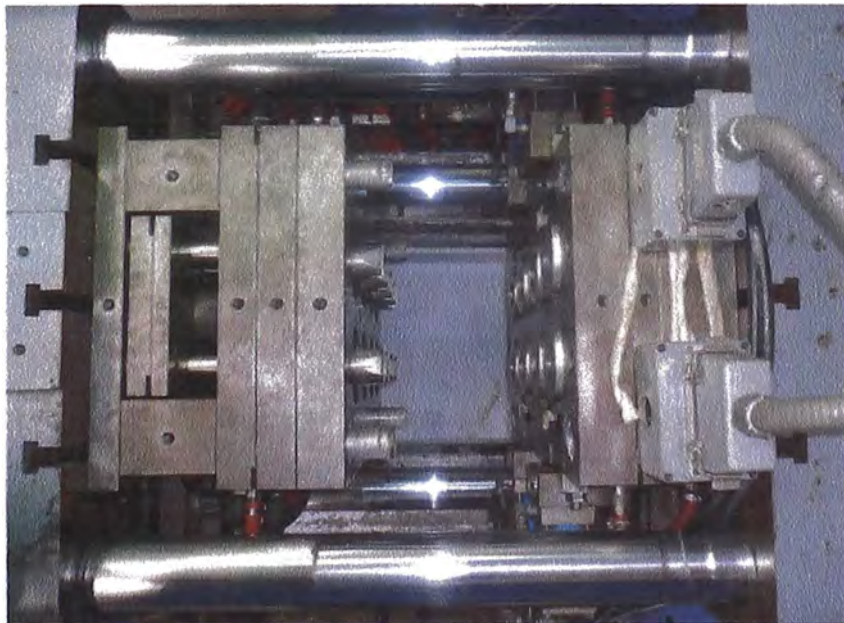


Figura 3.13 Montaje de molde base en la inyectora F-C-S HT250i

(Vista de planta)

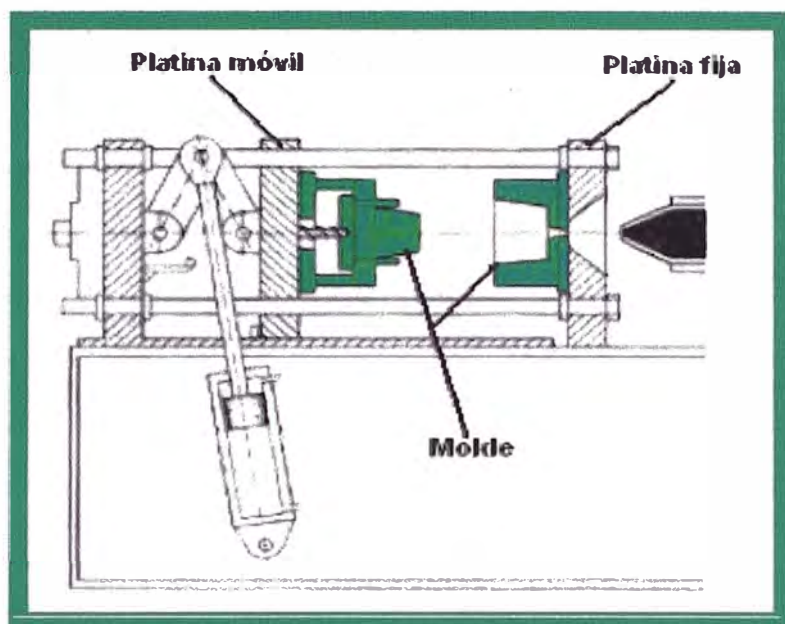


Figura 3.14 Montaje del molde

La figura 3.14, muestra una forma simplificada de la estructura y montaje del molde.

La función del molde es, recibir la masa plastificada que viene del conjunto Cilindro - Husillo; distribuirla por los canales de alimentación y llevarla hasta la cavidad; allí, la masa toma la forma de la pieza, se enfría y luego la pieza es expulsada. (REF.7)

### 3.7.1 Clasificación de moldes

La complejidad en el diseño de un molde dependerá directamente de la complejidad de la pieza a moldear, de la cantidad que se desea moldear en un solo ciclo, del sistema de expulsión de la pieza etc. En la tabla 3.3 se pueden observar las diferentes versiones de diseño de un molde dependiendo los puntos anteriores. En la tabla 3.4 se muestra la designación de los moldes de acuerdo a sus funciones y en la tabla 3.5 de acuerdo el sistema de expulsión. (REF.7)

**Tabla 3.3**  
**Distinción de moldes**

Distinción de acuerdo a	Factores de influencia	Versión Diseño	Designación del Molde.
Numero de líneas de partición	Geometría de la pieza Numero de cavidades Tipo de puertos de inyección Principio de expulsión	Molde de dos placas de tres placas de dos líneas de partición	Molde Estándar Molde diseñado para cortar la pieza Molde de varias placas
Sistema de expulsión	Forma de la pieza Material a moldear Parámetros del proceso Tamaño del lote Posición de la pieza relativa a la línea de partición	Acciones laterales Cavidad dividida Mecanismo de destornillado Placa de desmontaje	Molde de accionamiento lateral Molde de cavidad dividida Molde de destornillado Molde de desmontaje
Sistema de transferencia de calor	Maquina de inyección Tiempo del ciclo Material a moldear	Bebedero caliente Canales aislados	Molde de canales calientes Molde de canales aislados
Transmisión de fuerzas	Rigidez del molde Geometría de la pieza Presión de inyección Material a inyectar		Molde Estándar Molde de cavidad dividida.

(REF.2)

**Tabla 3.4**  
**Criterios de clasificación de moldes**

Clasificación	Criterio de clasificación
1. Molde estándar	Diseño mas sencillo; con una línea de partición; dirección de apertura única, desmolde o expulsión por gravedad, con pernos expulsores o manguitos
2. Molde de accionamiento lateral	Una línea de partición; movimiento de apertura en dirección longitudinal y transversal actuada por pernos leva.
3. Molde de placa de desmontaje	Similar a 1 pero con placa de desmontaje
4. Molde diseñado para rasgar la pieza	Similar a 1 pero la separación de los canales y del la pieza se realiza con una placa de corte de moviendo transversal
5. Molde de cavidad dividida	Una línea de partición; moviendo de apertura longitudinal y transversal; las dos partes de la cavidad se mueven en planos inclinados y resisten fuerzas laterales.
6. Molde de destornillado	Movimiento rotaciones automático para desmoldeo
7. Molde diseñado para rasgar la pieza	Dos líneas de partición para desmoldar los canales y la pieza una vez que han sido separados; Movimiento de apertura en una dirección en dos fases.
8. Molde de placas múltiples	Placas de cavidades apiladas con varias líneas de partición
9. Molde de canales aislados	Dos líneas de partición, sistema de canales no convencional con secciones transversales grandes que permiten la formación de un corazón fundido, aislado por una capa de material sólido.
10. Molde de canales calientes	Los canales permanecen calientes por un sistema eléctrico

(REF.2)

**Tabla 3.5**  
**Clasificación de moldes**

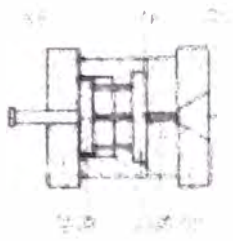
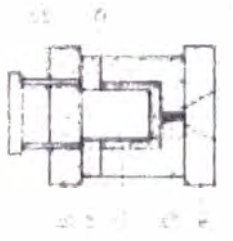
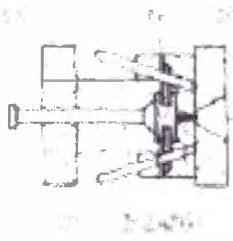



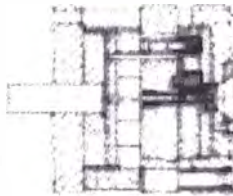
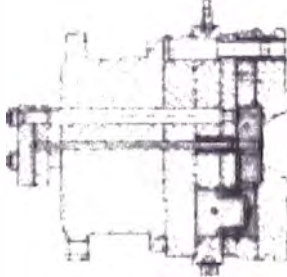
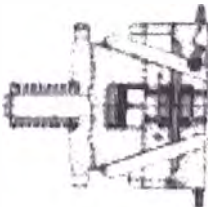
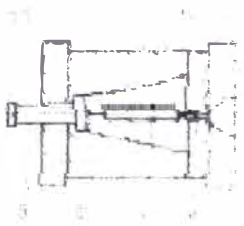
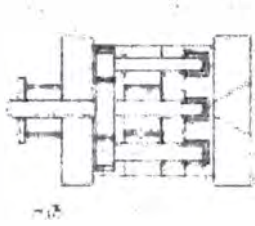
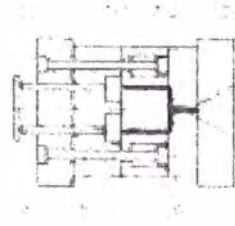

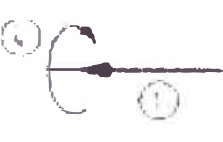

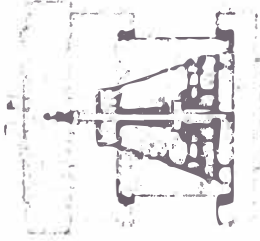
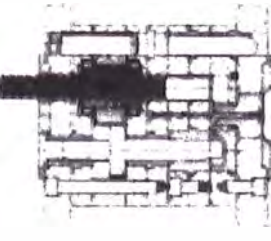
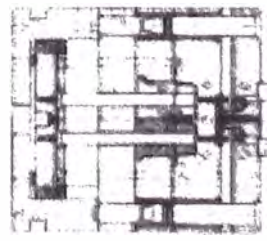
Molde Estándar	Molde con Placa de Desmontaje	Molde con Accion Lateral	Diagrama esquemático
			
<p>a: Placa de cierre SS b: Sistema de expulsión c: Orificio de colada d: Placa de cierre DS</p>	<p>a: Placa de cierre SS b: Placa de desmontaje o expulsión c: Orificio de colada d: Placa de cierre DS</p>	<p>a: Sistema de expulsión b: Pernu leva c: Cavidad d: Acciones laterales e: Orificio de colada</p>	Componentes principales
<p>Diseño mas sencillo Placa de cavidad y de conazón. Una línea de partición Apertura en una dirección Demolde por gravedad o pernos expulsores.</p>	<p>Diseño similar al estándar pero con placa de desmontaje para expulsión</p>	<p>Diseño similar al estándar pero con acciones laterales y pernos leva para movimiento lateral adicional</p>	Características
<p>Para cualquier tipo de moldeo sin ranuras</p>	<p>Para moldeo de piezas en forma de Tazn sin ranuras</p>	<p>Para piezas con ranuras y cuerdas externas</p>	Moldes
			Trayecto de apertura
			Ejemplo



Tabla 3.5 continuación

Molde de cavidad dividida	Molde con Elemento Destornillador	Molde de Tres Placas	Diagrama esquemático
			
<p>a: Sistema de expulsión b: Bloque de retención c: Bloque de cavidad dividida d: Cavidad e: Orificio de Colada</p>	<p>a: Sistema de cierre b: Tornillo principal c: Engrenaje d: Corazón e: Cavidad</p>	<p>a: Sistema de expulsión b: Perno Separador c: Cavidad d: Orificio de colada y canales</p>	Componentes principales
<p>Diseño similar al estándar, pero con la <i>única</i> cavidad dividida para moldes de piezas con ranuras o cuerdas externas</p>	<p>El corazón formador de la cuerda es rotado por un actuador mecánico</p>	<p>Das líneas de partición; movimiento de la placa flotante actuada por seguro o pasador separador; dos pasos de apertura</p>	Características
<p>Para moldes de partes oblongas o unidas con ranuras o cuerdas</p>	<p>Para moldes de piezas con cuerdas internas o externas</p>	<p>Separación automática de la los canales y la pieza moldeada</p>	Moldeos
			Trayectoria de apertura
			Ejemplo

(REF.2)

### 3.7.2 Componentes del molde

En la figura 3.15 se muestran los componentes principales del molde de inyección con la designación de acuerdo a ISTA (Asociación Internacional de Herramientales Especiales, por sus siglas en inglés).

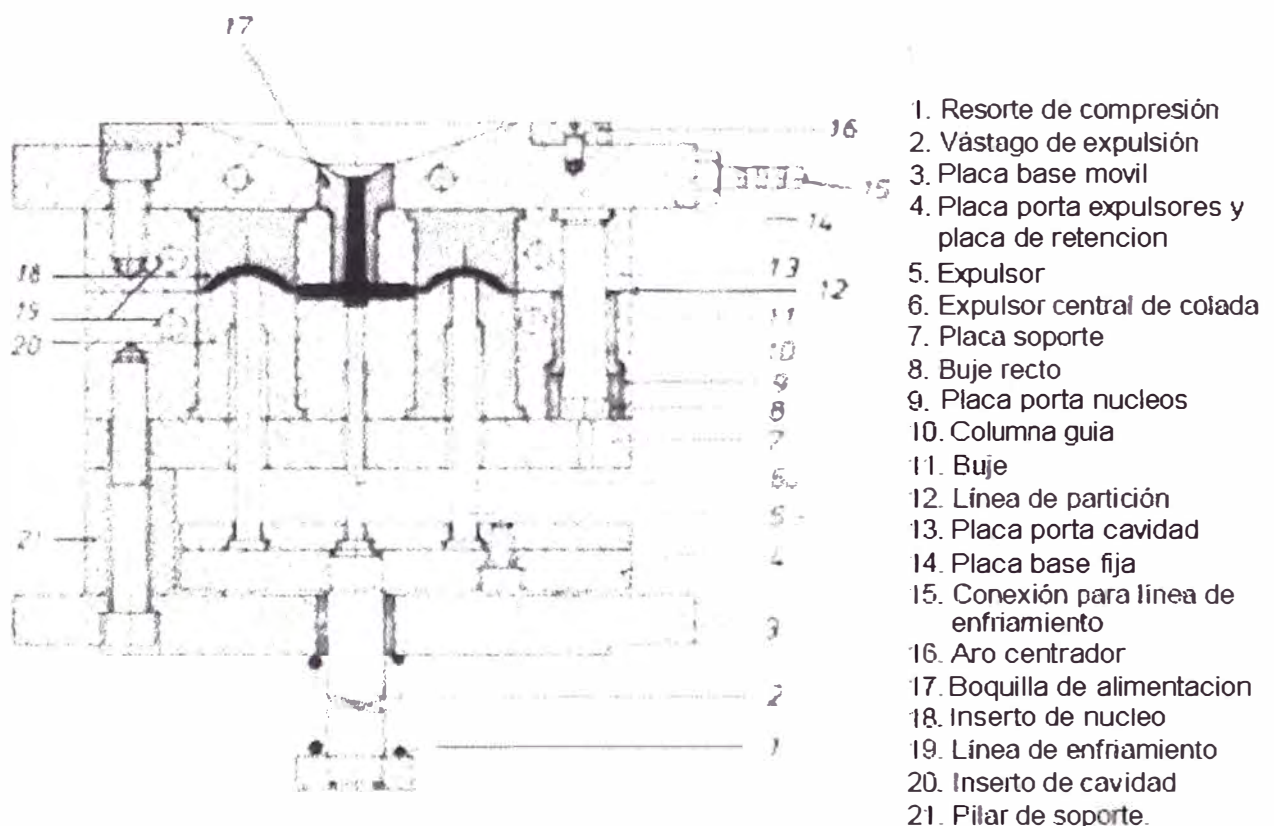


Figura 3.15 Componentes de un molde de inyección.

El elemento 12 de la figura 3.15 es la línea de partición, que viene a ser la línea común entre las superficies de las placas porta cavidad y porta núcleos, también se la llama línea de cierre, esta línea separa a los bloques fijo y móvil del molde.

**Bloque fijo.** Se le llama así al conjunto de componentes del molde que van montados en la lado fijo de la maquina inyectora, por ese lado se ubica también la unidad de inyección de la maquina. En el bloque fijo del molde van montados la cavidad y el conjunto de canales de alimentación de material necesarios para llenarla.

**Bloque móvil.** Se le llama así al conjunto de componentes del molde que van montados en la lado móvil de la maquina inyectora, por ese lado se ubica también las unidades de cierre y expulsión de la maquina. En el bloque móvil del molde van montados el núcleo y el conjunto elementos de la unidad de expulsión del molde.

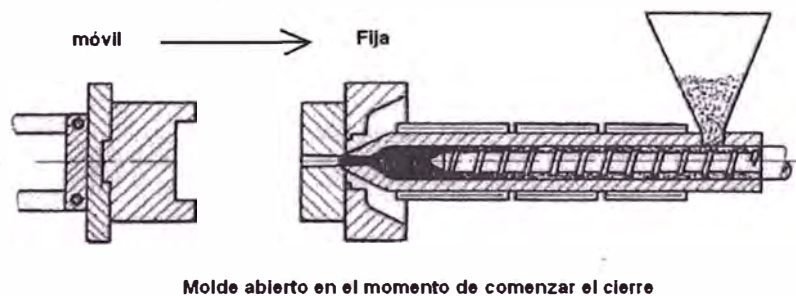


Figura 3.16 Bloques del molde: fijo y móvil

### 3.7.3 Sistemas del molde

Para la producción de piezas en un solo ciclo de moldeo, se necesita que el molde contenga una o varias cavidades. La tarea básica del molde es el acomodar y distribuir el plástico fundido en las cavidades, enfriarlo solidificarlo y finalmente expulsar el plástico moldeado. Estas tareas son realizadas por los siguientes sistemas:

- Sistema Formador (cavidades, núcleos y punzones).
- Sistema de canales y de colada.
- Sistema de montaje y placas.
- Sistema de expulsión.
- Sistema de guías y alineamiento.
- Sistema retráctil (para punzones laterales).
- Sistema de ventilación.
- Sistema de enfriamiento o de transferencia de calor.

En la figura 3.17 se aprecian los principales sistemas de un molde de inyección.

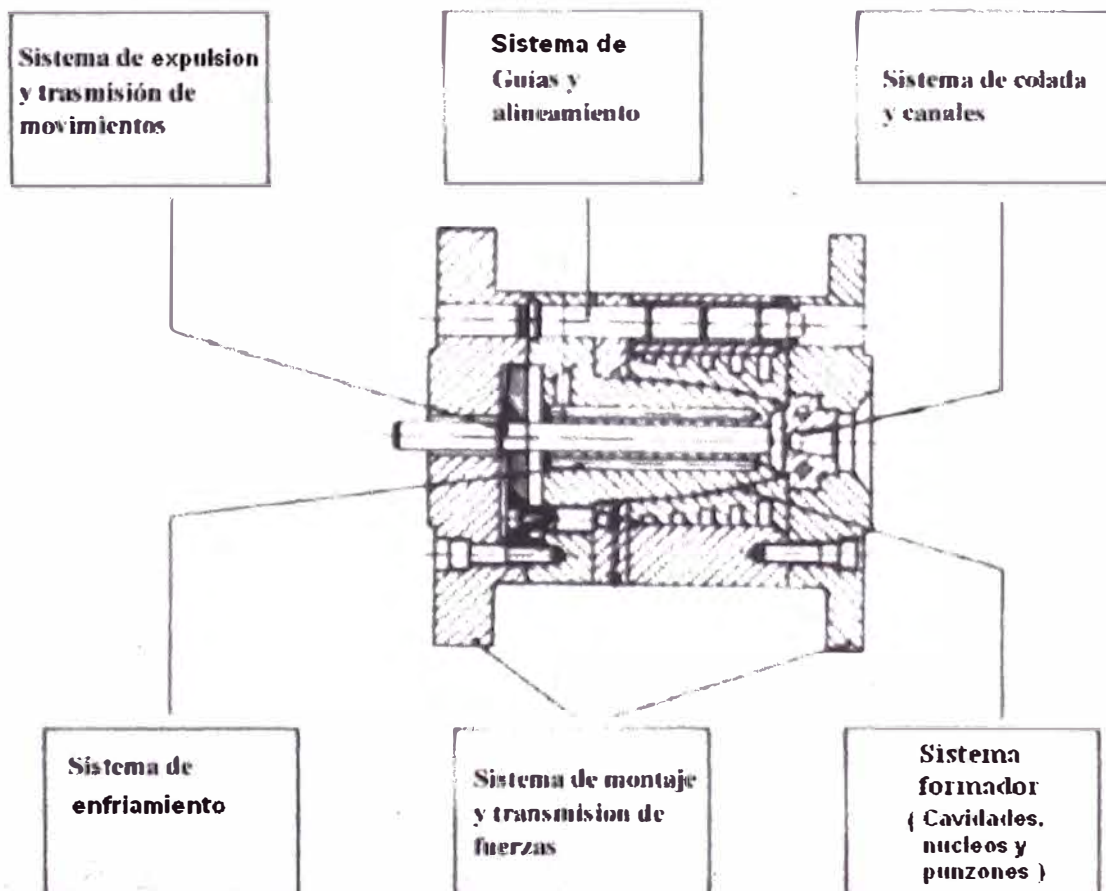


Figura 3.17 Sistemas de un molde de inyección

**3.7.3.1 Sistema formador.** Conformado por el conjunto de piezas cavidad, núcleo y punzón/es, es el sistema fundamental de todo molde, con el se da forma a la pieza inyectada. Si se trata de un molde de una sola cavidad, esta suele tallarse directamente en la placa de cavidad; pero si se trata de múltiples cavidades se utilizan insertos para independizarlas de la placa que debe portarlas (placa porta cavidades), por la ventaja de hacerlas intercambiables y en caso de fallas poder reemplazar solo la cavidad averiada.

En el caso del núcleo, este debe ser construido también como inserto, sobre todo si la pieza es de forma compleja y si sobresale mucho con respecto a la línea de partición. Los punzones son componentes formadores, independientes de la cavidad y del núcleo, su empleo se hace necesario cuando la pieza a inyectar posee agujeros que son difíciles de hacer contando solo con la cavidad y el núcleo. Los punzones pueden ser fijos o móviles, si el punzón es móvil, se necesita de un sistema retráctil que lo accione.

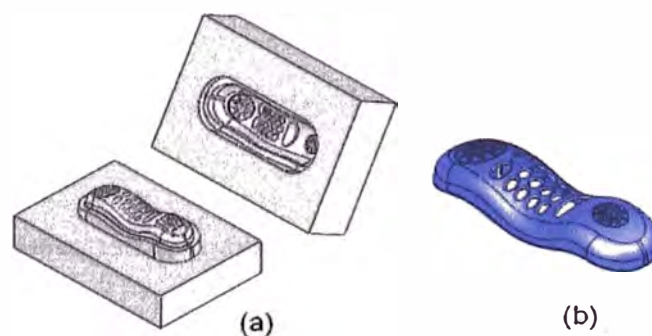


Figura 3.18 (a) Cavidad y núcleo. (b) Pieza moldeada

**3.7.3.2 Sistema de Canales y colada.** Su objetivo es recibir la masa plastificada procedente de la unidad de inyección para dirigirla luego a la cavidad del molde. Se considera como sistema de canales y colada al conjunto formado por la boquilla (bebedero), canales distribuidores y canal de estrangulamiento o entrada; los cuales permiten el paso del material plástico desde el punto en que termina la máquina (boquilla máquina), hasta la cavidad que reproduce la pieza, entrando a esta por un canal denominado entrada que es mas pequeño que los canales distribuidores, esta entrada debe permitir el llenado de la cavidad.

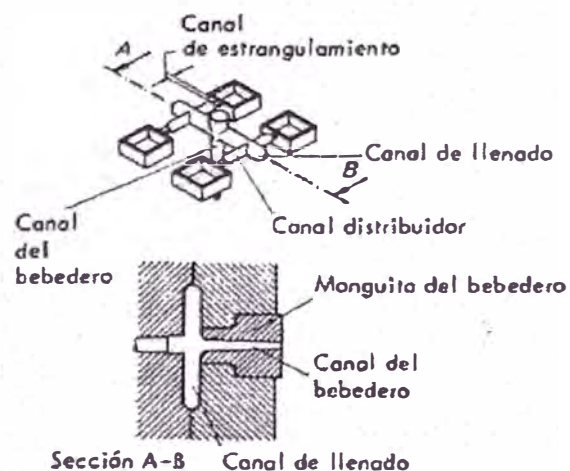


Figura 3.19 Elementos del sistema de canales y colada

A continuación se describen las partes de este sistema:

(a). Boquilla molde (bebedero). Es el elemento que recibe el apoyo de la unidad de inyección, recibiendo de ella la masa plástica que luego es distribuida directa o indirectamente a través de los canales de distribución hacia las entradas de las cavidades.

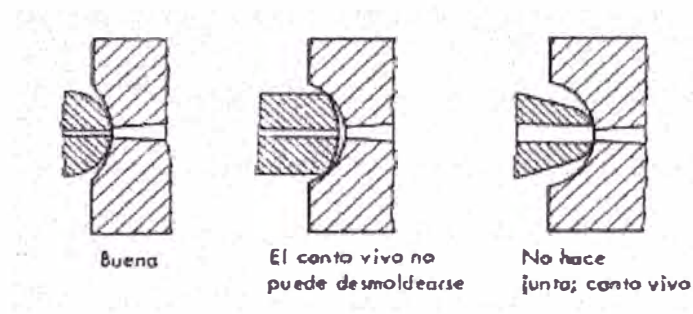


Figura 3.20 Combinaciones buenas y malas de Boquilla-Maquina y boquilla-molde

(b) Canales de Distribución. Se encargan de llevar el material plástico hacia las entradas de todas las cavidades en forma simultánea y a igual temperatura y presión. La masa plastificada recorre los canales a gran velocidad, esto hace que no se solidifique con facilidad debido a las diferencias de temperatura entre la masa plástica y el material del molde. El tamaño del área transversal del canal depende de la masa de las piezas a inyectar, del tipo de material plástico y de la longitud de fluencia. Existen tablas que contienen valores adecuados para los diámetros de estos canales en función al tipo de material plástico, en la tabla 3.6 y en la figura 3.24 se muestra un ejemplo específico para un distribuidor de 16 entradas especial para piezas de 0.1 pulg. De espesor.

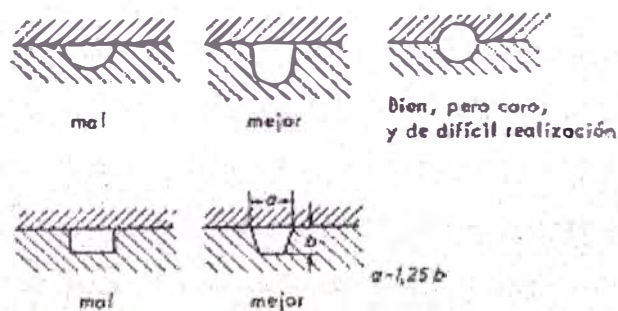
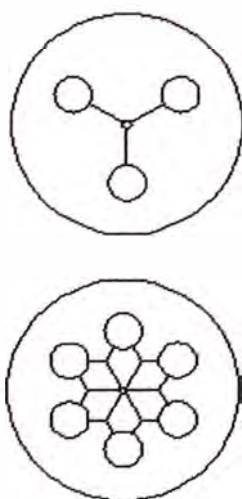
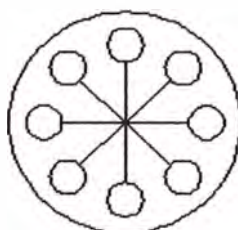


Figura 3.21 Secciones buenas y malas de canales de distribución

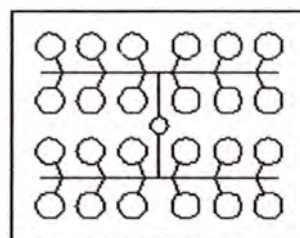
Un buen diseño de los canales de distribución permitirá que se cumplan las condiciones de una buena alimentación a las cavidades del molde, como ya se menciono debe procurarse que el material llegue a todas las cavidades con los mismos valores de temperatura y presión, para esto los canales de distribución deben tener el mismo recorrido y extensión. En la figura 3.22(a) y 3.22(b), los canales son idénticos, esto hará que la masa llegue de manera homogénea a todas las cavidades, en cambio en la figura 3.22(c) se muestra un distribuidor en hileras, con diferente recorrido para las diversas cavidades el cual tendrá un desempeño inferior al anterior, sin embargo su empleo es indispensable cuando el tamaño y numero de cavidades impide el uso del distribuidor en estrella (se trataría de un molde demasiado grande ya que el recorrido de los canales debe crecer a medida que se incrementa el numero de cavidades). Existen versiones de distribuidor en hileras mas eficientes como el de la figura 3.23 (c).



(a) Distribuidor en estrella



(b) Distribuidor anular



(c) Distribuidor en hileras

Figura 3.22. Tipos de canales de distribución de colada



En la figura 3.23 Se muestran diferentes configuraciones del distribuidor de hileras, en la opción A, la última cavidad llenada tarda 80 veces más que la primera. En la opción B, la última cavidad tarda 16 veces más que la primera. Y en la opción C; los tiempos de llenado son iguales, pero los caminos de flujo son más largos y por esto habrá masa más fría y mayor desperdicio. La solución para esto último es el distribuidor de canal caliente o colada caliente (Ver inciso 3.7.3.2.1 caso d).

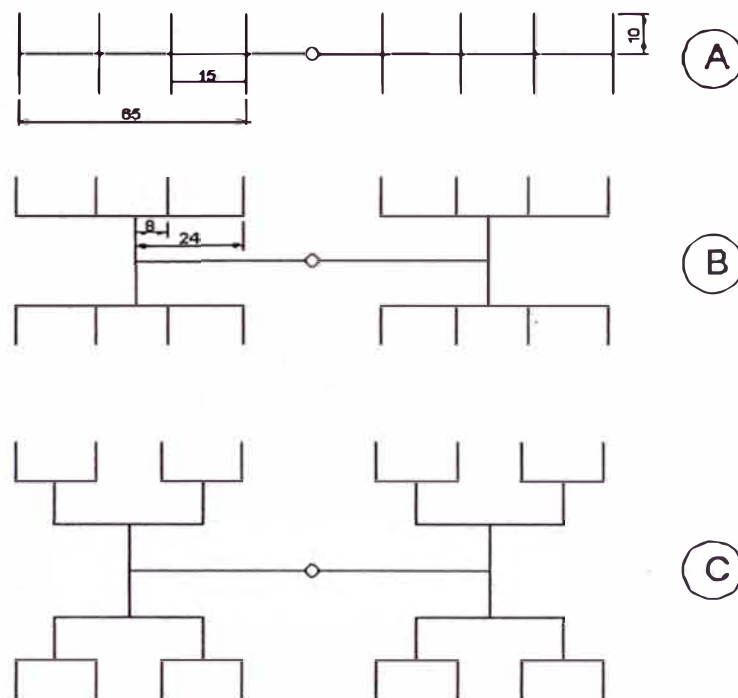


Figura 3.23. Configuración del distribuidor de hileras  
Para conseguir caminos de flujo iguales.

Tabla 3.6 Diámetros de canales en moldes balanceados,  
En función al material a inyectar

	Materiales amorfos (Estireno, SAN, ABS, acrílico, PC, PES)	Materiales Semi- cristalinos (PE, PP, nylon, acetal, PBT)
Diámetro de la boquilla (O) (Sprue)	0.350 pulg.	0.275 pulg.
Orificio de boquilla de inyección (pico)	0.325 pulg.	0.250 pulg.
1) Canal Principal	0.300 pulg.	0.225 pulg.
2) Canal del segundo nivel	0.275 pulg.	0.200 pulg.
3) Canal del tercer nivel	0.250 pulg.	0.175 pulg.
4) Canal del cuarto nivel	0.225 pulg.	0.150 pulg.
(Medidas basadas para una pieza de espesor de 0.1 pulg.)		

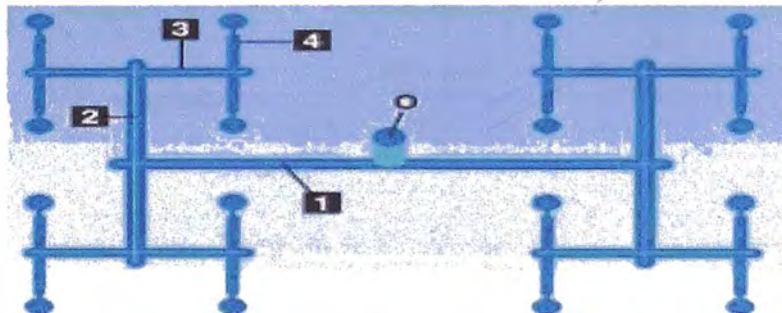


Figura 3.24. Canales de un distribuidor para un molde balanceado

(c) Canales de estrangulamiento (Entradas). Es la última parte del sistema de alimentación y se considera como el canal de entrada a la cavidad. Sobre estas entradas recae la orientación molecular del material plástico.

Existen 2 maneras de separar a la pieza de los canales de distribución: Manual y automática, De acuerdo a esto la forma de las entradas tienen que ver con el corte de separación y para ello existen entradas específicas para corte automático y para corte manual. Las entradas de corte automático representan aparte de los temas de costes una importante ventaja, especialmente cuando esta se efectúa en zonas visibles, ya que el corte es siempre de igual calidad, mientras que en los cortes manuales depende de la habilidad del operario que realiza esta operación. (REF.7)

En las Figuras 3.25 y 3.26 se muestran algunas formas de entradas.

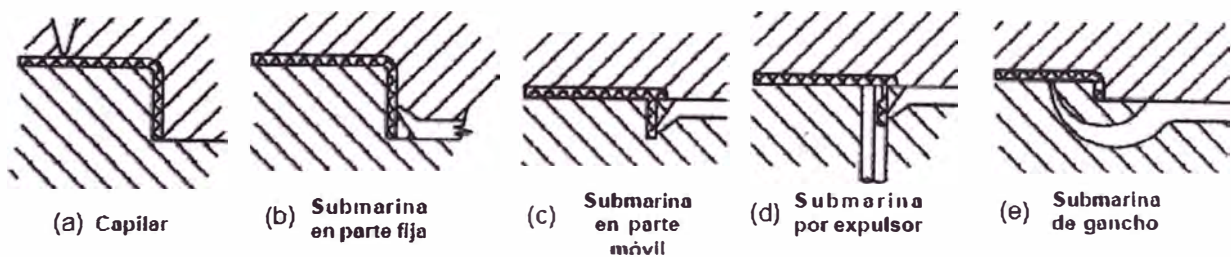


Figura 3.25 Tipos de entrada para corte automático

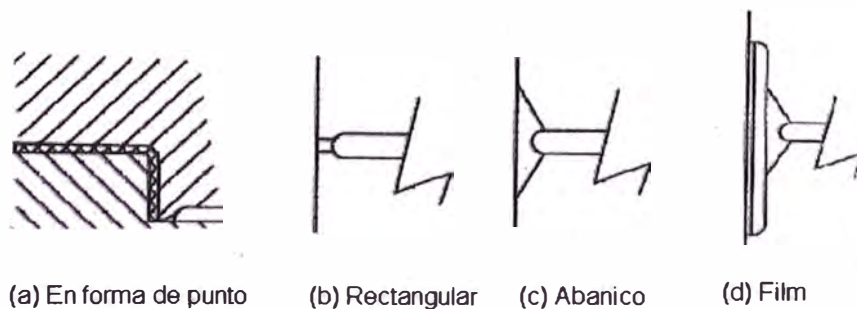
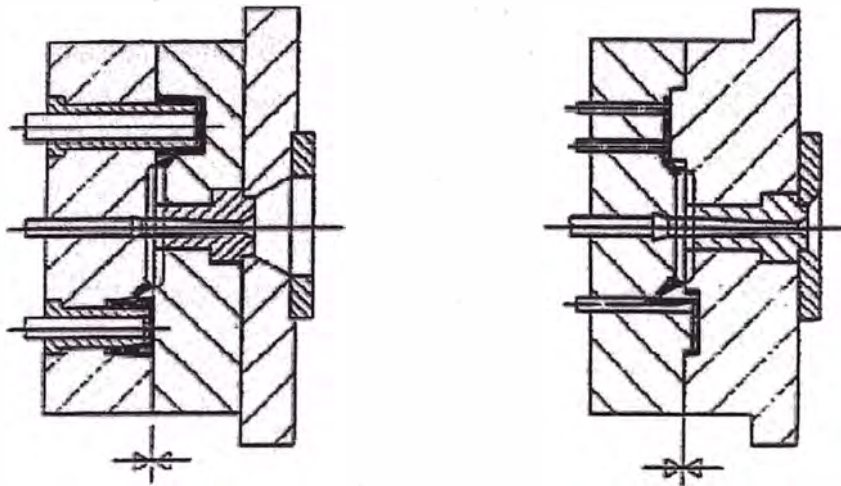


Figura 3.26 Tipos de entrada para corte manual



(a) Entrada submarina en Las  
Dos mitades del molde.

(b) Submarina para piezas muy delgadas.  
Submarina a un expulsor.

Figura 3.27 Tipos de entrada para corte automático

Para piezas sencillas se han impuesto en la práctica, las dimensiones impuestas en la figura 3.28.

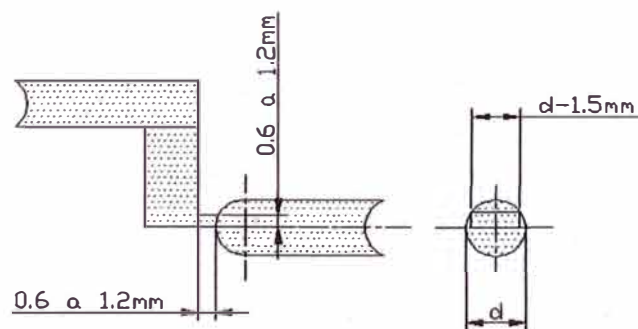


Figura 3.28. Dimensionado de un canal de estrangulamiento (Entrada)

**3.7.3.2.1 Métodos de colada.** El moldeo por inyección se puede realizar eligiendo uno de los siguientes métodos de colada:

- a) Colada fría.
- b) Colada fría con casquillo térmico.
- c) Colada con distribuidor calefactado, casquillos térmicos e inyección indirecta.
- d) Colada caliente.

**a) Colada fría.** Consideremos la fabricación de un molde nuevo de 8 cavidades. Un diseño clásico será parecido al de la figura 3.29. Medido en la figura, el recorrido máximo en acero frío es de 75mm. Nótese también que las diversas longitudes de colada en cada una de las figuras no son iguales y, por lo tanto, las piezas producidas en cada cavidad no serán llenadas simultánea ni equilibradamente ya que el material plástico llegara a ellas con diferentes caudales, presiones y temperaturas, perjudicando la calidad de las piezas, especialmente las que se encuentran mas distantes del punto de inyección o bebedero. Este método genera desperdicio, los canales de distribución y de unión deben expulsarse con la pieza luego de enfriarse.

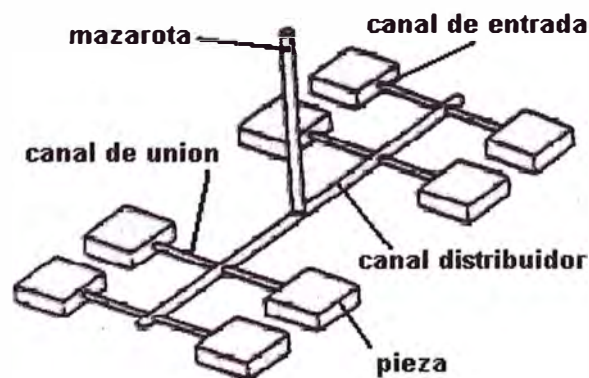
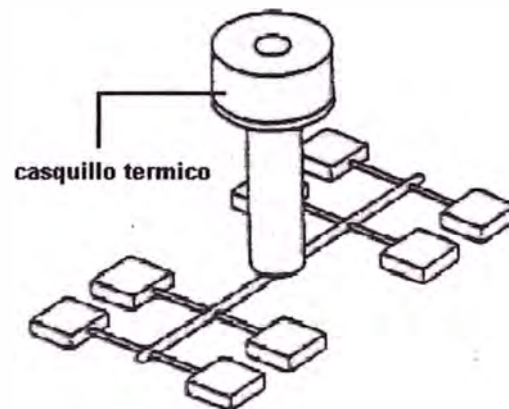


Figura 3.29. La colada fría y sus partes

**b) Colada fría con casquillo térmico.** Si se construye el molde como en la figura 3.30 y se utiliza un casquillo térmico, desaparece la mazarota, por lo general larga y gruesa. La eficacia de la inyección es mejorada con un casquillo térmico. A pesar de tener un casquillo térmico, este método todavía genera desperdicio, pero en menor porcentaje que el método anterior (colada fría).

Figura 3.30 Colada fría con casquillo térmico

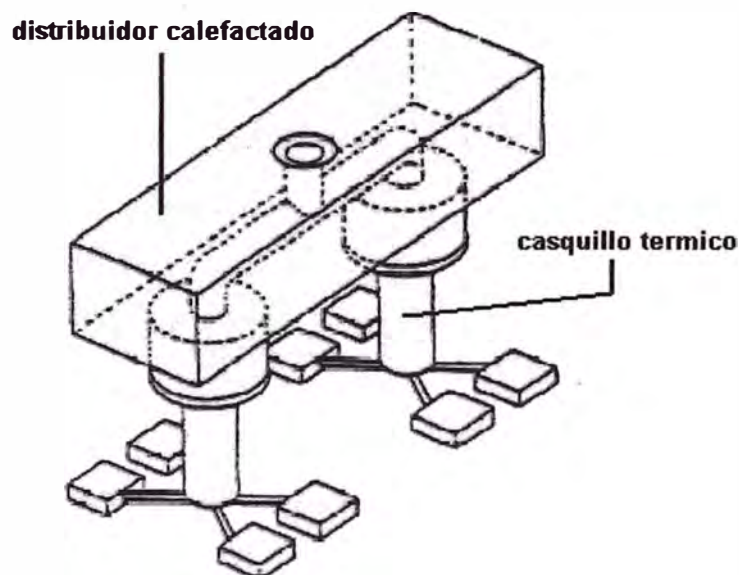


#### **Ventajas:**

- El recorrido de la resina en acero frío se reduce en un 38%. Las personas familiarizadas en moldeo por inyección saben que el moldeo es más fácil si los canales de distribución son cortos.
- Puede reducirse el tiempo de ciclo, ya que la parte más gruesa de la colada se ha eliminado.
- Disminuye el número de paradas de producción: no puede quedar colada pegada al molde del lado de la mazarota.

c) **Colada con distribuidor calefactado y casquillos térmicos de inyección Indirecta.** El método anterior (colada fría con casquillo térmico) todavía mejorará si se construye el molde como en la figura 3.31, utilizando dos casquillos eléctricos y un distribuidor calefactado.

Figura 3.31. Colada fría con distribuidor calefactado y casquillos térmicos.



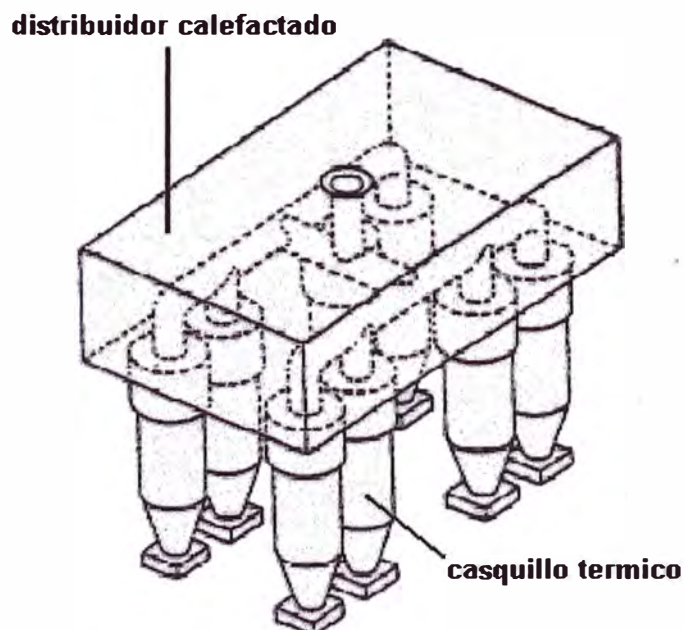
#### **Ventajas:**

- El recorrido de la resina en acero frío se ha reducido como mínimo en un 68%, en relación a la figura 3.29.
- Gracias a estos recorridos más cortos, los canales pueden ser considerablemente más finos y con menor desperdicio que tratar.
- Puede reducirse el tiempo de inyección.
- Con recorridos más cortos, puede reducirse la temperatura del material y el tiempo de enfriamiento.

**d) Colada caliente.** El recorrido desde el casquillo eléctrico en cada cavidad es exactamente de la misma longitud, lo que es un requisito necesario para conseguir piezas idénticas en las distintas cavidades.

El mejor resultado se consigue construyendo el molde como en la figura 3.32, utilizando un casquillo de entrada directa para cada cavidad. Esta solución es técnicamente óptima. La diferencia con el método anterior, radica en que todos los canales de distribución y de unión están contenidos en el distribuidor calefactado, en el método anterior todavía parte de los canales están ubicados en la placa que contiene a las cavidades; estos canales que quedan sin calefacción van a solidificarse y saldrán con la pieza al ser expulsada del molde convirtiéndose en desperdicio que hay que reprocesar en caso se quiera recuperar para una nueva inyección o ciclo.

Figura 3.32. Colada caliente.

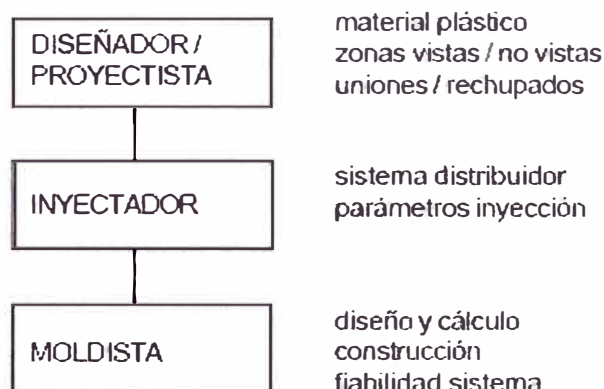




**Ventajas:**

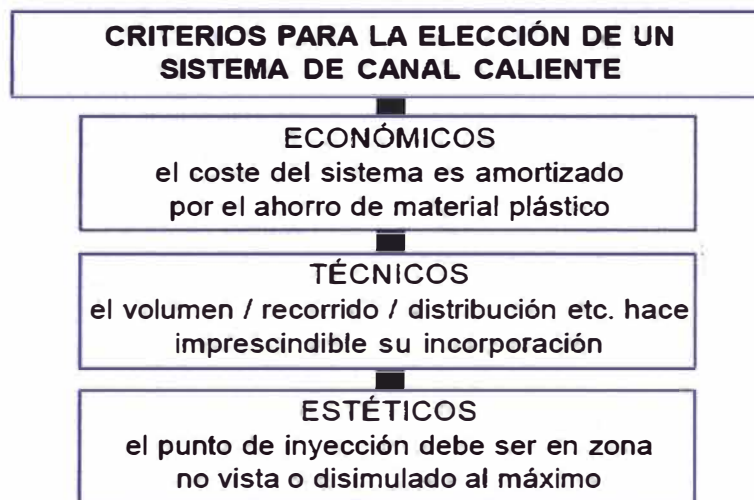
- El recorrido es de solamente un 11% en relación a la figura 3.29.
- Es más fácil llenar las cavidades desde un punto de inyección central.
- El llenado de las cavidades puede controlarse completamente mediante el control de la temperatura de cada casquillo.
- No hay desperdicio de material.

**3.7.3.2.2 Criterios para la elección de un sistema de colada caliente.** Un posible estudio de todo el conjunto de este sistema, respondería seguramente al esquema 3.1 de esta página, teniendo muy presente que es uno de los apartados en los que tal vez sea más precisa la colaboración y los acuerdos entre las tres partes implicadas en la fabricación de la pieza.



Esquema 3.1. Partes implicadas en la fabricación de la pieza

Los criterios que hay que tener presentes al elegir un sistema de colada caliente se muestran en el esquema 3.2



Esquema 3.2 Criterios para la elección de un sistema de colada caliente

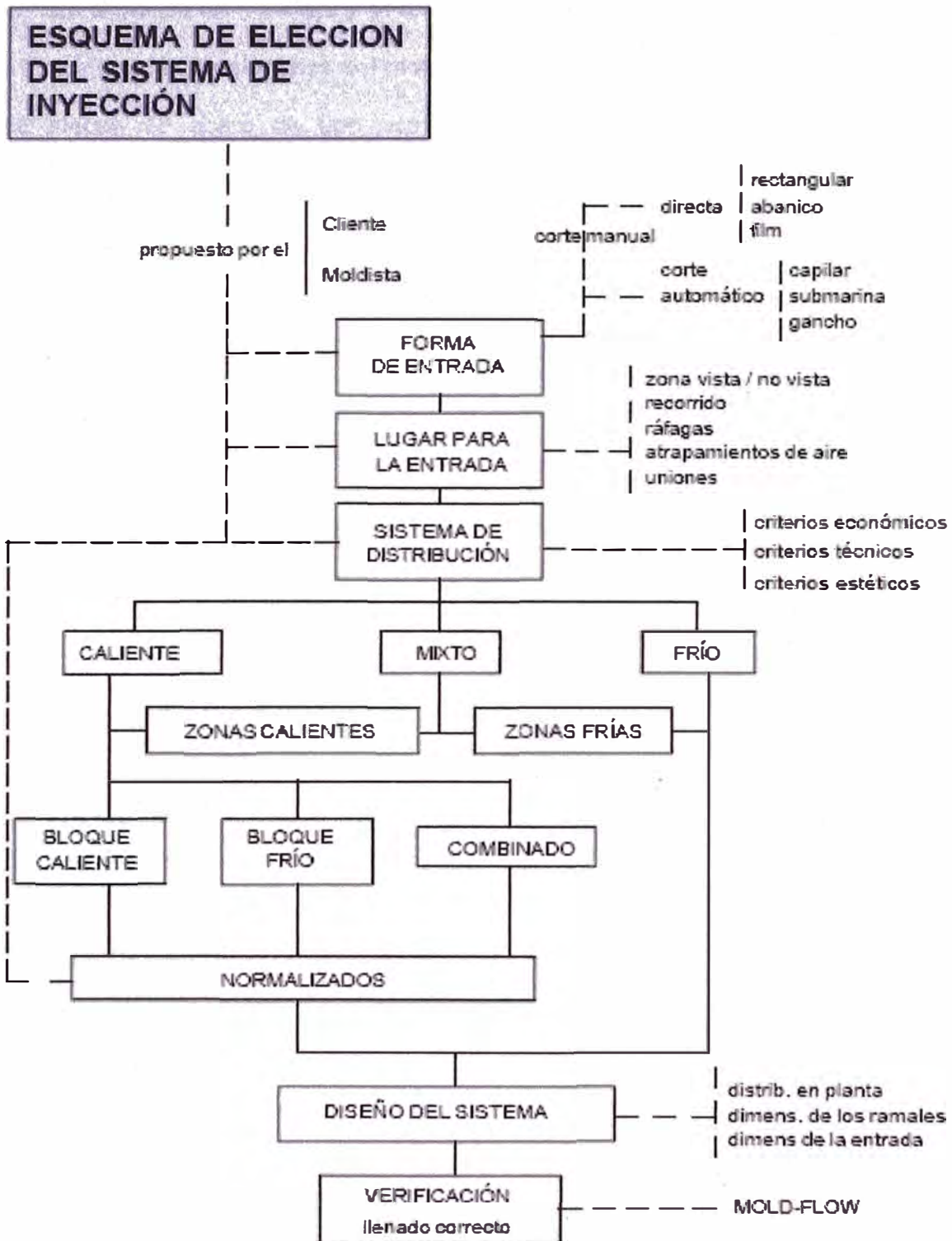
**-Económicos.** Eliminación total o parcial del coste de material de desperdicio que queda en los canales del distribuidor. Estos costos son los siguientes:

- **A** Material plástico del distribuidor (por pieza)
- **B** Instalación del sistema
- **C** Consumo energía / mantenimiento por pieza
- **P** Producción total

$$A + B/P + C = \text{COSTE POR PIEZA DE LA COLADA}$$

- **Técnicos.** El recorrido, complejidad o volumen a inyectar son excesivos para un sistema de canal frío (Ejemplos: cajas de envases, parachoques automóvil, piezas con inyección y expulsión en el mismo lado, moldes sándwich).
- **Estéticos.** La entrada se efectúa en zona vista pero con alguno de los tipos de entradas citadas en la figura 3.25 se permite aceptarla. (Ejemplos: tapones de cosméticos, transparencias post. automóvil, bolígrafos, similares).

**3.7.3.2.3. Esquema de elección del sistema de inyección.** El siguiente es un esquema referencial muy útil, para hacer una adecuada elección del tipo de sistema de inyección de un molde. En el esquema 3.3 se aprecia que debe haber participación activa por parte del cliente y el moldista (diseñador de moldes) para tener un proyecto exitoso que debe terminar con la elección idónea del sistema. La elección debe estar en función a los criterios económicos, técnicos y estéticos (en ese orden) y el desempeño del sistema elegido puede probarse mediante análisis por computador (MOLD-FLOW), con una gran certeza.



Esquema 3.3 Elección del sistema de colada caliente

**3.7.3.3 Sistema de montaje y placas.** Es el conjunto de placas que soporta y aloja a todos los demás sistemas del molde. Este sistema esta constituido por un bloque de placas de acero de tipo estructural en su mayoría. Se ha acudido a la configuración normalizada del molde de colada fría, en la que se distinguen los tipos de placas que aparecen en la Figura 3.33: De base (fija y móvil), Portadoras de cavidades y núcleos, De expulsión (expulsora, porta expulsores y de retención), De soporte, y pilar de soporte.

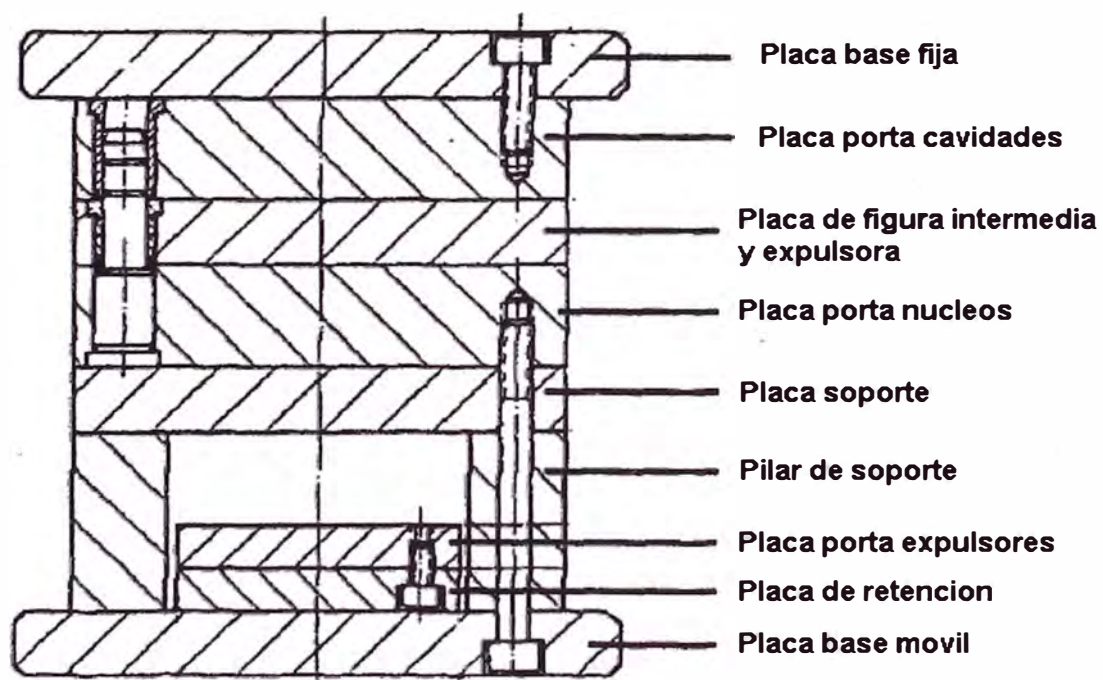
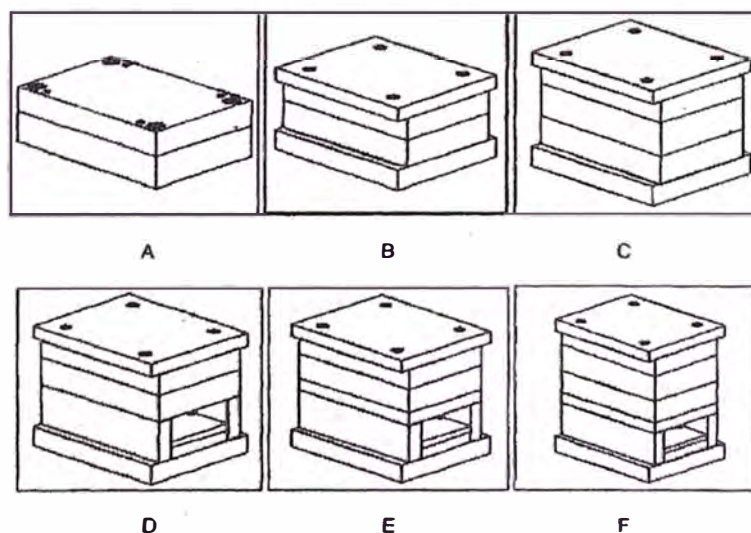


Figura 3.33. Tipos de placas en la configuración normalizada del molde de colada fría

Las combinaciones para estos tipos de placas permiten la composición de seis posibles configuraciones normalizadas (Figura 3.34):

- A) Molde elemental: constituido por dos placas: porta cavidades y porta núcleos, sin mecanismos de Automatización del proceso. Extracción manual de la pieza (Figura 3.34-A).
- B) Molde con las placas portadoras de cavidades y núcleos y dos placas base: similar al molde elemental, con mejor sistema de sujeción a la máquina de inyección y mayor rigidez (Figura 3.34-B).
- C) Molde con placas portadoras de cavidad y núcleos, placa intermedia y placas base: expulsión por placa (Figura 3.34-C).
- D) Molde con placas portadoras de cavidad y núcleos, placas base, pilares y expulsoras: molde elemental con expulsión por espigas (Fig. 3.34-D).
- E) Placas portadoras de cavidad y núcleos, soporte, placas base, pilares y expulsoras: similar al anterior, con placa soporte (Figura 3.34-E).
- F) Placas portadoras de cavidad y núcleos, soporte, placas base, pilares y expulsoras: molde completo que habilita cualquier disposición de molde para sistema de colada fría (Figura 3.34-F).

Figura 3.34. Configuraciones normalizadas del molde de colada fría



Un molde con sistema de colada caliente similar al que vamos a tratar en este informe, tiene la configuración de placas similar a la figura 3.34-F, pero lleva dos placas adicionales justamente para alojar al sistema de colada caliente. La primera de ellas es la placa porta distribuidor que debe envolver al distribuidor calefactado y la segunda es la placa porta casquillos que como dice su nombre debe servir de bastidor para los casquillos térmicos. En la figura 3.35 se detalla su configuración.

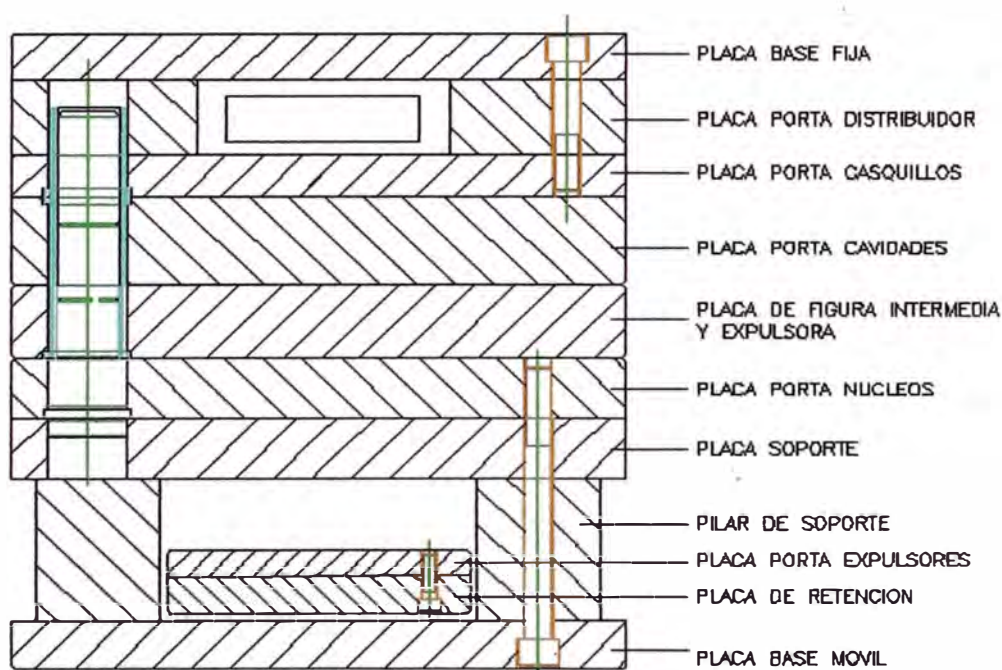


Figura 3.35. Tipos de placas en la configuración Normalizada del molde de colada caliente

#### 3.7.3.4. Sistema de expulsión.

El sistema de expulsión en el molde es el encargado de remover la pieza moldeada una vez que esta se ha solidificado. El sistema de expulsión es normalmente de tipo mecánico, utilizando la carrera de apertura de la máquina de inyección. Cuando esto no es posible se utilizan sistemas extras de tipo neumático o hidráulico.

Las partes básicas de un sistema de expulsión son las siguientes y se muestran en la figura 3.36. (a) y (b).

- Placa expulsora
- Placa porta expulsores
- Expulsores tipo espiga
- Placa de retención
- Tope placa de retención
- Perno de sujeción
- Perno expulsor de la máquina

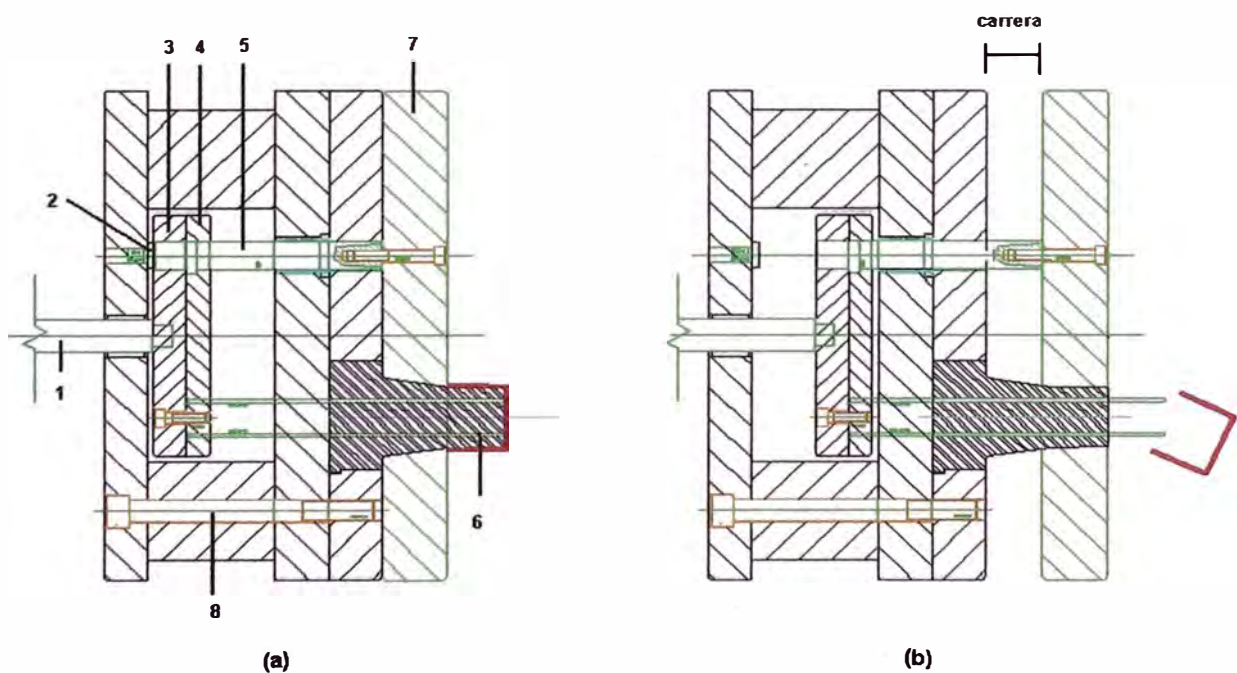


Figura 3.36. (a) Partes del sistema de expulsión. (b) Accionamiento del sistema

1. Expulsor de la maquina, 2. Tope placa de retención, 3. Placa de retención, 4. Placa porta expulsores,
5. Perno de sujeción, 6. Expulsores tipo espiga, 7. Placa expulsora, 8. Tornillos de ensamble

(Todos los elementos del sistema se resaltan en verde)



El sistema de expulsión es normalmente colocado en la parte móvil del molde. La apertura del molde permite que los expulsores tipo espiga empujen a la pieza en dirección perpendicular a la línea de partición, liberándola de esta forma de los núcleos. Para que se pueda utilizar éste sistema, es necesario que la pieza moldeada permanezca en el lado móvil del molde (REF.1).

**3.7.3.4.1. Carrera de apertura y de expulsión.** Siempre debe de existir suficiente espacio entre el núcleo y la cavidad, que permita que el producto caiga libremente al ser expulsado. Para evitar problemas de desmolde se recomienda seguir las siguientes reglas (REF.1):

La carrera de expulsión para piezas profundas debe de ser igual a  $C=1.5P$   
donde P es la profundidad de la pieza

Piezas sin o poco ángulo de salida  $C=P$

**3.7.3.4.2. Colocación de los puntos de expulsión en la pieza.** La colocación de los puntos de expulsión en donde actuarán los expulsores, es de suma importancia en el diseño de sistemas de expulsión, una configuración deficiente de estos, puede ocasionar problemas como (REF.1):

Ataque de la pieza en el núcleo del molde.

Distorsión de la pieza a causa de fuerzas de expulsión mal distribuidas.

Excesiva deformación de los pernos expulsores.

Para evitar éste tipo de problemas se recomienda que: (REF.2)

Los pernos deben de localizarse en los puntos, más bajos de la pieza, bordes, costillas.

Los pernos pueden ser requeridos en esquinas o cerca de las esquinas de la pieza.

Los pernos deben de colocarse en arreglos simétricos y uniformemente espaciados.

Los pernos se deben colocar en puntos de alta rigidez de la pieza.

El número de expulsores así como el área de acción de estos, debe de ser lo más grande posible.

**3.7.3.4.3. Tipos de expulsores, dimensiones y acabados.** Para desmoldar o expulsar una pieza los pernos de expulsión son los elementos más comúnmente usados (los expulsores tipo espiga también son pernos expulsores). Estos pueden ser encontrados en el mercado con tamaños y geometrías estandarizadas. La mayoría de estos pernos están hechos con acero para trabajo en caliente AISI H13 y tratados para obtener una dureza superficial de 70Rc.

Un buen acabado y durezas superficiales, evitan que el perno se atasque en el molde y aseguran una larga vida de servicio. El barrenado que recibe al perno, debe de tener una superficie lisa, libre de marcas de maquinado. El acabado superficial sugerido es de  $0.4\mu$  (REF.1).

Los pernos de expulsión deben de cumplir con tolerancias cerradas para poder deslizarse suavemente en el molde. Su ajuste en el molde depende del plástico a ser moldeado y de la temperatura del molde y en el caso de pernos expulsores ventiladores de los valores críticos de ancho de apertura de cada material.

Los pernos mas usados son los cilíndricos, son los más comunes para todas las fuerzas de expulsión. Se presentan en tamaños estándar de 1.5 a 25mm de diámetro y en longitudes mayores de 653mm. Para la selección de las dimensiones del perno se deben de tomar las siguientes reglas generales (REF.1):

Usar siempre medidas estándar

Elegir los pernos lo más largo posible.

Los tamaños de Ø3mm y menores deben de ser evitados, particularmente si la longitud del perno es mayor a 50 veces el diámetro.

Se debe prestar atención en el diámetro de perno expulsor, ya que si éste es demasiado delgado pueden existir problemas de inestabilidad. Para determinar un diámetro adecuado se puede utilizar la siguiente formula (REF.1):

$$d > 0.000836L\sqrt{p} \quad (3.2)$$

Donde:

d = diámetro del perno

L = longitud no guiada del perno

p = presión de inyección (presión dentro de la cavidad)

**3.7.3.5 Sistema de localización y alineación.** Las dos mitades del molde deben alinearse de tal forma que todo dispositivo como inserto y núcleos, así como la forma de la pieza queden geoméricamente en condiciones de diseño. Se debe revisar que exista una auténtica alineación con la máquina y entre las dos mitades del molde.

**3.7.3.5.1. Alineación con el eje de la unidad plastificadora.** Una precisa alineación es necesaria con éste eje. De otra forma no existirá un sellado entre la nariz y el molde y el material se escapará. La alineación se consigue por medio de un anillo guía que se máquina en el plato soporte del molde o bien se instala en el molde. Estos dispositivos se encuentran disponibles en catálogos de distribuidores y son maquinados en aceros tratados térmicamente (REF.2)

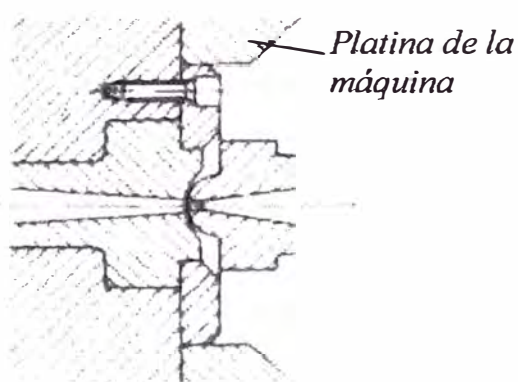


Figura 3.37. Alineación con la unidad plastificadora

El anillo guía se ajusta ligeramente en el plato del molde por un lado y por el otro se desliza suavemente en el plato soporte del molde.

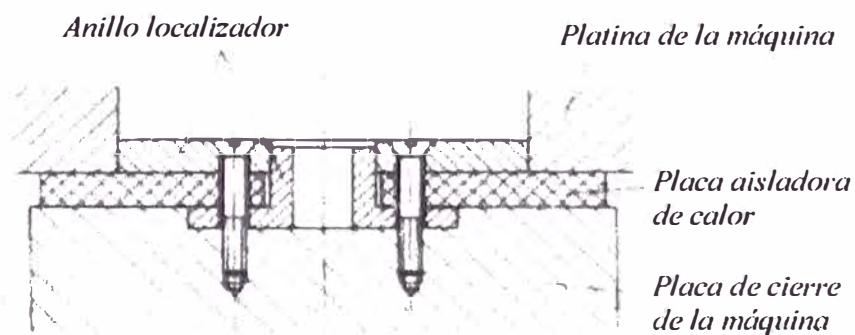


Figura 3.38. Alineación de la unidad plastificadora (continuación)

La figura anterior muestra un anillo guía de dos piezas, por tener una capa aislante es muy adecuado para procesar plásticos termofijos o termoplásticos que necesiten altas temperaturas para piezas muy precisas.

**3.7.3.5.2 Alineación interna.** Las mitades del molde deben alinearse internamente para obtener una buena precisión. En moldes pequeños esto se logra con pernos guías. Estos pernos están sujetos a una mitad del molde y cuando éste se cierra se deslizan en unas camisas insertadas en la otra mitad del molde. La siguiente figura muestra la forma apropiada para montar los pernos y las camisas guías. (REF.2)

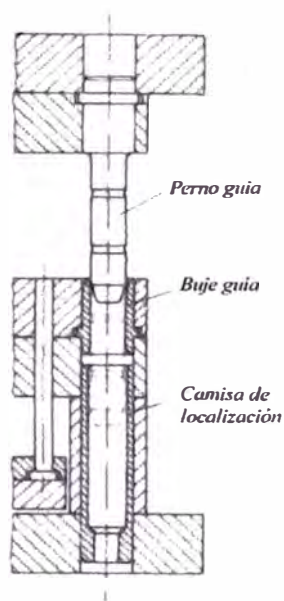


Figura 3.39 Ensamble de perno y camisa guía (buje)

Se necesitan cuatro juegos de pernos y camisas (bujes) para lograr una alineación apropiada. Para asegurar que las dos mitades correspondan, se instala un perno más grueso que el resto. Para un ensamblaje más fácil, dos pernos diagonalmente opuestos uno del otro se instalan más largos que el resto. Todos los pernos se

instalan lo más cerca posible de las esquinas del molde para tener una mayor superficie libre que facilita la instalación o maquinado de canales de enfriamiento.

La efectividad de la alineación depende de las tolerancias usadas entre los pernos y sus respectivas camisas guías. Como las tolerancias deben ser cerradas se crea desgaste y por esto se emplean materiales tratados térmicamente, generalmente la dureza de las camisas es de unos 60 a 62 Rc. Los juegos de pernos y camisas están disponibles en catálogos de distribuidores especializados. El desgaste se disminuye lubricando con disulfuro de molibdeno. (REF.2)

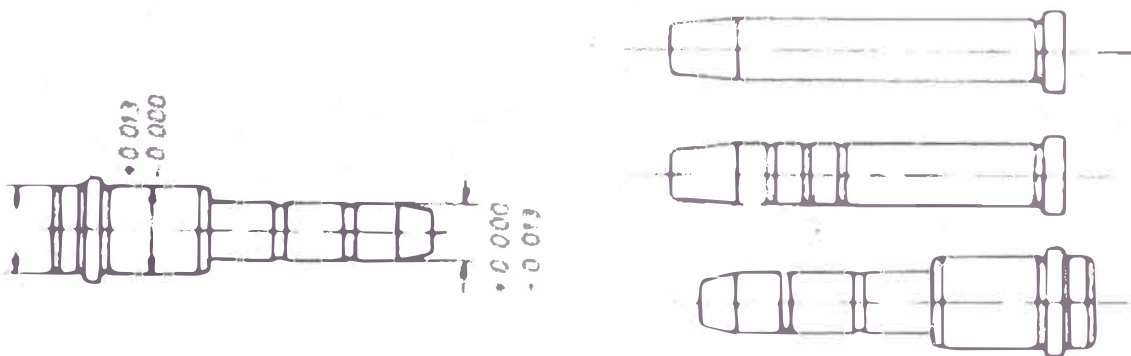


Figura 3.40. Pernos guía.

La longitud de los pernos depende de la profundidad de la cavidad y la longitud de las camisas depende de su diámetro interior, regularmente de 1.5 a 3 veces el valor de dicho diámetro (figura 3.41). Los orificios correspondientes en el molde se barrenan de acuerdo a instrucciones proporcionadas por el fabricante.

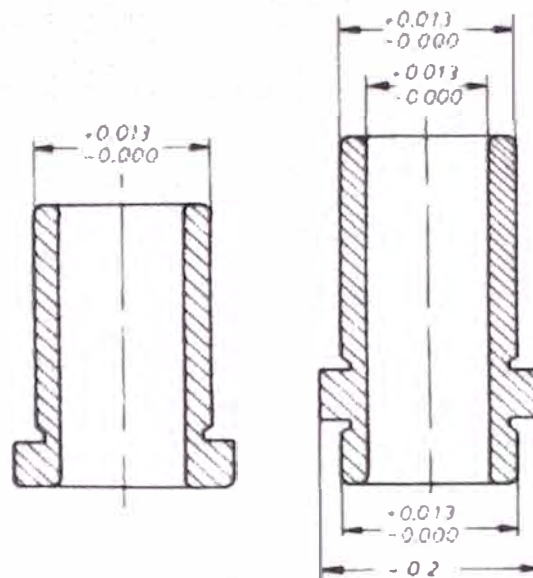


Figura 3.41 Dimensiones de las camisas (bujes).

La siguiente figura muestra dos diseños de pernos con sus respectivas camisas ya montados en las dos mitades del molde.

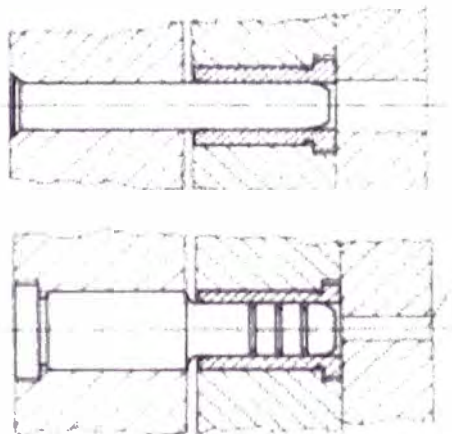


Figura 3.42 Montaje de perno y camisa en el molde

Es importante mencionar que no debe aplicarse ningún esfuerzo cortante a los pernos por eso hay que tener cuidado al diseñar otros dispositivos en el molde. Si la

aplicación de esfuerzos cortantes o fuerzas laterales es ineludible se debe calcular correctamente el área de la sección transversal del perno.

**3.7.3.6. Sistema retráctil.** En el caso de que la pieza inyectada tenga zonas con forma de taladros laterales, que forman caras sesgadas (áreas atrapadas que impiden que la pieza sea expulsada del molde), Es necesario crear un punzón lateral. Antes de la apertura del molde, el punzón lateral se desplaza (se retrae), haciendo posible la extracción de la pieza. Los sistemas que accionan a los punzones son generalmente de tipo mecánico o hidráulico. El sistema de transmisión de movimiento que interesa es el hidráulico, ya que el molde base lo posee. La ventaja sobre el mecánico es que el hidráulico es un sistema autónomo de los mecanismos de la inyectora, y su control es más versátil, por que se pueden graduar su velocidad y sincronización con la apertura del molde para una acción rápida y oportuna. (Ver Figura 3.43)



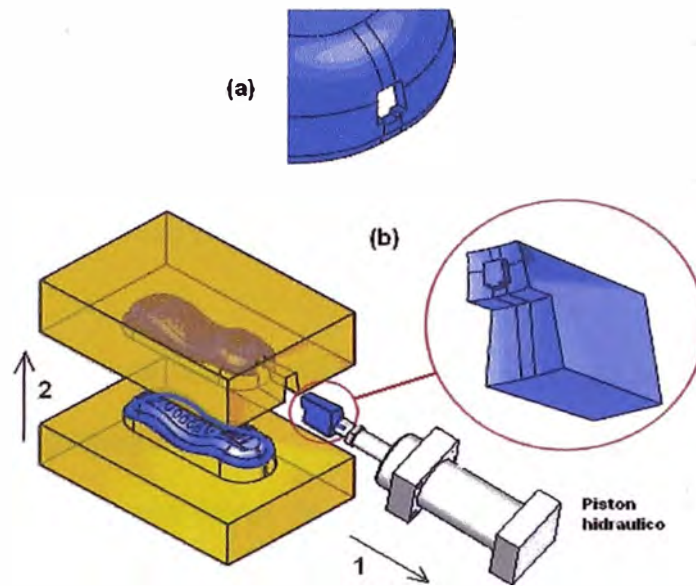


Figura 3.43 Sistema retráctil

(a) Pieza con taladro lateral que requiere un punzón lateral, para poder ser expulsada del molde. (b) Punzón lateral retráctil accionado hidráulicamente. Para una correcta operación debe darse primero el movimiento 1 (retiro del punzón lateral) y luego el movimiento 2 (apertura del molde).

**3.7.3.7 Sistema de ventilación.** La teoría de ventilación o expulsión de aire de la cavidad de un molde es simple. El aire dentro de la cavidad debe de escapar de manera que el plástico fundido que entra a alta presión y temperatura, llene todo el espacio de la cavidad. Es por eso que deben colocarse respiraderos, los cuales son espacios entre dos superficies, por los cuales el aire puede escapar.

Los respiraderos son colocados en un molde para evitar (REF. 1 y 2):

Llenado incompleto de la cavidad.

Quemadura y degradación del plástico moldeado a causa del aumento de temperatura del aire atrapado en la cavidad.

Corrosión y abrasión del molde a causa del material plástico quemado por el aire caliente atrapado en la cavidad.

La ventilación de un molde se puede realizar por medio de (REF.1):

Ranuras y canales de respiración.

Pernos de ventilación.

Ventiladores naturales (línea de partición pernos expulsores)

Existen algunas reglas que deben de seguirse para diseñar respiraderos correctamente, y son (REF.1):

Proveer respiraderos tan grandes como sea posible de acuerdo al plástico y presión de inyección, de forma que permitan el escape del aire con la menor resistencia, pero que no permitan que el plástico fundido entre a través de ellos.

Colocar los respiraderos al final del recorrido del fluido plástico (fondo de la cavidad, esquinas). Si el flujo origina en dos o más lugares, o si se separa y une para formar líneas de unión, los respiraderos deben de colocarse en estos sitios.

Algunos autores coinciden al afirmar que la mayoría de las veces no es necesario el diseñar sistemas de ventilación complicados (ranuras y pernos de ventilación), ya que el aire en la cavidad de un molde tiene varias posibilidades para escapar por los pernos de expulsión y por la línea de partición, siempre y cuando estos elementos tengan la rugosidad adecuada.

Se recomienda (REF.1):

Planear (rectificar) la superficie de la línea de partición con una piedra de grano 240.

El rectificando debe realizarse perpendicular a la línea de partición.

Al usar los pernos de expulsión como ventilación el diámetro del perno debe de ser entre 0.02 y 0.05mm menor que el diámetro del barreno que lo contiene.

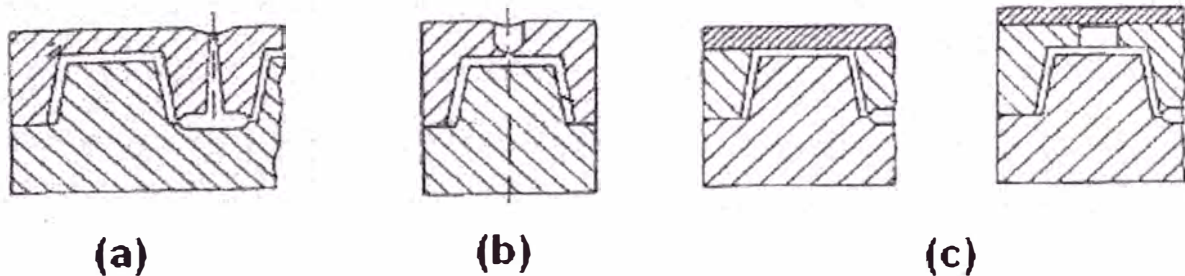


Figura 3.44 Algunos tipos de ventilación para moldes

(a) Vaso inyectado lateralmente. Posición de entrada desfavorable para la salida de aire. (b) Vaso inyectado por el fondo. Posición de entrada favorable. (c) Vaso inyectado lateralmente mediante molde con junta adicional (figura de la izquierda); expulsión mediante troquel auxiliar (figura de la derecha).

**3.7.3.8. Sistema de enfriamiento.** Para que el molde funcione correctamente, es necesario que trabaje a la temperatura de transformación adecuada, de acuerdo al tipo de material plástico o de la pieza a obtener, también es necesario que esta temperatura se mantenga estable, factores dimensionales, estéticos, ciclo, llenado, etc., están en función de esta característica por lo que su estabilidad, ayudará a una producción correcta, en el ciclo establecido.

La masa plástica es introducida en el molde a una determinada temperatura, 220° - 280° para el polipropileno, y al contacto con las paredes del molde cede parte de

esta temperatura, hasta reducirse a la de desmolde ( $40^{\circ}$  -  $93^{\circ}$ ). Por este proceso se produce un aporte de calor que progresivamente subirá la temperatura del molde variando las condiciones establecidas. (REF.8).

El enfriamiento del molde puede tomar más de las dos terceras partes del tiempo total de ciclo en la producción de las piezas plásticas inyectadas.

La figura 3.45 ilustra estos puntos. Un eficiente diseño del circuito reduce el tiempo de enfriamiento y esto a su vez esto aumenta la productividad. Un enfriamiento uniforme mejora la calidad de la pieza inyectada ya que se produce una reducción de las tensiones residuales manteniendo la exactitud y la estabilidad dimensional en la pieza. (Ver figura 3.46) (REF.8)

Ciclo típico del moldeo por inyección

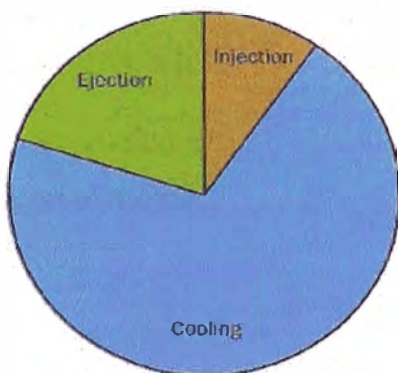
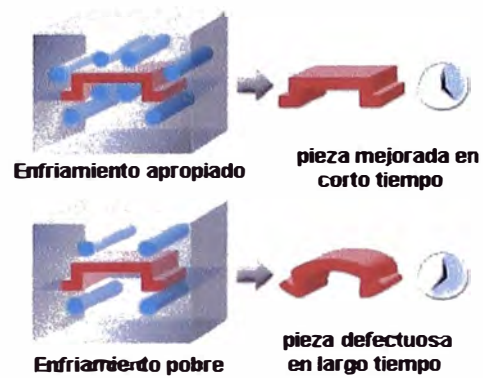


Figura 3.45. El enfriamiento del molde toma más de las dos Terceras partes del tiempo de ciclo total

Figura 3.46 Pobre y eficiente enfriamiento que mejora la calidad de  
La pieza y la Productividad del molde



**3.7.3.8.1 Componentes del sistema de Enfriamiento.** Un sistema típico de enfriamiento para moldes esta compuesto de las siguientes componentes:

A = manifold colector (distribuidor colector)

B = molde

C = manifold surtidor (distribuidor surtidor)

D = bomba

E = canales de enfriamiento en el molde

F = Mangueras

G = baffles (deflectores)

H = controlador de temperatura

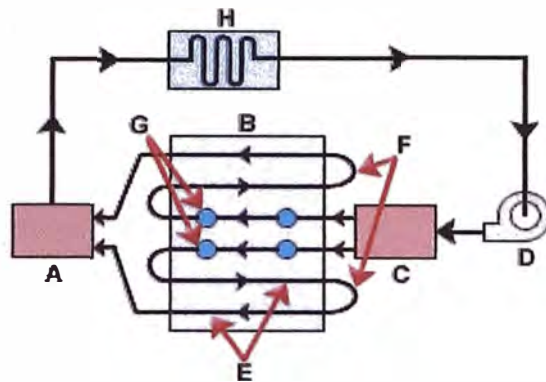


Figura 3.47 Esquema de un típico sistema de refrigeración

Para una maquina de moldeo por inyección

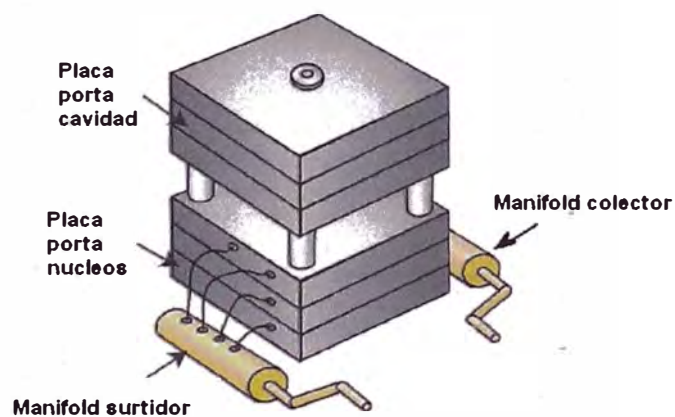


Figura 3.48 Canales de enfriamiento montados a las placas del molde

El molde puede ser considerado como un intercambiador de calor, donde el calor debe fluir desde el polímero fundido hasta los canales de circulación del refrigerante. La figura 3.47 y 3.48 ilustra a los componentes de un típico sistema de refrigeración.

Para asegurar piezas de calidad, se deben considerar los siguientes factores (REF.8):

- Acabado superficial
- Esfuerzos residuales
- Cristalinidad del material
- Alabeos de origen térmico

**3.7.3.8.2 Configuración de los canales de enfriamiento.** Las configuraciones de los conductos de enfriamiento pueden ser: en serie o en paralelo tal como lo ilustra la figura 3.49 (REF.8).

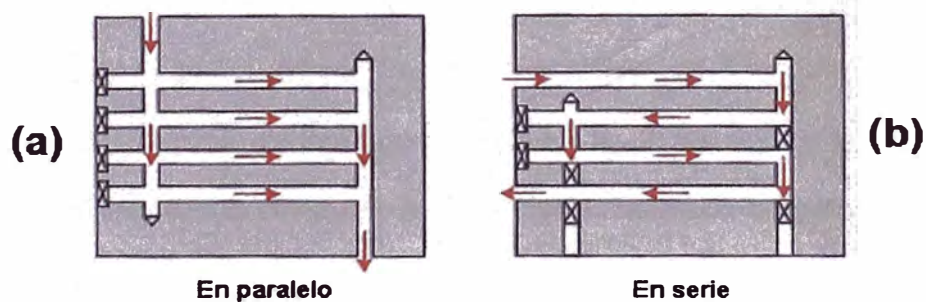


Figura 3.49. Configuraciones de los canales de enfriamiento en placas.

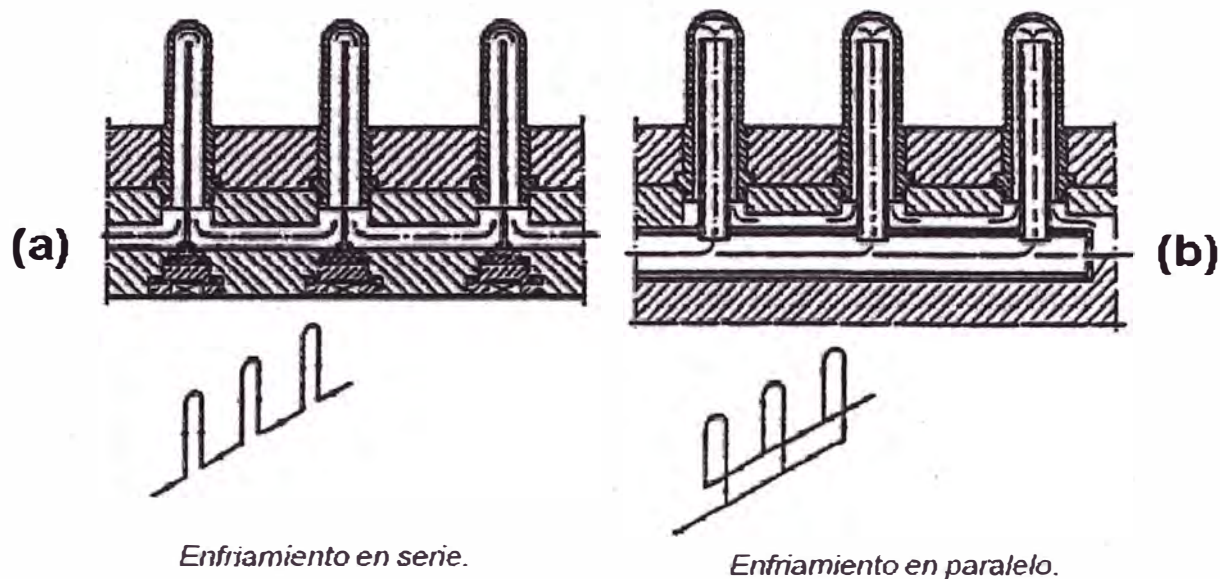


Figura 3.50 Configuraciones de los conductos de refrigeración en Conexiones de cavidades y núcleos.

**a) Canales de Enfriamiento en Paralelo.** Debido a las características de la configuración paralela, la proporción de flujo a lo largo de los diferentes canales será distinta debido a las diferencias de resistencia de flujo que existe en cada cauce. La variación en la proporción de flujo es la causa para que la eficiencia de enfriamiento variara de un conducto a otro. Como resultado de esto, el enfriamiento en el molde puede ser no-uniforme con una configuración de canales paralelos. (Ver figura 3.50b) (REF.8)

**b) Canales de Enfriamiento en Serie.** Los canales de enfriamiento conectados en un solo circuito, desde el orificio de entrada del líquido refrigerante a su orificio de salida se denominan canales de enfriamiento en serie (Ver figura 3.50a). Este tipo de configuración es generalmente el más recomendado y usado. Por diseño, si los canales de enfriamiento son uniformes en forma y tamaño, el refrigerante puede



mantener (de preferencia) un flujo turbulento en toda su longitud. El flujo turbulento permite que el calor sea transferido de manera más efectiva. El flujo turbulento se tratara en el anexo A. (REF.8).

**3.7.3.8.3 Localización y tamaño de los canales de enfriamiento.** La mejor localización de los canales esta en los insertos que contienen a la cavidad y al núcleo. Un emplazamiento de los canales de fuera de los insertos de la cavidad y del núcleo tendrá como efecto un enfriamiento pobre en el molde. Como guía general de diseño, se dan las siguientes proporciones:

$D = \text{Aprox. } 8 - 14\text{mm.}$

$a = \text{Aprox. } 3D - 5D$

$b = \text{Aprox. } 2D - 2.5D$

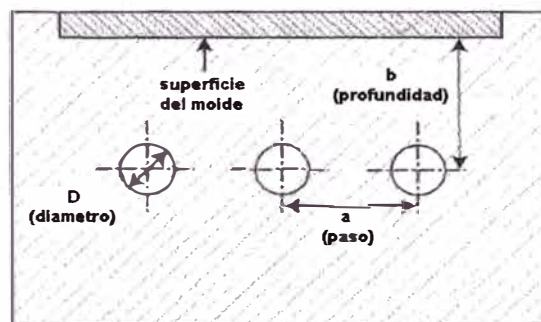


Figura 3.51. Dimensiones típicas de los canales de enfriamiento

**3.7.3.8.4 Dispositivo Alternativo de Enfriamiento: Deflectores.** Este dispositivo es en realidad un canal de enfriamiento perforado perpendicularmente a una línea principal de enfriamiento. Dentro del canal circular perforado, se introduce el deflector que actúa como una placa de desviación que separa el conducto de enfriamiento en dos canales semi-circulares. El refrigerante que llega por la línea principal de enfriamiento; fluye primero por un lado del deflector; da la vuelta cuando llega a la punta, y regresa por el lado opuesto, uniéndose nuevamente a la línea principal de enfriamiento.

Los mejores diseños, tienen mayor el diámetro del canal que aloja al deflector en relación al diámetro del canal que lo alimenta. Esto se hace por dos razones: en primer lugar, para asegurar que todo el flujo vaya hacia arriba, ya que el deflector bloquea completamente el canal que lo alimenta, y en segundo lugar, para que las dos secciones semi-circulares, separadas por el deflector tengan áreas similares a la del canal de suministro. Para eliminar las diferencias de temperaturas del refrigerante a ambos lados del deflector, estos últimos deben fabricarse en bronce. (Ver figura 3.52) (REF.8).

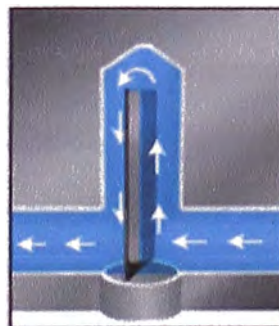


Figura 3.52 Esquema del dispositivo de enfriamiento con deflector

**3.7.3.8.5 Circuitos de enfriamiento utilizados en los moldes.** Existen diferentes circuitos de enfriamiento, ya sea para las placas o para los insertos de un molde. Los circuitos de enfriamiento de interés para el presente informe son los siguientes:

**a) Enfriamiento normal por taladros en las placas del molde:** es la forma más utilizada de enfriar las placas de un molde. (Ver figura 3.53)

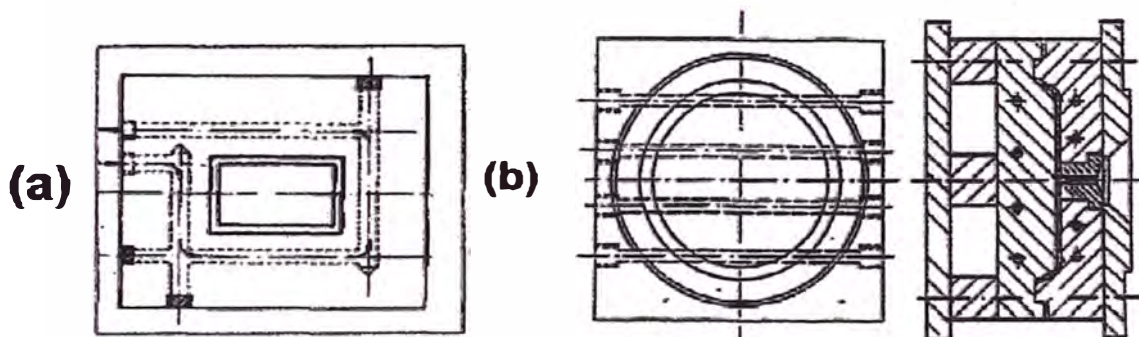


Figura 3.53. Enfriamiento normal por taladros en las placas del molde.  
(a) Poligonal, (b) Recta

**b) Enfriamiento de la cavidad con deflectores verticales:** El enfriamiento de la cavidad se realiza a través de agujeros verticales que tienen de 8 a 10mm de diámetro, en estos agujeros se insertan tabiques llamados deflectores. La función de los deflectores es separar la entrada y la salida del flujo del refrigerante, el flujo sube y baja a través de los agujeros, y estos se conectan a través de un pozo común en forma de anillo, con este sistema el refrigerante puede pasar de agujero en agujero y completar su recorrido (Ver figura 3.54).

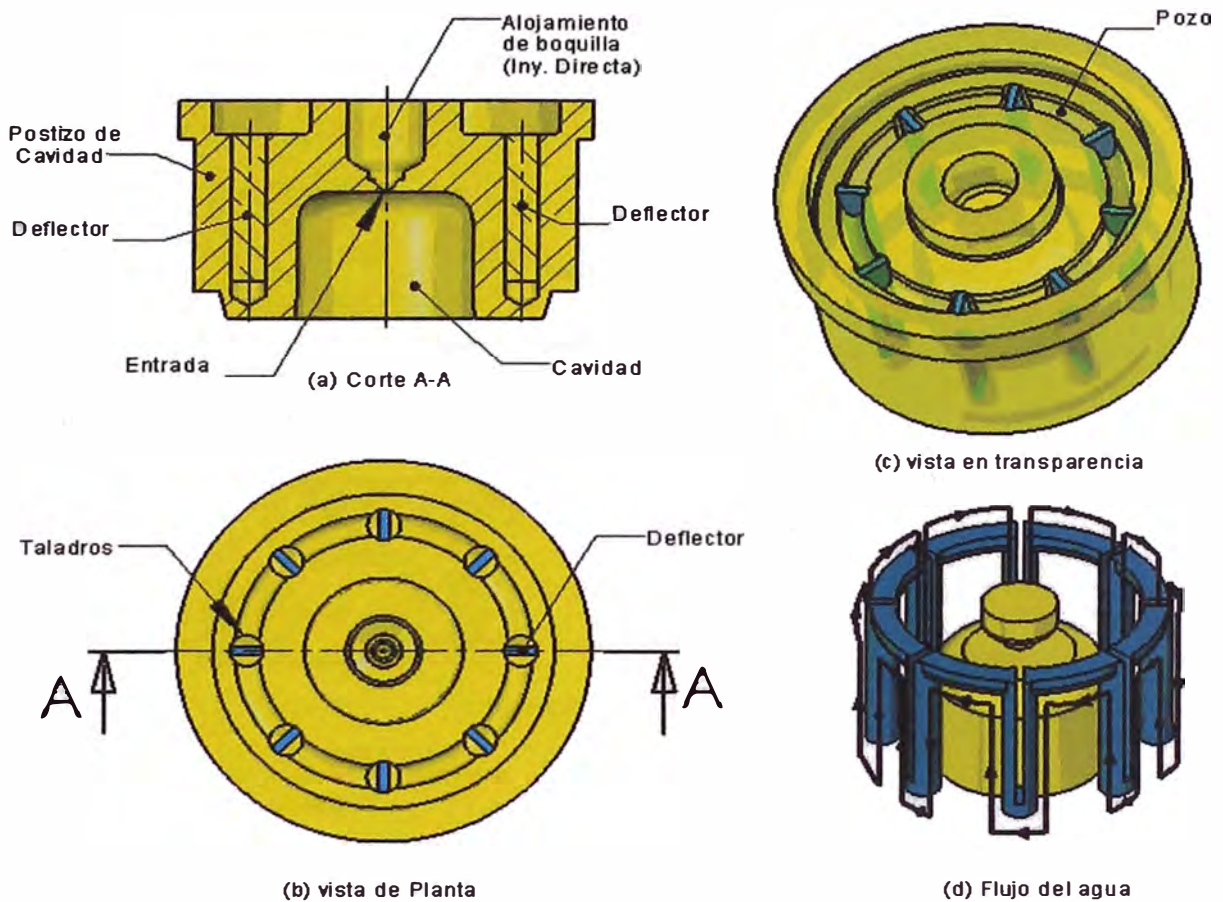


Figura 3.54. Enfriamiento de la cavidad con deflectores verticales

**c) Enfriamiento de la cavidad con deflectores verticales y radiales:** Este modelo sirve para refrigerar dos zonas a la vez empleando para ello el mismo flujo. Este modelo al igual que el anterior también utiliza deflectores para separar la entrada y salida del refrigerante que circula por cada agujero. En la figura 3.55 podemos ver los cortes B-B y C-C, que corresponden a la refrigeración de las zonas de la cavidad y del punto de inyección (entrada del plástico) respectivamente, en ellos se aprecia como el refrigerante circula de manera alternada de un agujero vertical, a un agujero radial de manera que satisface las dos zonas a refrigerar.

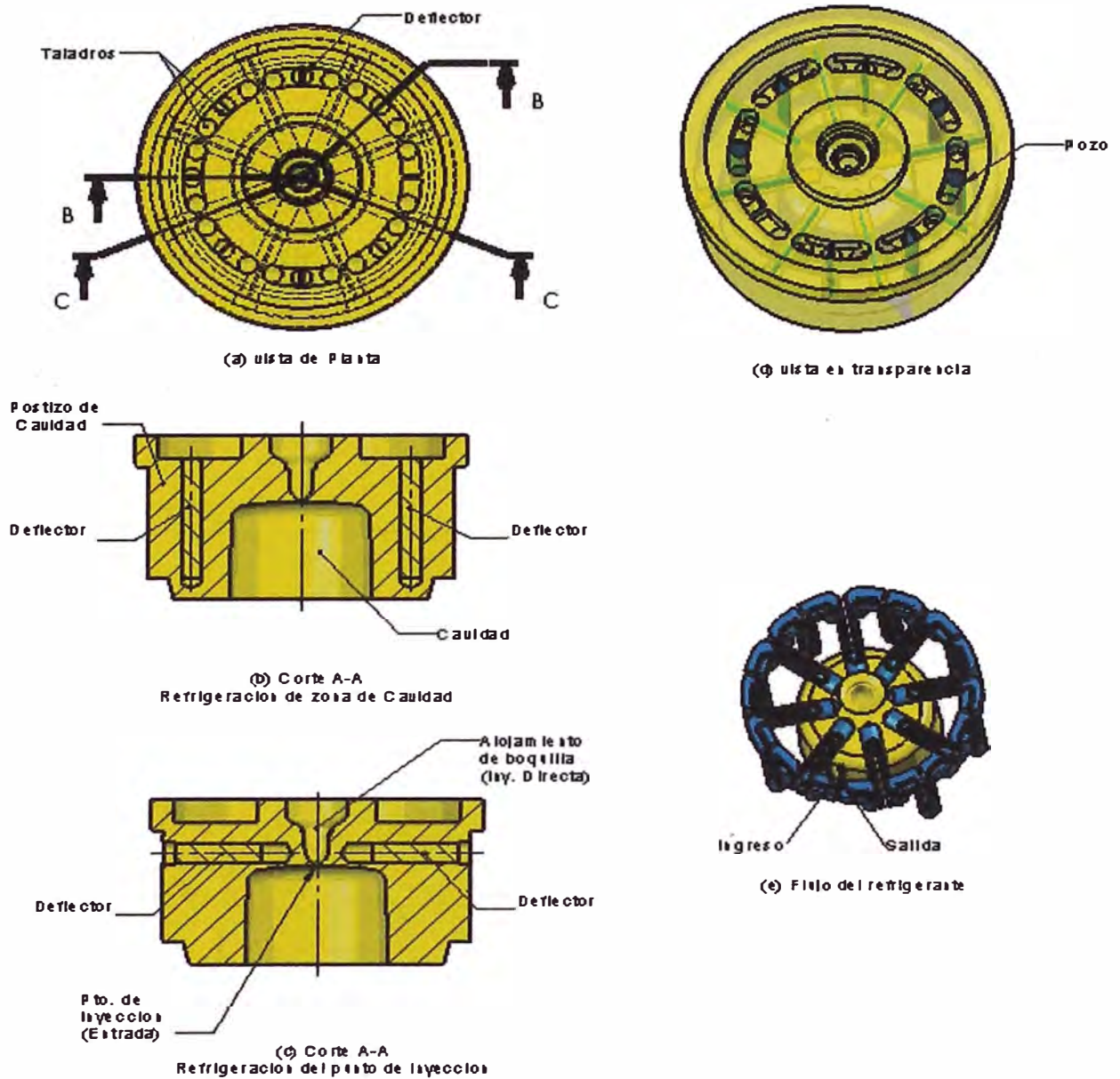


Figura 3.55 Enfriamiento de la cavidad con deflectores verticales y radiales

**d) Enfriamiento del núcleo con inserto de anillos escalonados.** Los anillos de enfriamiento están tallados alrededor de la parte exterior de un inserto. La sección que tienen los anillos, es rectangular con esquinas redondeadas. El refrigerante ingresa tal como se muestra en la figura 3.56(a) mediante un canal tallado en el núcleo; luego el refrigerante ingresa al inserto por el conducto vertical (línea

principal de suministro), y sube hasta el primer anillo, de allí el flujo se separa en dos partes que circundan el canal hasta encontrarse en la conexión frontal del inserto, en ese punto el flujo desciende al segundo anillo, separándose nuevamente y repitiendo la misma acción que hizo en el primer anillo, hasta encontrarse en la conexión posterior, para bajar al tercer anillo donde el flujo se separa por ultima vez, circundando el anillo hasta encontrarse en el conducto de salida del núcleo. (Ver figura 3.56)

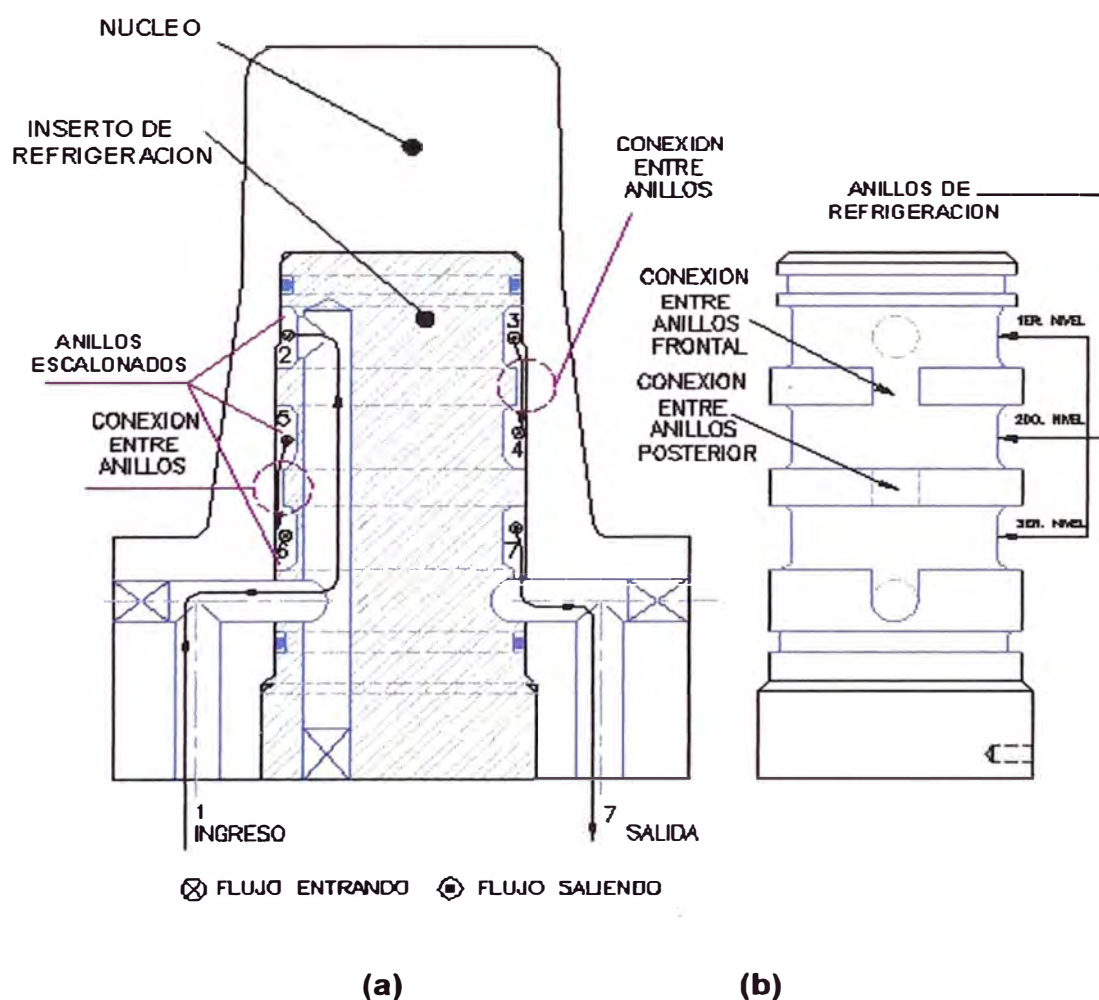


Figura 3.56. Enfriamiento del núcleo con Inserto de anillos escalonados.

(a) Recorrido del flujo de refrigerante, (b) Vista del inserto

La desventaja de este modelo, esta en los choques de los flujos que se producen al encontrarse estos en las conexiones entre anillos, lo que genera un estancamiento o contraflujo que aumenta la caída de presión y velocidad, lo cual no es conveniente cuando se busca que el flujo sea turbulento (ver anexo A).

**e) Enfriamiento del núcleo con deflectores.** Es análogo al caso (b) de esta misma sección, pero aplicado en núcleos (Ver figura 3.57). En comparación al circuito del caso (c), los conductos con deflectores pueden llegar mas cerca a la superficie que esta en contacto con la pieza. En el caso (c), no es recomendable poner mas cerca al inserto de refrigeración, por que seria necesario retirar material adicional del núcleo (se le estaría debilitando).

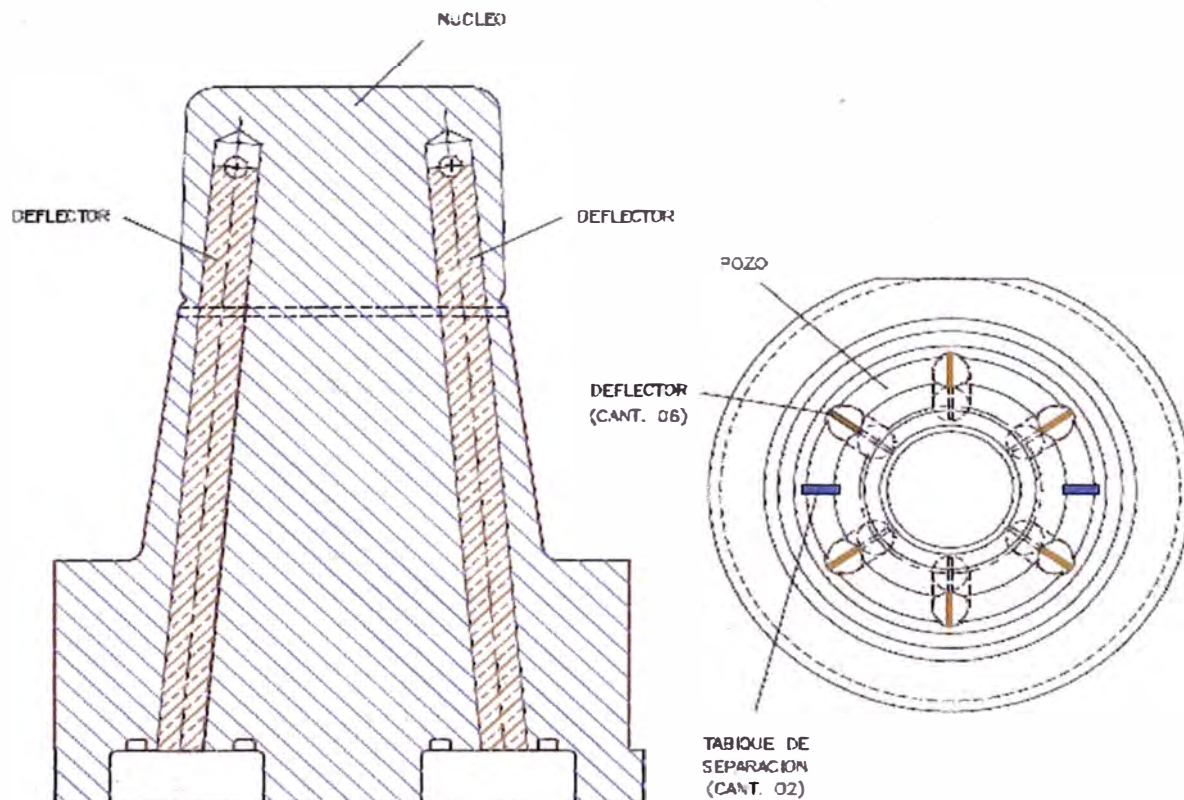


Figura 3.57 Enfriamiento del núcleo con deflectores

**3.7.3.8.6 Recomendaciones para la ubicación de los circuitos de enfriamiento en moldes con colada caliente.** Para moldes de colada caliente, existe la siguiente recomendación respecto a que elementos del molde que acompañan al sistema de colada en el bloque fijo, se les debe colocar circuitos de enfriamiento. La siguiente figura 3.58 muestra un esquema mínimo recomendado para este caso (REF.9).

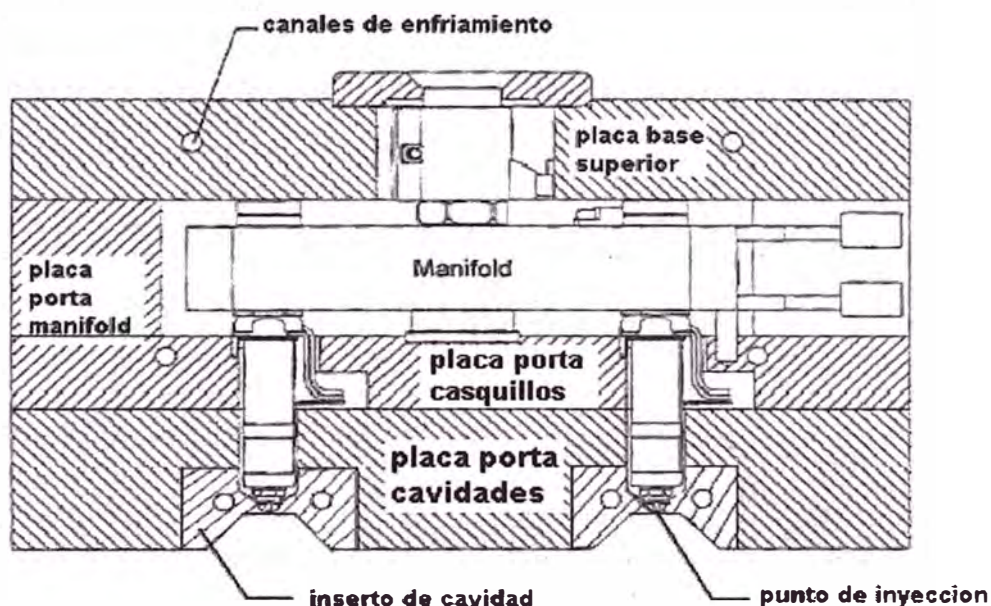


Figura 3.58 Esquema recomendado para la colocación de canales de enfriamiento en moldes con colada caliente.

Los elementos que requieren canales de enfriamiento en el bloque fijo son:

- 1-Placa base fija
- 2-Placa porta casquillos
- 3-Insertos de cavidad



-La placa base superior, esta afectada por el calor que le transmite el sistema de inyección de la maquina inyectora y el manifold calefactado.

-La placa porta casquillos, esta afectada por el calor que producen el manifold y los casquillos térmicos.

-Los insertos de cavidad, están afectados por el calor que desprenden el plástico fundido y los casquillos térmicos. Este calor es mayor en la zona que circunda el punto de inyección o entrada a la cavidad. Existen 2 formas de enfriar esta zona, la primera es con un circuito tallado en el inserto de cavidad (sección 3.7.3.8.5 (b)) y la otra es empleando insertos adicionales (Ver anexo B).

Nota: En el bloque móvil del molde, los insertos de núcleo también deben tener circuito de enfriamiento.

### **3.8. EL MOLDE BASE**

#### **3.8.1 Características generales del molde base.**

La descripción del molde base propuesta se hará de acuerdo a las clasificaciones de moldes contenidas en las tablas 3.3 a 3.5 del presente capítulo. El sistema de canales y colada, sistema de expulsión y otras características del molde, también serán descritas de acuerdo a lo tratado a lo largo del capítulo 3.

**Tabla 3.7 Características generales del molde base**

<b>Características del molde base</b>	<b>Criterios de clasificación</b>
Tipo de molde	Molde Estándar de canales calientes con placa de desmontaje para expulsión.
Numero de cavidades	8
Material	Acero al carbono, acero para Herramientas
Acabado superficial	Rectificado y pulido
Línea de partición (cierre)	Regular
Método de manufactura	Fresado, torneado, rectificado, Electro erosión.
Sistema de canales y colada	Sistema de canales caliente (distribuidor calefactado con casquillos térmicos eléctricos)
Tipo de inyección	Directa de punto
Sistema de expulsión	Por placa de desmontaje y expulsores tipo espiga.
Sistema de Refrigeración	Refrigerado por agua, con Inserto en los núcleos, y conductos tipo Baffles en la cavidades.
Sistema de punzones retractiles	Hidráulico

Se presenta a continuación un reconocimiento fotográfico a los principales sistemas y elementos del molde base.



Figura 3.59 Molde base (fuera de la maquina)

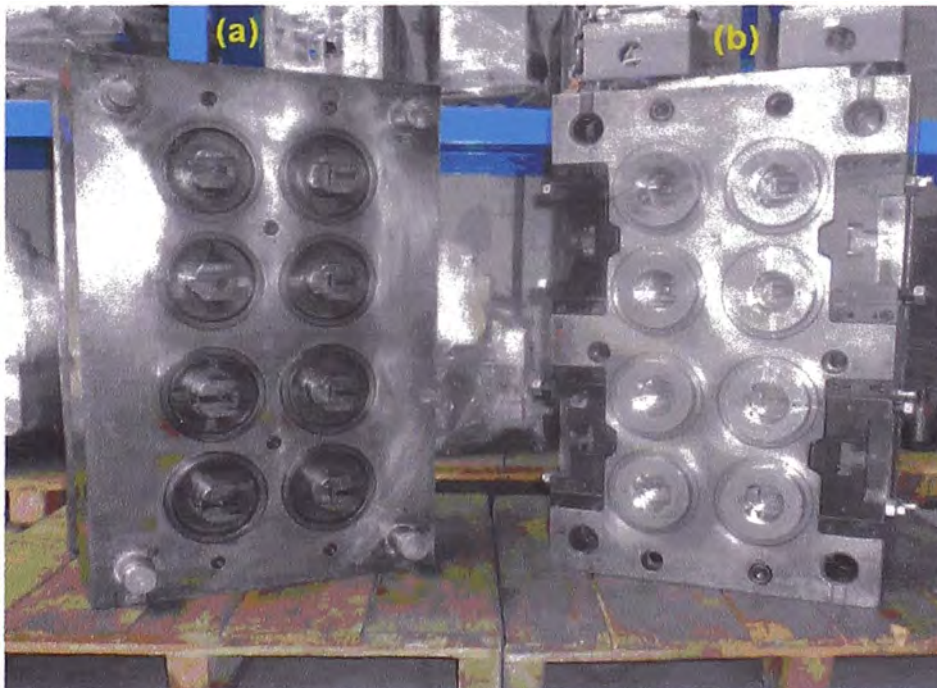
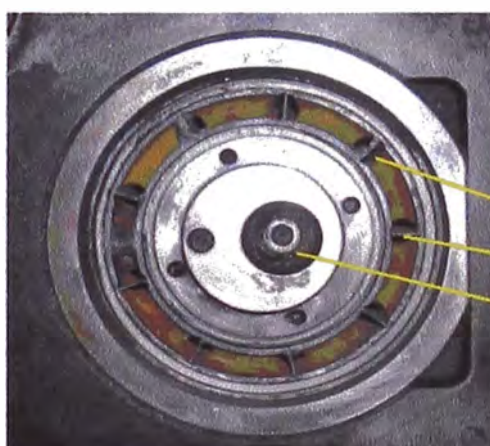


Figura 3.60 Molde base: (a) Parte Fija (b) Parte móvil



Figura 3.61 Inserto de cavidad (vista de planta)



Agujeros de refrigeracion

Deflectores

Alojamiento del casquillo termico

Figura 3.62 Inserto de cavidad (vista inferior)

Se resaltan los canales de enfriamiento y el alojamiento del casquillo térmico.



Figura 3.63 Inserto de cavidad

Retenes, deflectores y tapa del sistema de enfriamiento

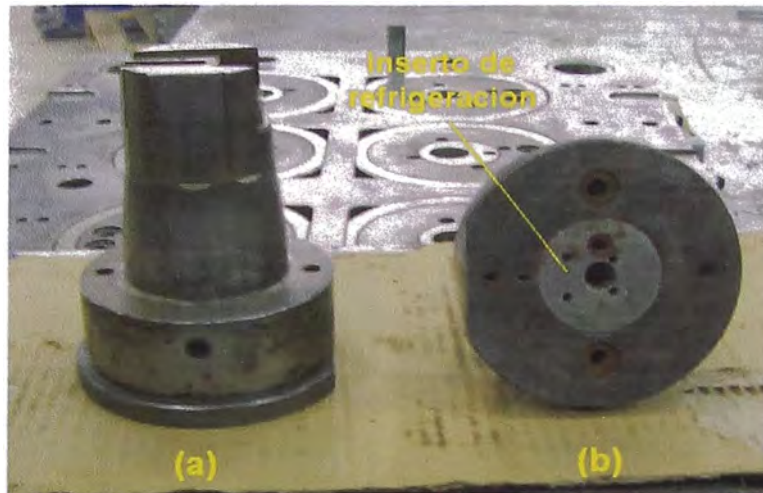


Figura 3.64 Inserto de núcleo

(a) Vista de perfil, (b) Vista inferior mostrando el inserto de refrigeración



Figura 3.65 Punzón-tobera (vertical)



Figura 3.66 Punzón-difusor (lateral)

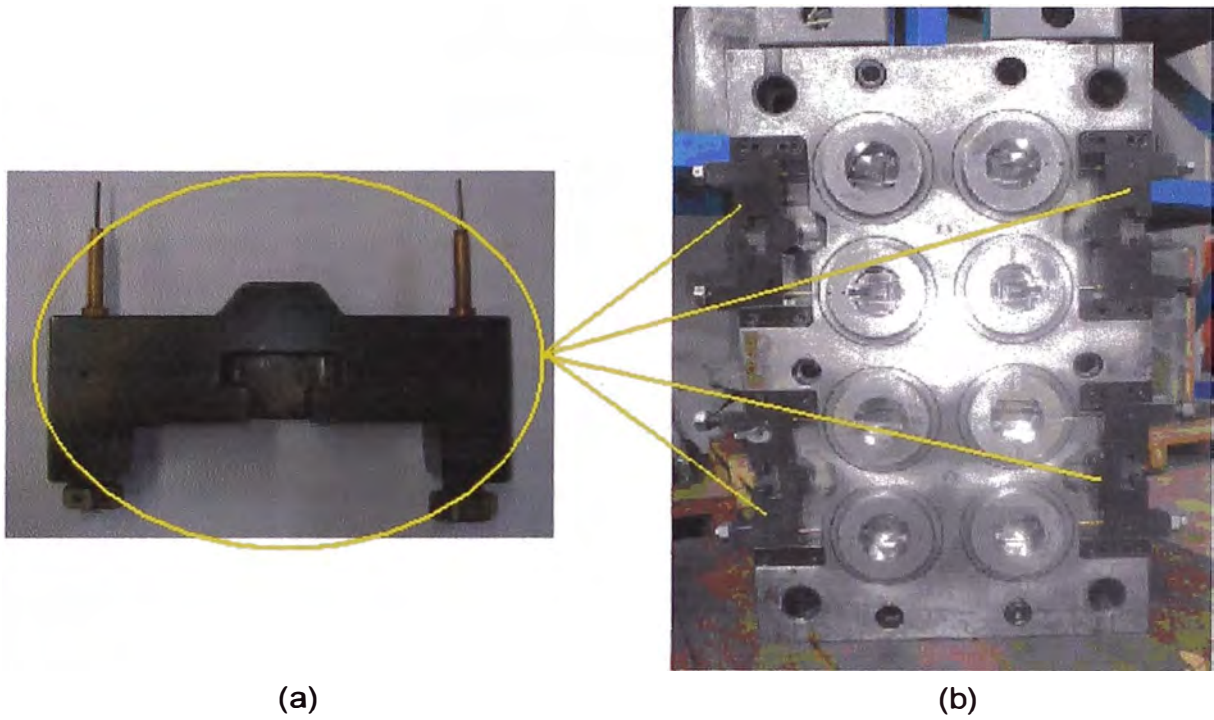


Figura 3.67 Sistema retráctil: (a) Ensamble, (b) Montado en el molde

Nota: no figura el pistón hidráulico que lo acciona, por estar colocado en la maquina

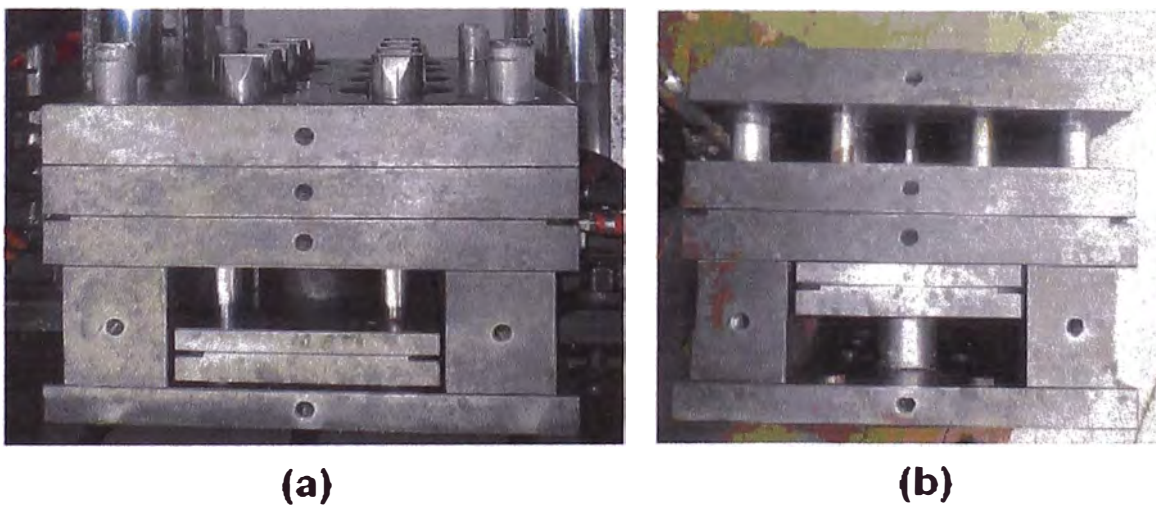


Figura 3.68 Bloque del sistema expulsor:

(a) Sin accionar, (b) Accionado

El sistema expulsor esta ensamblado en la parte móvil del molde, tal como se aprecia en las figuras.



Figura 3.69 Placa porta expulsores, espigas expulsoras y pernos de sujeción



Figura 3.70 Sistema de colada caliente: El casquillo térmico



Figura 3.71 Sistema de colada caliente: El manifold (distribuidor de la colada)



Figura 3.72 Sistema de colada caliente conectado al molde

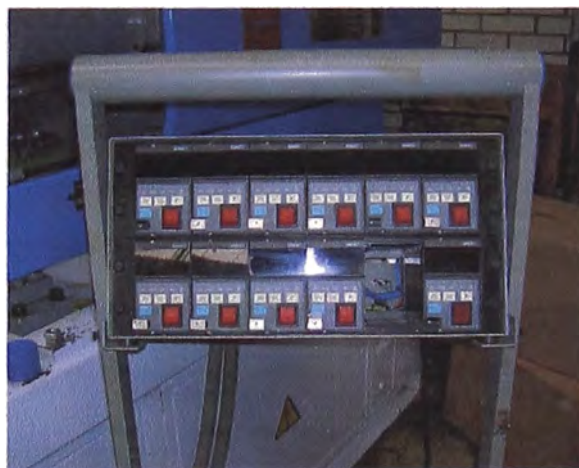


Figura 3.73 Sistema de colada caliente: Controlador de temperatura



## **CAPITULO 4**

### **REDISEÑO DEL MOLDE BASE**

#### **4.1 INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL REDISEÑO DEL MOLDE BASE**

La información necesaria para el rediseño del molde base es la siguiente:

- Planos originales del molde base.
- Archivo digital en 3d del nuevo modelo de pieza.

##### **4.1.1 PLANOS ORIGINALES DEL MOLDE BASE.**

El departamento de ingeniería posee un juego de planos originales en AUTOCAD 2-D que fueron adquiridos junto con el molde, entre la información que proporcionan podemos citar:

- Vistas y Corte del ensamble completo
- Listado de los elementos y materiales
- Planos de despiece de cada elemento

El listado de los elementos cuenta con la siguiente información:

- Posición en el ensamble
- Denominación del elemento

- Material del elemento
- Medidas finales
- Tratamientos térmicos
- Dureza en escala Rocwell

Tanto los elementos de fabricación especial como los estandarizados están agrupados en listas independientes, lo que facilita la identificación y la lectura de sus especificaciones.

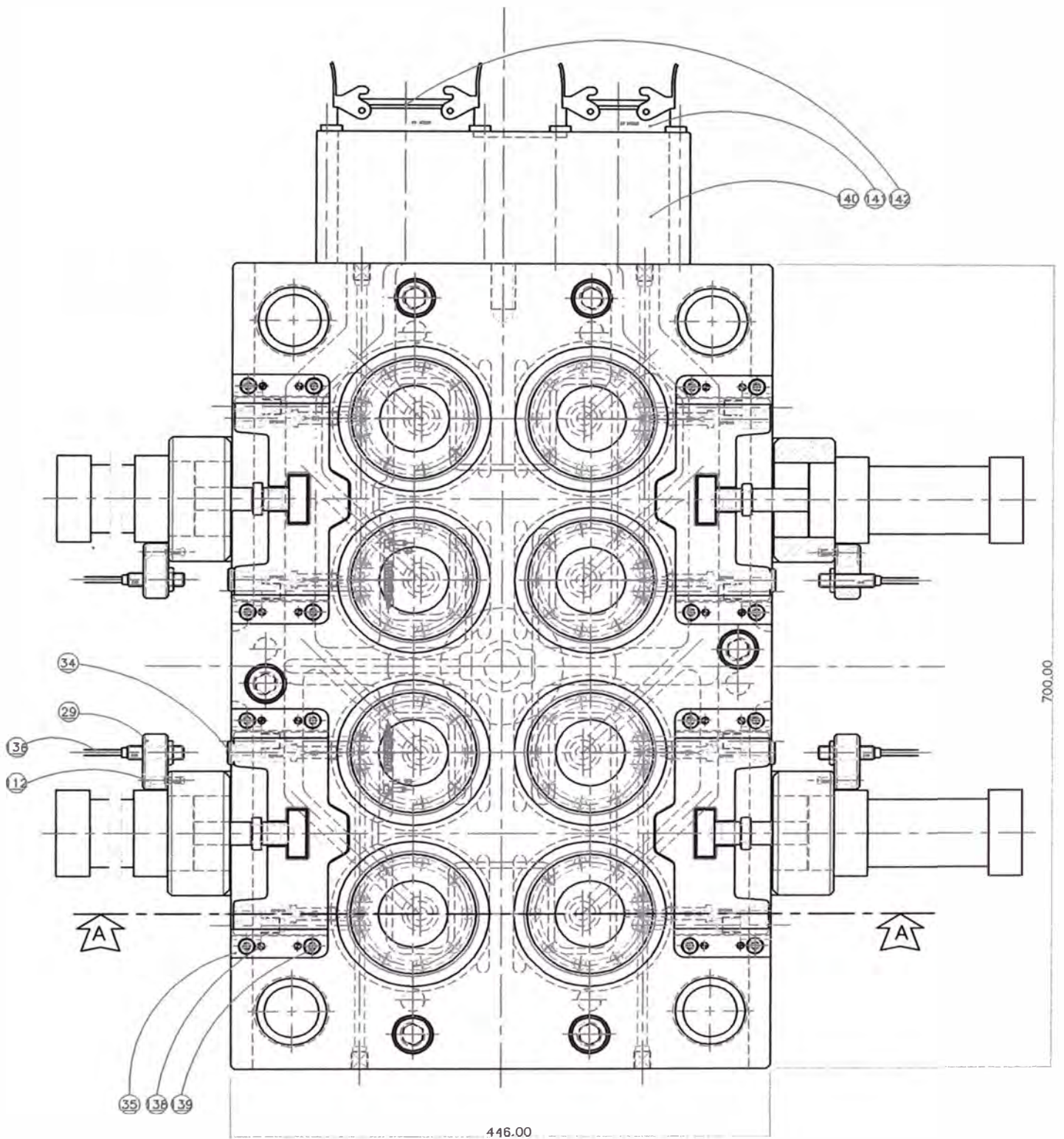
Para el presente informe, y en relación a los planos originales, solo se presentaran las vistas y el corte del ensamble completo, así como el listado de los elementos. Las figuras 4.1 y 4.2, describen de manera general el diseño del molde base; la segunda figura incluye a las listas mencionadas, de las cuales se tomaran las propiedades de los elementos, para ser trasladarlas al molde de nuevo diseño. Estas propiedades (material, tratamiento térmico y dureza) han sido probadas con éxito durante el funcionamiento del molde base.

En las columnas de tratamientos térmicos y durezas Rocwell de las listas de elementos y materiales, solo se aprecian los valores para las piezas de fabricación especial que requieran de estas operaciones. Los casilleros vacíos implican que el material ha sido maquinado en estado de suministro y no necesitan tratamiento alguno para su puesta en servicio, como es el caso de los aceros bonificados, de base o estructural (SAE 1045) y elementos estandarizados que son adquiridos y listos para ensamblar. Estos últimos llevan el código y marca de fábrica en el listado; solo en el caso de los expulsores tipo espiga se requiere de un pequeño cambio para que quede adaptado a la forma de la pieza a producir.

En el diseño del molde nuevo tomaremos como válida toda la información posible extraída de las listas de elementos y materiales, salvo se requieran modificaciones por motivos de mejora técnica orientados a elevar el rendimiento del molde (mejoras en el sistema de refrigeración destinados a reducir el tiempo del ciclo).

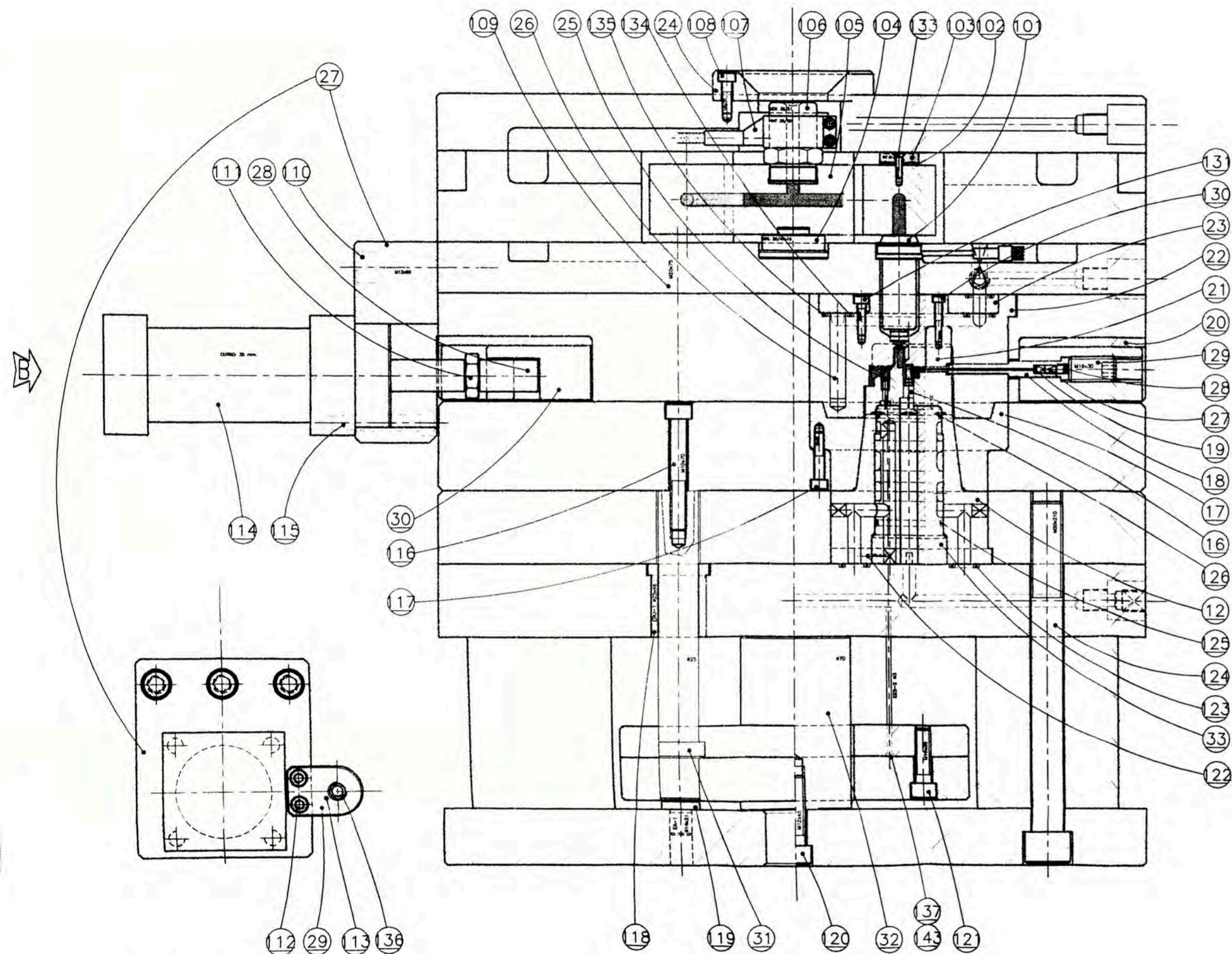
La justificación esta basada en la comprobación de la calidad del molde base, a lo largo de todo el tiempo que ha venido produciendo el modelo de la tapa original (5 años aproximadamente).

Antes de la creación del programa de mantenimiento preventivo, los problemas por desgaste de material que han afectado la calidad de la pieza moldeada, han estado localizados solo en las partes móviles que dan forma al difusor de la tapa (punzón-difusor y aguja) y también en el punzón fijo que da forma a la tobera (punzón-tobera). El desgaste era natural y estaba generado por el contacto metal-metal y metal-plástico. El plástico al momento de solidificarse y contraerse se adhiere mucho mas al metal, y en el momento de expulsar la pieza fuera del molde produce desgaste paulatino. Actualmente estos elementos son sustituidos por cada 2'016,000 de tapas producidas (cada 3 meses y medio).



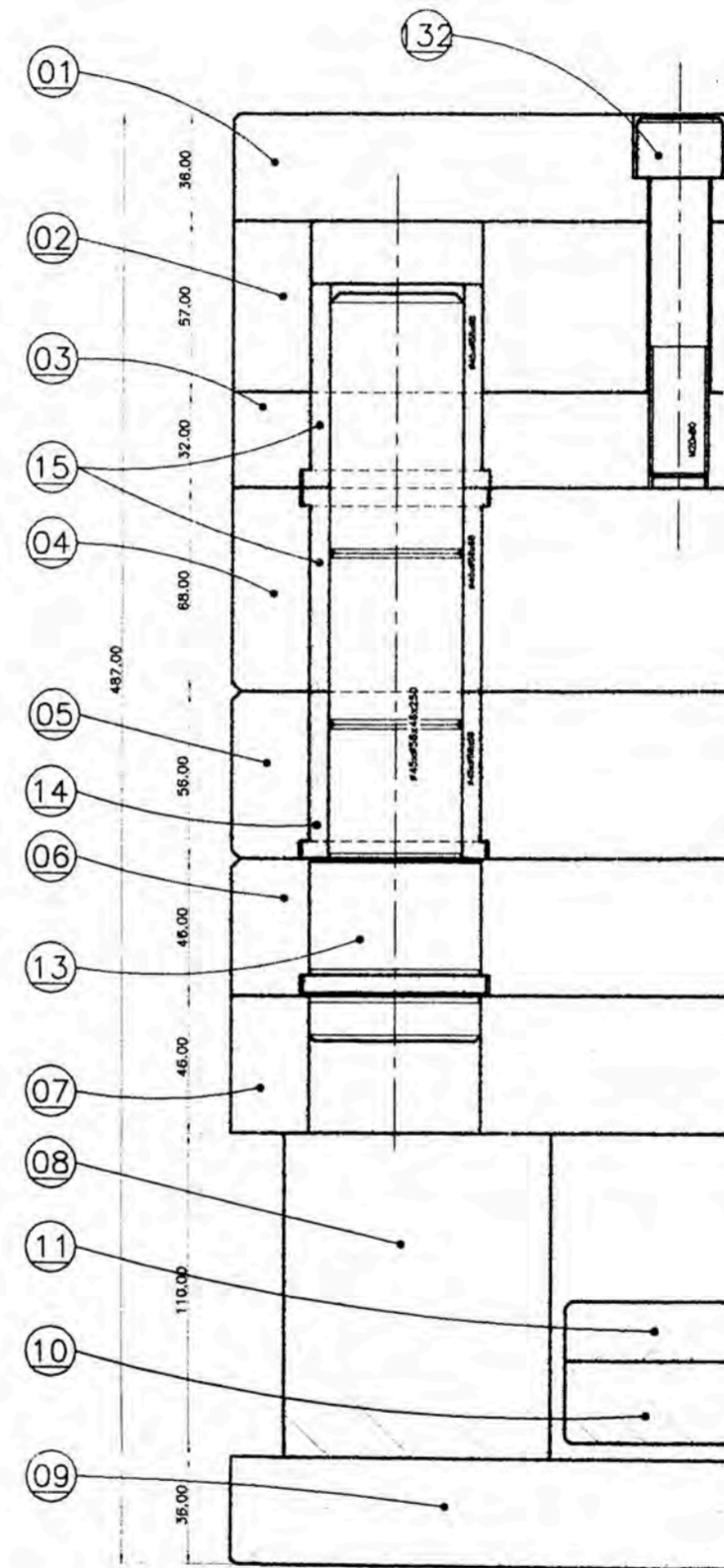
VISTA DE PLANTA

**Figura 4.1**  
**EL MOLDE BASE**  
**ENSAMBLE COMPLETO (VISTA DE PLANTA)**



(a) VISTA C

(b) CORTE A-A



(c) CORTE B-B

Pos. Hoja	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T. TER	DUR	HRC
146	2	EXPULSOR POSTERIOR	SAE H13	EES-2 43x256 MODULAR MOLD			
144	---	TORNILLO ALLEN	6 STD	M20x25			
143	2	EXPULSOR	16 SAE 8620	EES-2 #3x285			
142	3	FICHA STECK-24	1 STD				
141	3	FICHA STECK-32	1 STD				
140	3	CAJA CONECTORES	1 STD				
139	3	TORNILLO ALLEN	16 STD	M8x45			
138	3	ESPINA	16 Ac. Pta.	#6x45			T. y R.
137	2	EXPULSOR POSTERIOR	16 SAE H13	EES-2 43x243 MODULAR MOLD			
136	2	SENSOR DE APROX.	4 NEUMAN				
135	2	ANILLO O'RING	8 NITRILO	PARKER 2-155			
134	2	ANILLO O'RING	8 NITRILO	PARKER 2-148			
133	2	TORNILLO ALLEN C/F	8 STD	M4x14			
132	2	TORNILLO ALLEN	6 STD	M20x100			
131	2	TORNILLO ALLEN	32 STD	M4x16			
130	2	TORNILLO ALLEN	8 STD	M4x25			
129	2	GUSANO ALLEN	8 STD	M16x70			
128	2	REG. AGUJA	8 STD	M8x76, M6x19			
127	2	RESORTE	8 Ac. P/RES.				
126	2	ANILLO O'RING	8 NITRILO	PARKER 2-128			
125	2	ANILLO O'RING	8 NITRILO	PARKER 2-129			
124	2	TORNILLO ALLEN	6 STD	M20x230			
123	2	ANILLO O'RING	32 NITRILO	PARKER 2-112			
122	2	ESPINA	8 Ac. Pta.	#3m8x15			T. y R.
121	2	TORNILLO ALLEN	10 STD	M10x40			
120	2	TORNILLO ALLEN	4 STD	M12x55			
119	2	TOPE PL. RETENCION	10 1.7264	EA-1 #14x21 MODULAR MOLD			
118	2	BUJE S. INF.	6 SAE 8620	EBV-2 #25x40 MODULAR MOLD			
117	2	TORNILLO ALLEN	32 STD	M6x30			
116	2	TORNILLO ALLEN	6 STD	M10x70			
115	2	TORNILLO ALLEN	16 STD	S/CILINDRO			
114	2	CILINDRO HIDRAULICO	4 AUTOMACION	2" curso: 35mm			
113	2	TUERCA	4 STD	M12			
112	2	TORNILLO ALLEN	8 STD	M6x30			
111	2	TUERCA	4 STD	M16x2			
110	2	TORNILLO ALLEN	12 STD	M12x60			
109	2	TORNILLO ALLEN	6 STD	M20x70			
108	2	TORNILLO ALLEN	3 STD	M6x30			
107	2	RESISTENCIA BANDA	1 MASTIP	HMT 30/20			
106	2	PICO	1 MASTIP	MDK 30/51			
105	2	MANFOLD	1 MASTIP				
104	2	LOCALIZADOR	1 MASTIP	MKL20x44x19			
103	2	ESPACADOR	8 MASTIP	MK125			
102	2	DISCO AJUSTABLE	8 MASTIP	DS25x2			
101	2	BOQUILLA	8 MASTIP	MT116056			
Pos. Hoja		DENOMINACION	Cont.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T. TER	DUR HRC

(e) TABLA 4.2 ELEMENTOS ESTANDAR

40	---						
39	---						
37	16	BUJE T.2 S. SUP.	8 Cr.Ni.Ce.	25x35x80	C. y T.	56	Rc.
36	16	GUIA DE CARRO B	8 Cr.Ni.Ce.	25x35x80	C. y T.	56	Rc.
35	16	GUIA DE CARRO A	8 Cr.Ni.Ce.	25x35x80	C. y T.	56	Rc.
34	16	TOPE SENSOR	4 SAE 1045	#20x22	BONIF.		
33	17	INSERTO DE REFRIG.	8 Ac. INOX.	#48x100			
32	15	BARRA DE SOPORTE	4 SAE 1045	#70x110			
31	15	PERNO EXPULSOR	6 SAE 4140	#25x195	BONIF. NITRUR.		
30	16	CARRO	4 P20	34x34x176	NITRUR.		
29	16	SOPORTE SENSOR	4 SAE 1045	20x38x40			
28	16	ACOPLE CILINDRO	4 SAE 1045	20x38x40			
27	16	SOPORTE CILINDRO	4 SAE 1045	52x108x126			
26	2	DEFLECTOR	72 LATON	1x10x54			
25	14	PERNO	8 AMUTY	#6x22	T. y R.	54/6	Rc.
24	15	ARO CENTRADOR	1 SAE 1045	#102x23			
23	17	ARO REFRIGERADOR.	8 SAE 420	#114x12			
22	14	INSERTO CAVIDAD	8 SAE 420	#136x78	T. y R.	52	Rc.
21	14	POSTIZO	8 SAE 420	7x18x27	T. y R.	46	Rc.
20	16	SUPRADERA DE CARRO	4 SAE 01	6x96x215	T. y R.	54	Rc.
19	14	AGUJA	8 SAE H13	EES-1 #100 MODULAR MOLD			
18	14	PLUNZON DIFUSOR	8 SAE 01	#14x77	T. y R.	54	Rc.
17	17	ARO EXPULSOR	8 CALMAX 240	#126x56			
16	14	PLUNZON TOBERA	8 SAE H13	#10.5x126	T. y R.	54/6	Rc.
15	15	BUJE T. 1 S.SUP.	8 SAE 8620	#40x68	C. y T.	60	Rc.
14	15	BUJE S. EXPULSOR	4 SAE 8620	#40x56	C. y T.	60	Rc.
13	15	PERNO GUIA	4 SAE 8620	#40x46x200	C. y T.	58	Rc.
12	17	INSERTO DE NUCLEO	8 H 13	#105x134	T. y R.	50/2	Rc.
11	12	PL. PORTA EXPULSORES	1 SAE 1045	20x227x700			
10	12	PLACA DE RETENCION	1 SAE 1045	28x227x700			
09	11	PLACA BASE MOVIL	1 SAE 1045	36x446x700			
08	13	PILAR DE SOPORTE	2 SAE 1045	90x110x700			
07	10	PLACA SOPORTE	1 SAE 1045	46x446x700			
06	9	PL. PORTA NUCLEOS	1 SAE 1045	46x446x700			
05	8	PLACA EXPULSORA	1 P 20	56x446x700	BONIF.		
04	7	PL. PORTA CAVIDADES	1 P 20	68x446x700	BONIF.		
03	6	PL. PORTA CASQUILLOS	1 SAE 1045	32x446x700			
02	5	PL. PORTA DISTRIBUIDOR	1 SAE 1045	57x446x700			
01	4	PLACA BASE FIJA	1 SAE 1045	36x446x700			
Pos. Hoja		DENOMINACION	Cont.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T. TER	DUR HRC

(d) TABLA 4.1 ELEMENTOS ESPECIALES

Figura 4.2 (a), (b), (c), (d) y (e)

**EL MOLDE BASE**  
 (a). vista de sistema retractor  
 (b). Corte principal del ensamble completo  
 (c). Corte del sistema de placas y guias  
 (d), (e). Lista de elementos y materiales

#### 4.1.2. ARCHIVO DIGITAL EN 3D DEL NUEVO MODELO DE PIEZA.

El archivo digital esta en formato de sólido paramétrico que es ideal para obtener cualquier información de la forma y dimensiones de la pieza. El archivo digital, sirve para diseñar los elementos del sistema formador del molde, con ayuda de un programa de diseño en 3D (SOLIDWORKS). En La figura 4.3 se muestra una vista isométrica extraída del archivo digital del nuevo modelo de pieza.

Figura 4.3. Vista isométrica del nuevo modelo de pieza



## 4.2 PUNTOS DEL REDISEÑO

Para producir el nuevo modelo de pieza utilizando el diseño del molde base, es necesario rediseñar lo siguiente:

- PRIMER PUNTO: El sistema formador.
- SEGUNDO PUNTO: El sistema retráctil.
- TERCER PUNTO: El sistema de expulsión.
- CUARTO PUNTO: El sistema de colada caliente
- QUINTO PUNTO: El sistema de refrigeración.
- SEXTO PUNTO: Los sistemas de placas y el sistema de guías.

Las causas del rediseño para cada punto son las siguientes:

-Para el primer y segundo punto (sistema formador y sistema de expulsión) la causa es el cambio del modelo de la pieza a inyectar.

-Para el cuarto y quinto punto (sistema de colada caliente y sistema de refrigeración), la causa radica en elevar la productividad del molde (disminuir el tiempo de ciclo).

-Para el quinto punto (sistema de placas y sistema de guías), las causas son los cambios producidos en el cuarto punto (se escogieron unos casquillos térmicos mas largos y un manifold con accesorios de diferente medida).

Se anota que el único sistema que va a conservar su diseño original, es el sistema de ventilación, ya que se trata de un diseño confiable y no existen razones para modificarlo.

#### 4.2.1 PRIMER PUNTO: Rediseño del sistema formador

El sistema formador es el sistema más importante del molde, sus elementos se encargan de dar la forma a la pieza inyectada; por lo tanto, todo modelo de pieza que utilice el diseño del molde base requiere un rediseño obligado de este sistema. La figura 4.4 muestra a todos los elementos del sistema formador del diseño del molde base.

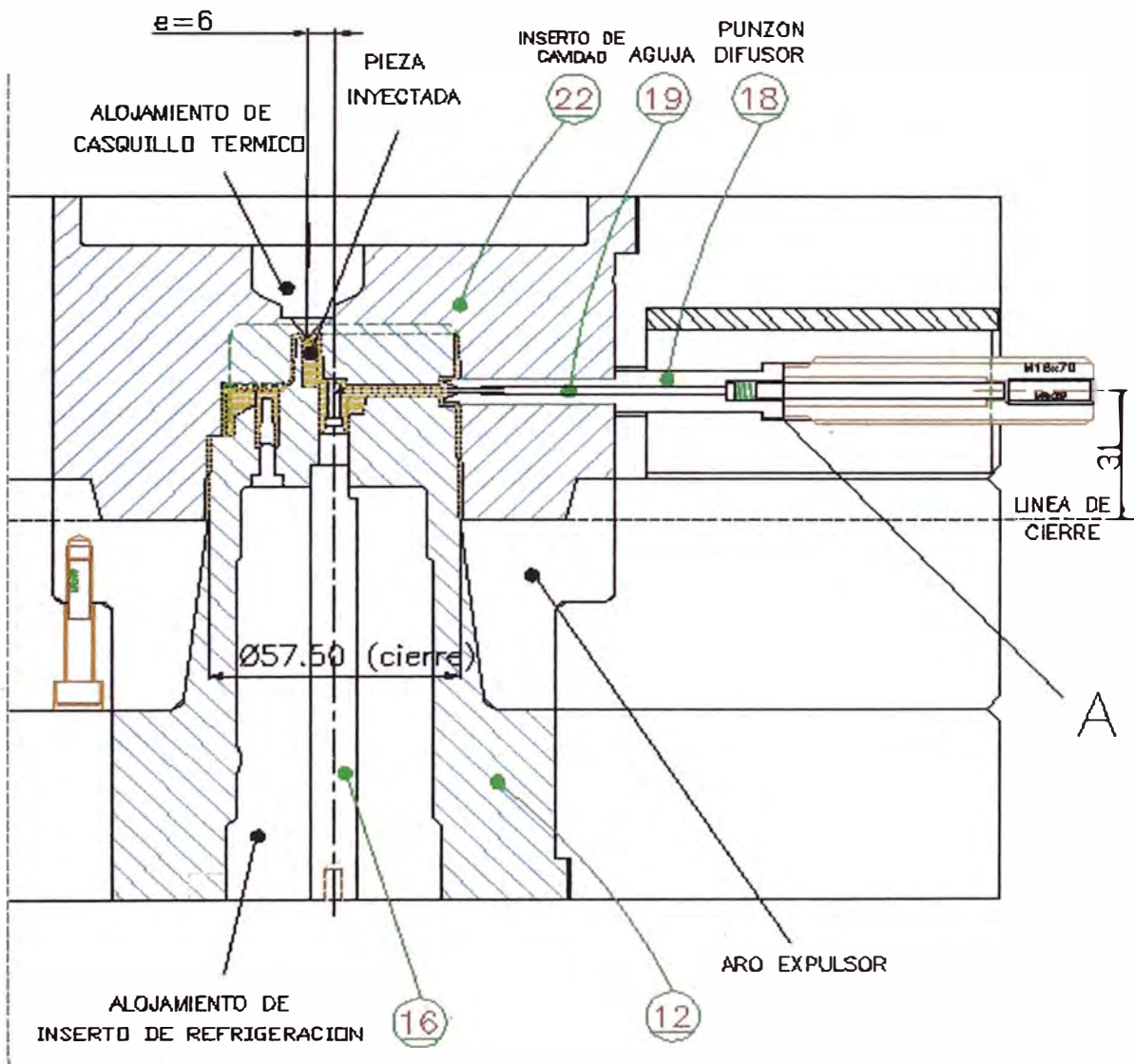


Figura 4.4. Sistema Formador del diseño base.

Cavidad (22), Núcleo (12), Punzón-tobera (16), Punzón-difusor (18), Aguja (19) y Carro (20)



#### **4.2.1.1 Descripción de los elementos a rediseñar.**

-CAVIDAD: da la forma exterior a la pieza, esta fabricada con acero SAE 420 conocido comercialmente como STAVAX, la cavidad tiene un alojamiento para el casquillo térmico, el cual tiene dimensiones estrictas detalladas por el fabricante del sistema de colada caliente. El material del que esta fabricada, no es tan buen conductor del calor como una aleación de Cu-Be, pero cumple con los requisitos de resistencia a la abrasión y corrosión.

-NÚCLEO: da la forma interior a la pieza, esta fabricada con acero SAE H13; este elemento lleva un alojamiento para posicionar al inserto de refrigeración, también tiene 4 agujeros pasantes de 3mm para permitir el paso de los expulsores tipo espiga.

-PUNZÓN-TOBERA: Esta fabricado en material SAE H13. Este elemento da la forma a la tobera, que viene a ser la cámara donde el contenido del aerosol abandona el recipiente presurizado a través de la válvula.

-PUNZÓN-DIFUSOR: fabricado en material SAE 01, da la forma al difusor, que es la parte de la pieza que forma el abanico del spray al momento de llegar al exterior (ambiente).

-AGUJA: Fabricada en acero plata, esta Diseñada sobre la base de un componente estándar, especial para moldes. La función de este elemento es generar el agujero del difusor.

En la tabla 4.3, se tiene el listado de todos los elementos descritos, con su denominación, su posición en el ensamble y la función que desempeñan en el diseño del molde base.

**Tabla 4.3. El Sistema formador: Elementos a rediseñar**

ELEMENTO	POSICIÓN	MOTIVO DE REDISEÑO:	FUNCIÓN:
Cavidad	22	Cambio de Modelo de pieza	Forma la parte exterior de la pieza.
Núcleo	12	Cambio de Modelo de pieza	Forma la parte interior de la pieza.
Punzón-tobera	16	Cambio de Modelo de pieza	Forma la tobera de la pieza.
Punzón-difusor	18	Cambio de Modelo de pieza	Forma al difusor de la pieza.
Aguja	19	Cambio de Modelo de pieza	Forma el conducto Para la salida del spray.

El rediseño gráfico de este sistema consta de 5 pasos que son:

- Primer paso: Generación de las cavidades y núcleos
- Segundo paso: Generación del punzón-difusor
- Tercer paso: Generación del punzón-tobera
- Cuarto paso: Generación de la aguja
- Quinto paso: Generación del agujero de paso para el Punzón-difusor,  
Generación del alojamiento para el Punzón-tobera  
Generación del alojamiento para el casquillo térmico.

#### 4.2.1.2. Primer paso: Generación de la cavidad y núcleo

Del dibujo de conjunto (figura 4.4), consideramos a los insertos de cavidad y núcleo sin la mayoría de sus partes características, tales como: el alojamiento para el casquillo térmico (en la cavidad) y el alojamiento para el inserto de refrigeración (en el núcleo), también se prescinde de los punzones del difusor y de la tobera, que también serán rediseñados. Tan solo interesa saber como deberán ser tallados los bloques de ambos insertos que darán forma al nuevo modelo de pieza. Para esto introducimos el perfil del nuevo modelo haciéndolo concéntrico a los bloques de ambos insertos, la base de la pieza debe colocarse sobre la línea de cierre del molde (ver figura 4.5).

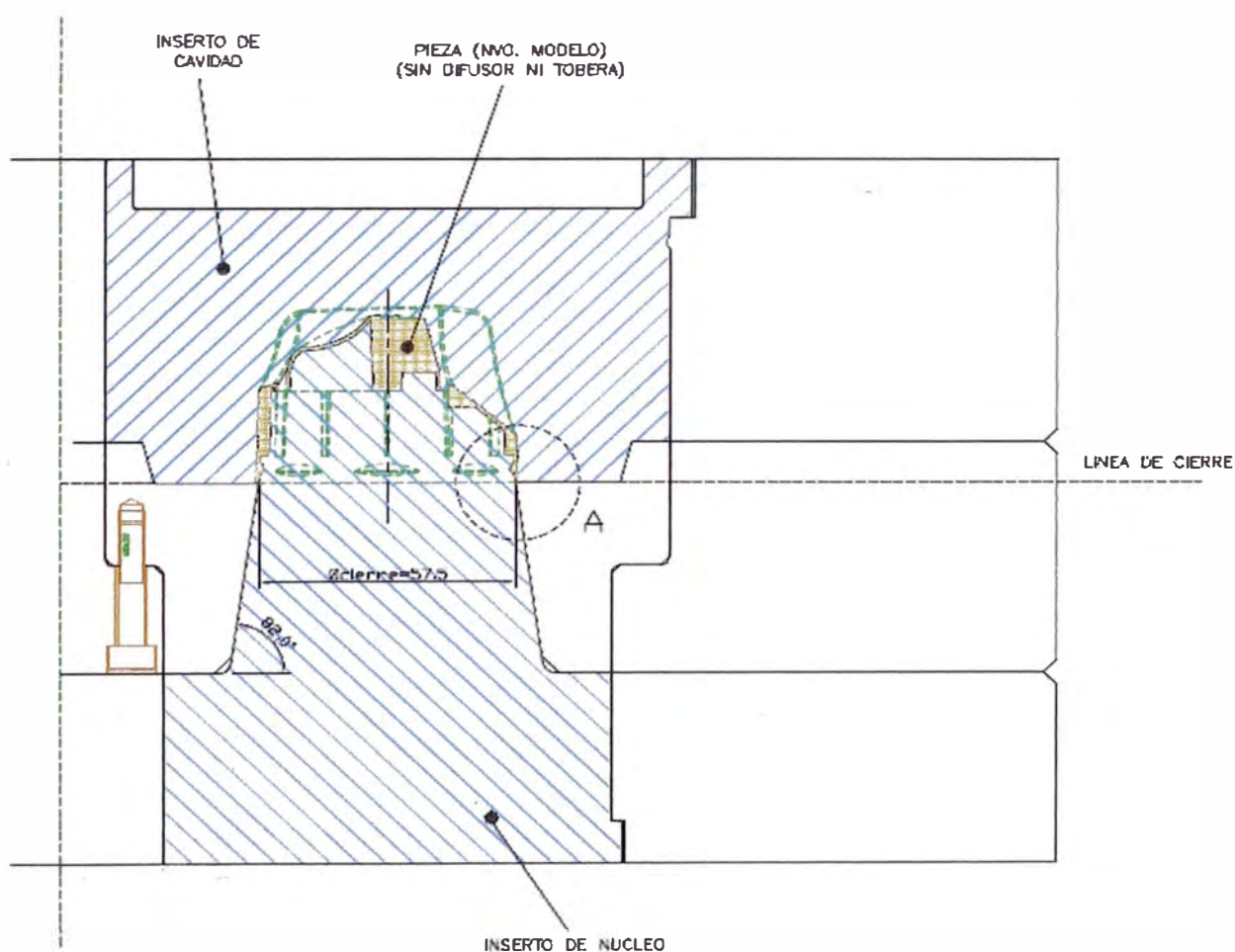


Figura 4.5 Generación de la cavidad y núcleo

En el detalle A (figura 4.6) resaltamos la importancia de intersectar los diámetros de cierre de la pieza y del inserto de núcleo. El diámetro de cierre es la medida de la circunferencia interior de la pieza, y tiene el mismo valor en los dos modelos (base y nuevo), y es por esta razón que es posible utilizar el cono del inserto de núcleo del diseño base sin alterar sus dimensiones principales que son: diámetro de cierre (57.5mm.) y ángulo del cono (82°).

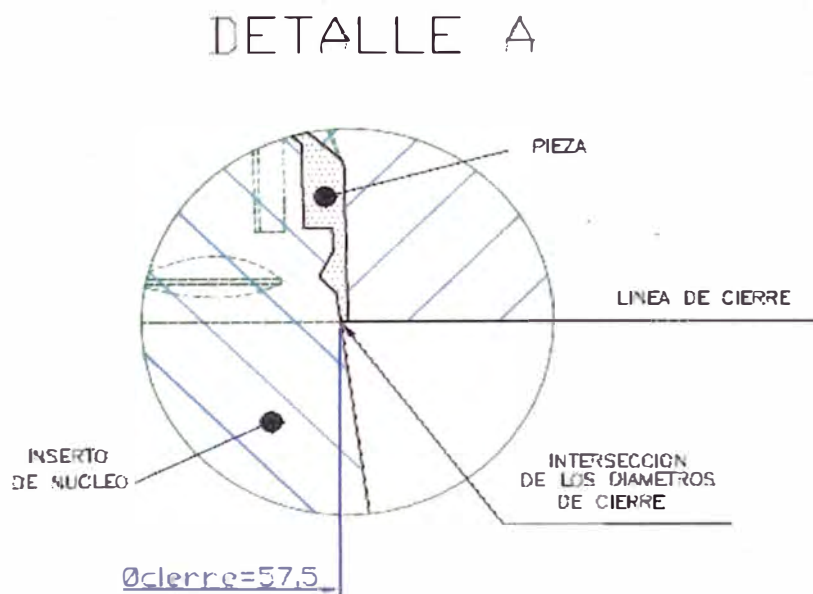


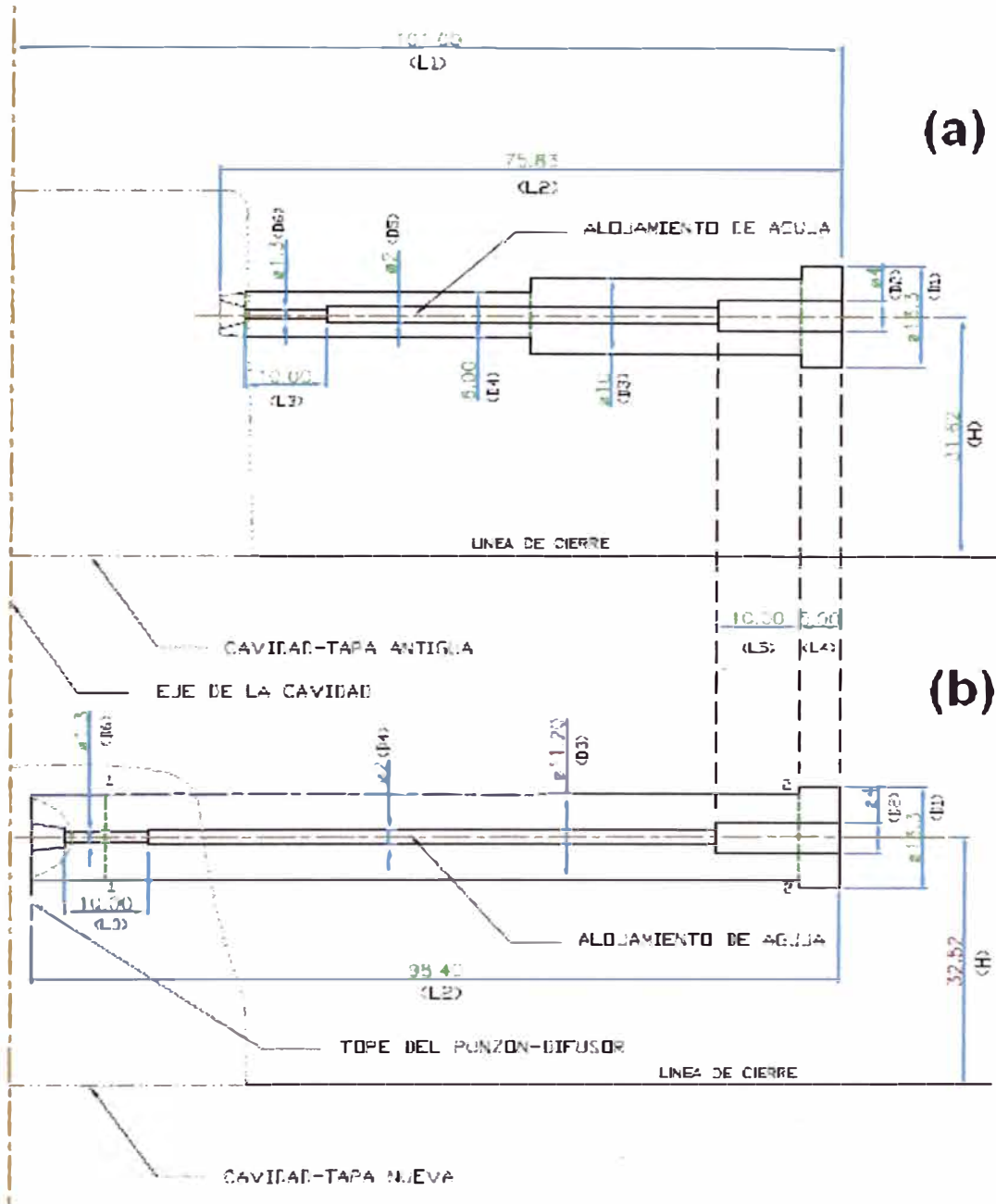
Figura 4.6. Detalle A: Intersección de los diámetros de cierre de la pieza y del núcleo

#### 4.2.1.3 Segundo paso: Generación del punzón-difusor

En la figura 4.7 mostramos los cambios necesarios para lograr la adaptación del nuevo punzón-difusor a partir del elemento análogo del diseño base. Para ello se tomaron como referencia los ejes de ambas piezas haciéndolos coincidentes en el lado izquierdo de la figura, se trazaron los perfiles de los dos modelos de piezas y acto seguido se copio el contorno del difusor del nuevo modelo para convertirlo en el extremo del nuevo punzón-difusor y finalmente se prolongo el vástago con un diámetro único (11.20mm.) desde el final del difusor (línea 1-1) hasta el encaste (línea 2-2). Las diferencias más importantes respecto del diseño base son: el diámetro D7 y la altura H. El vástago del diseño base tiene dos diámetros, uno efectivo (diámetro menor D6) y el otro de refuerzo (diámetro mayor D3), para el nuevo punzón-difusor el diámetro D3 hace las dos funciones. La altura H, que es medida desde el eje del difusor hasta la línea de cierre ha variado a consecuencia de la diferencia de alturas existentes entre ambos modelos de pieza. El alojamiento para la aguja se mantiene con los mismos diámetros, ya que se va a emplear una aguja semejante. Las medidas que no sufrieron cambios son: Los diámetros D1, D2, D4 y D6; lo mismo sucede con las longitudes L1, L3, L4 y L5.

Figura 4.7. Rediseño del punzón-difusor

(a) Punzón difusor del diseño base, (b) Punzón difusor rediseñado

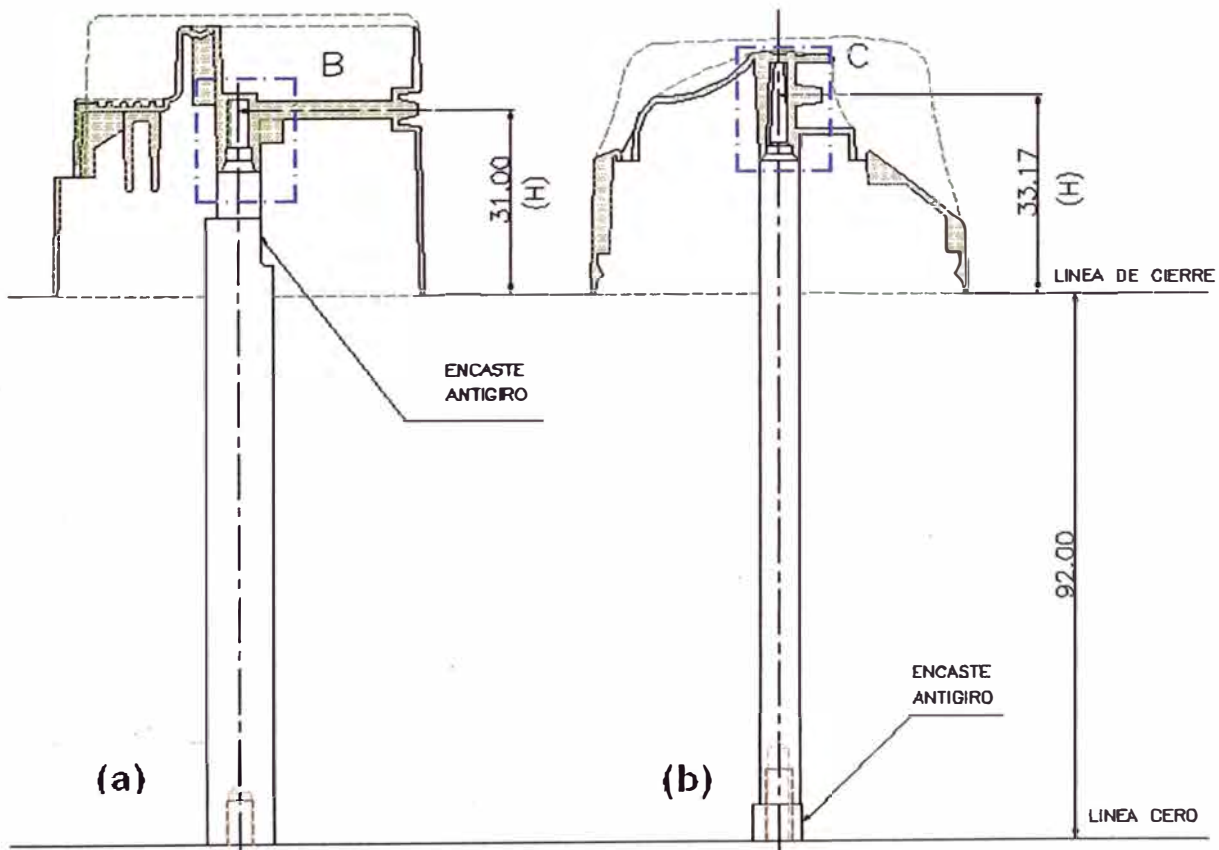


#### 4.2.1.4 Tercer paso: Generación del punzón-tobera

En la figura 4.8 se muestra el rediseño completo del punzón-tobera. Para esto volvemos a utilizar los contornos de los dos modelos de pieza resaltando los detalles B y C de las toberas de los dos diseños. Los contornos de las piezas no incluyen el agujero de salida del difusor (será visto en el siguiente paso). En el caso (b) se cambio la posición del encaste anti-giro, colocándolo en el extremo inferior. En el diseño base el encaste se ubica en la parte superior, y se ajustaba en un asiento ubicado en el inserto de refrigeración tal como se aprecia en la figura 4.4. Como adelanto del rediseño del sistema de refrigeración mencionamos que será descartada la refrigeración con inserto para el caso del núcleo.

Figura 4.8. Rediseño del punzón-tobera

(a) Punzón difusor del diseño base, (b) Punzón difusor del nuevo diseño



En la figura 4.9, se han juntado los detalles B y C, respetando la posición que tienen respecto de la línea de cierre. En cada caso (a) y (b) los extremos de los punzones adquieren la forma de la tobera de su pieza correspondiente, con este extremo debe generarse en el moldeo la cámara de atomización de cada pieza. A pesar de que la forma de las toberas son distintas, existen similitudes que deben conservarse para que el aerosol funcione correctamente, nos referimos a:

- Diámetro de ajuste para la caña del aerosol (D7)
- La línea de tope para la caña (punteada en verde)
- Asiento para la aguja del difusor (detalle D)

El diámetro de ajuste para la caña debe ser de 4mm.

La línea de tope debe estar a 6.19mm. Por encima de la línea de cierre.

El asiento para la aguja del difusor debe ser el mismo.

La línea de tope debe mantenerse en la misma posición para cualquier modelo de pieza, esto se hace para evitar que la caña se introduzca demasiado en el conducto de entrada de la tobera lo que provocaría estrangulamiento al momento de accionar el pulsador de la pieza. El asiento para la aguja que genera el agujero de salida para el difusor se mantiene sin cambios, debido a que las puntas y los diámetros para las agujas de los dos diseños son los mismos (ver siguiente paso).

Las medidas de los diámetros D8 y D9 son propios de cada de pieza y punzón respectivamente, pero la diferencia entre cada par de medidas (D8-D9) debe ser de 1mm. Esto garantiza que D8 y D9 no sean co-radiales, importante para evitar la formación de un filo o rebaba después del moldeo de las piezas. El diámetro D10 para el nuevo diseño, ha sido rebajado al mínimo haciéndolo coincidir con el diámetro D9 es



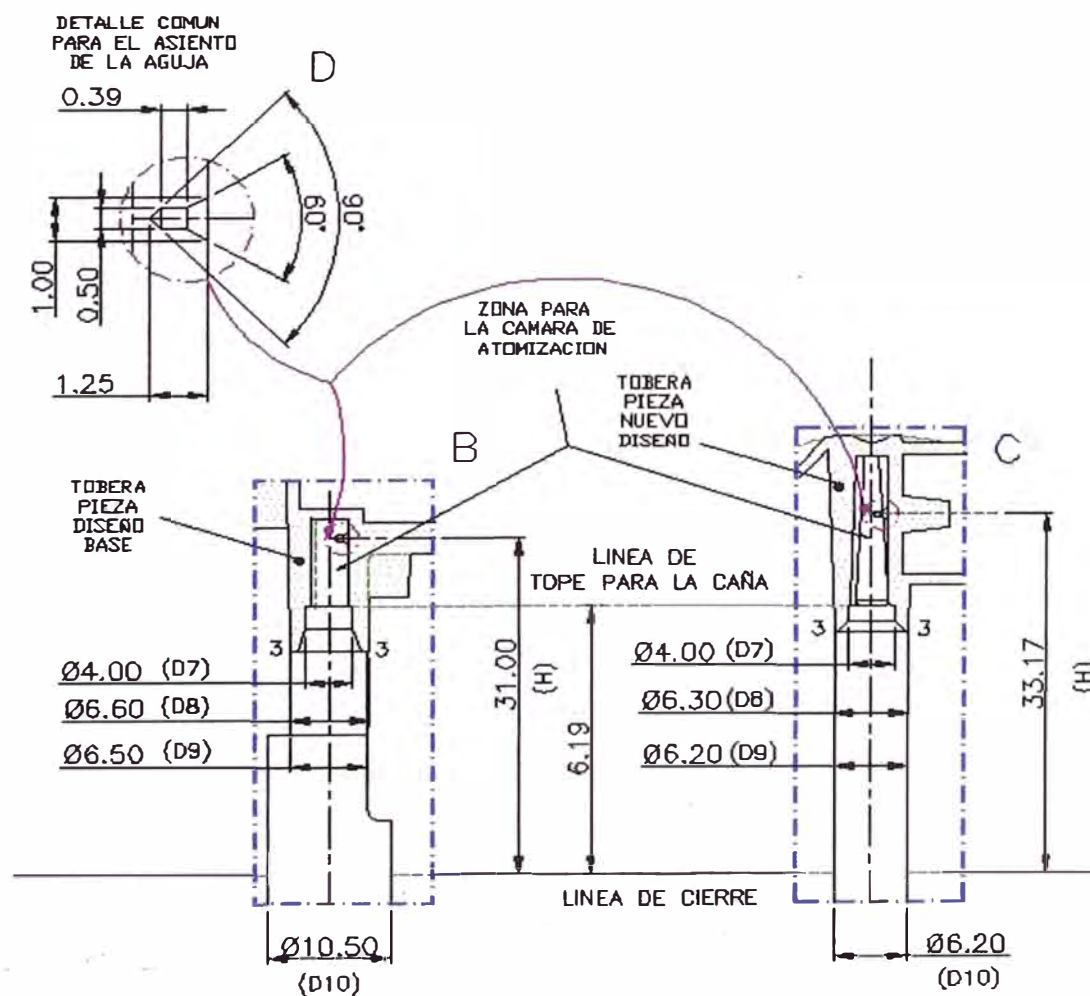
decir 6.2mm, con la intención que ocupe el mínimo espacio dentro del núcleo. Esto último se justificara cuando tratemos el rediseño del sistema de refrigeración (ver sección 4.2.5).

Material para fabricar este punzón: H13 (sin cambio).

Figura 4.9. Detalles B, C y D del rediseño del punzón-tobera

a) Detalle B del diseño base, (b) Detalle C del nuevo diseño,

(c)Detalle común del asiento para la aguja del difusor



#### 4.2.1.5 Cuarto paso: Generación de la aguja

El rediseño de este elemento requiere conservar (ver figura 4.10):

Los diámetros D11, D12 y D13 (Diámetro base, de refuerzo y efectivo respectivamente).

La distancia L6 (altura de la base de la aguja)

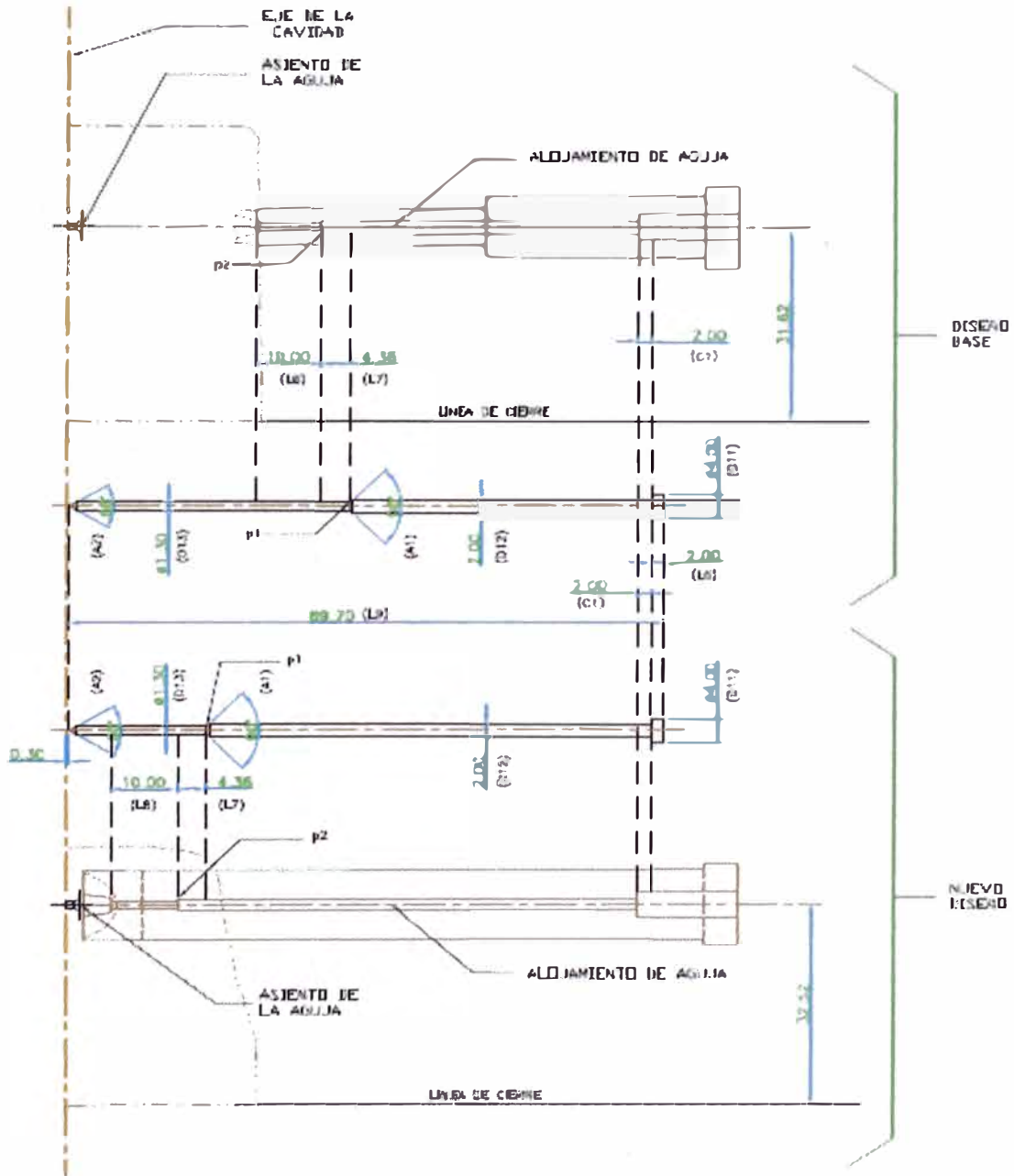
La distancia L7 (separación entre el punto 1 de la aguja y el punto 2 del alojamiento, dichos puntos no deben chocar)

La distancia L8 (zona de ajuste corredizo)

La distancia L9 (longitud total de la aguja), esto asegura la formación completa del agujero del difusor.

La distancia C1 (tramo de desplazamiento donde se compensan las presiones ejercidas en los extremos de la aguja. La presión en el extremo derecho es ejercida por el resorte y en el extremo opuesto es ejercido por el asiento de la aguja).

Figura 4.10. Rediseño de la aguja



#### 4.2.1.6 Quinto paso: Generación de los agujeros y alojamientos en la cavidad y el núcleo.

En la siguiente figura se muestra una vista de explosión de la pieza desmoldada con la cavidad y el núcleo del nuevo diseño, se puede notar como queda tallada la forma de la pieza tanto en la cavidad como en el núcleo.

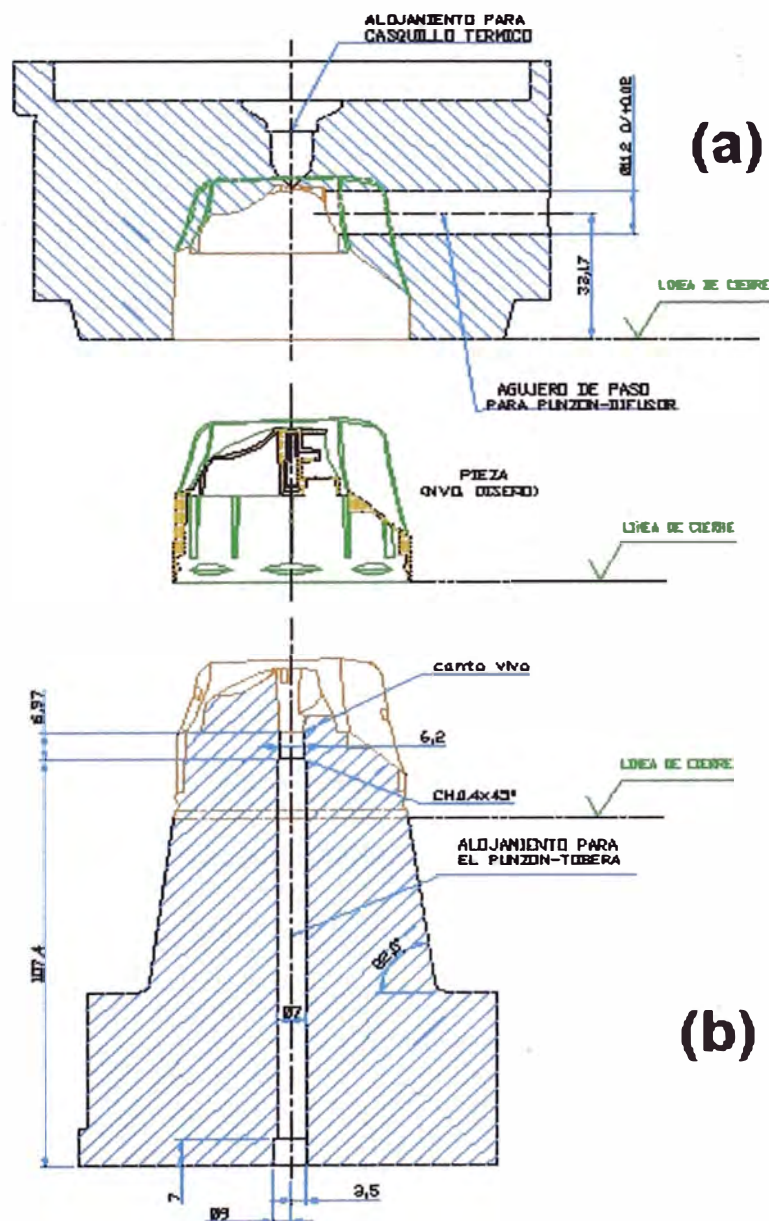


Figura 4.11. Agujeros y alojamientos en la cavidad y en el núcleo del nuevo diseño.

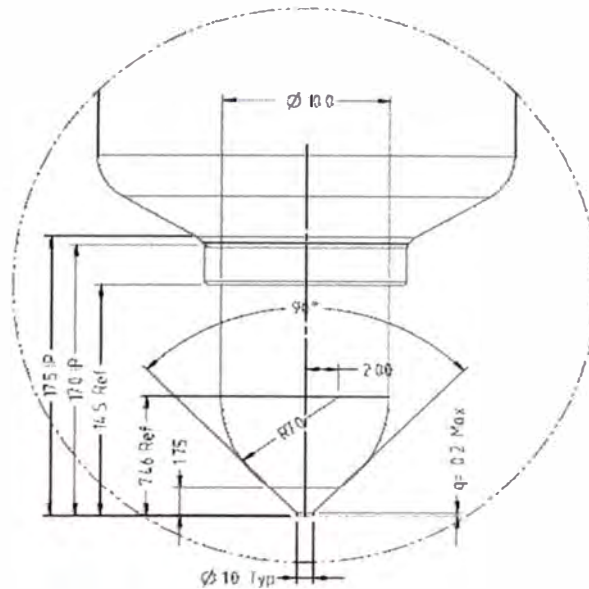
Luego de rediseñadas las partes complementarias del sistema formador (Punzón-Difusor, punzón-tobera y aguja), hace falta taladrar los agujeros a través de la cavidad y núcleo, que permitirán el paso de estas piezas. El agujero y los alojamientos a realizarse son los siguientes:

- Agujero de paso para el punzón-difusor: Se realiza un agujero en la cavidad a 33.17mm Por encima de la línea de cierre para que dicho punzón pueda ingresar y salir de la cavidad ayudado por el sistema retráctil. Ver figura 4.11 (a).

- Alojamiento Para el Punzón-tobera: Se talla un alojamiento en el núcleo para que el punzón-tobera entre en contacto con la zona de moldeo (interior de la cavidad), el punzón-tobera debe mantenerse fijo (sin giro, gracias a un encaste plano). Ver figura 4.11 (b).

- Alojamiento para el casquillo Térmico: Como adelanto del rediseño del sistema de colada caliente, Se dibuja el alojamiento para el casquillo térmico ubicado en la cavidad. Este alojamiento tiene medidas especificadas por el fabricante del sistema de colada caliente. En la sección 4.2.4.2 del presente capítulo, explicaremos las razones del cambio de los casquillos térmicos del diseño base. Ver figura 4.11 (a) y figura 4.12.

Figura 4.12. Alojamiento para el casquillo térmico



#### 4.2.2 SEGUNDO PUNTO: rediseño del sistema retráctil.

La función de este sistema tal como se menciona en el capítulo 3, es el traslado del punzón-difusor hacia la posición en la cavidad en donde debe formarse el difusor de la pieza inyectada, y retirarlo al final de su enfriamiento. Sin la ayuda del sistema retráctil sería imposible desmoldar la pieza, ya que se forma una cara sesgada entre el punzón y la pieza. El único elemento del sistema retráctil que es afectado por el cambio del modelo de pieza, es el carro (30). En la figura 4.13 se muestran los mismos elementos que aparecen en la figura 4.4, pero se resaltan solo a los elementos del sistema retráctil propios en esta vista. Para ver el resto de elementos, ver el anexo de planos.

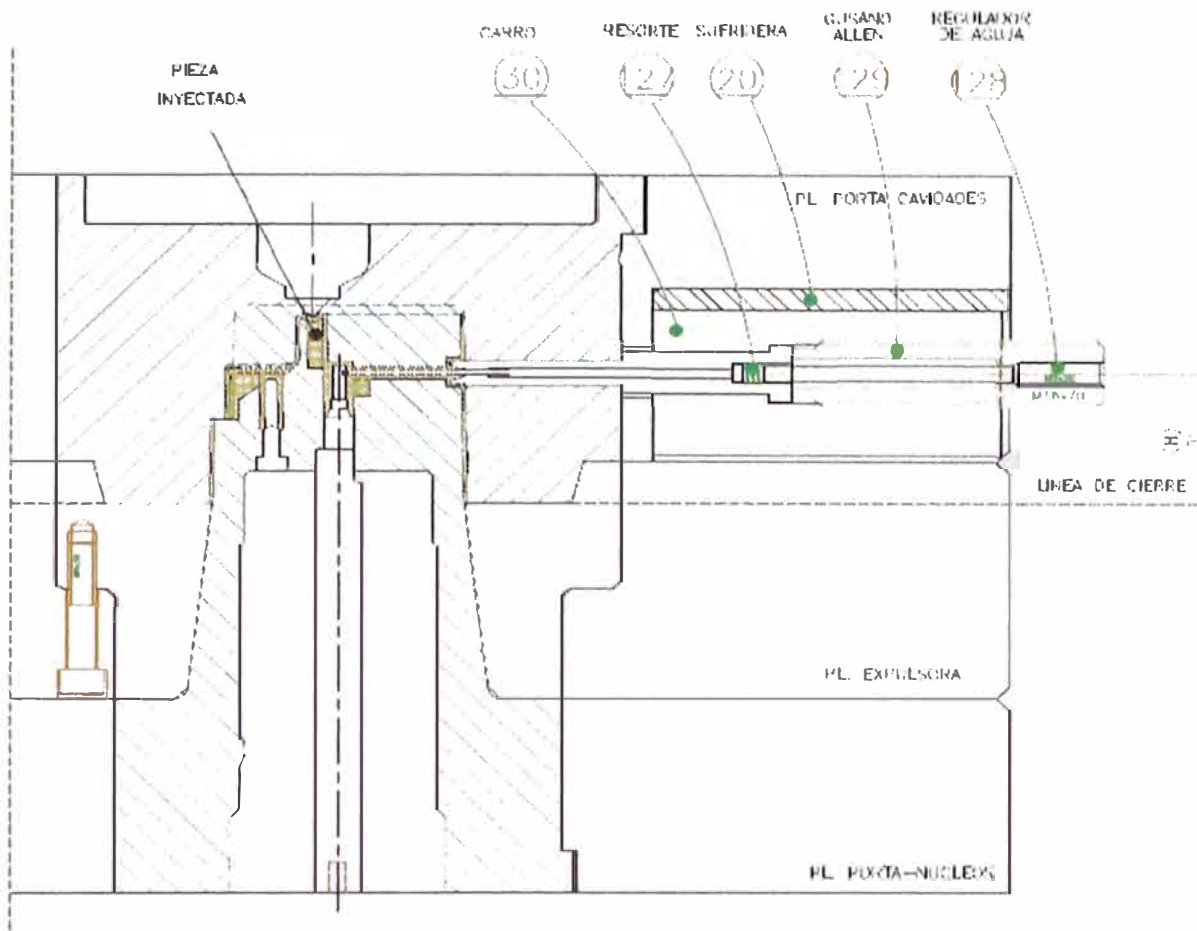


Figura 4.13. Sistema retráctil del diseño base

#### 4.2.2.1 Descripción del elemento a rediseñar:

-CARRO: Es el soporte para el punzón-difusor y porta a uno de ellos en cada extremo. Esta hecho en material Amutit, templado y revenido con 54 HRc. Su función es portar al punzón-difusor.

#### 4.2.2.2 Generación del carro.

Al tener listo el rediseño de la cavidad, del punzón-difusor y de la aguja, estamos ya en capacidad de realizar los cambios en el carro del sistema retráctil. En la figura 4.14

apreciamos el sistema retráctil del diseño base (parte (a) de la figura), y al sistema rediseñado (parte (b) de la figura).

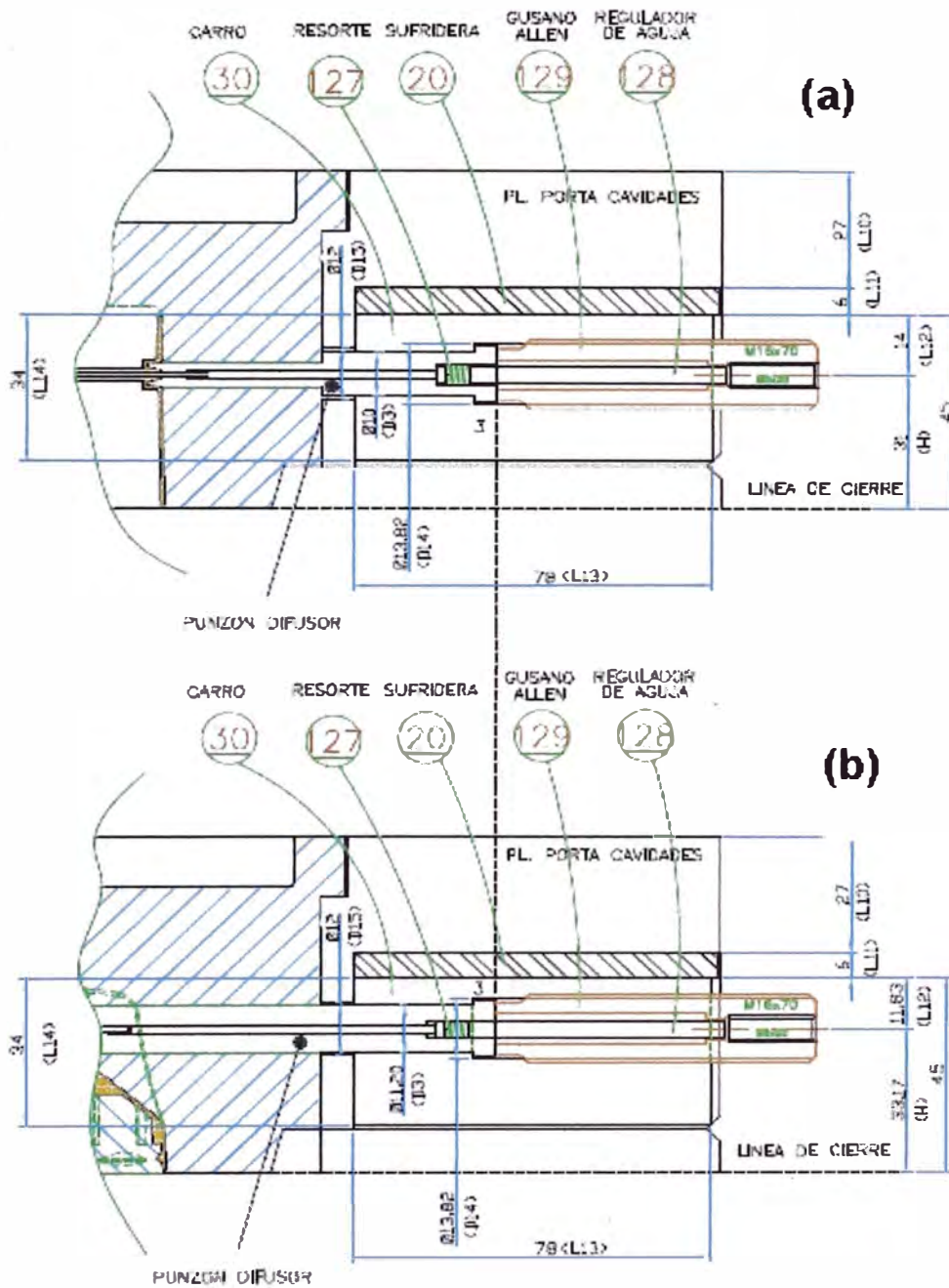


Figura 4.14. Generación del carro: (a) diseño base, (b) Nuevo diseño



Las medidas que se modificaron por el cambio del modelo de pieza son:

-La altura (H), que es función de la posición del difusor de la pieza, pasó de 31 a 33.17mm, es decir hubo un aumento de 2.17mm.

-El diámetro D3 (agujero de deslizamiento del punzón) aumento de 10 a 11.20mm.

El resto de medidas se mantuvo sin modificaciones. Solo se manipulo la parte de los agujeros del carro que sirven para fijar a los elementos formadores (punzón-difusor y aguja).

#### 4.2.2.3. Ensamble de los sistemas formador y retráctil

Antes de pasar al tercer punto (sistema de expulsión), se procederá a juntar en un ensamble a los elementos de estos dos sistemas. Este paso nos permitirá saber con claridad como ha quedado hasta el momento el rediseño del sistema fundamental del molde (sistema formador) y de su complemento (sistema retráctil).

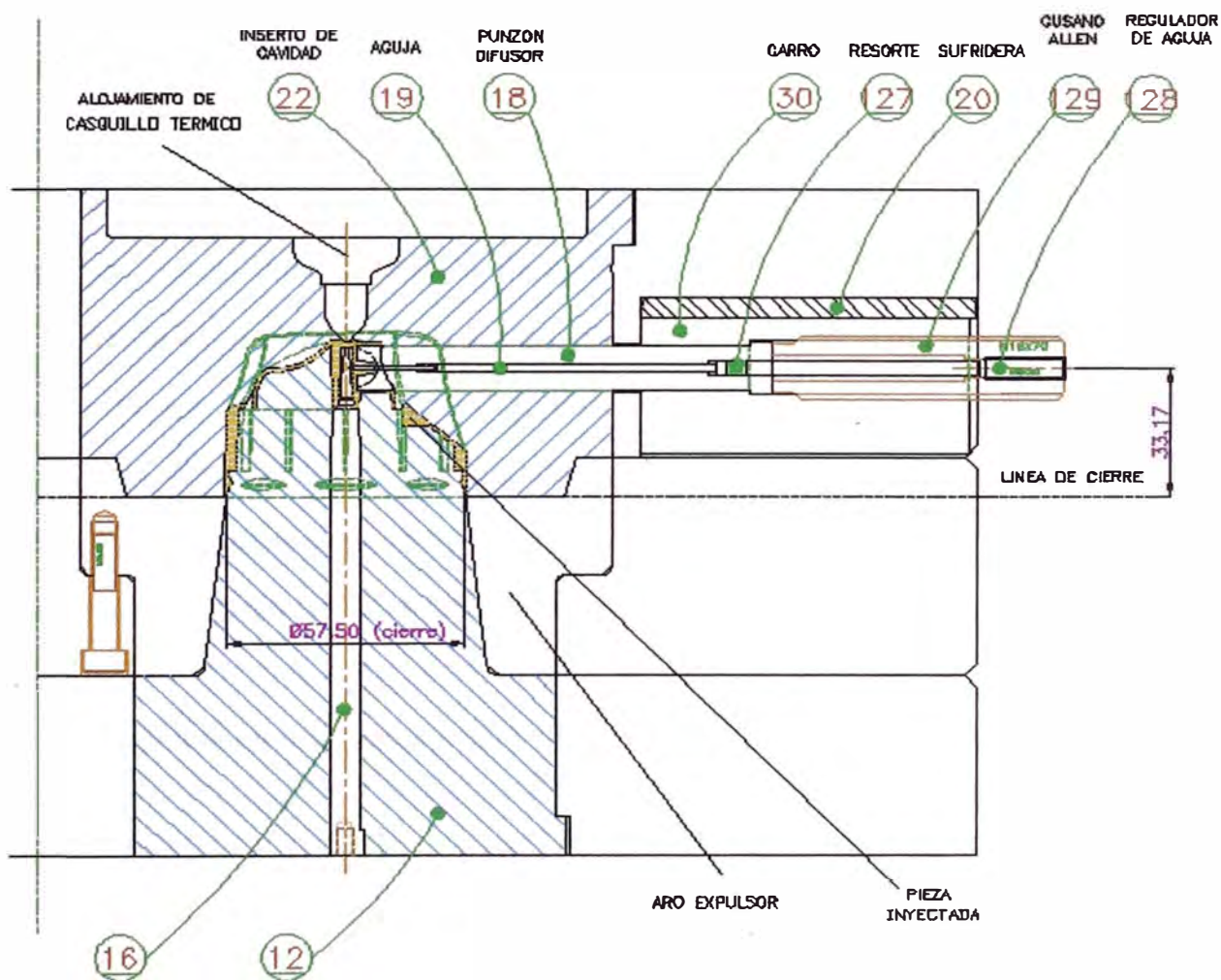


Figura 4.15. Ensamble de los sistemas Formador y retráctil del Nuevo Diseño.

Para concluir los diseños de la cavidad y el núcleo falta añadirles los circuitos de refrigeración respectivos, esto se vera en el quinto punto del rediseño (sistema de refrigeración).

#### **4.2.3 TERCER PUNTO: Rediseño del sistema de expulsión.**

La función de este sistema es expulsar la pieza fuera del molde después de que la pieza haya alcanzado la temperatura de expulsión (de 80°C a 110 °C). El mecanismo para accionar este sistema, pertenece a la maquina inyectora y esta sincronizado con el mecanismo de apertura del molde. En el diseño base el accionamiento del sistema expulsor ocurre inmediatamente después de la apertura completa del molde (por motivos de seguridad), siendo susceptible de un accionamiento más temprano si se quiere rebajar el tiempo total de producción de la pieza. La inclusión de la placa expulsora refuerza de manera importante la acción de los expulsores y al mismo tiempo se mejora el cuidado de la misma (se disminuye el riesgo de deformar la pieza y se evita el aumento de las marcas en la zona de contacto con los expulsores).

Los elementos de este sistema son:

-EXPULSORES: se tienen 2 expulsores delanteros (146) y dos posteriores (137) por cada cavidad.

-PLACA EXPULSORA (5)

-ARO EXPULSOR (17)

-PLACA PORTA-EXPULSORES (11)

-PLACA DE RETENCION (10)

-TOPE DE PLACA DE RETENCION (119)

-PERNO (31)

En la figura 4.16 se aprecia al sistema de expulsión antes de accionarse.

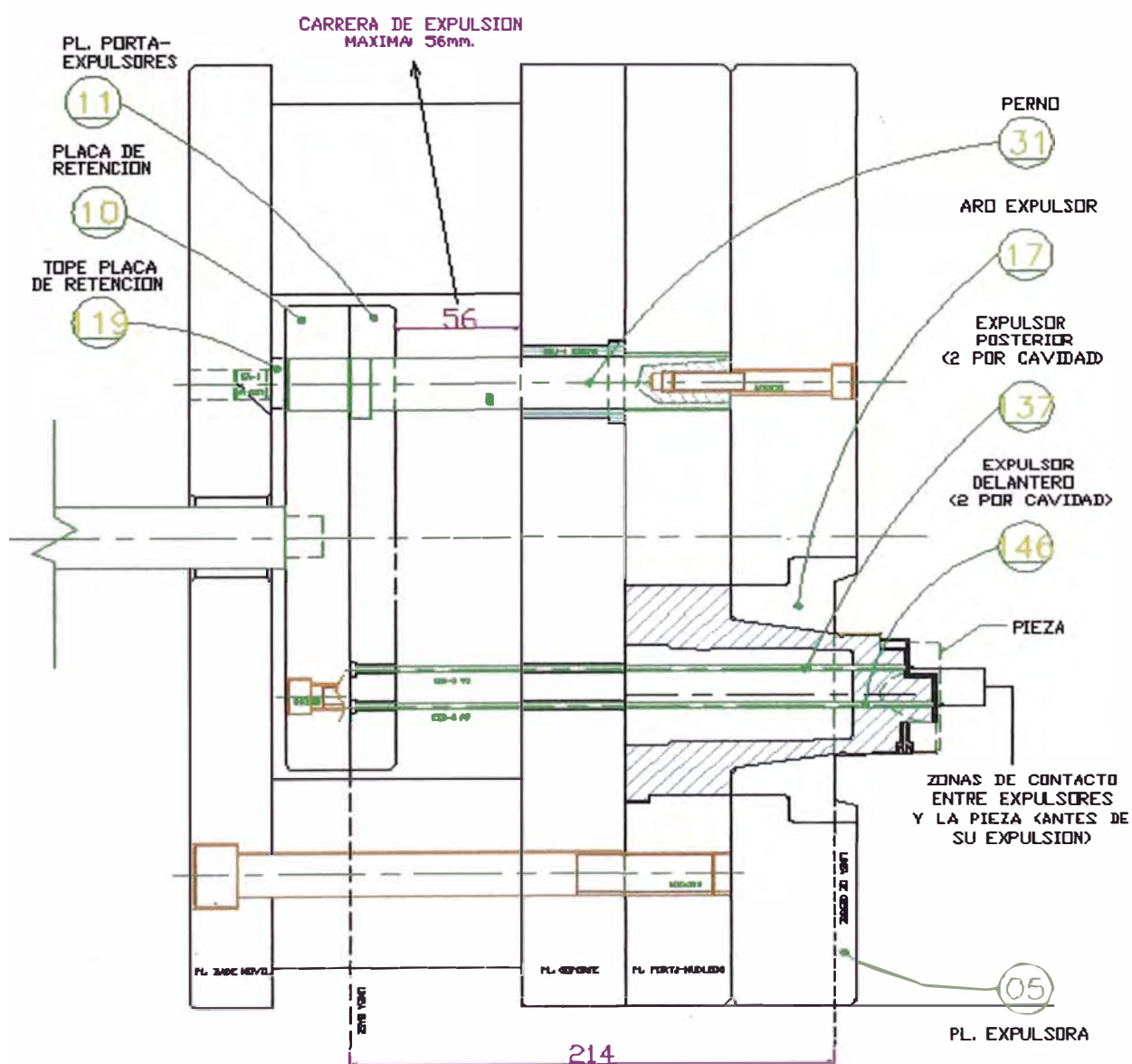


Figura 4.16. Sistema de expulsión del diseño base en posición de montaje.

#### 4.2.3.1 Descripción de los elementos a rediseñar.

-EXPULSORES: Son escogidas de catálogos de elementos estandarizados para moldes. Los expulsos del diseño base son varillas largas tipo espiga de  $\varnothing 3\text{mm}$ , con cabezas de  $\varnothing 5\text{mm} \times 2\text{mm}$ . El diseño base emplea 4 expulsos por cavidad, dos en la parte delantera y dos en la posterior. El número de expulsos está dado por el número de puntos de expulsión de la pieza. El material empleado es acero SAE H13.

-PLACA PORTA-EXPULSORES: su función es portar a los expulsos. El material empleado en su fabricación es acero SAE 1045, en el diseño base sus medidas son  $20 \times 227 \times 700\text{mm}$ .

El rediseño gráfico de este sistema consta de 3 pasos que son:

-Primer paso: Generación de los expulsos

-Segundo paso: Generación de la placa porta-expulsos

-Tercer paso: Generación de los agujeros de paso en el núcleo

#### 4.2.3.2 Primer paso: Generación de los expulsos

En la figura 4.17 se aprecia a los dos modelos de pieza con sus respectivos expulsos ubicados en las zonas de contacto que tiene cada diseño. Las zonas de contacto se ubican en el pulsador de cada pieza.

Las zonas de contacto del pulsador del diseño base, son superficies llanas que están localizadas en planos diferentes, estas zonas son relativamente holgadas, lo que facilita la colocación de los cuatro expulsos (dos delanteros y dos posteriores) que tienen de 3mm de diámetro; además la cabeza de cada expulsor puede girar, ya que

la marca que deja siempre será la misma. En el nuevo diseño se colocaron tres expulsos (dos delanteros y uno posterior) debido a la falta de espacio en la zona posterior. El diámetro escogido en este caso es de 4mm. Con esto se equilibra en algo el aumento de presión sobre la pieza originado por la ausencia de un expulsor, para esto se selecciona una varilla estándar de diámetro superior. El pulsador del nuevo diseño tiene la forma de casquete esférico y esto obliga a que el extremo de cada expulsor sea tallado con la forma de la zona de contacto que le corresponde en la pieza, es la única manera de eliminar los restos de mazarotas que dejarían los expulsos en caso de tener el extremo plano. Continuando en el nuevo diseño, se menciona la que la cabezas de los expulsos llevan un destaje plano que sirve para evitar que estos giren, si esto llega a ocurrir, se va a producir una marca indeseada debido a la forma compleja del extremo de cada expulsor. En la placa porta-expulsos los asientos para las cabezas deben llevar el mismo destaje.

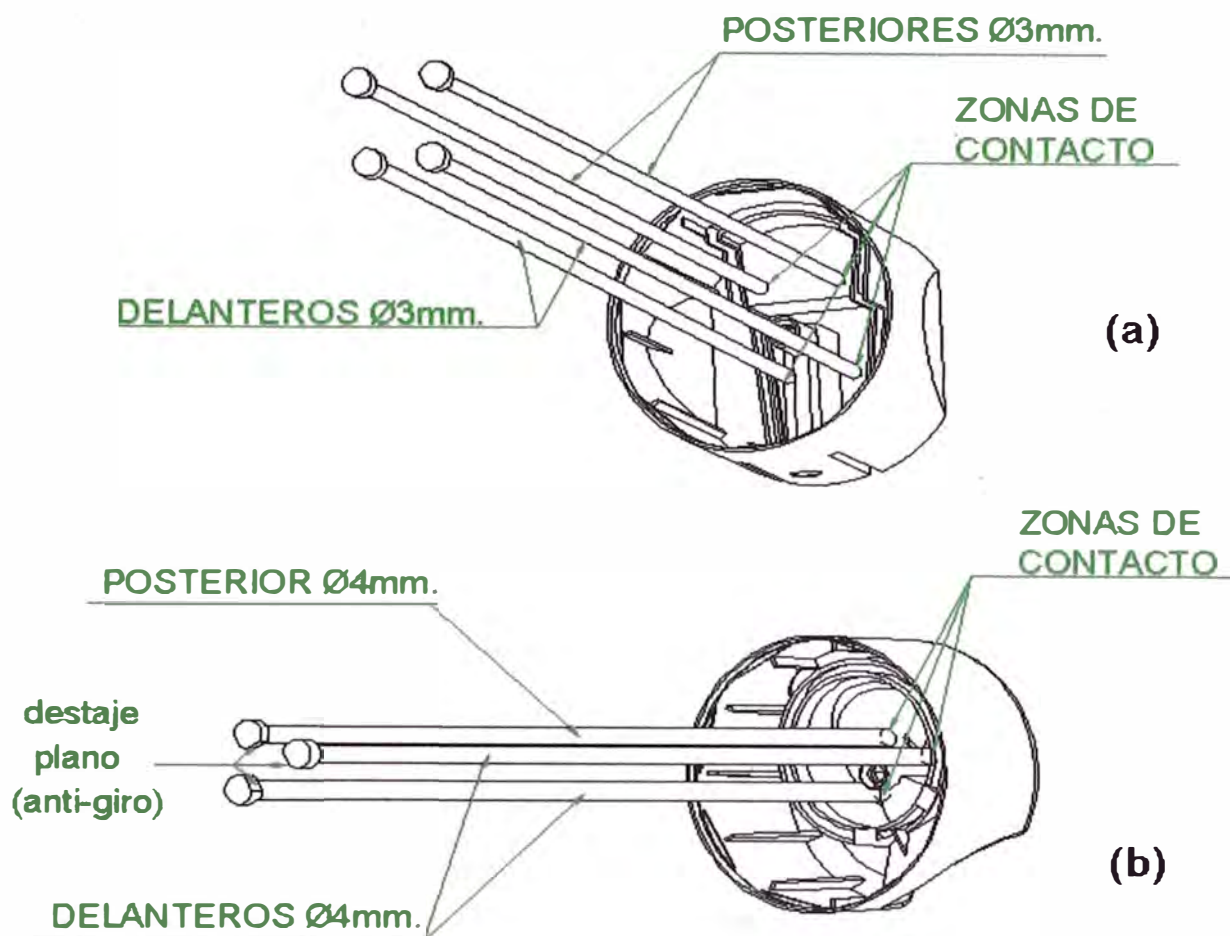


Figura 4.17. Piezas y expulsores:

(a) Diseño base, (b) Nuevo diseño

La figura 4.18 muestra las líneas de base y de cierre, que son referencias que también aparecen en la figura 4.16, luego de hacer cortes en las piezas de los dos diseños que pasan por los centros de los expulsores, obtenemos las vistas (a) y (b); allí se da cuenta del resultado del rediseño de los expulsores.

Las dimensiones de los expulsores luego del rediseño son:

Delanteros: varillas de  $\text{Ø}4 \times 253.27\text{mm}$

Posterior: varillas de  $\text{Ø}4 \times 249.88\text{mm}$

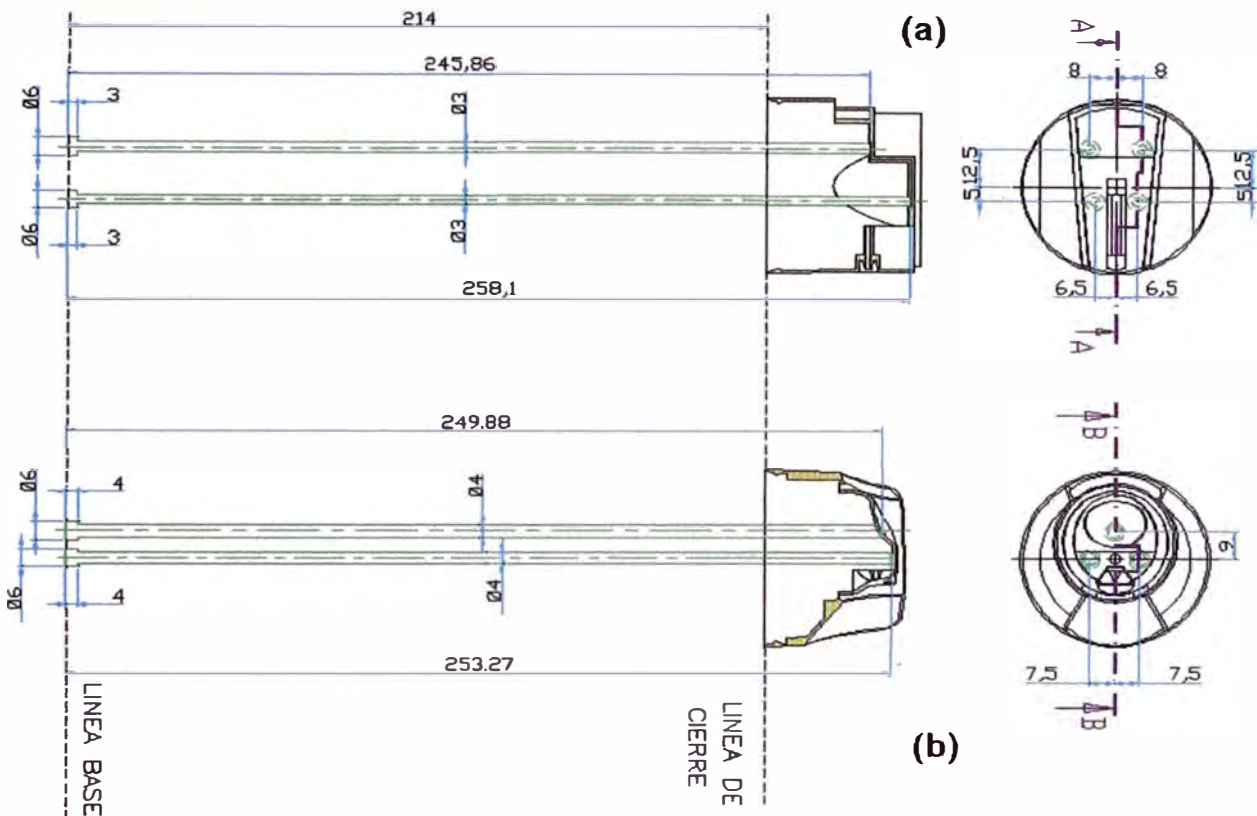


Figura 4.18. Rediseño de los expulsores

(a) Diseño base, (b) Nuevo diseño.

#### 4.2.3.3 Segundo paso: Generación de la placa porta-expulsores

En este elemento se modificarán los alojamientos para las cabezas de los expulsores, el número de alojamientos por cada cavidad pasa de 4 en el diseño base a 3 en el nuevo diseño. Se incluirán los destajes planos para evitar que los expulsores giren. En la figura 4.19 (a), se tiene la vista parcial de la placa porta-expulsores, la cual es



simétrica respecto del eje Y-Y, en ella se anotan las coordenadas de los centros para cada expulsor, y en la parte (b) de la figura aparecen las medidas de los agujeros pasantes y de los alojamientos para las cabezas de los expulsores.

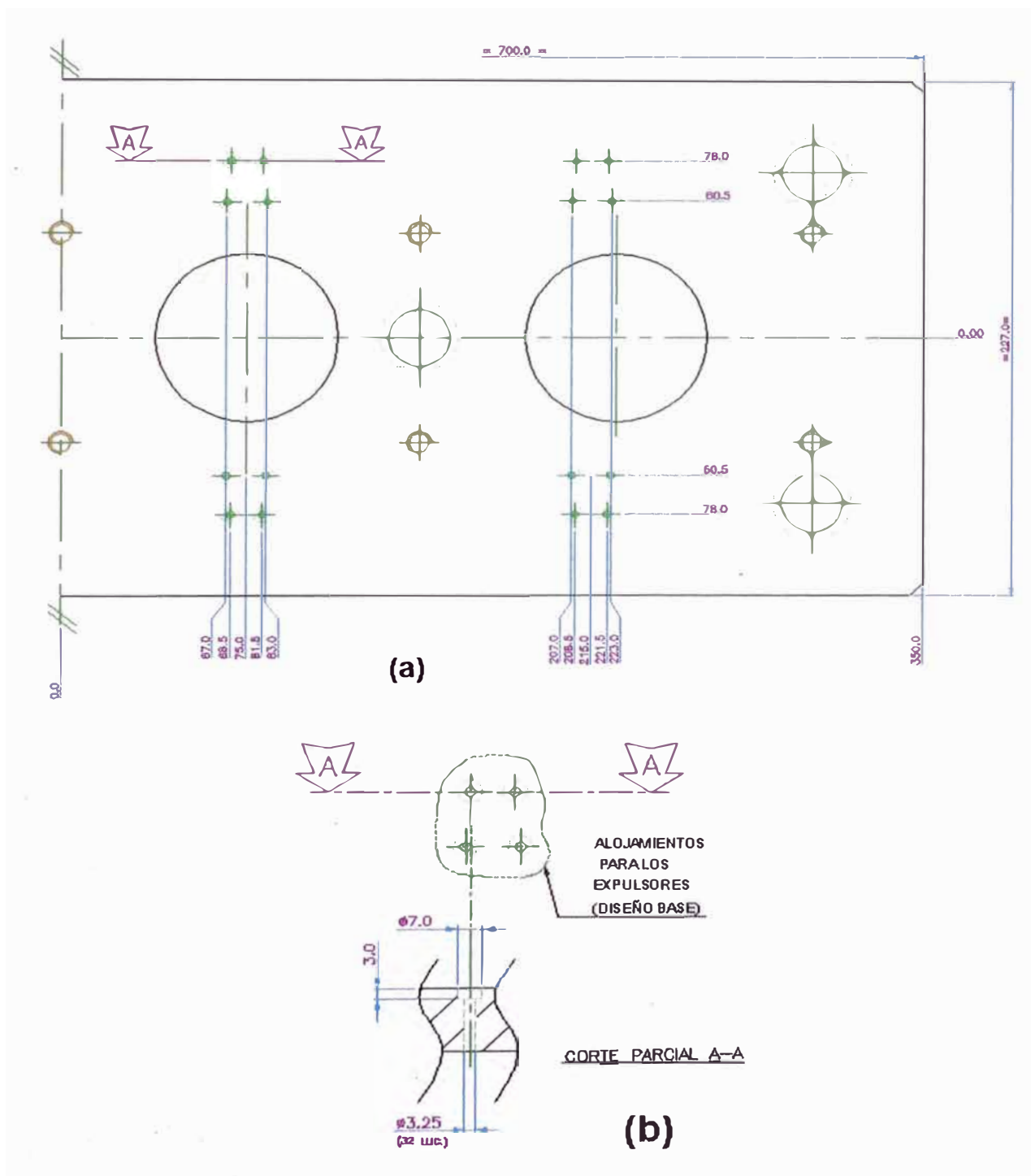


Figura 4.19 Placa porta-expulsores del diseño base:

(a) Vista parcial, (b) Detalle de los alojamientos para las cabezas de los expulsores

En la figura 4.20 (a) y (b) muestra el rediseño de esta placa, con los cambios efectuados que apuntan solo a la nueva ubicación de los centros para cada expulsor mas el destaje plano en el alojamientos de las cabezas, necesarios para evitar que los expulsores giren.

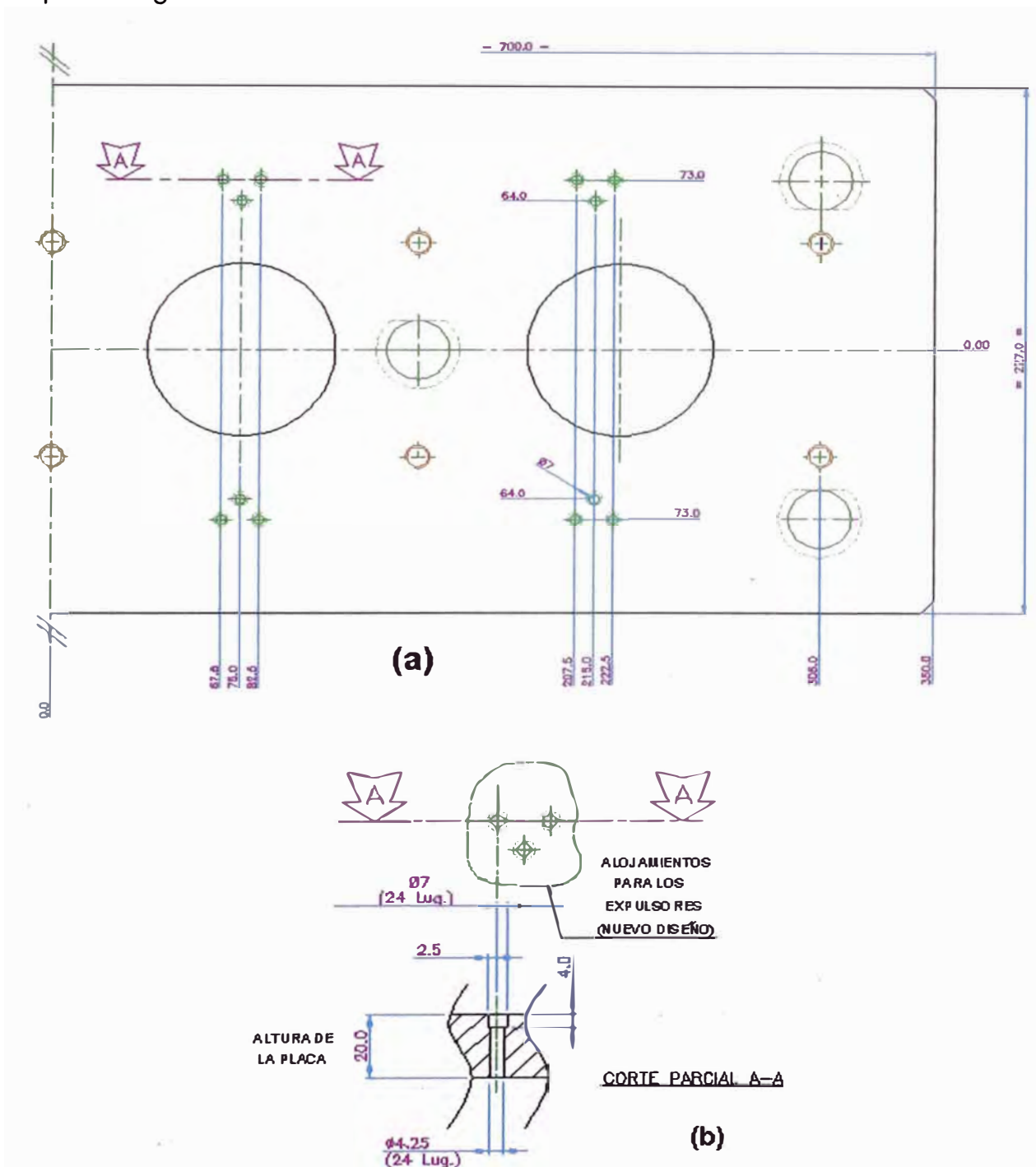


Figura 4.20 Placa porta-expulsores del nuevo diseño:

(a) Vista parcial, (b) Detalle de los alojamientos para las cabezas de los expulsores

#### 4.2.3.4 Tercer paso: Generación de los agujeros de paso.

Para que los expulsores lleguen a tener contacto con la pieza, necesitan pasar por el núcleo. Se deben taladrar 3 agujeros pasantes en el núcleo, los cuales tendrán 2 tramos con diferentes diámetros:

-Primer tramo: diámetro de 5mm y longitud de 107mm. No existe ajuste con los expulsores que tienen 4mm de diámetro.

-Segundo tramo: diámetro 4mm y se prolonga hasta traspasar el núcleo. Debe existir una tolerancia para ajuste corredizo de  $+0.02/+0.05$ , para permitir que las varillas expulsoras sirvan de escape del aire de la cavidad, tal como se menciona en el capítulo 3.

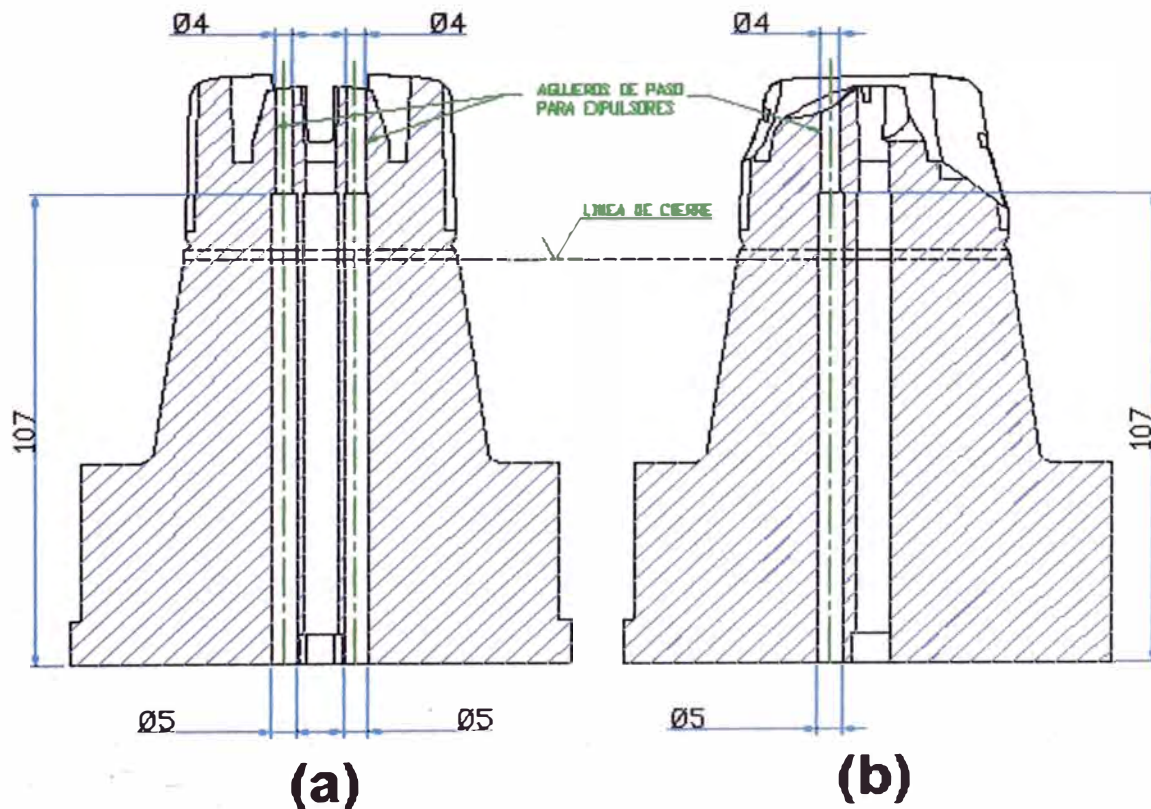


Figura 4.21. Agujeros de paso en el núcleo:

(a) Para expulsores delanteros, (b) Para expulsor posterior

#### 4.2.4 CUARTO PUNTO: Rediseño del sistema de colada caliente.

La colada Caliente es un sistema que se añade a un molde de inyección de plástico y cuyas funciones son el mantener a la resina plástica a temperatura de procesamiento, y distribuir el material plástico, desde la boquilla de la máquina a cada punto de inyección, minimizando efectos adversos a las propiedades del material.

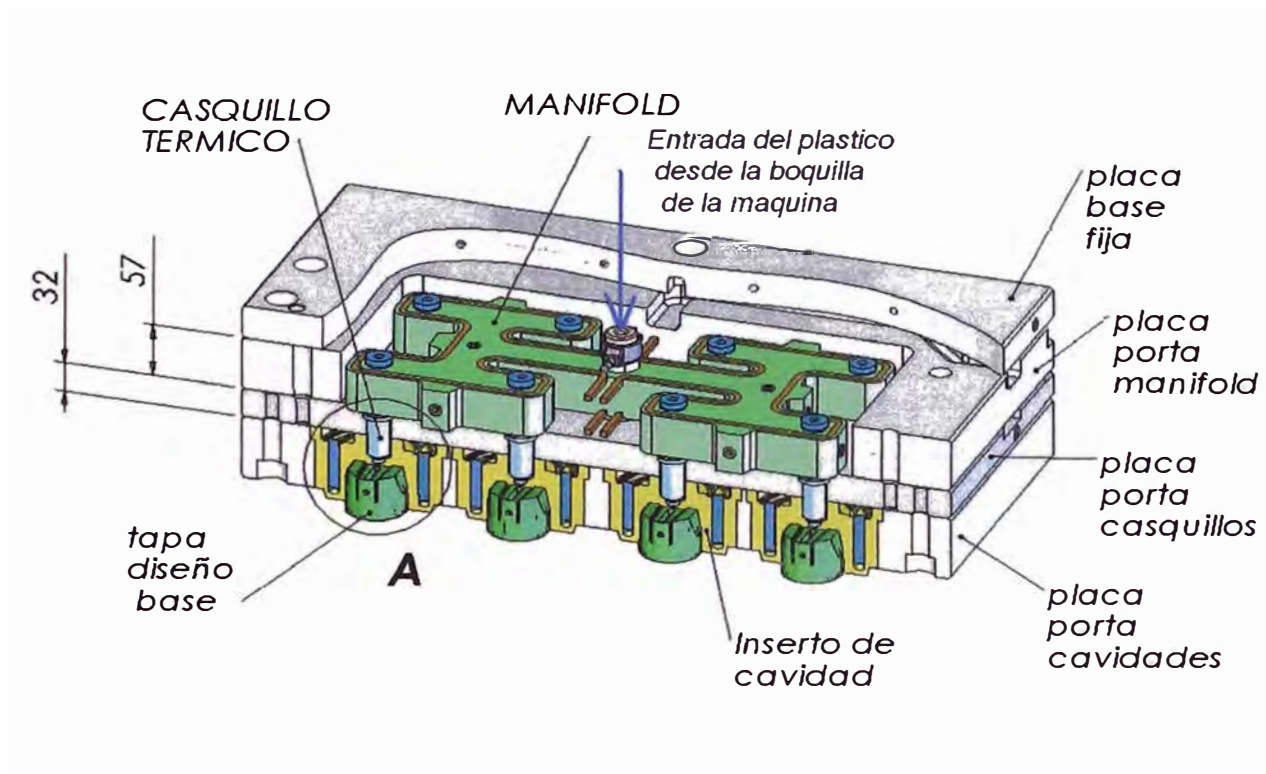


Figura 4.22 Sistema de colada caliente (diseño base)

En la figura 4.22, se muestra un corte isométrico de la parte del molde donde se aloja el sistema de colada, la vista deja al descubierto las partes fundamentales del sistema, que son: los casquillos térmicos y el manifold (bloque de distribución de la colada). El plástico fundido que llega de la máquina, ingresa por la boquilla de

acceso en el sentido de la flecha, para luego ser distribuido por los canales del interior del manifold, llegando luego a cada uno de los casquillos térmicos que son los que finalmente inyectan el plástico en cada cavidad. El tramo final del recorrido del plástico, se da justamente en la llamada entrada de la cavidad (gate); esto puede verse mejor en el detalle de la figura 4.23.

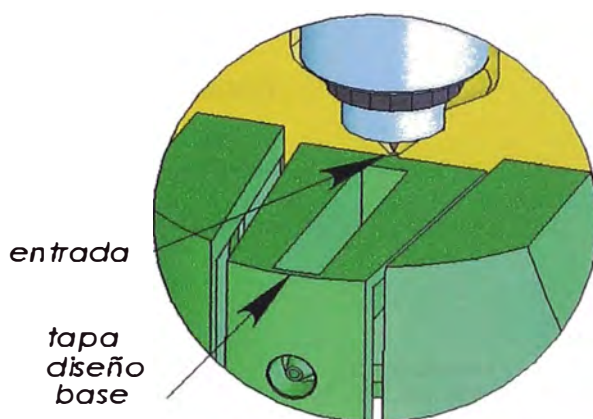


Figura 4.23 Detalle de la entrada (diseño base)

Las bondades de este sistema, ya se han explicado en la sección 3.7.3.2.1-(d), y en la presente sección, repasaremos la configuración específica de la colada caliente del diseño base, y los cambios hechos en su diseño.

#### 4.2.4.1 Componentes de la colada caliente del diseño base:

El sistema de colada del diseño base, es de la marca MASTIP, por ello emplearemos la información técnica de su catalogo comercial (ver anexo B), empleando los mismos términos técnicos. Los componentes más importantes de este sistema son:

- Casquillo térmico (Nozzle)
- Distribuidor (Manifold)
- Calentador tubular (Heater tubular)
- Boquilla de acceso (Sprue bush)
- Calentador de banda (Band Heater)
- Localizador de titanio (Band Heater)
- Espaciador de titanio (Titanium locator)
- Espaciador de acero (Titanium spacer)
- Bulón posicionador (Dowel pin)

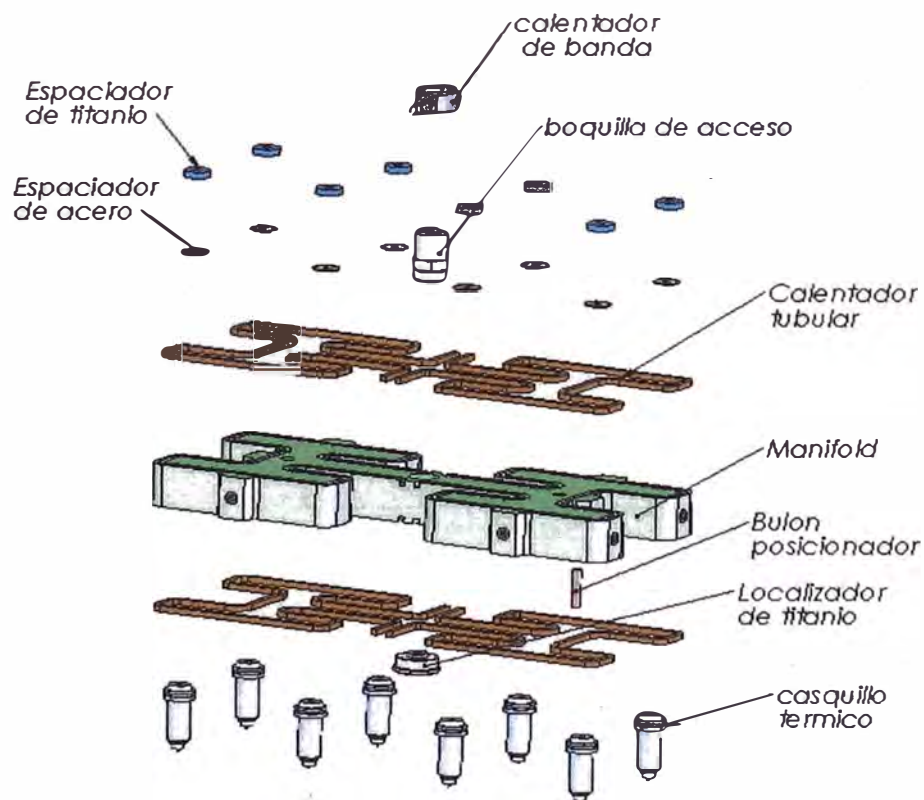


Figura 4.24 Principales componentes del sistema de colada caliente (Diseño base)

A continuación se define a cada componente en sus aspectos más importantes.

### CASQUILLO TERMICO (Nozzle)

- Marca y modelo:     **MASTIP- MT-ONT 10 060 G1 (modelo discontinuado)**
- Materiales:         **Acero 1.2344 con dureza de 50 HRc (Cuerpo), Cu-Be (en la Punta térmica)**
- Función:            **Inyectar el plástico fundido a la cavidad, a la temperatura de Procesamiento (230°C).**
- Características:    **Es el componente mas importante del sistema, su diseño Tiene una conducción térmica uniforme, lleva una termocupla para controlar la temperatura del plástico, y sus dimensiones son normalizadas.**

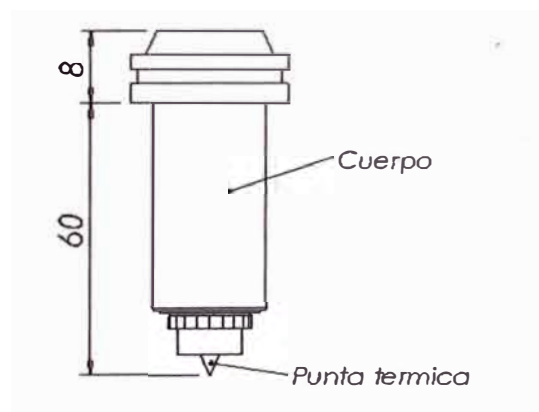


Figura 4.25 Casquillo térmico del diseño base

Marca Mastip Serie 10 MT (descontinuado)

### DISTIBUIDOR (Manifold)

- Marca y modelo:     **MASTIP, MAN8-4X2 (versión de catalogo)**

- Material: Acero inoxidable 1.2085 (420F)
- Funciones: Distribuir equilibradamente al plástico fundido que llega desde la boquilla de la maquina, y mantenerlo caliente hasta su llegada a los casquillos térmicos.
- Características: El manifold, es el bloque distribuidor de la colada, lleva interiormente un sistema de canales por el que fluye el plástico caliente. El manifold del diseño base es equilibrado y por lo tanto tiene la misma caída de presión en cada punto de su recorrido, esto se logra gracias a dos razones:
- A la configuración en hileras de los canales
  - A la variación de los diámetros de los canales

En la sección 3.7.3.2 (b), se relatan las ventajas de la configuración en hileras con respecto a otros tipos de configuración; en el diseño base, las hileras forman una doble "H" (cuyo uso es común en moldes equilibrados para 8 cavidades). Simultáneamente, para que haya un equilibrio en la caída de presión, la medida de los diámetros de los canales disminuye, distinguiéndose un diámetro por cada hilera del mismo nivel, tal como se aprecia en la figura 4.26(a) (los diámetros recomendados figuran en la tabla 3.6 del capítulo 3).

En el exterior del manifold, se ubican ranuras, que sirven para alojar a los calentadores tubulares, estos calentadores mantienen la temperatura apropiada del plástico fundido al interior del mismo, mientras llega a los casquillos térmicos, de allí en adelante, la temperatura es controlada por el propio casquillo.



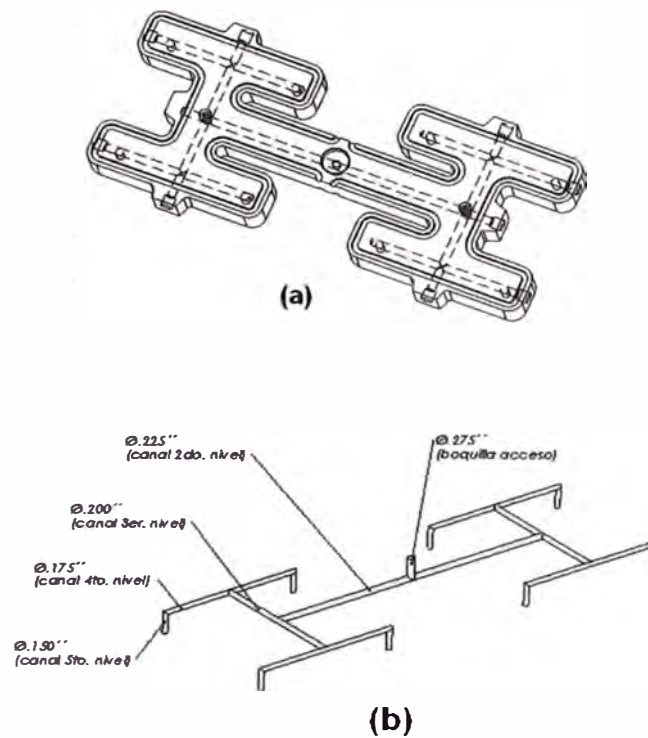


Figura 4.26 (a) Manifold del diseño base  
(b) Dimensiones de los canales internos del Manifold

### CALENTADORES TUBULARES (Heater tubular)

- Marca y modelo: Genérico.
- Materiales: Acero para la carcaza y cobre para la resistencia.
- Función: Aportar el calor necesario para mantener caliente al plástico dentro del manifold, durante el proceso de inyección, se sitúan estratégicamente en el bloque del manifold, garantizando la distribución uniforme de las temperaturas.
- Características: Son resistencias eléctricas insertadas en el interior de una carcasa tubular. Su calibre es de 6.5mm y su potencia es de 100W.



Figura 4.27 Calentador tubular

#### **BOQUILLA DE ACCESO (Sprue bush)**

- Marca y modelo:     **MASTIP, MANSB30/51/14**
- Material:            **Acero tratado de 130-140 Kg/mm<sup>2</sup>**
- Función:             **Alimenta la cámara caliente desde la boquilla de la máquina de inyección.**
- Características:    **El conducto de entrada del material plástico, es cónico, esto sirve para que aumente la presión a medida que el plástico llegue a los canales del manifold.**

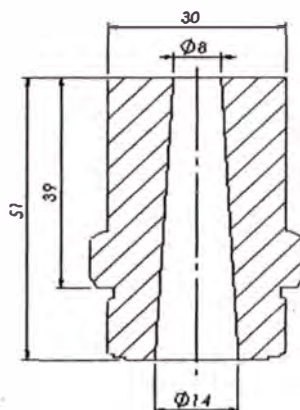


Figura 4.28 Boquilla de acceso

**CALENTADOR DE BANDA (Band Heater)**

- Marca y modelo:       MASTIP, MANBHTC30/20
- Material:               Fe-CuNi
- Función:               Mantiene calefactada a la boquilla de acceso (Sprue bush), para evitar que el material plástico se pegue en la pared de su conducto.
- Características:       Provisto de termocupla, entrega una potencia de 100Watts.

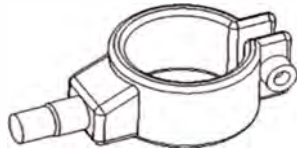


Figura 4.29 Calentador de banda

**LOCALIZADOR DE TITANIO (Titanium locator)**

- Marca y modelo:       MASTIP, MANTL15X44X15
- Material:               Acero templado a 53 HRc
- Funciones:             Soporta la presión de inyección, y posiciona la cámara caliente en el molde.
- Características:       Tiene unas pequeñas ranuras para evitar el contacto pleno con la placa porta-casquillos del molde, impidiéndose así la disipación de calor por conducción térmica.

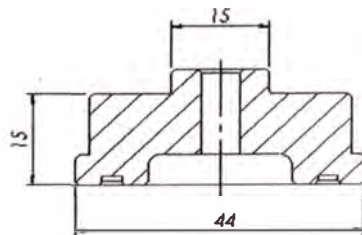


Figura 4.30. Localizador de titanio

**ESPACIADOR DE TITANIO (Titanium spacer)**

- Marca y modelo:     **MASTIP, MANTS25X6.5**
- Material:            **Titanio**
- Función:             Soportan la presión de reacción durante el proceso de inyección.
- Características:    Tienen unas pequeñas ranuras para evitar el contacto pleno con la placa base fija del molde, impidiéndose así la disipación de calor por conducción térmica. Se precisa un tope superior por cada boquilla.

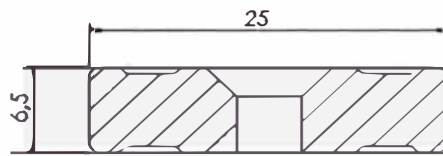


Figura 4.31 Espaciador de titanio

**ESPACIADOR DE ACERO (Steel spacer)**

- Marca y modelo:     **MASTIP, MANCHS4X16**
- Material:            **Acero templado a 53 HRc**
- Función:             Soportan la presión de reacción durante el proceso de inyección, forma pareja con el espaciador de Titanio y es el elemento que va a ser rectificado, para alcanzar la altura de ensamble con el manifold y la placa fija superior.

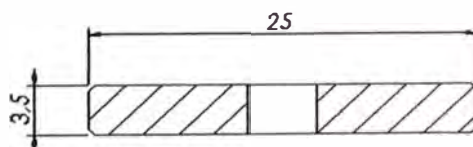


Figura 4.32 Espaciador de acero

**BULÓN POSICIONADOR (Dowel pin)**

- Marca y modelo:     **MASTIP, MANDPT8X40**
- Material:             **Acero**
- Función:             **Posiciona y evita el giro de la cámara caliente dentro de su alojamiento. Es un pasador cilíndrico roscado, que facilita su extracción en caso de necesidad.**

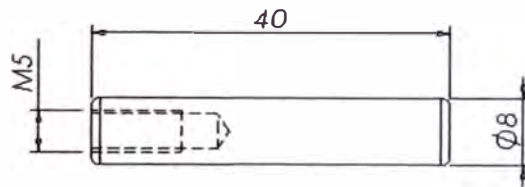


Figura 4.33 Bulón posicionador

**4.2.4.2 Selección del sistema de colada para el nuevo diseño.** Como se menciono al comienzo de este capítulo, la finalidad del cambio del sistema de colada radica en elevar la productividad del molde. Esto es viable técnicamente si se cumple lo siguiente:

- Si se instala un casquillo térmico con mayor capacidad de inyección (caudal).
- Si se disminuye el calor que transmiten los casquillos térmicos a las cavidades.

A mayor capacidad, un casquillo térmico podrá inyectar más material plástico por unidad de tiempo, en comparación con uno más pequeño.

Si se disminuye el calor que transmiten los casquillos térmicos a las cavidades, ya sea por conducción o por radiación, estaremos disminuyendo el tiempo de

enfriamiento, y a menor tiempo de enfriamiento, menor tiempo de ciclo y mayor productividad.

Para alcanzar los requisitos mencionados, fue necesaria la asesoría de una empresa especializada en la venta de sistemas de colada, a esta empresa se le encomendó la labor de seleccionar idóneamente todos los componentes del sistema, requeridos para el nuevo molde. A continuación describimos los cambios más importantes hechos con la nueva selección de componentes:

**a) Casquillos térmicos.** La nueva selección de los casquillos, tiene como punto de partida al modelo original del diseño base, es decir al casquillo MT de la serie 10 con longitud 60, (ver anexo B), el funcionamiento adecuado de este casquillo esta demostrado en la producción de la pieza del diseño base, lo que se busca es reemplazarlo por otro modelo que tenga mayor caudal disponible, esta opción se escoge de la tabla de flujos de material del mismo anexo, que viene a continuación:

Tabla 4.4 Flujos de material

Series	Low Viscosity		Medium Viscosity		High Viscosity	
	Shot lgl	g/sec.	shot lgl	g/sec.	shot lgl	g/sec.
10 (MT)	0.5-15	10	-	-	-	-
13 (X)	0.5 - 45	30	0.5 - 30	15	0.5 - 15	5
16 (X)	1 - 200	125	1 - 125	65	1 - 60	25
19 (X)	2 - 625	300	2 - 300	150	2 - 150	60
27 (X)	10 - 2000	600	10 - 800	300	10 - 800	125

- El material de la pieza es polipropileno (PP) que es de baja viscosidad.
- La masa de la pieza de nuevo diseño es de 10.26 g. (medida en el Solidworks)

Con estos datos, recurrimos a la tabla 4.4 y en las columnas para baja viscosidad, se observa que los casquillos MT de la serie 10, proporcionan de 5 a 15 gramos de material por inyectada, con un caudal de 10 gramos por segundo.

Para aumentar la capacidad de inyección, se requiere seleccionar como mínimo la serie subsiguiente, es decir un casquillo 13(X), pero se recomienda utilizar uno más grande, acorde con el espacio disponible que exista en el molde, en este caso se eligió uno de la serie 16(X); el cual inyecta de 1 a 200 gramos de material plástico, con un caudal de 125 gramos por segundo, el cual se puede alojar sin problemas en el molde de nuevo diseño.

Se elige un casquillo con mayor serie, por ser más robusto en su construcción y resistencia, teniendo por lo tanto mayor duración o vida útil, lo que se traduce en un número mayor de piezas producidas.

En la pagina 18 del catalogo, se aprecia que dentro de una misma serie existen diferentes tamaños de casquillo (denotado con la longitud L), el casquillo seleccionado para el nuevo diseño tiene una longitud de 65mm, además la punta térmica viene en diferentes tipos (ver paginas 12 y 13 del catalogo), estas puntas se elijen de la tabla de la pagina 11, de acuerdo al material plástico y a su facilidad de procesamiento. En este caso para el polipropileno y los casquillos de la serie 16(X), se recomienda cualquiera de los cinco tipos de punta, en nuestro caso se escogió la más simple, es decir la del tipo TT (Torpedo Tip), en su versión OPEN NUT

EXTENDIDA (en 10mm), cabe recordar que la punta térmica del diseño base, es una OPEN NUT simple sin extensión.

Se elige un casquillo con punta térmica extendida para que exista mayor distancia entre la cavidad y la resistencia del casquillo, con ello se consigue alejar al casquillo y por lo tanto se reduce el calor que es transmitido a la cavidad desde el mismo casquillo.

Otras ventajas de la punta extendida son:

- Menor remoción de material en la cavidad, para construir el alojamiento del casquillo, y en consecuencia se reduce el debilitamiento de la cavidad.
- Mayor espacio disponible en la cavidad para el circuito de enfriamiento. Esta ventaja es de suma importancia y será aprovechada para rediseñar el sistema de enfriamiento.

También debe elegirse el grado que debe tener el material de la punta para resistir la abrasión que pueda ejercer el plástico, el grado esta en función al numero de inyectadas o volumen de producción, y también al tipo de plástico que se va a inyectar. En nuestro caso el volumen de piezas a producir será alto y el plástico a emplear (polipropileno) es de baja abrasión; considerando estos dos puntos y con ayuda de la tabla de grados de material para la punta, elegimos una de grado 4. El material para este grado de punta es Cu-Be con carbono.

En resumen el casquillo seleccionado es el siguiente:



Marca: MASTIP, Código: MXTT 16065+10 G4

Donde:

MX: Rango del casquillo

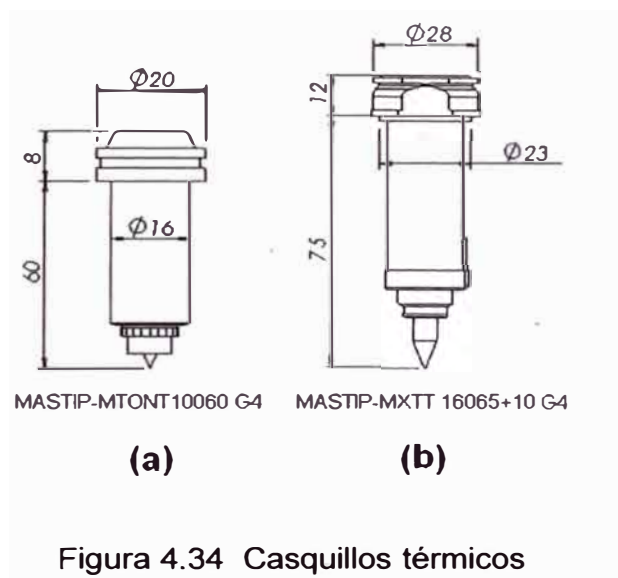
TT: Punta térmica tipo torpedo "open nut"

16: Serie del casquillo

065: Longitud del cuerpo en mm.

+10: versión de punta extendida en 10mm

G4: Grado del material de la punta



(a) Diseño base, (b) Nuevo diseño

**b) Alojamiento para el casquillo térmico.** La forma y las dimensiones para el alojamiento del casquillo térmico, están especificadas en el catalogo y las reproducimos a continuación:

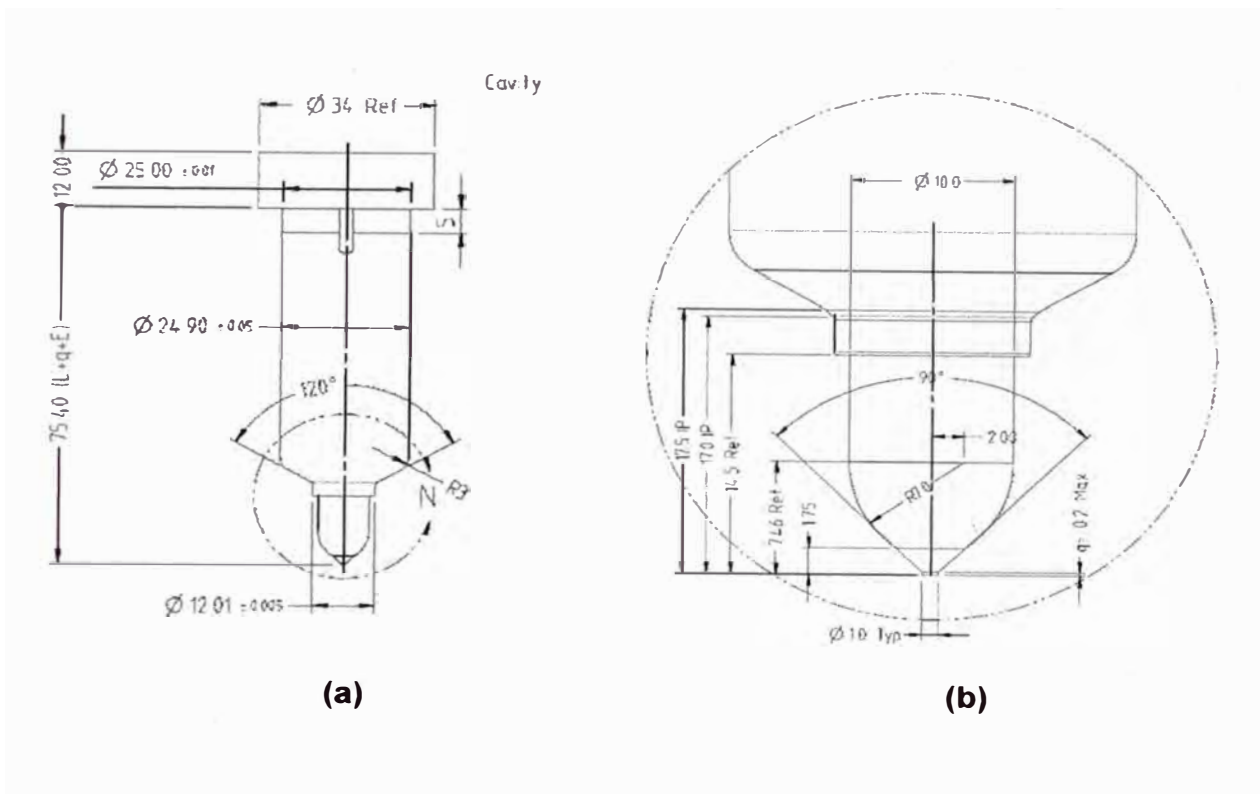


Figura 4.35 Alojamiento para el casquillo térmico

(a) Medidas generales, (b) Detalle para la punta térmica.

De la figura 4.35 (b) se aprecia que el diámetro de la entrada es de 1mm, y en la parte (a) de la figura, la altura total del alojamiento es 75.4mm. La longitud total del alojamiento esta dada por la siguiente suma:

$L_{total} = L+q+E$ , Donde:

L: Longitud del casquillo frío (75mm)

q: longitud de la entrada (0.2mm)

E: Longitud adicional por dilatación (0.2mm)

El valor de 0.2 para "q", sirve para garantizar una larga vida a la punta térmica, sin importar mucho la estética (queda una pequeña marca en la pieza), si el valor de

“q” decrece, se mejora la estética, pero se acorta la vida de la punta. (Ver Página 14 del catalogo).

El valor de “E” considera la dilatación del casquillo y se calcula con la siguiente formula:

$$E = L \times k \times (\text{Temp. Del casquillo } ^\circ\text{C} - \text{Temp. Del molde } ^\circ\text{C})$$

Los datos se extraen de la siguiente tabla:

Tabla 4.5 Datos para el calculo de “E”

Variable	Valor
Casquillo	MXTT 16065+10 G4
k	0.0000132
L	75mm
q	0.2
Temp. Del casquillo	230°C
Temp. Del molde	50°C

Luego del cálculo resulta el siguiente valor para E:

$$E=0.178\text{mm (se redondea a 0.2)}$$

**c) Manifold.** En la figura 4.36 se muestra el nuevo diseño de manifold, acompañado del original. El nuevo manifold tiene una forma exterior diferente a los modelos para 8 cavidades que figuran en el catalogo de MASTIP, para esto, aclaramos que los modelos del catalogo son referenciales, y el fabricante tiene la

opción de ofrecer formas especiales, de acuerdo con al proyecto particular de cada cliente. La configuración de los canales de colada es la misma que utiliza el diseño base, es decir en forma de doble "H", pero con diámetros mayores, debido a que los nuevos casquillos son más grandes y pueden manejar mayores caudales. Asimismo el nuevo manifold es más robusto y por esta razón esta preparado para soportar de mejor manera las presiones que ejerce el plástico, en comparación al manifold del diseño base.

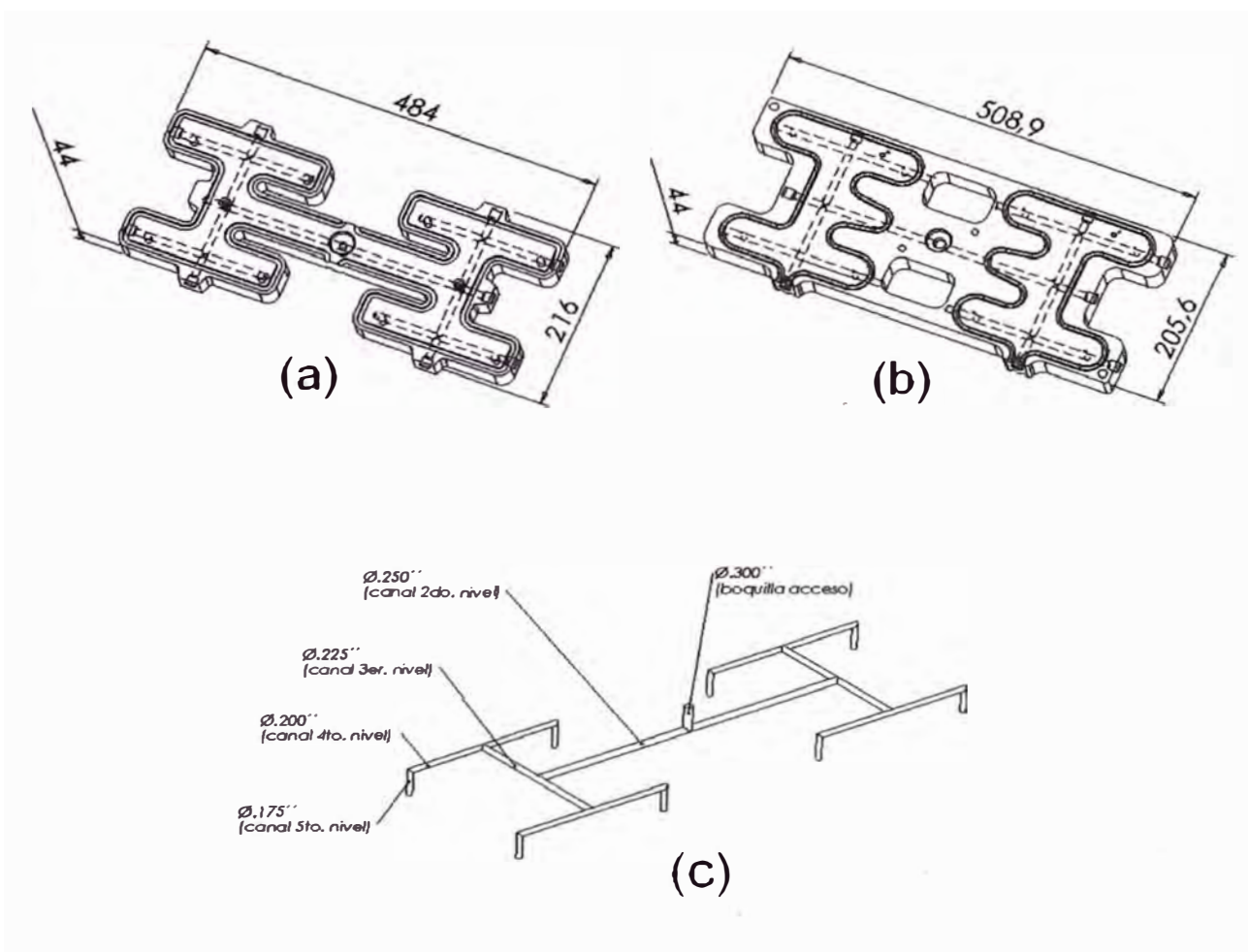


Figura 4.36 Manifolds

(a) Diseño base, (b) Nuevo diseño, (c) Diámetros de los canales del nuevo manifold

**d) Resto de componentes.** Lo mas saltante en este punto, es la incorporación de termocuplas Tipo martillo, para el control de la temperatura del manifold, se emplearan 4 en total, dos en la parte superior y dos en la inferior. El manifold del diseño base carecía de estos componentes.

En la figura 4.37 se muestra una vista de ensamble del nuevo sistema de colada, en la sección de planos hay una vista de explosión y una lista completa de todos sus componentes.

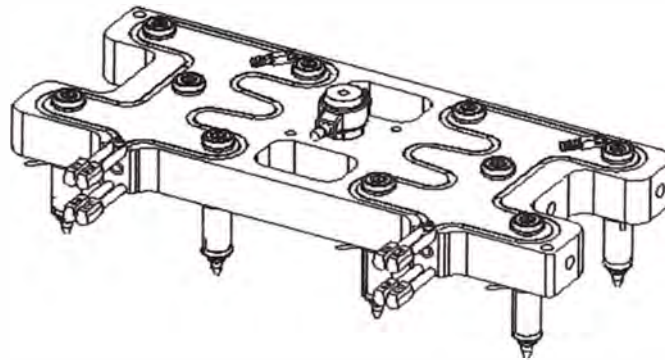


Figura 4.37 Ensamble del sistema de colada (Nuevo diseño)

#### 4.2.4.3 Colocación del sistema de colada en el molde.

El sistema de colada requiere una colocación especial, y para el caso del nuevo diseño, dicha colocación es como se muestra en el esquema parcial de la figura 4.38. Este esquema es proporcionado por el fabricante, y da la ubicación de los componentes y las distancias que deben guardar con las placas del molde. Las distancias relativas a considerar son las siguientes:

$L_m = 65.50\text{mm}$  (Altura de la placa porta manifold)

$L_b = 37.80\text{mm}$  (Altura de la placa porta casquillos)

$L_p = 0.5\text{mm}$  (profundidad del asiento del casquillo)

$L_c = 0.1$  (Luz en frío entre el espaciador de titanio y placa base superior)

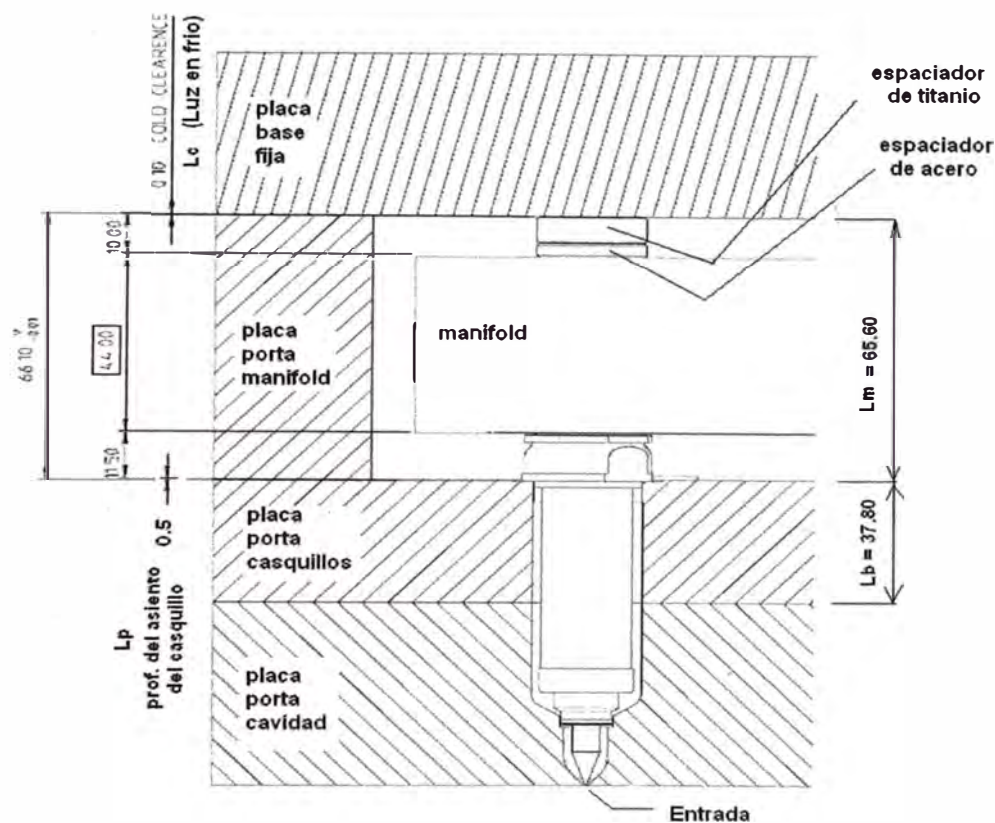


Figura 4.38 Esquema de colocación del sistema de colada (Nuevo diseño)

Cuando el molde alcanza su temperatura de trabajo, la dilatación térmica hace desaparecer la luz ( $L_c$ ), haciendo que el la colada logre el ajuste óptimo con respecto al molde. El espaciador de acero es el componente de ajuste del sistema, y debe ser rectificado hasta alcanzar la luz " $L_c$ " en el montaje.

Nota: Las alturas  $L_m$ ,  $L_b$  y  $L_p$  serán incorporadas a sus respectivas placas en la sección 4.2.6 (rediseño del sistema de placas y guías).

#### **4.2.5 QUINTO PUNTO: Rediseño del sistema de enfriamiento.**

El rediseño de este sistema tiene como objetivo reducir el tiempo de enfriamiento, el cual puede llegar a representar las dos terceras partes del tiempo de ciclo total, en la producción de piezas plásticas inyectadas (ver sección 3.7.3.8). El sistema de enfriamiento del diseño base consta de 8 componentes (ver sección 3.7.3.8.1), y el rediseño se va a centrar en el cambio de configuración de los circuitos de enfriamiento para las cavidades y núcleos. En la sección 4.2.5.4 se explican las razones que determinaron estos cambios.

##### **4.2.5.1 Descripción de las líneas de enfriamiento del diseño base.**

En el diseño base existen tres líneas de enfriamiento que son las siguientes:

- Línea 1: Circuito de enfriamiento de la placa base fija
- Línea 2: Circuito de enfriamiento de las cavidades
- Línea 3: Circuito de enfriamiento de los núcleos

Entiéndase que una línea esta formada por diferentes circuitos individuales conectados entre si.

**-Línea 1 (línea de enfriamiento de la placa base fija):** Esta línea esta localizada en la placa base fija; sus canales horizontales y verticales tienen un diámetro de 8mm. y están conectados en serie. El calor que debe disipar esta línea, es el que llega proveniente del sistema de inyección de la maquina, por un lado, y por el otro el calor del manifold calefactado del sistema de colada caliente. Esta línea se mantendrá sin modificaciones, porque solo sirve para mantener equilibrada la dilatación de la placa y

no interviene de manera significativa en el enfriamiento de la pieza plástica inyectada.

(Ver figura 4.39)

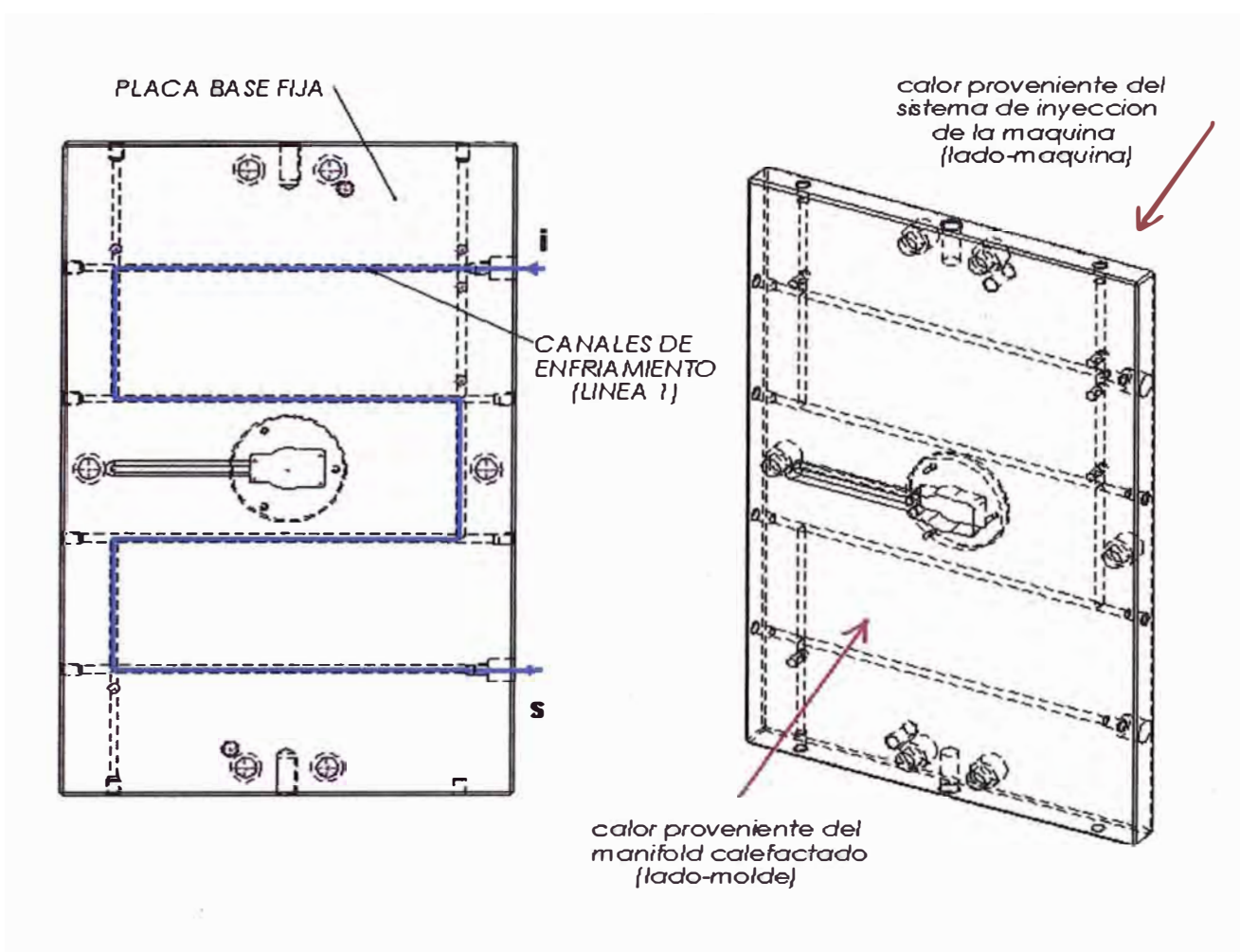


Figura 4.39 Línea de enfriamiento para la placa base fija (diseño base)

**-Línea 2 (línea de enfriamiento de las cavidades):** esta línea está conformada por cuatro ramas iguales, donde cada rama conecta en serie a 2 cavidades, teniendo el ingreso y la salida a un mismo lado del molde. Los canales ubicados en la placa porta casquillos actúan como vías de ingreso (refrigeración de paso) y conectan con los circuitos principales que están en las cavidades. De esta forma se evita que el líquido refrigerante inunde el interior de las cavidades en caso se presenten fugas, ya que el



refrigerante debe ingresar por el lado opuesto a la zona de la cavidad (ver anexo A). En la parte (a) de la figura 4.40 podemos ver a los elementos del molde que componen a esta línea, y en la parte (b) se muestra el recorrido del refrigerante en las diferentes ramas.

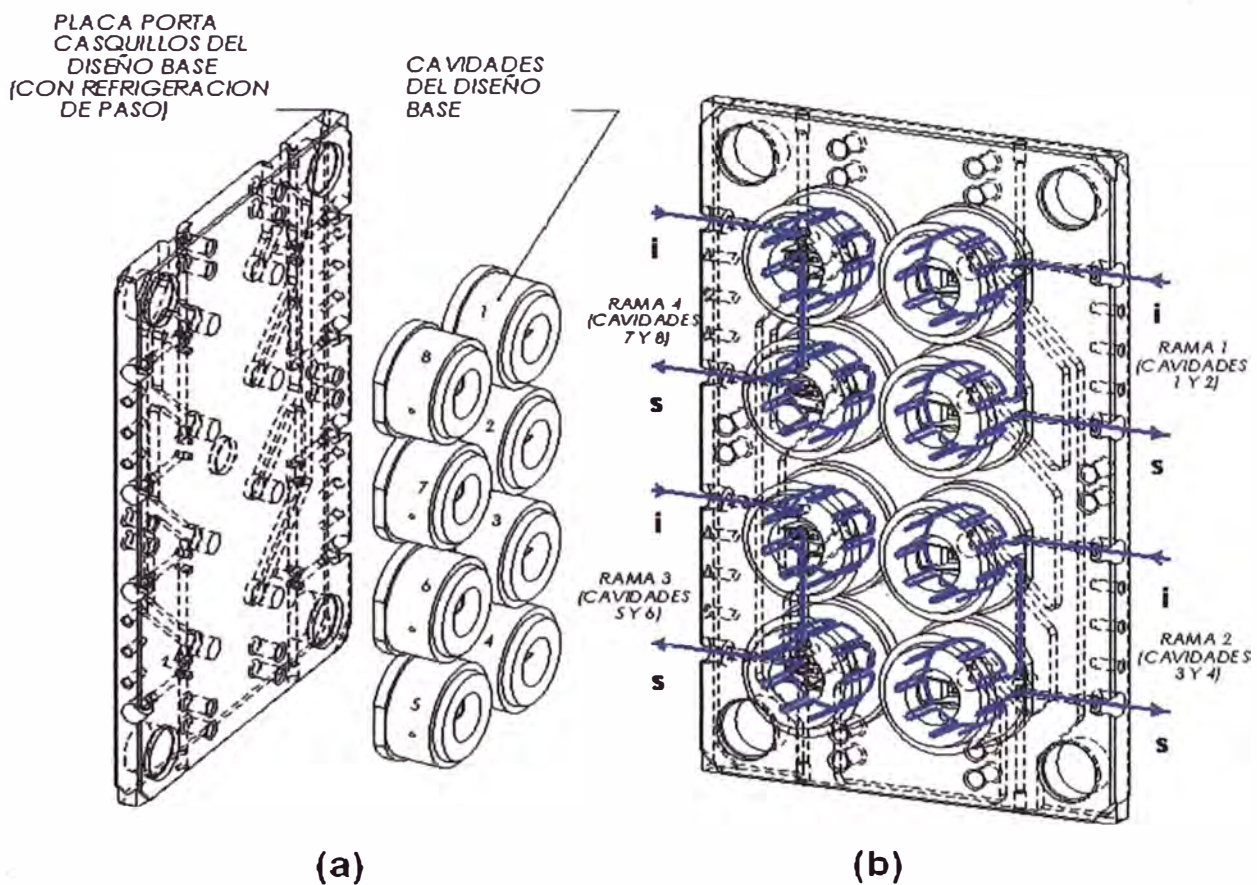


Figura 4.40 Línea de enfriamiento para las cavidades (diseño base)

(a) componentes de la línea 2, (b) ramas y recorrido del refrigerante

**-Línea 3 (Línea de enfriamiento de los núcleos):** Esta es una línea de 4 ramas iguales, y cada una conecta a dos núcleos en serie, teniendo el ingreso y la salida del refrigerante ubicado de manera opuesta, es decir uno a cada lado de la placa soporte

(ver figura 4.41). En la parte (a) de la figura podemos ver el recorrido del refrigerante y en la parte (b), podemos ver a los elementos del molde que componen a esta línea. Como en el caso de la línea 2, los canales que pertenecen a la placa soporte, son canales de paso, de esta forma se evita que el liquido refrigerante inunde el interior de las cavidades en caso se presenten fugas, ya que el refrigerante debe ingresar por el lado opuesto a la zona de la cavidad (REF.8).

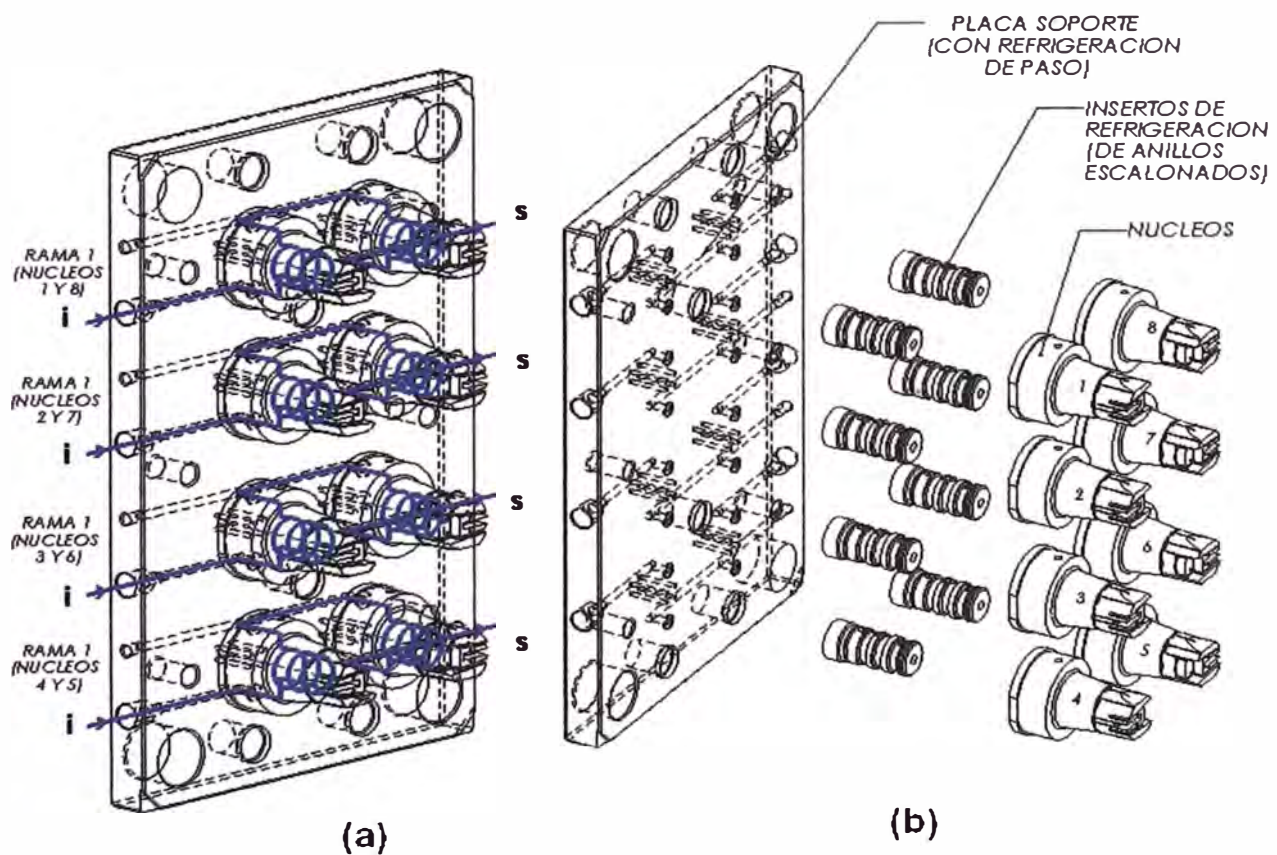


Figura 4.41 Línea de enfriamiento para los núcleos (diseño base)

(a) Ramas y recorrido del refrigerante, (b) componentes de la línea 3

#### **4.2.5.2 Descripción de los circuitos a rediseñar.**

Las cavidades y núcleos del diseño base, cuentan con circuitos de agua del siguiente tipo:

-Para la cavidad: Circuito con deflectores verticales.

-Para el núcleo: Circuito con inserto de anillos escalonados.

El circuito con deflectores verticales, corresponde al modelo presentado en la sección 3.7.3.8.5 caso b, en donde se explica su funcionamiento; y en esta parte añadimos que el diámetro de los agujeros que alojan a los deflectores es de 10mm, Mientras que los deflectores son de bronce y tienen un espesor de 1.0mm. (Ver figura 4.42).

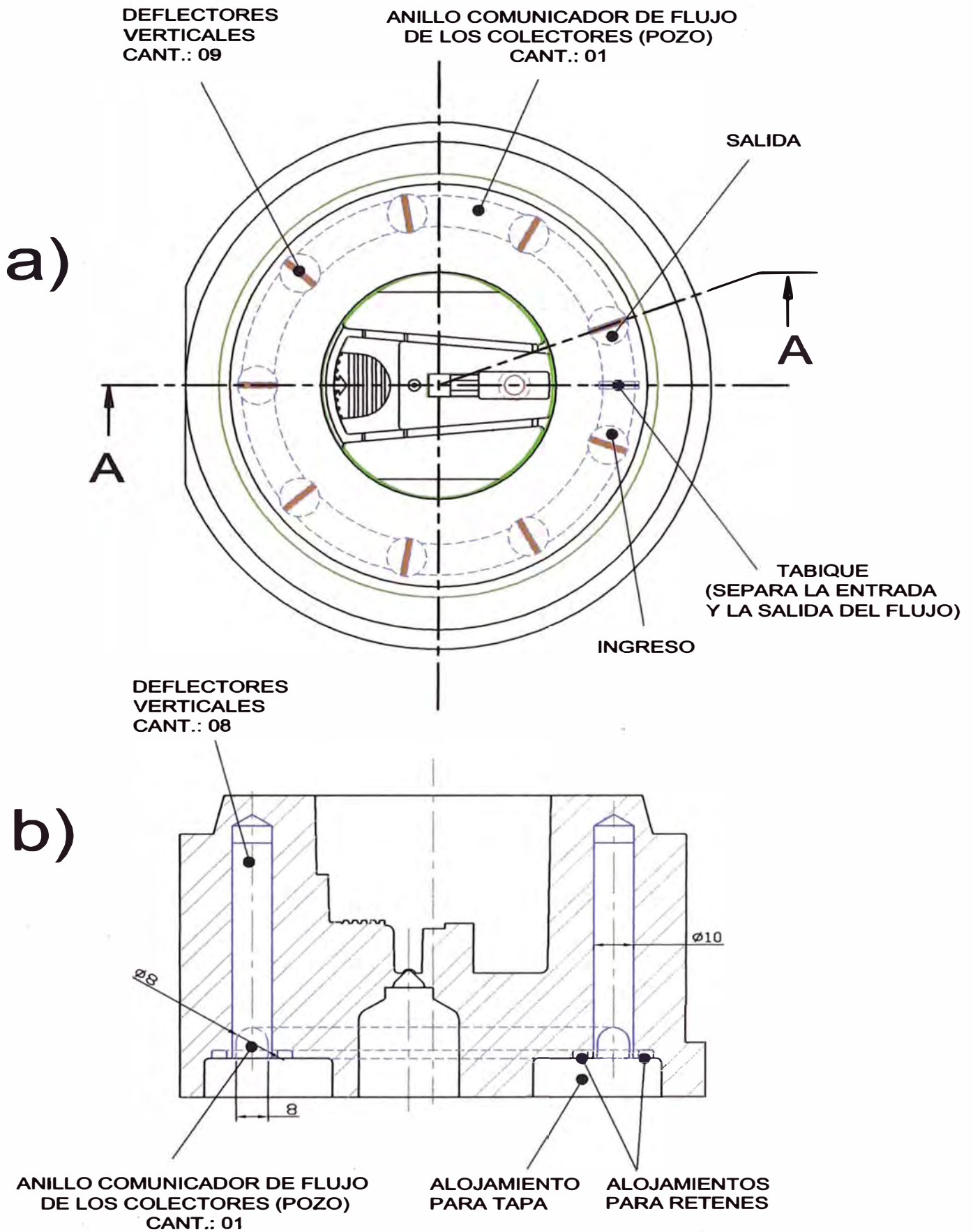


Figura 4.42 Circuito de enfriamiento de la cavidad (diseño base)

a) Vista de planta, (b) vista de corte

El circuito con inserto de anillos escalonados, corresponde al modelo presentado en la sección 3.7.3.8.5 caso d, en donde se explica su funcionamiento. La forma y dimensiones de los canales de refrigeración del inserto, se muestran en la figura 4.43.

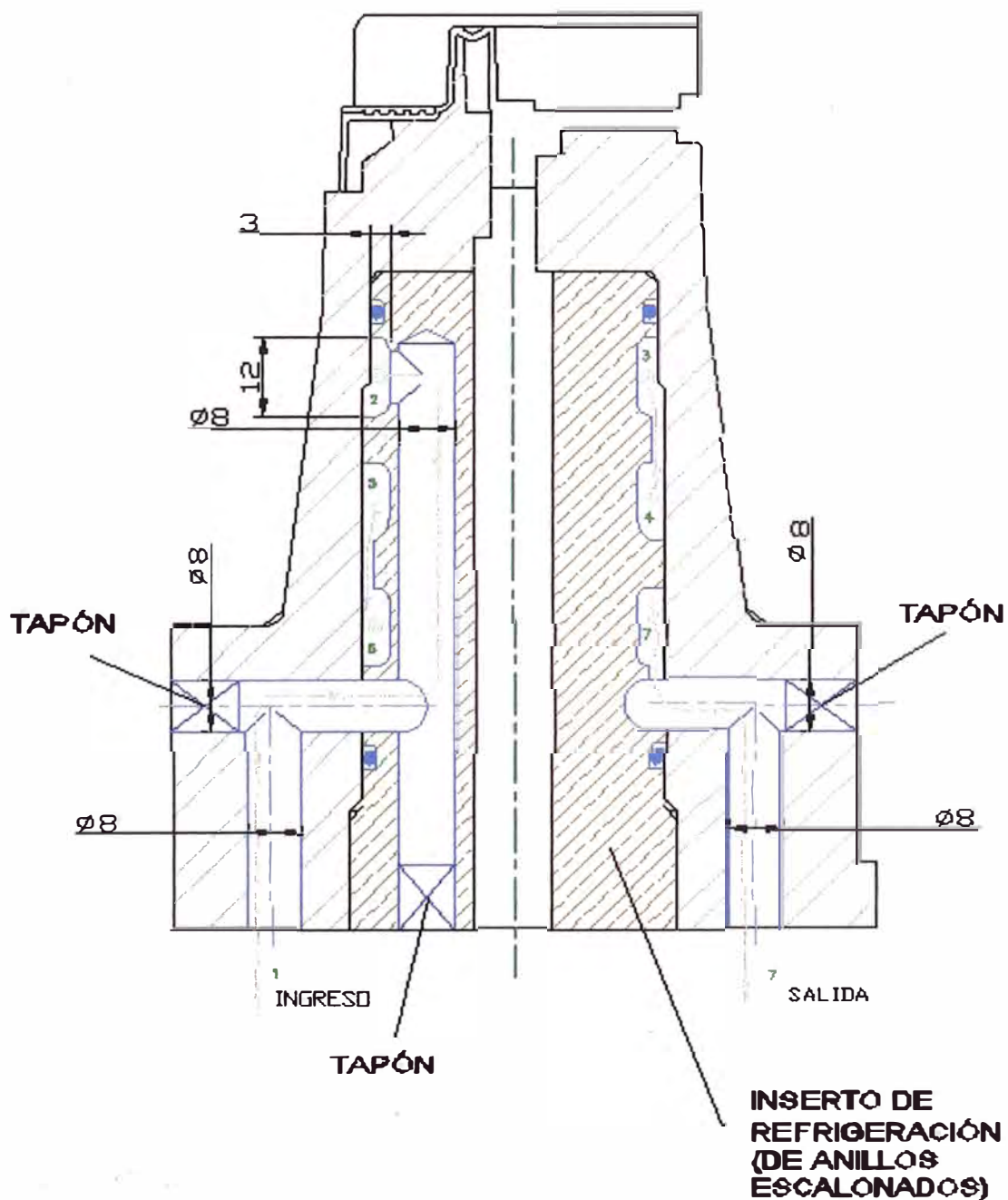


Figura 4.43 Circuito de enfriamiento del núcleo con inserto de refrigeración de anillos escalonados (diseño base)

En la figura 4.44, se muestra un ensamble con la cavidad y el núcleo del diseño base, y se ha ilustrado en forma sencilla la manera de cómo el refrigerante recorre los circuitos de enfriamiento de ambos componentes.

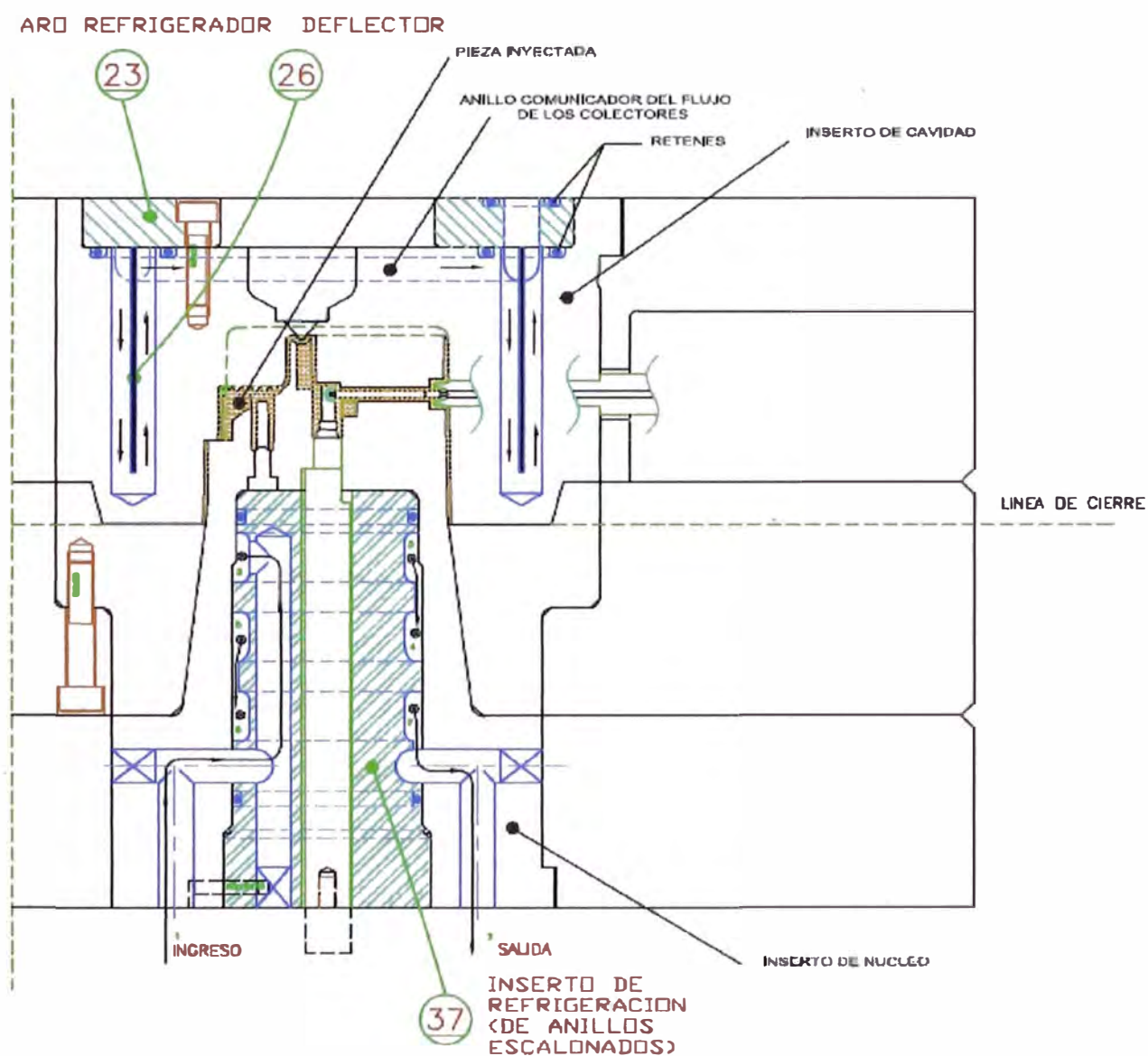


Figura 4.44 Circuitos de enfriamiento de la cavidad y núcleo del diseño base.

#### **4.2.5.3. Cambio de la configuración de los circuitos de enfriamiento de las cavidades y núcleos.**

**a) De la cavidad:** El cambio de configuración del circuito de las cavidades del diseño base es el siguiente:

Se retira el circuito de deflectores verticales y se reemplaza por el circuito de deflectores verticales y radiales (caso c de la sección 3.7.3.8.5). Con ayuda de la figura 4.45 se puede notar claramente que el modelo elegido es una variante mejorada del modelo original, al que se le ha añadido canales en la dirección radial, que tienen por objetivo enfriar la zona más caliente de la cavidad; estamos hablando del punto de inyección (entrada). La zona que rodea al punto de inyección, recibe calor adicional del casquillo térmico del sistema de colada caliente, el cual aumenta el calor total que se debe retirar, para que la pieza llegue a su temperatura de eyección; generando un aumento en el tiempo de enfriamiento.

La cantidad de deflectores verticales se disminuyó de 9 a 7, esto sirvió para dar espacio para la colocación de los deflectores radiales. El diámetro de los agujeros que alojan a los deflectores (verticales y radiales), tienen la misma medida (10mm), similar a la medida del modelo original, de igual manera sucede con las demás medidas del resto de partes análogas en los dos modelos.

Este cambio se hace de acuerdo a la recomendación de la sección 3.7.3.8.6 que señala la forma adecuada de colocar los circuitos de enfriamiento en un molde equipado con sistema de colada caliente; siendo la más importante la zona de la cavidad en su punto de inyección.

En la figura 4.46 se muestra un vista traslucida de la cavidad con el circuito de enfriamiento rediseñado, Esta vista sirve para complementar las vistas de la figura 4.45.

Las consecuencias de este rediseño se trataran en la sección 4.2.5.4

(Justificación de los cambios)

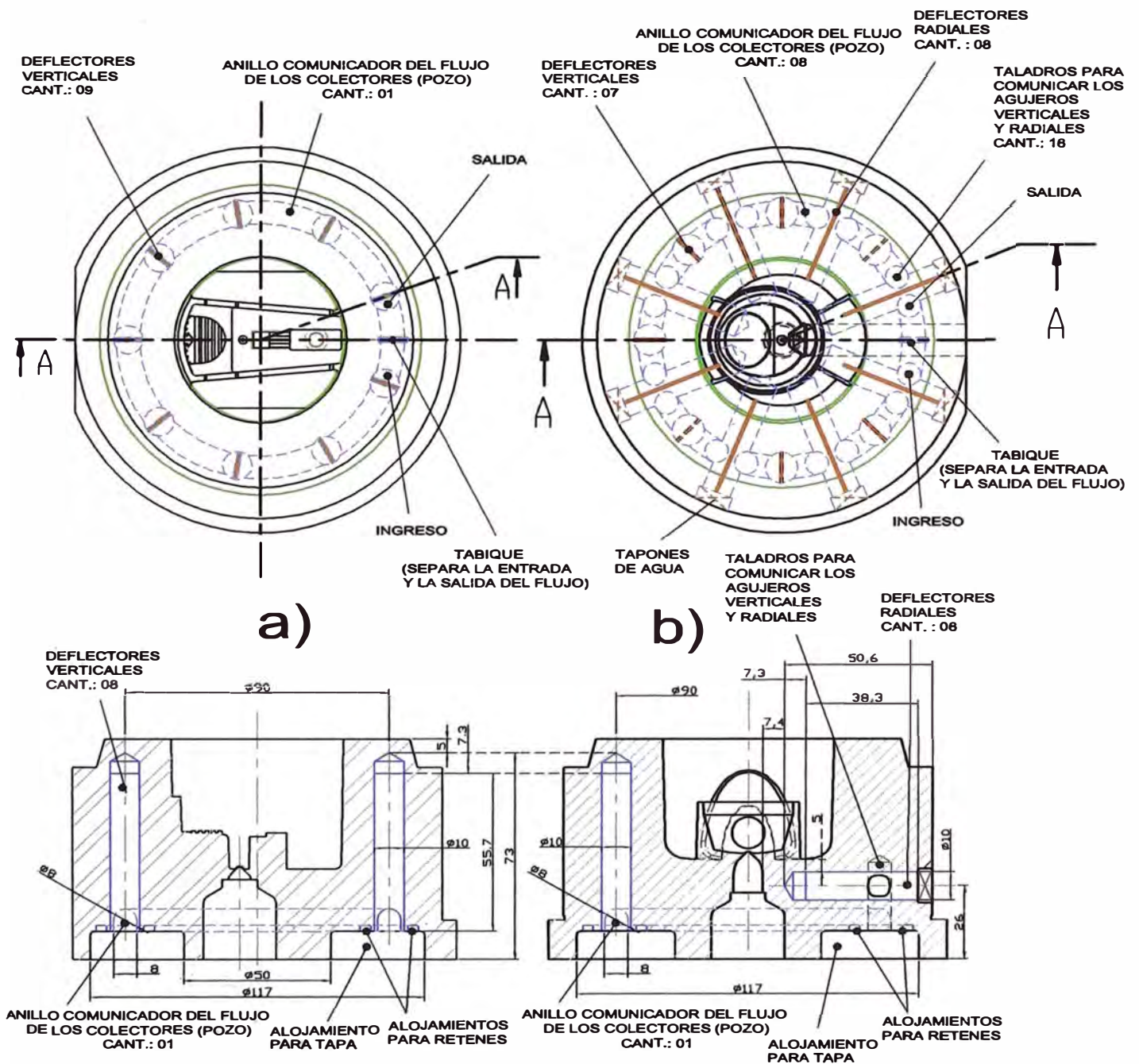


Figura 4.45 Circuitos de enfriamiento de los insertos de cavidad

(a) Diseño base, (b) Nuevo diseño



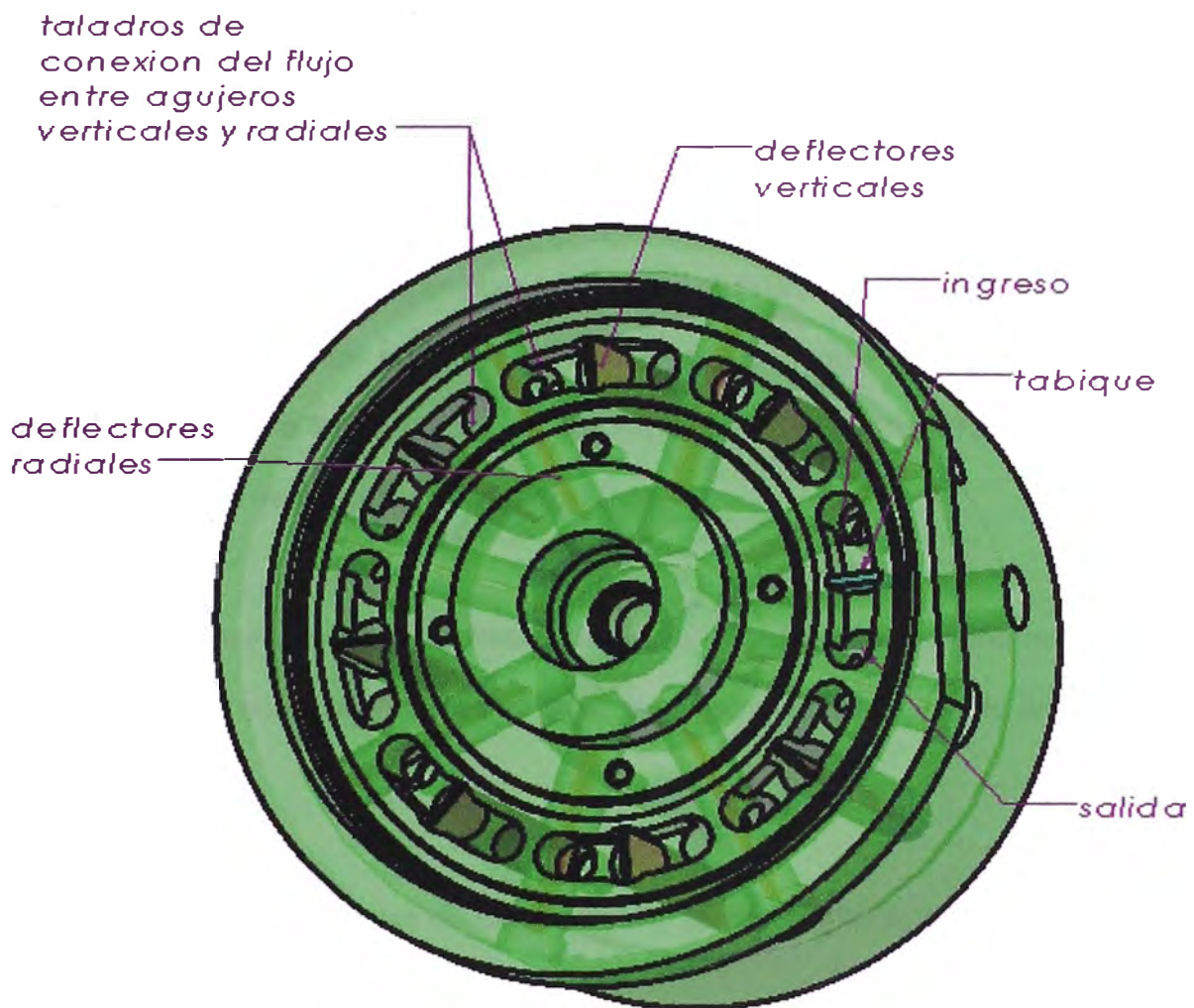


Figura 4.46. Circuito de enfriamiento de las cavidades (Nuevo diseño)

**b) Del núcleo:** El cambio de configuración del circuito de enfriamiento para los núcleos del diseño base es el siguiente:

Se sustituye el inserto de refrigeración de anillos escalonados, por un circuito de deflectores (caso d de la sección 3.7.3.8.5). En la figura 4.47 se muestran los circuitos

de enfriamiento del diseño base y del nuevo diseño, con las medidas de sus partes mas importantes.

Se debe remarcar que en el circuito de deflectores, se pensó en un comienzo utilizar un diámetro similar a los que existen en la cavidad (10mm), pero esto no fue posible, por que no existe espacio suficiente en el núcleo (estaríamos comprometiendo zonas de importancia, como los agujeros para los expulsores y la zona moldante); por eso se eligió una medida de 8mm para estos agujeros.

La figura 4.48 muestra una vista traslucida del núcleo del nuevo diseño con el circuito de enfriamiento rediseñado, Esta que sirve para complementar la vista de corte de la figura 4.47.

Las ventajas y consecuencias de este rediseño se contemplaran en la sección 4.2.5.4 (Justificación de los cambios)

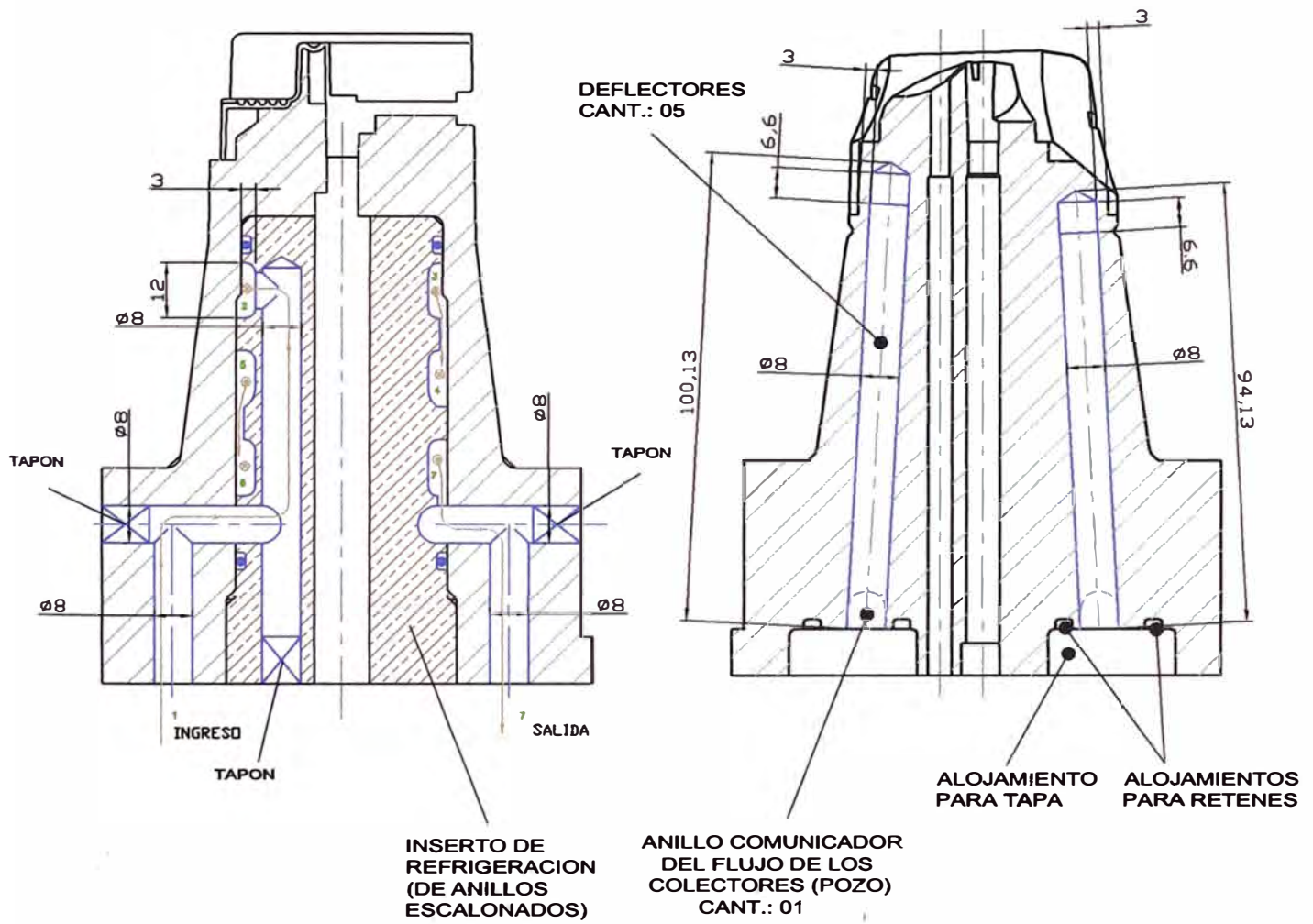


Figura 4.47 Circuitos de enfriamiento de los núcleos:

(a) Diseño base, (b) Nuevo diseño

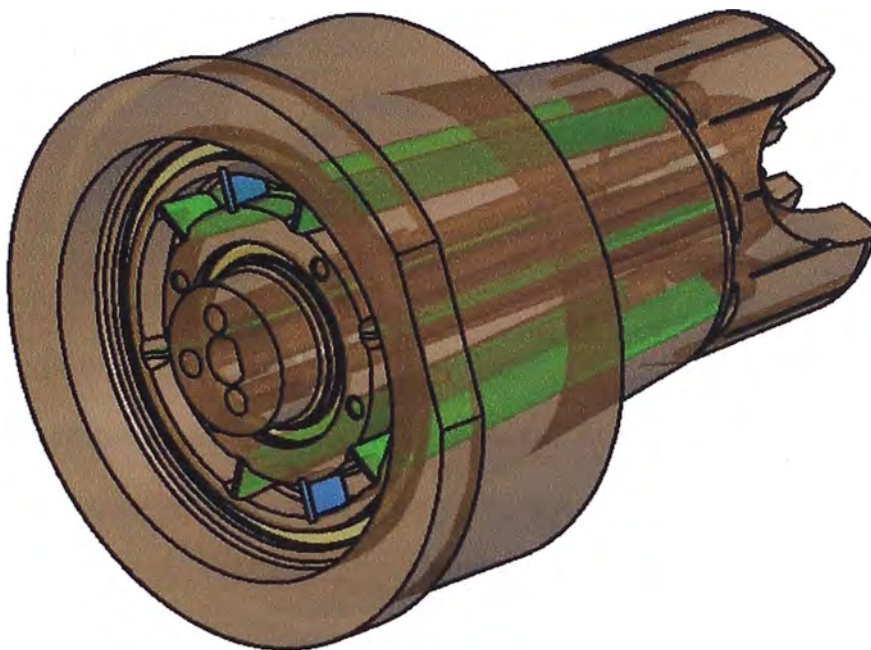


Figura 4.48. Circuito de enfriamiento

De los núcleos (Nuevo diseño)

#### 4.2.5.4 Justificación de los cambios.

Para rediseñar los circuitos de enfriamiento de las cavidades y núcleos del diseño base, se tomo en cuenta lo siguiente:

-El molde real del diseño base cuando esta en operación, llega a moldear 8 tapas con la calidad requerida, empleando un tiempo de ciclo de 24 segundos.

-La empresa solicita disminuir el tiempo de ciclo del molde base, para elevar la productividad, sin perder la calidad requerida.

-Se contemplan dos alternativas para alcanzar lo solicitado, siendo estas las siguientes:

#### 4.2.5.5. Alternativas para reducir el tiempo de enfriamiento.

- **Primera alternativa:** Cambio de material de la cavidad y el núcleo: en esta alternativa se mantendrían intactos los diseños de los circuitos de enfriamiento del diseño base. El cambio de material de los insertos de cavidad y del núcleo (ambos de acero), se harían por un material que sea un mejor conductor del calor, como es el caso de las aleaciones de cobre-berilio. La relación de las tasas de conductividad del Cu-Be respecto al acero es de 7 a 1 (ver anexo C).
- **Segunda alternativa:** Cambio del diseño de los circuitos de enfriamiento del molde: Los cambios son enfocados en los 2 principales circuitos de enfriamiento del molde, que son: El circuito de los insertos de las cavidades y el circuito de los insertos de los núcleos. Estos circuitos se encargan directamente de extraer el calor del plástico fundido de la pieza inyectada.

Se descarta la primera alternativa por el alto costo de las aleaciones de Cu-Be (aproximadamente 6 a 1 con respecto al acero), además la elevación del costo de mecanizado en los centros de matricería se encuentran en la misma proporción, ya que se trabajaría con un material especial.

La causa técnica principal para descartar la primera alternativa, se basa en desconocer si en vez de emplear un sistema de enfriamiento, se requiera de un sistema de calefacción, ya que el Cu-Be combinado con un sistema de enfriamiento, que utiliza agua a 10°C proveniente de un Chiller (instalado en la planta industrial) podría ocasionar un enfriamiento prematuro del plástico fundido, antes de que termine el llenado de la cavidad, dando como resultado piezas plásticas incompletas. Por lo

tanto se decide emplear el mismo material del diseño base, para los insertos de las cavidades y núcleos, ya que su comportamiento térmico es conocido.

En la capítulo 5 (Pruebas del molde) se mostrara al sistema de enfriamiento completo para el molde base, que esta instalado en la planta industrial, allí se conocerán los parámetros y condiciones de operación del sistema.

**4.2.5.6. Recomendaciones para una efectiva extracción del calor.** A continuación se presenta un resumen con las recomendaciones mas importantes que deben tener los canales de enfriamiento para una efectiva extracción del calor.

**-Primera recomendación:** Temperatura de entrada y salida del refrigerante. Para un enfriamiento eficaz, la diferencia de temperaturas de entrada y salida del refrigerante debe estar entre los de 2° a 3°C (REF.8).

**- Segunda recomendación:** El flujo del refrigerante debe ser turbulento. Esto se cumple si el numero de Reynolds esta en el rango de 10000 a 20000 (REF.8). Sin embargo, cada producto plástico posee un rango particular, que puede estar por debajo del recomendado. Dicho rango puede obtenerse por pruebas en campo o por simulación en programa especializado (caso Moldflow).

**- Tercera recomendación:** La superficie de los canales de enfriamiento debe ser lo suficientemente grande como para garantizar una diferencia de temperatura de 2° a 5°C, a lo largo de todo el canal. El aumento del diámetro, de la longitud o el número de canales, mejora la superficie disponible para la transferencia de calor, sin embargo esto ocasiona una mayor caída de presión en la línea del refrigerante. Por lo tanto

debe existir un equilibrio entre el diámetro y la longitud de los canales de enfriamiento así como las características de presión y volumen de la bomba de refrigeración (REF.8).

- **Cuarta recomendación:** Adecuada colocación de los circuitos de enfriamiento.

Si las tres primeras recomendaciones, se aplican, la temperatura en la superficie del molde, estará controlada por la adecuada colocación de los circuitos de enfriamiento en relación con la superficie del molde. Una colocación adecuada implica que los canales deben estar más cerca de las zonas más calientes, y más alejadas de las zonas con tendencia más frías. Las zonas más calientes de la superficie del molde se encuentran cerca del punto de inyección (REF.8).

**4.2.5.7. Elección de los canales de enfriamiento.** El nuevo diseño de los canales de enfriamiento, tiene la siguiente secuencia en relación a las recomendaciones dadas anteriormente:

-Tomando en cuenta la tercera recomendación, acerca de la superficie de los canales, se eligieron modelos de circuitos para la cavidad y el núcleo que tienen más longitud y por lo tanto una mayor superficie de enfriamiento, que la que tiene el diseño base, esto se logró con un circuito de deflectores para los dos casos (cavidad y núcleo). Se dispuso que los canales en mención se fabriquen de manera sencilla utilizando taladros con medidas de agujeros estándar, y que la remoción de material en la cavidad y el núcleo, no fuera considerable, tal como sucede cuando se utilizan insertos de refrigeración, que tienen que ser alojados al interior de las piezas mencionadas. En cuanto al diámetro de los canales, hubo la intención de estandarizarlos (cavidad y el

núcleo) haciéndolos de 10mm, que era la medida original que tienen los canales de la cavidad del diseño base; pero esto solo se pudo implementar en la cavidad del nuevo diseño, ya que el núcleo no tenía el espacio suficiente para albergar tal medida, quedando el diámetro de sus canales en 8mm. Las longitudes y áreas de los canales de enfriamiento del nuevo diseño, se verifican en la siguiente sección (sección 4.2.5.8).

-Tomando en cuenta la cuarta recomendación, acerca de la adecuada colocación de los canales, se procuro ubicarlos lo más próximo a la superficie de la zona moldante (caso del núcleo) y al punto de inyección (caso de la cavidad), que son las zonas mas calientes, dejando en claro que la distancia de separación de los canales con relación a la superficie del molde es menor a la recomendada en la sección 3.7.3.8.3, Se obvio dicha recomendación por consulta realizada a los asesores en el diseño y fabricación de moldes (Jonh Huah de Taiwán) que propusieron los modelos de circuitos elegidos para el nuevo diseño.

- La primera y segunda recomendación se tomaran en cuenta, cuando se realicen las pruebas de campo.

- Por otro lado, en la realidad se hace difícil garantizar las diferencias de temperatura que mencionan las recomendaciones, ya que la planta industrial, carece de un sistema de control automático de temperatura y flujo que regule constantemente los parámetros de enfriamiento.

**4.2.5.8 Longitudes y áreas de los canales de enfriamiento.** Las longitudes y áreas de los canales de enfriamiento de las cavidades y núcleos se muestran en la tabla 4.6.



**Tabla 4.6 Longitud y áreas de los canales de enfriamiento**

ELEMENTO	LONGITUD TOTAL (mm.)	AREA TOTAL DE LOS CANALES	
		(mm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )
Cavidad (Diseño base)	554.44	16537	165.37
Cavidad (Nuevo diseño)	805.86	22310	223.10
Núcleo (Diseño base)*	414.69	4976	49.76
Núcleo (Nuevo diseño)	594.80	14286	142.86

\* El núcleo del diseño base es enfriado empleando un inserto de refrigeración, para este caso, la superficie efectiva de enfriamiento, esta dada por la superficie exterior de los anillos escalonados que están en contacto con las paredes del núcleo. (Ver figura 4.49 c). Para el resto de casos, la superficies efectivas de enfriamiento se ubican en las paredes de los agujeros que han sido tallados en el mismas piezas (para ser mas precisos, se considera la superficie total de los agujeros, descontando las intersecciones que existen entre los deflectores y el interior de los agujeros).

Las longitudes y áreas han sido determinadas con la herramienta "medir" del programa SolidWorks (ver figura 4.49).

Revisando los datos de la tabla 4.6, se verifica un aumento en la longitud y el área de los canales tanto en la cavidad como en el núcleo del nuevo diseño, en relación a sus elementos correspondientes en el diseño base. El aumento de la longitud y del área en porcentaje es como sigue:

-Para la cavidad:

$$\% \text{Incremento de Longitud} = ((805.86 - 554.44) / 554.44) \times 100 = 45.35\%$$

$$\% \text{Incremento de área} = ((223.1 - 165.37) / 165.37) \times 100 = 34.9\%$$

-Para el núcleo:

$$\% \text{Incremento de Longitud} = ((594.80 - 414.69) / 414.69) \times 100 = 43.43\%$$

%Incremento de área =  $((142.86-49.76)/49.76) \times 100 = 187\%$

**Conclusión:** En ambos casos (cavidad y núcleo), el cambio de configuración de los circuitos de enfriamiento, hizo posible tener canales de mayor longitud y en consecuencia con mayor área disponible para la transferencia de calor.

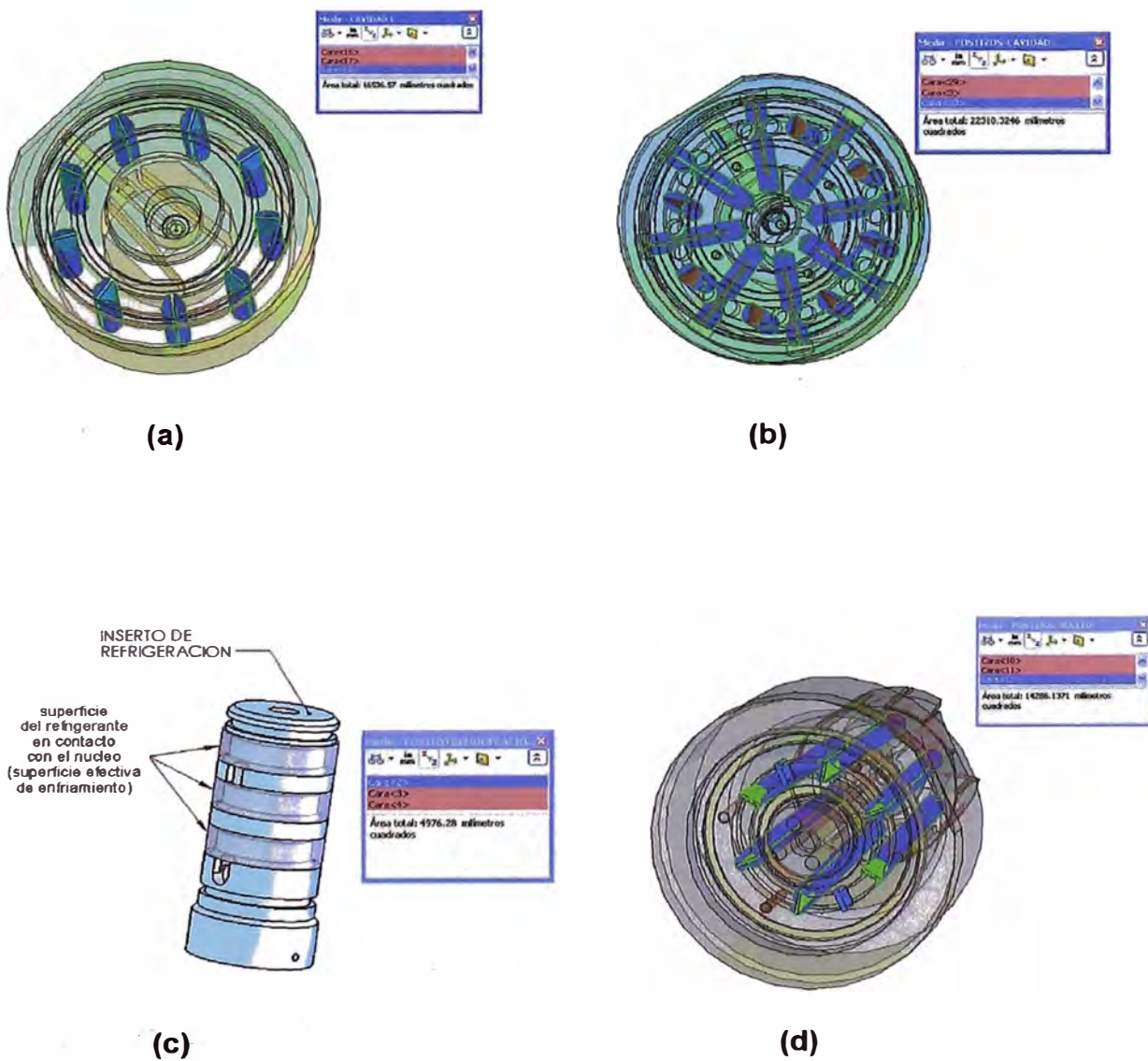


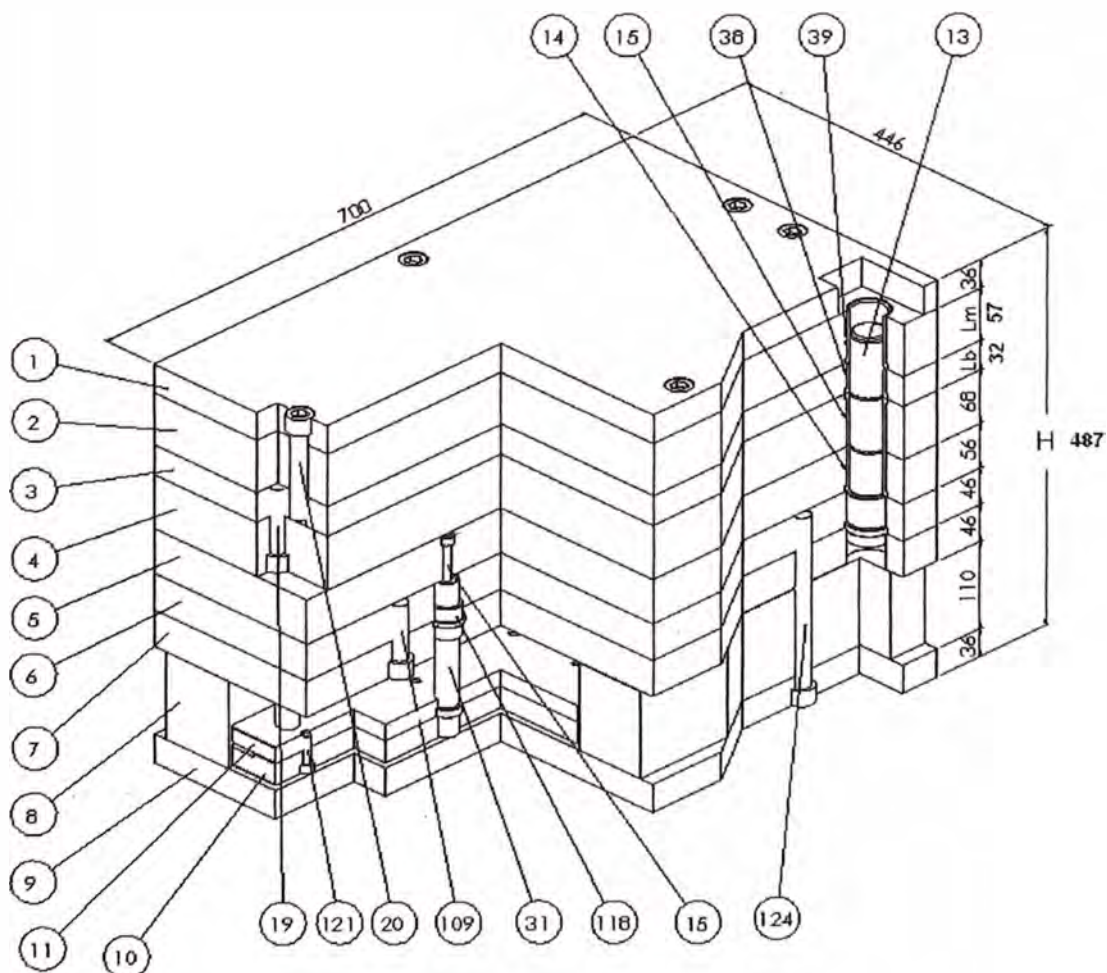
Figura 4.49. Medición de las áreas efectivas de los canales de enfriamiento.

#### 4.2.6 SEXTO PUNTO: rediseño del sistema de placas y guías.

En esta sección veremos como deben adecuarse las placas y las guías del molde base, en razón a los cambios registrados en el desarrollo del cuarto punto (rediseño del sistema de colada). La figura 4.50 muestra una vista de corte con los elementos del sistema de placas y el sistema de guías cuyas configuraciones serán adaptadas en el molde de nuevo diseño.

Figura 4.50. Sistema de placas y sistema de guías (diseño base)

Los números asignados corresponden a la posición que ocupa  
Cada elemento en el ensamble general (ver sección 4.1.1)



#### 4.2.6.1 Elementos del sistema de placas y guías.

En la tabla 4.7 se tiene el listado de los elementos de este sistema, con sus datos más importantes:

TABLA 4.7. Elementos del sistema de placas y guías (diseño base)

POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MED. FINALES	T.TERM.	DUR.HRC
1	PLACA BASE FIJA	1	SAE 1045	36x446x700	-----	-----
2	PL. PORTA MANIFOLD	1	SAE 1045	57x446x700	-----	-----
3	PL. PORTA CASQUILLOS	1	SAE 1045	32x446x700	-----	-----
4	PL.PORTA CAVIDADES	1	P-20	68x446x700	BONIF.	-----
5	PLACA EXPULSORA	1	P 20	56x446x700	BONIF.	-----
6	PL. PORTA NUCLEOS	1	SAE 1045	46x446x700	---	---
7	PLACA SUFRIDERA	1	SAE 1045	46x446x700	---	---
8	BLOQUE PUENTE	2	SAE 1045	90x110x700	---	---
9	PLACA BASE MOVIL	1	SAE 1045	36x446x700	---	---
10	PL. DE RETENCION	1	SAE 1045	28x227x700	-----	-----
11	PL. PORTA ESPIGAS	1	SAE 1045	20x227x700	-----	-----
13	GUIA	4	SAE 8620	Ø52x261	C Y T	58 Rc
14	BUJE S. EXPULSOR	4	SAE 8620	Ø40x48x56	C Y T	60 Rc
15	BUJE TIPO 1, S.SUP.	4	SAE 8620	Ø40x48x68	C Y T	60 HRc
31	PERNO EXPULSOR	6	SAE 4140	Ø25x195	BONIF.	NITRUR.
38	BUJE TIPO 2, S.SUP.	4	SAE 8620	Ø40x48x32	C Y T	60 HRc
39	BUJE TIPO 3, S.SUP.	4	SAE 8620	Ø40x48x56	C Y T	60 HRc
109	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x80	-----	-----
109	TORNILLO ALLEN	3	STD	M20x2.5x70	-----	-----
116	TORNILLO ALLEN	6	STD.	M10x1.5x70	-----	-----
118	BUJE S. INF.	6	MODULAR MOLD	EBU-2 Ø25x40	---	---
121	TORNILLO ALLEN	10	STD.	M10x1.5x40	-----	-----
124	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x215	---	---
132	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x110	-----	-----

#### 4.2.6.2. Adaptación del sistema.

Para adaptar este sistema al molde de nuevo diseño se deben realizar los siguientes cambios:

-Modificar los espesores  $L_m$  y  $L_b$ , de las placas porta manifold y porta casquillos respectivamente, con las medidas proporcionadas por el fabricante del sistema de colada, estas medidas han sido expuestas en la sección 4.2.4.3, y son las siguientes:

$L_m = 65,60\text{mm}$  (57mm en el diseño base)

$L_b = 37,80\text{mm}$  (32mm en el diseño base)

Con las nuevas medidas de  $L_m$  y  $L_b$ , se aumenta la altura total del molde en 14.4mm, es decir que la altura pasa de 487mm a 501.4mm. Asimismo la altura del buje signado con el numero 38 deberá aumentar en 5mm, debido al cambio registrado en  $L_b$ . De esta manera, se asegura la continuidad de los bujes que conducen a las guías.

-Mecanizar en la placa porta manifold, el alojamiento para el nuevo distribuidor del sistema de colada, tal como se muestra en la siguiente figura:

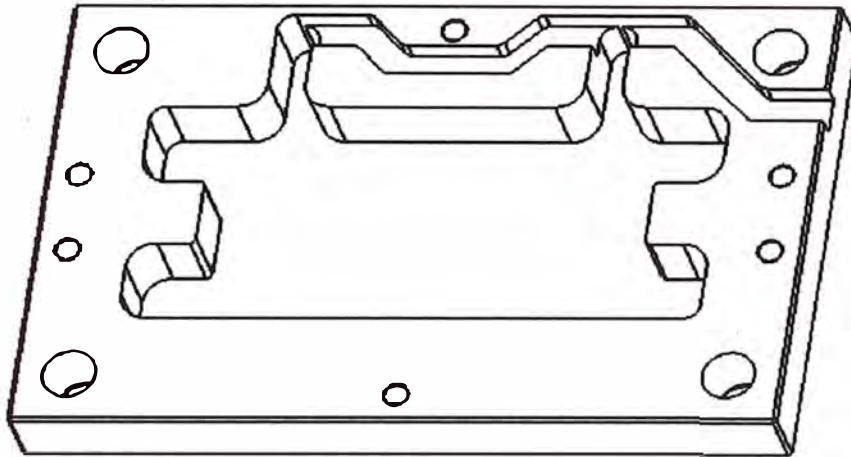


Figura 4.51. Alojamiento para el manifold (Placa porta manifold)

La forma y medidas para el mecanizado, son datos que también entrega el fabricante del sistema de colada. En la sección de planos se puede verificar todas las dimensiones y detalles de esta placa.

-Mecanizar los taladros y los asientos para los casquillos térmicos, en la placa porta casquillos, con la forma y dimensiones dadas en la sección 4.2.4.2 b

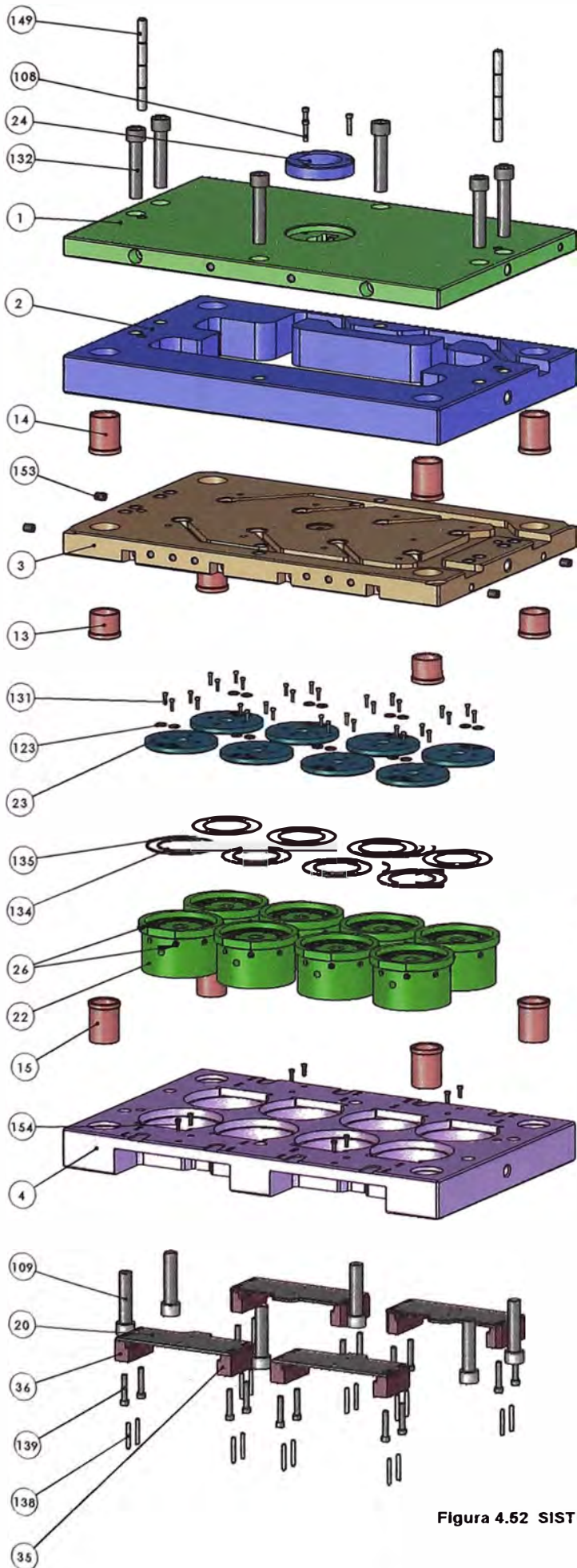
Luego de estas modificaciones, el sistema de placas y el sistema de guías están listos para recibir al sistema formador del nuevo diseño de pieza.

#### 4.2.7. EL MOLDE NUEVO EN 3D

A continuación se presenta al nuevo molde, rediseñado a partir del diseño base, los elementos que no han sido modificados tienen su origen en los planos originales. En esta parte hemos agrupado a los elementos del molde en bloques o sistemas denominándolos de la siguiente manera:

- Sistema superior
- Sistema expulsor
- Sistema inferior
- Sistema pistón
- Sistema de colada
- Sistema completo

Las siguientes figuras muestran a los anteriores sistemas en vistas de explosión con sus respectivas listas de componentes.



154	TORNILLO ALLEN	8	STD	M5x0.8x16	----	----
153	TAPON DE S. REFRIG.	4	STD	Rw 1/4" HPT GA3	----	----
149	PIN CENTRADOR S.SUP.	2	SAE 1045 O MENOR	Ø1.4x158	----	----
139	TORNILLO ALLEN	16	STD	M8x1.25x45	----	----
138	ESPINA	16	Ac. Pio.	Ø6x45	T Y R	----
135	ANILLO O' RING 3	8	NITRILO	PARKER 2-155	----	----
134	ANILLO O' RING 4	8	NITRILO	PARKER 2-148	----	----
132	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x100	----	----
131	TORNILLO ALLEN	32	STD	M4x0.7x16	----	----
123	ANILLO O' RING 5	16	NITRILO	PARKER 2-112	----	----
109	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x90	----	----
108	TORNILLO ALLEN	3	STD	M6x30	----	----
39	CASQUILLO TIPO 3, % SIFP	4	SAE 8620	Ø40x48x65	C Y T	60 HRC
38	CASQUILLO TIPO 2, % SIFP	4	SAE 8620	Ø40x48x42	C Y T	60 HRC
36	GUIA DE CARRO-B	4	Cr.Ni.Ce	25x35x80	C Y T	56 Rc
35	GUIA DE CARRO-A	4	Cr.Ni.Ce	25x35x80	C Y T	56 Rc
26	DEFLECTOR	120	LATON	1x8x53 (verlicoles) 1x8x36 (radiates)	----	----
24	ARO CENTRADOR	1	SAE 1045	Ø102x23	----	----
23	ARO REFRIG.2	8	Ac. Inox.	Ø81x12	----	----
22	POSTIZO CAVIDAD	8	STAVAX	Ø136x83	T Y R	52 HRC
20	NIVELADOR DE CARRO	4	AMUTIT	5.03x96x215	T Y R	54 Rc
15	CASQUILLO TIPO 1, % SIFP	4	SAE 8620	Ø40x48x68	C Y T	60 HRC
4	PL.DE FIGURA FIJA	1	P-20	68x446x700	BONIF.	----
3	PL. PORTA PICOS	1	SAE 1045	42.8x446x700	----	----
2	PL. PORTA MANIFOLD	1	SAE 1045	65.6x446x700	----	----
1	PLACA BASE FIJA	1	SAE 1045	36x446x700	----	----
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERM.	DUR.HRC

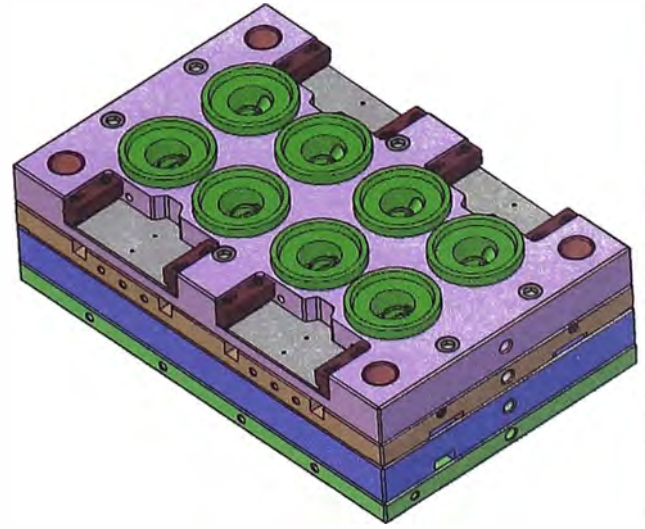
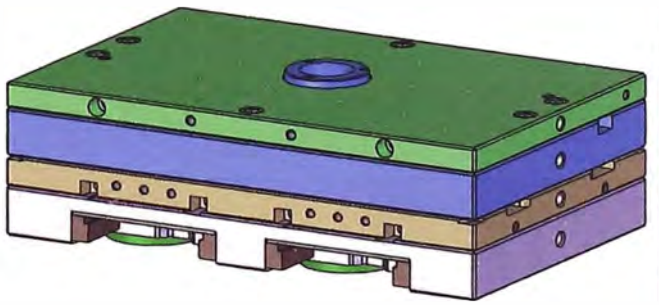
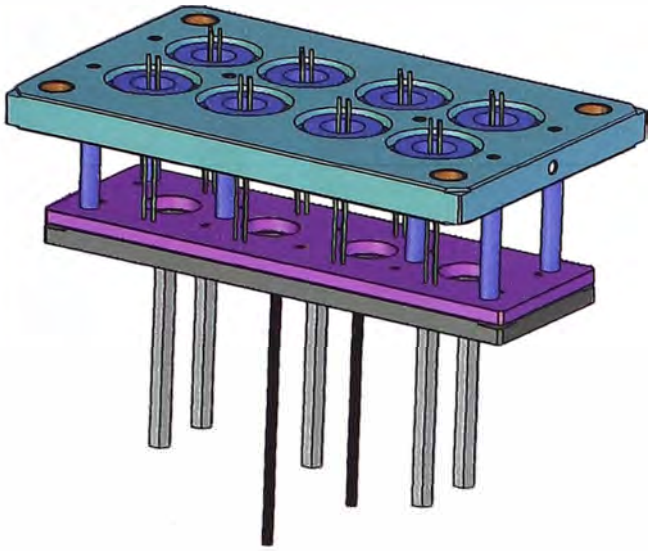


Figura 4.52 SISTEMA SUPERIOR





148	ESPARRAGO REGULADOR	2	STD	$\varnothing 1/2" \times 13$ hilos/pulg. x 380	---	---
147	EJE JALADOR HEXAG.	5	STD	(29.5/CARA3)x300, M20x2.5x25	---	---
146	ESPIGA EXPULSORA DELANTERA	16	MODULAR MOLD	EE5-2 $\varnothing 4 \times 250$	---	---
137	ESPIGA EXPULSORA POSTERIOR	8	MODULAR MOLD	EE5-2 $\varnothing 4 \times 250$	---	---
121	TORNILLO ALLEN	10	STD.	M10x1.5x40	---	---
117	TORNILLO ALLEN	32	STD.	M6x1x20	---	---
116	TORNILLO ALLEN	6	STD.	M10x1.5x70	---	---
31	PERNO EXPULSOR	6	SAE 4140	$\varnothing 25 \times 195$	BONIF.	NITRUR.
17	ARO EXPULSOR	8	CALMAX 240	$\varnothing 57.5 \times 126 \times 46$	---	---
14	CASQUILLO S. EXPULSOR	4	SAE 8620	$\varnothing 40 \times 48 \times 51$	C Y T	60 Rc
11	PL. PORTA ESPIGAS	1	SAE 1045	20x227x700	---	---
10	PL. DE RETENCION	1	SAE 1045	28x227x700	---	---
5	PL. EXPULSORA	1	P 20	51x446x700	BONIF.	---
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERM.	DUR.HRC

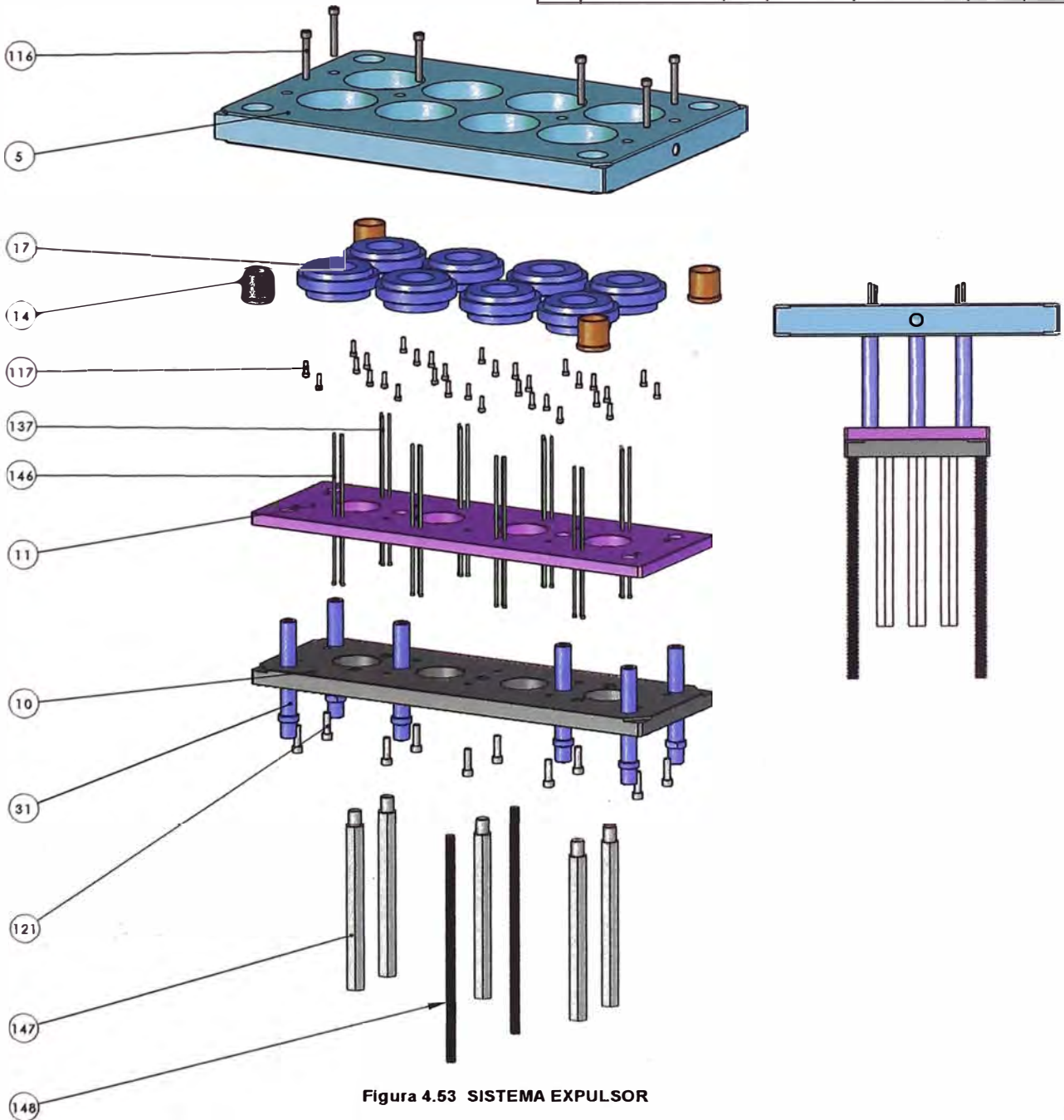
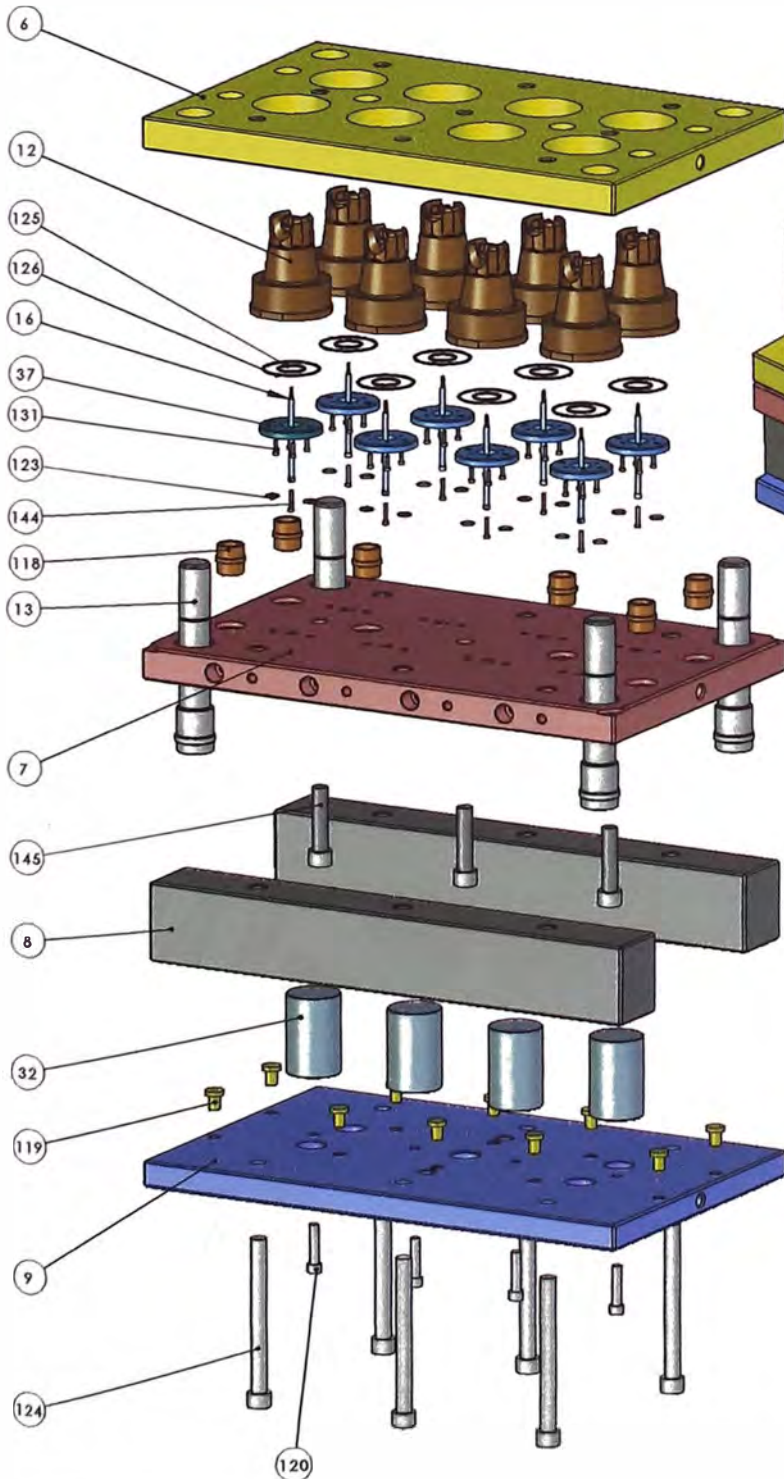
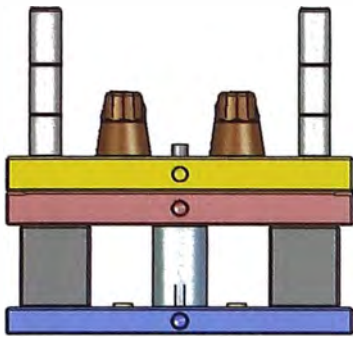


Figura 4.53 SISTEMA EXPULSOR



144	TORNILLO ALLEN	8	STD	M4x0.7x25	---	---
131	TORNILLO ALLEN	32	STD	M4x0.7x16	---	---
126	ANILLO O' RING 2	8	NITRILO	PARKER 2-124	---	---
125	ANILLO O' RING 1	8	NITRILO	PARKER 2-148	---	---
124	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x230	---	---
123	ANILLO O' RING 5	16	NITRILO	PARKER 2-112	---	---
120	TORNILLO ALLEN	4	STD	M12x1.75x55	---	---
119	TOPE PL. RETENCION	10	MODULAR MOLD	EA-1 Ø14x21	---	---
118	CASQUILLO S. INF.	6	MODULAR MOLD	EBU-2 Ø25x40	---	---
109	TORNILLO ALLEN	3	STD	M20x2.5x90	---	---
37	ARO REFRIG.1	8	Ac. Inox.	Ø81x12	---	---
32	SOPORTE	4	SAE 1045	Ø70x110	---	---
14	NUCLEO-TOBERA	8	H13	Ø9x130.57	T Y R	54-56 Rc
13	GUIA	4	SAE 8620	Ø52x261	C Y I	58 Rc
12	POSTIZO-NUCLEO	8	H13	Ø105x134	T Y R	50-52 Rc
7	PLACA BASE MOVIL	1	SAE 1045	36x446x700	---	---
8	BLOQUE PUENTE	2	SAE 1045	90x110x700	---	---
7	PLACA SUFRIDERA	1	SAE 1045	46x446x700	---	---
6	PL.DE FIGURA MOVIL	1	SAE 1045	46x446x700	---	---
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERM.	DUR.HRC

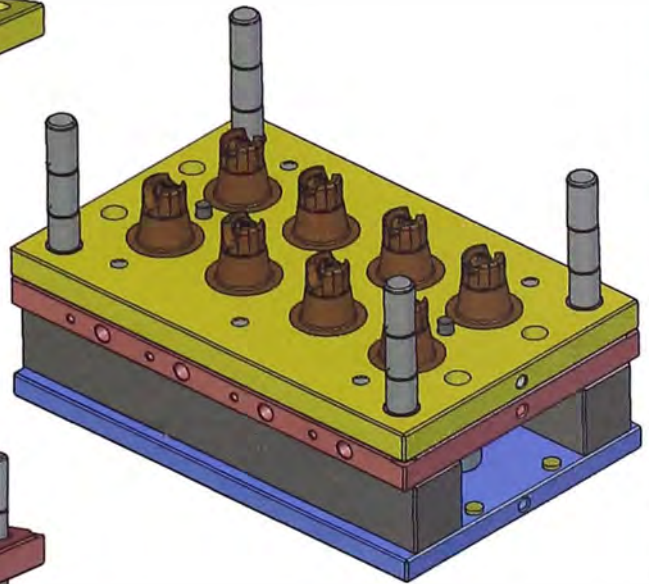


Figura 4.64 SISTEMA INFERIOR

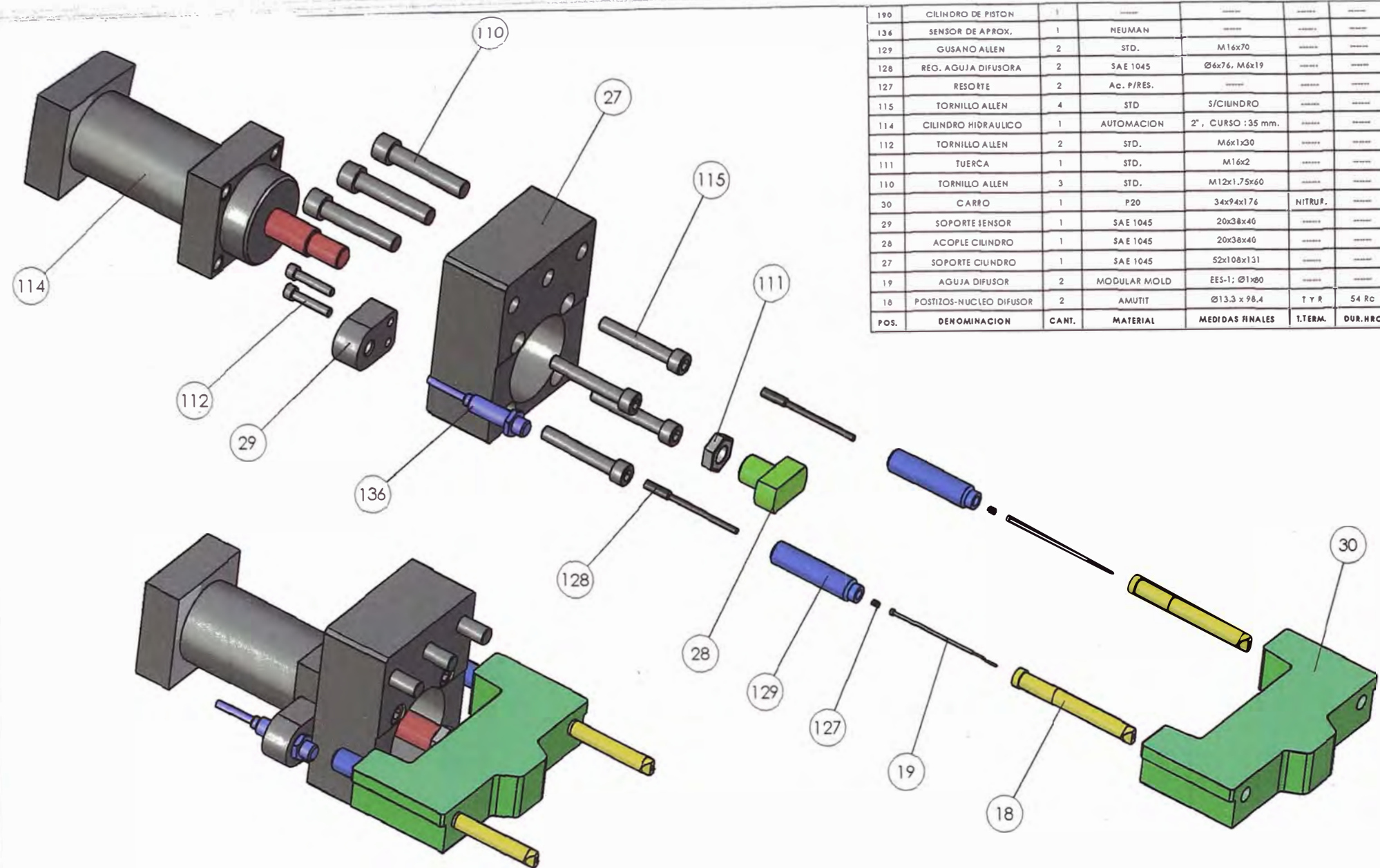
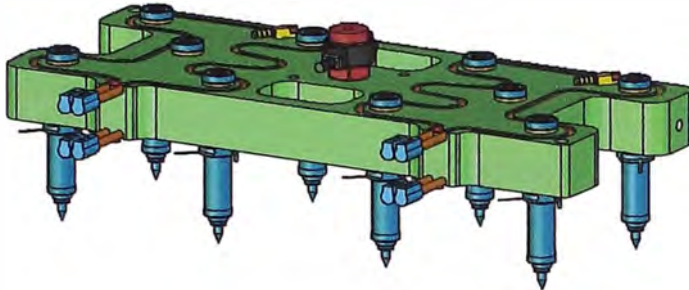
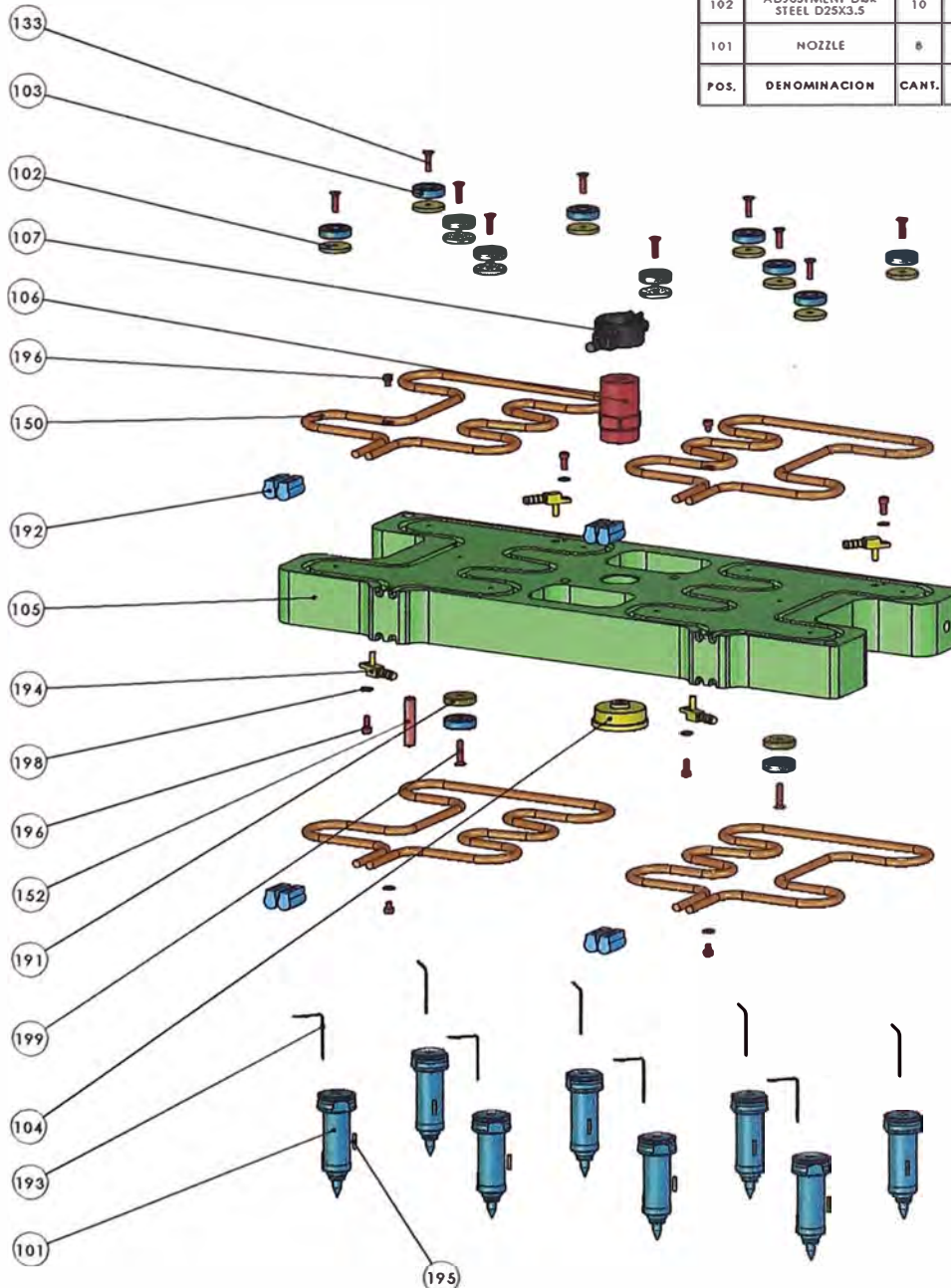


Figura 4.55 SISTEMA PISTON

Figura 4.56 SISTEMA DE COLADA CALIENTE- MASTIP



199	SCREW COUNTERSUNK HEX M4X20	2	MASTIP	MANCHS4X20	----	----
198	RING	8	MASTIP	DIAM.4,5x1	----	----
197	SOCKET HEAD CAP SCREW M4X10	4	MASTIP	MANSHS4X10	----	----
196	SOCKET HEAD CAP SCREW M4X5	4	MASTIP	MANSHS4X5	----	----
195	DOWEL PIN (NOZZLE)	8	MASTIP	D2.5X12	----	----
194	MANIFOLD SURFACE THERMOCOUPLE (J TYPE)	4	MASTIP	MANSTC-J1000	----	----
193	THERMOCOUPLE (T/C)	8	MASTIP	----	----	----
192	CERAMIC CONNECTOR FOR TUBULAR HEATERS	8	MASTIP	TUBC1	----	----
191	ADJUSTMENT DISK STEEL D25X5,5	2	MASTIP	S1-000-008	----	----
152	DOWEL PIN - 8X40 THREADED	1	MASTIP	MANDPT8X40	----	----
150	HEATER TUBULAR 6.5X1050 mm	4	MASTIP	39-651-050	----	----
133	SCREW COUNTERSUNK HEX M4X16	10	MASTIP	MANCHS4X16	----	----
107	SAND HEATER WITH THERMOCOUPLE, 100W	1	MASTIP	MANBHTC30/20	----	----
106	SPRUE BUSH NOZZLE	1	MASTIP	MANSB30/51/14	----	----
105	MANIFOLD	1	MASTIP	MAN8-4X2	----	----
104	LOCATOR TITANIUM D44X15	1	MASTIP	MANTL15X44X19	----	----
103	SPACER TITANIUM 25X6.5	13	MASTIP	MANTS25X6.5	----	----
102	ADJUSTMENT DISK STEEL D25X3.5	10	MASTIP	S1-000-004	----	----
101	NOZZLE	8	MASTIP	MXIT 16065+10	----	----
	<b>POS.</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>CANT.</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>MEDIDAS FINALES</b>	<b>T.TERM.</b> <b>DUR.HRC</b>



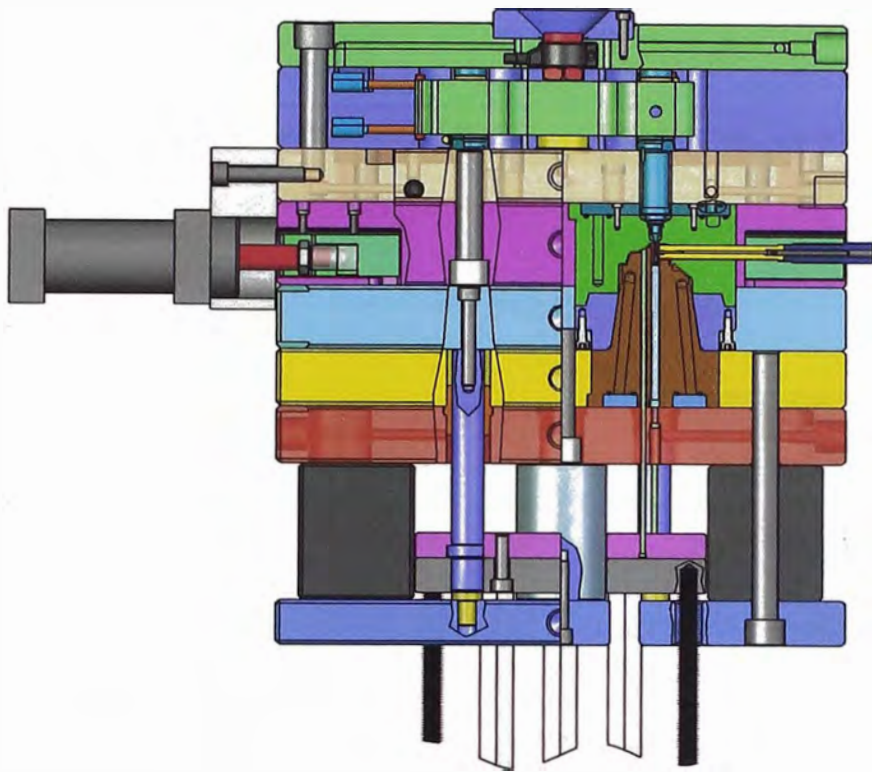


Figura 4.57 (a) EL MOLDE NUEVO- SISTEMA COMPLETO-VISTA FRONTAL

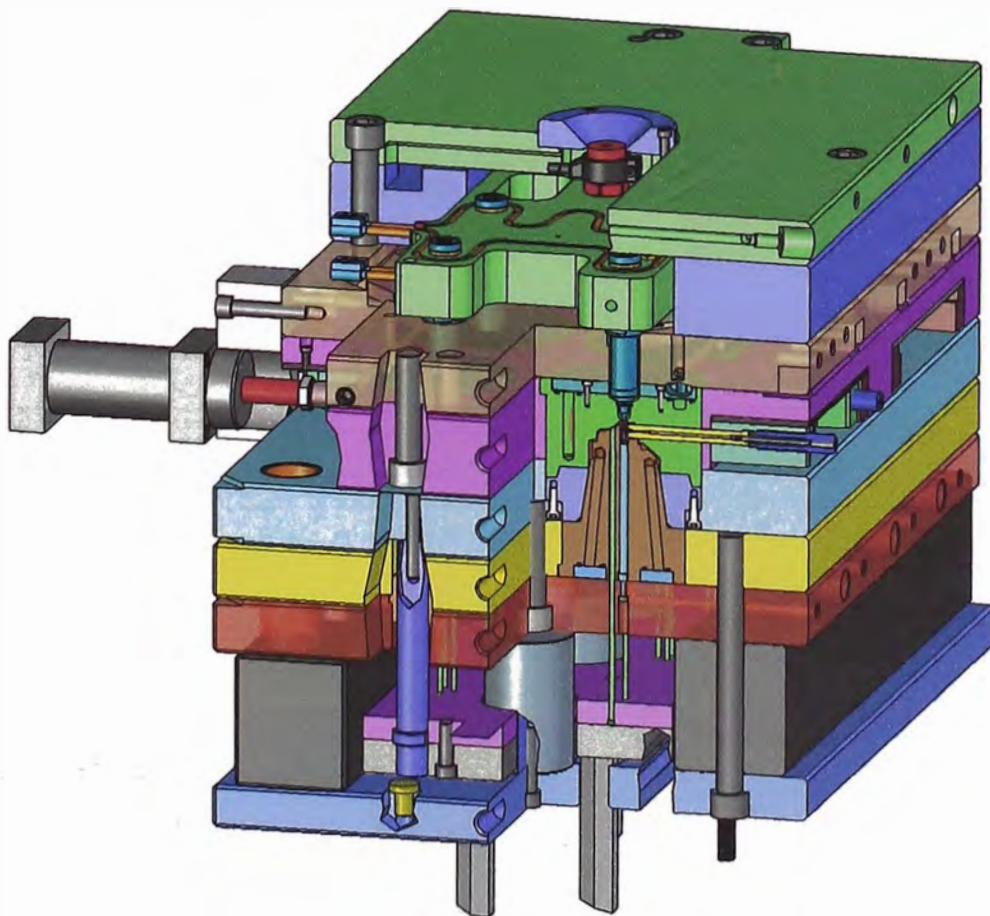


Figura 4.57(b) EL MOLDE NUEVO-SISTEMA COMPLETO-VISTA AUXILIAR EN 3D

A continuación se presentan algunas figuras del molde nuevo fabricado en Taiwán, montado en la maquina inyectora.

### EL MOLDE NUEVO

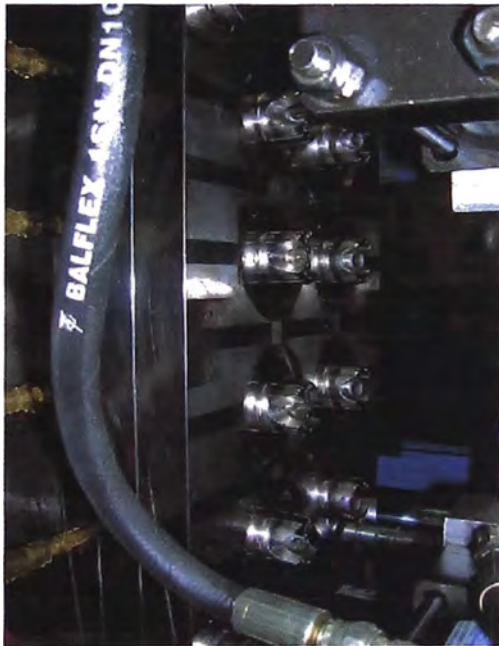


Figura 4.58 Sistemas inferior y expulsor Montados en la lado móvil de la inyectora

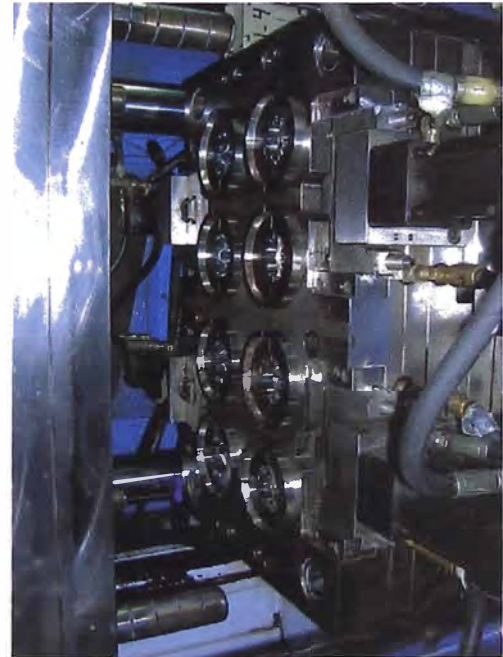


Figura 4.59 Sistemas Superior y de colada (oculto en el sistema superior), y Sistema pistón; montados en el lado fijo De la inyectora

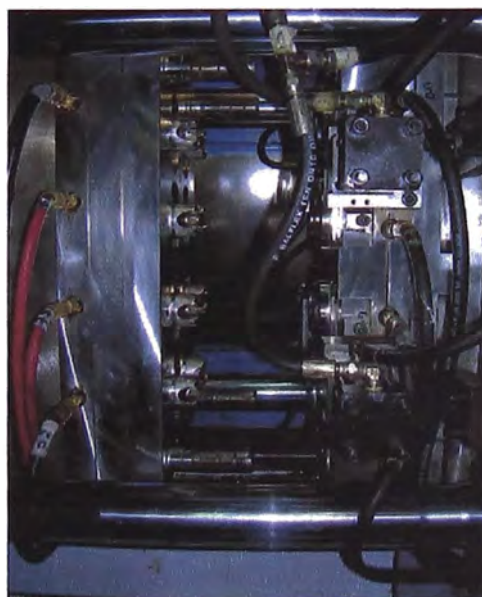


Figura 4.60 Sistema completo

## CAPITULO 5

### PRUEBAS Y AJUSTES EN EL MOLDE NUEVO Y EN LA MAQUINA INYECTORA

Actualmente la planta tiene una capacidad de producción mensual de 576,000 unidades de tapas del modelo base, siendo la demanda de 1'228,800 tapas por mes, lo que quiere decir que con la incorporación del molde nuevo en el proceso de fabricación, se deberá alcanzar la diferencia de 652,800 tapas mensuales.

En este capítulo inicialmente, estableceremos las condiciones de operación óptimas de funcionamiento del molde nuevo que aseguren una producción mínima dada por la diferencia establecida en el párrafo anterior; luego de acuerdo a los resultados obtenidos se procederá a programar la máquina inyectora, dando inicio a las pruebas que confirmen la obtención del número de tapas basado en los requisitos impuestos por la empresa.

#### 5.1 REQUISITOS PARA OBTENER LA CALIDAD REQUERIDA

**5.1.1 De presentación:** desde el punto de vista comercial, las tapas deben lucir una buena presentación, es decir el producto debe tener un llenado completo, brillo en toda la superficie, debe estar exento de ralladuras, quemaduras y deformaciones.

**5.1.2 De utilización y funcionamiento:** Las tapas deben ensamblarse rápida y cómodamente en los envases de aerosol, para no prolongar el tiempo de armado en

las líneas de producción; esto último se verifica siempre y cuando las tapas adquieran un valor de contracción global que va del 2 al 4%.

**5.1.3 De rentabilidad:** En general, la calidad requerida esta en función al material empleado, a los parámetros de inyección y al tiempo del ciclo de moldeo. En el caso del presente estudio la rentabilidad será estimada con el tiempo del ciclo de moldeo. El tipo de material esta fijado (polipropileno), y los parámetros de inyección serán determinados en este capítulo y no sufrirán variación posterior. Para hallar el tiempo de ciclo más rentable se debe determinar, el tiempo de enfriamiento mínimo que garantice el cumplimiento de los requisitos anteriores. (El tiempo de enfriamiento es uno de los componentes del tiempo de ciclo).

A continuación se determinaran las condiciones de operación necesarias.

## 5.2 CONDICIONES DE OPERACIÓN EN EL PROCESO DE INYECCIÓN:

Como se puede ver en la tabla 5.1, tres parámetros de ajuste determinan la calidad de la Pieza inyectada.

Tabla 5.1 Parámetros de ajuste.

<b>Temperatura (T°)</b>	<b>Tiempo (t)</b>	<b>Presión (Pr)</b>
T° material plástico	t inyección (llenado y empacado )	Pr inyección
T° molde	t enfriamiento	Pr sostenimiento
T° eyección	t ciclo	Pr cierre del molde



Estos parámetros de ajuste dependen del material plástico, la máquina inyectora y el molde. Hay que tener en cuenta las especificaciones técnicas de cada material. (REF.7)

**5.2.1. Temperatura.** Altas temperaturas causan baja viscosidad de la masa, bajas pérdidas de corriente y pocas diferencias de presión así como breves tiempos de relleno o compactación. (REF.11)

**5.2.1.1. Temperatura de la masa.** La temperatura de la masa no debe aumentar demasiado, para evitar daños térmicos en el material. Cuanto más sensible es la masa a los cambios de temperatura, debe seleccionarse una distancia mayor por seguridad de los límites superiores. Se debe poner atención de no pasar de un extremo a otro, demasiado cuidado puede producir lo contrario de lo que se desea (una temperatura demasiado baja causa una alta viscosidad lo que aumenta la resistencia al paso de material, provocando altas pérdidas de caudal). (REF.11)

En la tabla 5.2 se muestran las temperaturas recomendadas para la masa fundida de polipropileno.

Tabla 5.2 Temperaturas recomendadas de la masa fundida (polipropileno).

Material	Rango de temperatura de la masa (°C)	Temperatura de la masa recomendada °C)
Polipropileno	220-280	230

(REF.8)

**5.2.1.2. Temperatura del molde.** Cuanta más alta es la temperatura del molde, más largo es el enfriamiento y por lo tanto más tiempo se necesita para inyectar una pieza. Se selecciona por eso una temperatura de molde lo suficientemente baja como para lograr la calidad deseada y poder producir de manera rentable (REF.11).

Tabla 5.3 Temperaturas recomendadas de pared de molde (polipropileno PP).

Material	Rango de temperatura de pared (°C)	Temperatura de pared recomendada (°C)
Polipropileno	20-80	40

(REF.8)

**5.2.1.3. Temperatura de eyección.** Para asegurar la calidad de la pieza, se le debe expulsar a una temperatura tal que garantice la ausencia de los siguientes defectos:

- Llenado incompleto
- Rechupes (deformaciones)
- rebabas
- falta de brillo
- contracción excesiva fuera del molde

En las pruebas para la tapa nueva, se empleara el mismo intervalo de temperaturas de eyección utilizados en la fabricación de la tapa base; esto se fundamenta por la similitud que existe entre ambos artículos (mismo tipo, material, masa etc.).

En la práctica, la tapa base conserva la calidad cuando es expulsada en el rango de temperaturas que muestra la siguiente tabla.

Tabla 5.4. Temperaturas de eyección recomendadas (polipropileno PP).

Material	Rango de temperatura de eyección (°C)	Temperatura de eyección recomendada (°C)
Polipropileno	80 -110 *	110* (mas rentable)

\*(REF. 8), \*\* (REF.12)

**5.2.2. Tiempo.** Los diferentes tiempos empleados en las diferentes fases del ciclo de inyección, dependen del tamaño y la forma de la pieza, del material empleado y de las características de la maquina inyectora. El tiempo de ciclo es la suma de todos ellos y se explica a continuación.

**5.2.2.1 Duración del ciclo de inyección.** Es de sumo interés en este informe la estimación del tiempo de ciclo, ya que el objetivo de las pruebas es determinar si es posible alcanzar una producción minima mensual de 652,800, sin perder la calidad requerida; siendo el tiempo de ciclo total el indicador que determinará si se puede o no alcanzar la meta.

Como ya se ha visto en capítulos anteriores, el tiempo del ciclo óptimo para la tapa base es de 24 segundos, y para el nuevo diseño debe reducirse lo mas posible. En la sección 2.2.1 (demanda de tapas actuadoras), se estimo el valor máximo del tiempo de ciclo para moldear la tapa nueva, este valor debe ser de 21.17 segundos.

En general, para reducir el tiempo de ciclo se debe:

-Optimizar el tiempo de llenado

- Optimizar el tiempo de empaado
- Usar el mínimo tiempo de enfriamiento.

En la figura 5.1 se muestra la composición de tiempos que conforman el tiempo de ciclo

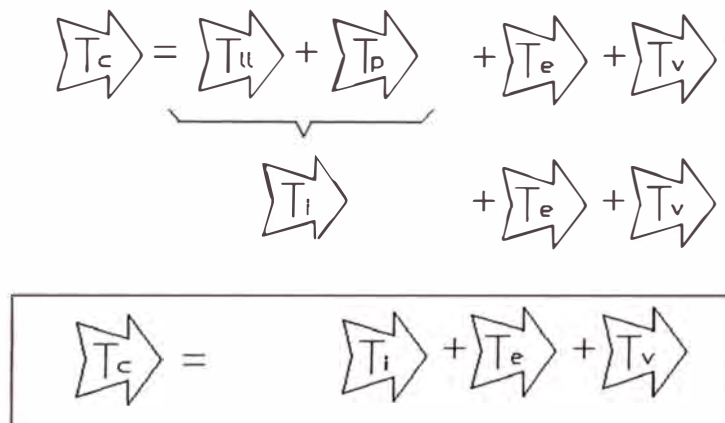


Figura 5.1 El Tiempo de Ciclo y sus componentes

Donde:

$T_c$  = tiempo de ciclo

$T_{ii}$  = tiempo de llenado

$T_p$  = tiempo de empaado

$T_e$  = tiempo de enfriamiento

$T_v$  = tiempo en vacío

Dentro de las diferentes etapas del ciclo de inyección las etapas de cierre y apertura del molde se realizan siempre consumiendo casi el mismo tiempo. La suma de estas etapas dan el tiempo de ciclo en vacío, que es una constante de la máquina y que es

indicada por el fabricante, el cual proporciona el número máximo de ciclos en vacío por minuto y el tiempo de duración de un ciclo en vacío.

Para conocer el tiempo total del ciclo, es preciso calcular los tiempos de las etapas restantes que varían de acuerdo a la geometría de la pieza, el material empleado y otras características de la máquina como se describirá a continuación. Las etapas restantes son:

- 1- Tiempo de inyección
- 2- Tiempo de solidificación o enfriamiento.

**5.2.2.2 Tiempo de inyección ( $T_i$ ).** Es el tiempo necesario para que el material llene la cavidad. Este tiempo mide la duración de las fases de llenado y empaquetado (compactación) (ver sección 3.6 y figura 5.2); y suele abarcar de un 5% a un 25% del ciclo total (REF. 8).

Para calcular este tiempo es preciso conocer el volumen del material que la máquina puede desplazar por segundo, o sea la capacidad de inyección la cual es indicada por el constructor de la máquina. Normalmente la capacidad de inyección máxima se indica en gramos de poliestireno y se ajusta para diferentes casos.

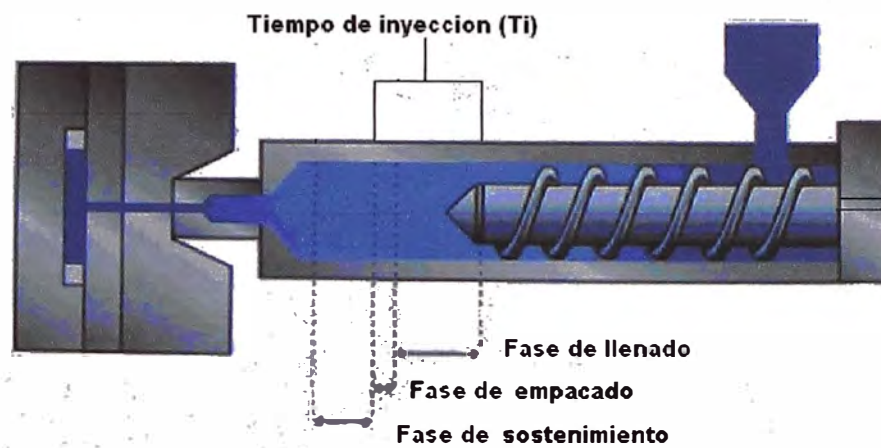


Figura 5.2 Fases que abarca el tiempo de inyección

La capacidad de inyección para otro material se calcula de la siguiente forma:

$$CIB = CIPSx \left[ \frac{Densidad_B}{Densidad_{PS}} \right] \quad (5.1)$$

Donde:

- CIB = Capacidad de inyección con el material B
- CIPS = Capacidad de inyección con Poliestireno
- Densidad<sub>B</sub> = Densidad del material B
- Densidad<sub>PS</sub> = Densidad del Poliestireno

Conociendo así la capacidad de inyección se puede estimar el tiempo necesario para la inyección por:

$$Ti = \left[ \frac{P_{pieza}}{CI} \right] \quad (5.2)$$

Donde:

- $T_i$  = Tiempo de inyección en segundos
- $P_{pieza}$  = Peso de la pieza en gramos
- $CI$  = Capacidad de inyección en gramos por segundo

Por otro lado si se toma la forma en la que el flujo corre por la cavidad del molde se puede usar la siguiente formula:

$$T_i = \left( \frac{\left[ \frac{SxFm}{Fl} \right]^3}{8x \left[ \frac{T_x - T_m}{T_c - T_m} \right]^3} \right) \quad (5.3)$$

Donde:

- $T_i$  = Tiempo de inyección en segundos
- $S$  = Espesor de pared mínimo de la pieza
- $F_m$  = Recorrido máximo del flujo desde la entrada en mm.
- $Fl$  = Relación entre: Recorrido máximo de flujo / espesor mínimo de pared
- $T_c$  = Temperatura del flujo en °C
- $T_m$  = Temperatura del Molde en °C
- $T_x$  = temperatura de distorsión bajo carga del material en °C

Otra alternativa para estimar el tiempo de inyección se encuentra en la Tabla 5.5, que contiene tiempos experimentales en función al grado de viscosidad del material y el volumen total de la masa a inyectar.

Tabla 5.5. Tiempos de inyección recomendados para termoplásticos.

Volumen de inyección (cm <sup>3</sup> )	TIEMPO DE INYECCIÓN (seg)		
	Viscosidad		
	Baja	Media	Alta
1 a 8	0,2 a 0,4	0,2 a 0,5	0,3 a 0,6
8 a 15	0,4 a 0,5	0,5 a 0,6	0,6 a 0,8
15 a 30	0,5 a 0,6	0,6 a 0,8	0,8 a 0,9
30 a 50	0,6 a 0,8	0,8 a 1,0	0,9 a 1,2
50 a 80	0,8 a 1,2	1,0 a 1,5	1,2 a 1,8
80 a 120	1,2 a 1,8	1,5 a 2,2	1,8 a 2,7
120 a 180	1,8 a 2,6	2,2 a 3,2	2,7 a 4,0
180 a 250	2,6 a 3,5	3,2 a 4,4	4,0 a 4,2

Baja: LDPE, PA, POM, PET, PBT

Media: PS, SB, SAN, ABS, PVC-F, HDPE, PP

Alta: PVC-R, PMMA, PC

Fuente: ICIPC: ciclo de inyección.

**5.2.2.3 Tiempo de solidificación o enfriamiento (Te).** Es el tiempo requerido para asegurar que la pieza que ha sido inyectada solidifique y además este en condiciones de ser extraída. Este tiempo es el más largo en todo el ciclo llegando a ser de un 50% a un 85% del mismo. El tiempo mínimo de enfriamiento de una pieza inyectada se puede calcular por medio de la siguiente fórmula [2]:

$$Te = \frac{-S^2}{2\pi\alpha} \times \ln \left[ \frac{\pi(Tx - Tm)}{4(Tc - Tm)} \right] \quad (5.4)$$

Donde:

- Te = Tiempo mínimo de enfriamiento en segundos.
- S= Espesor máximo de la pieza en centímetros.
- $\alpha$  =Difusividad térmica de material (cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> / °C).
- Tx = Temperatura de extracción de la pieza en °C.



- $T_m$  = Temperatura del molde en °C
- $T_c$  = Temperatura del material fundido en °C.

Debemos aclarar que el tiempo de enfriamiento es cronometrado al final de la fase de inyección (llenado mas empacado)

**5.2.2.4 Tiempo total de un ciclo de inyección.** Si llamamos  $T_v$  al tiempo de apertura del molde más el tiempo de cierre del mismo, entonces el tiempo total de un ciclo es igual a:

$$T_{total} = T_v + T_i + T_e \quad (5.5)$$

### 5.2.3. Duración del ciclo de inyección de la pieza de nuevo diseño

**5.2.3.1. Tiempo de inyección.** El tiempo de inyección se tomará como el calculado de la tabla 5.5, Para el caso del molde de nuevo diseño, el volumen total a inyectar corresponde al de 8 piezas (8 cavidades) más el volumen de los canales de la colada caliente.

$$\text{Volumen a inyectar} = 8 \times 11.4 \text{cm}^3 + 55.21 \text{cm}^3 = 146.41 \text{cm}^3$$

Para el polipropileno (viscosidad media), y el volumen calculado, se tiene que el tiempo de inyección total (llenado más empacado) esta en el rango de 2.2 a 3.2 seg. Escogeremos el valor superior para asegurar un llenado completo en todas las cavidades, por lo tanto el tiempo de inyección será:

$$T_i = 3.2 \text{ seg.}$$

Se puede apreciar que el tiempo que tarda el flujo en llenar las cavidades es de 3.2 segundos aproximadamente. Este es un buen tiempo si se toma en cuenta que consiste en del 5% al 25% del tiempo total del ciclo.

**5.2.3.2. Tiempo de solidificación (enfriamiento).** Tomando en cuenta que la pieza tiene un espesor máximo de 2mm, que el molde estará alrededor de 40°C y que el material tiene una temperatura de 230°C aproximadamente, usaremos la fórmula 5.4, para calcular el tiempo que requiere la pieza para ser extraída dentro del rango dado en la tabla 5.4

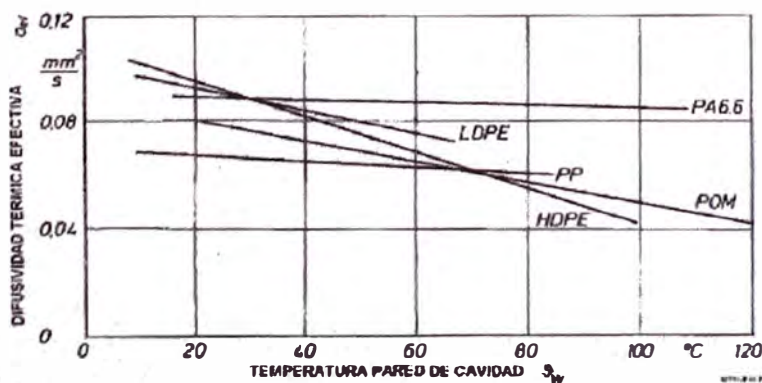
Material: Polipropileno

Difusividad térmica =  $0.65 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  (ver figura 5.3)

Temperatura de eyección = 110°C

Sustituyendo en la fórmula 5.4

$$T_{s(110^\circ\text{C})} = \frac{-(0.2\text{cm})^2}{2\pi(0.65 \times 10^{-3})} \times \ln \left[ \frac{\pi(110^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C})}{4(230^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C})} \right] = 12.14 \text{ seg}$$



Fuente: ICIPC: ciclo de inyección

Figura 5.3 Curvas de difusividad térmica para termoplásticos

**5.2.3.3. Tiempo de ciclo en vacío (cierre y apertura del molde).** Estos tiempos están indicados por el fabricante de la maquina, y están en función de la carrera de apertura del molde y de la velocidad del sistema de traslación.

En el caso de los moldes estudiados, la carrera de apertura es igual a la del cierre y tienen un valor de 340mm. Este valor respeta la distancia mínima de 1,5 veces la altura de la pieza inyectada.

Para abrir y cerrar el molde base se emplean los siguientes tiempos:

Tiempo de apertura del molde: 1.92seg.

Tiempo de cierre del molde: 2.31seg.

La diferencia se basa porque el cierre del molde debe ser mas lento, para evitar impactos en las placas, en cambio la apertura puede ser mas rápida porque no hay dicho peligro.

Sumando obtenemos el tiempo en vacío:

Tiempo de ciclo en vacío = 4.23seg.

Por lo tanto, el tiempo total de ciclo será aproximadamente como sigue:

Total =  $T_i + T_e + \text{tiempo de ciclo en vacío}$ .

Total =  $3.2 + 12.14 + 4.23 = 19.57 \text{ seg}$ .

El tiempo de ciclo estimado es alentador, ya que el propósito es tener un valor de 21.17 segundos como máximo, para poder llegar a cubrir la demanda de tapas faltantes (ver sección 2.2.1).

## 5.2.4. Presión.

**5.2.4.1. Presión de inyección.** Es la presión necesaria para el llenado volumétrico de la cavidad. Durante su desarrollo, la presión varía en un rango que abarca las fases de llenado y empaçado.

Es necesario tener en cuenta que para realizar la inyección en la maquina de la empresa, la presión de inyección no es la misma presión hidráulica con la que se alimenta la máquina. La relación entre estas dos presiones se muestra a continuación (ver figura 5.4)

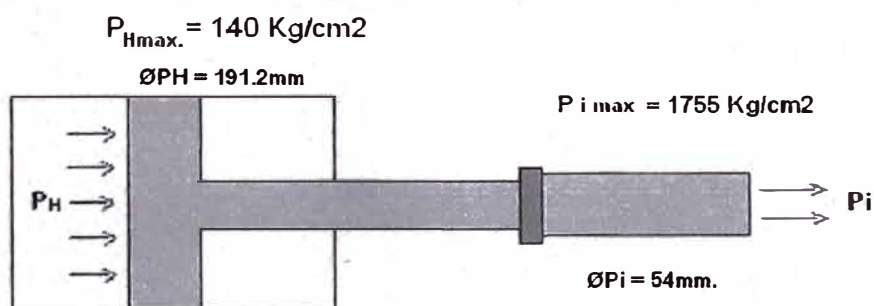


Figura 5.4. Relaciones de presión.

$$\frac{P_i}{P_H} = \frac{P_{i \max}}{P_{H \max}} = \frac{\phi P_H^2}{\phi P_i^2} \quad (5.6)$$

Donde:

$P_i$  = presión de inyección (sobre el plástico)

$P_H$  = presión hidráulica (en el aceite)

$\varnothing_{PH}$  = diámetro del pistón hidráulico

$\varnothing_{Pi}$  = diámetro del pistón de inyección

Los datos de las presiones máximas de inyección e hidráulica, y los diámetros de los pistones, se toman de la sección 3.4.1 (datos técnicos de la maquina), y sirven para formar la siguiente relación directa:

$$\frac{P_i}{P_H} = \frac{P_{i \max}}{P_{H \max}} = \frac{1755 \text{ Kg / cm }^2}{140 \text{ Kg / cm }^2}$$

$$\frac{P_i}{P_H} = 12.54$$

La presión de inyección resultante será:

$$P_i = 12.54 P_H \quad (5.7)$$

Los valores de presión de la maquina inyectora se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.6. Valores de presión de la maquina inyectora

Item	Presión hidráulica	Presión de inyección
	(Kg/cm2) / MPa	(Kg/cm2) / MPa
1	20 / 1.9	251 / 23.88
2	40 / 3.8	502 / 47.76
3	60 / 5.71	752 / 71.63
4	80 / 7.61	1003 / 95.51
5	100 / 9.51	1254 / 119.4
6	120 / 11.42	1505 / 143.27
7	140 / 13.32	1755 / 167.15

Aclarada la relación entre la presión de inyección y la presión hidráulica de la maquina, procedemos con la presentación de la formula que calcula el valor de la presión de inyección:

$$\Delta p = \frac{12 \cdot \eta \cdot Vel \cdot \frac{L}{s}}{s \cdot 10000} \quad (5.8)$$

Donde:

$\eta$  = viscosidad

Vel = velocidad media de flujo (mm/s)

L = recorrido de flujo (mm)

s = espesor de la pieza (mm)

$\Delta p$  = Caída de presión (bar)

La viscosidad del PP a La velocidad media es igual a la longitud de recorrido del flujo entre el tiempo de inyección.

$$\text{Vel} = L / T_i \quad (5.9)$$

Otra forma de calcular la presión de inyección, es utilizando un programa de análisis de cavidades. El uso de MoldFlow<sup>TM</sup> en este punto es muy indicado y práctico ya que el sistema de cálculo de MoldFlow<sup>TM</sup> llamado por sus siglas en inglés DD/FEA<sup>TM</sup> es un sistema revolucionario muy preciso de análisis por elemento finito de dominio dual el cuál no requiere de la intervención del usuario para generar ningún tipo de preparación en el modelo sólido antes de un análisis.

El programa Moldflow, nos da el valor mas preciso de la presión máxima que ocurre al final de la fase de empaçado, a este punto se le conoce como punto de conmutación, y es donde ocurre el cambio del empaçado a la fase de sostenimiento.

**5.2.4.2. Presión de sostenimiento.** Después de la fase de empacamiento se produce la conmutación a la fase de sostenimiento. La maquina requiere la presión de sostenimiento para evitar el retorno de la masa inyectada en la cavidad hacia la unidad de inyección, mientras esta no haya solidificado lo suficiente. El valor de la presión de sostenimiento se gradúa de forma empírica. En nuestro caso podemos utilizar la siguiente tabla.

Tabla 5.7. Presión de sostenimiento para algunos termoplásticos.

Material	Presión de sostenimiento (Kg/cm <sup>2</sup> ) / MPa
LDPE	300-800 / 28.54 -76.11
HDPE	300-800 / 28.54 -76.11
PP	500-1100 / 47,57-104,65
PS	300-700 / 28,54 - 66,59
ABS	400-900 / 38,05 - 85,62
PA6	400-750 / 38,05 - 71,35

(REF.13)

En el caso del polipropileno, según la tabla, la presión posterior esta en el rango de 500-1000 Kg/cm<sup>2</sup> ó 47.57-104.65 MPa. El tiempo que debe actuar esta presión se estima con la siguiente fórmula:

$$T_{\text{sostenimiento}} = 0.3 T_{\text{enfriamiento}} \quad (5.10)$$

Se aclara que el tiempo de sostenimiento, no afecta el valor del tiempo de ciclo, por que su cuenta comienza junto con el tiempo de enfriamiento, siendo este ultimo de mayor duración. Por lo tanto, el tiempo de sostenimiento estará "anidado" dentro del tiempo de enfriamiento.

#### 5.2.4.3. Presión de cierre de molde (fuerza de cierre).

La fuerza de cierre es equivalente a la fuerza de empuje originada en el interior de las cavidades y canales de llenado. El cálculo sirve para definir el número de cavidades en el molde para el diseño o para determinar la capacidad de la máquina cuando el molde ya existe. (REF.7)



Formulas para el cálculo de la fuerza de cierre:

$$F_e = AxP_i \quad (5.11)$$

Donde:

$F_e$  = Fuerza de empuje o de expansión (Kg.) A

A = Área proyectada ( $\text{cm}^2$ )

$P_i$  = Presión interior específica ( $\text{Kg./cm}^2$ )

Ademas:

$$A = N \times A_{cav} + A_{can}$$

Donde:

N= Número de cavidades.

$A_{cav}$  = Área proyectada de la cavidad

$A_{can}$  = Área proyectada de los canales

La presión interior específica depende de:

- Espesor de pared. (t)
- Recorrido de fluencia. (L)
- Tipo de material.
- Forma de la pieza.
- Temperatura de la masa. ( $T_m$ )
- Temperatura del molde. ( $T_{mol}$ )

- Sistema de llenado.

$$R = (L / e) \quad (5.12)$$

R = Relación de fluencia

L = Recorrido de fluencia

e = Espesor de pared

El tipo de material plástico debe tenerse en cuenta para el cálculo de la fuerza de cierre. Hay plásticos de mayor o menor grado.

Tabla 5.8. Factor del material (Fm).

Material	Valor prom.Fm	Rango	
PS	1		
PE	1		
PP	1		
PA	1,2	1,30	1,4
CA	1,3	1,40	1,5
ABS	1,3	1,35	1,4
PMMA	1,5	1,60	1,7
PC	1,7	1,85	2

(REF.7)

### 5.2.5. Cálculo de las presiones de operación y de la fuerza de cierre

**5.2.5.1. Presión de Inyección.** La presión de inyección se tomará como el calculado por MoldFlow™, en un análisis de las cavidades de la tapa nueva. Se tuvo el siguiente resultado ilustrado en la figura.5.5

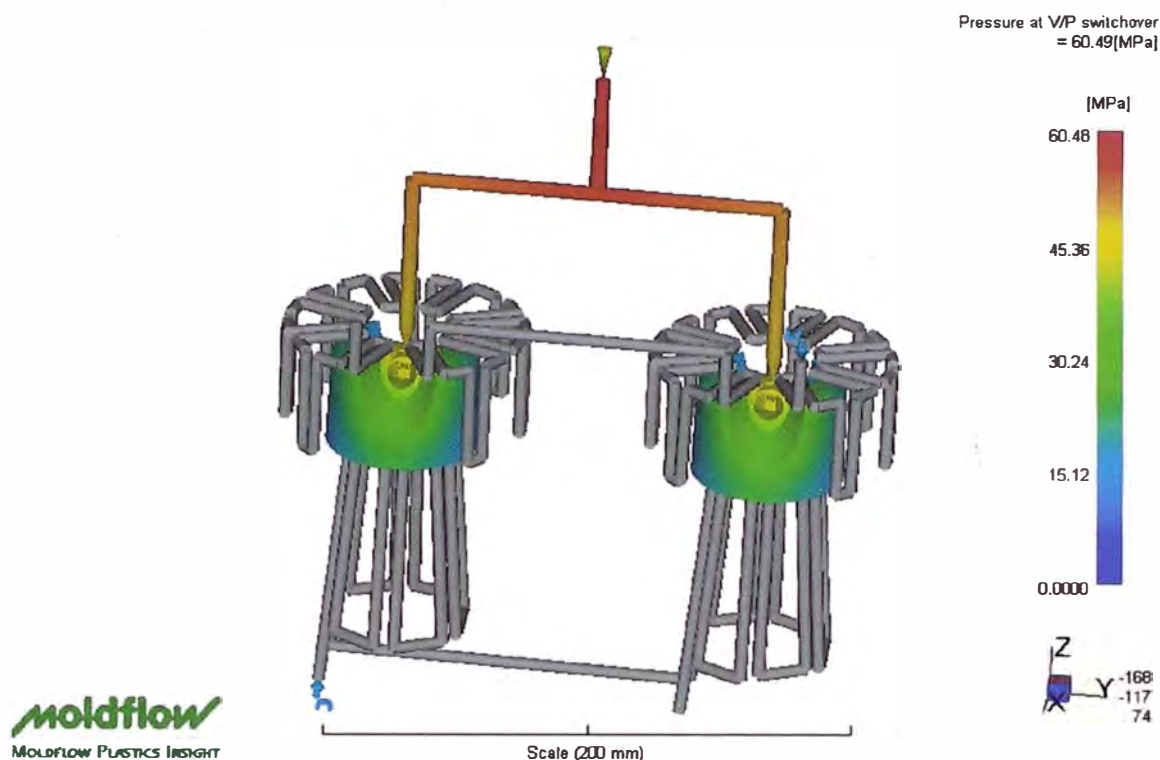


Figura 5.5 Distribución de Presiones al final de la inyección

La figura 5.5, corresponde a un análisis hecho con 2 cavidades, en el se observan los circuitos de refrigeración, que servirán en un posterior análisis para el sistema de enfriamiento. Recordamos que el molde nuevo es de 8 cavidades, pero para acelerar los cálculos, se hizo la simplificación a solo 2, sabiendo por anticipado que la presión es la misma para todas las cavidades.

La presión máxima de inyección se ubica en el corredor de la colada (resaltado en rojo) y su valor es de 60.48 MPa. El grafico corresponde al momento final de la inyección (final del empaclado), y al valor máximo mostrado se le conoce como presión de conmutación, punto en el cual se hace el cambio a la fase de sostenimiento.

Utilizando la fórmula 5.7, podemos determinar la presión hidráulica necesaria para alcanzar la presión de conmutación.

$$\frac{P_i}{P_H} = 12.54, \quad P_H = 60.48 \text{ MPa} / 12.54$$

$$P_H = 4.823 \text{ MPa} \quad (50.7 \text{ Kg/cm}^2)$$

#### 5.2.5.2. Presión de sostenimiento

La presión de sostenimiento se establece del rango de valores contenido en la tabla 5.7, que en el caso del polipropileno (PP) es el siguiente:

Rango de Presión de sostenimiento (PP): 500-1100 Kg/cm<sup>2</sup> <> 47,57-104,65 MPa

De acuerdo a lo explicado en la sección 3.6.3, la presión de sostenimiento debe ser menor a la de inyección al final del empaclado (conmutación), por ello se elige el valor de 500 Kg/cm<sup>2</sup> (47.57MPa), que es menor a la presión de conmutación con un valor de 60.48MPa <> 635.7 Kg/cm<sup>2</sup> hallado en la sección anterior. Por lo tanto, la presión de sostenimiento será:

$$P_r \text{ sostenimiento} = 500 \text{ kg/cm}^2 \text{ <> } 47.57 \text{ MPa}$$

El tiempo de acción de esta presión se calcula con la fórmula 5.10:

$$T_{\text{sostenimiento}} = 0.3 T_{\text{enfriamiento}}$$

$$T_{\text{sostenimiento}} = 0.3 (12.14 \text{ seg}) = 3.642 \text{ seg.}$$

**5.2.5.3. Fuerza de cierre.** Los cálculos de fuerza de cierre que siguen a continuación se hicieron basados en las fórmulas dadas anteriormente.

Tabla 5.9 Datos para cálculos de fuerza de cierre.

Molde	Área proyectada (cm <sup>2</sup> )	Recorrido de fluencia (mm)	Espesor (mm)	Relación de fluencia
Molde nuevo	259.11	99.94	1.0	99.94

Los datos del área proyectada y del recorrido de fluencia (máximo recorrido del flujo), se muestran en las figuras 5.6 y 5.7 respectivamente.

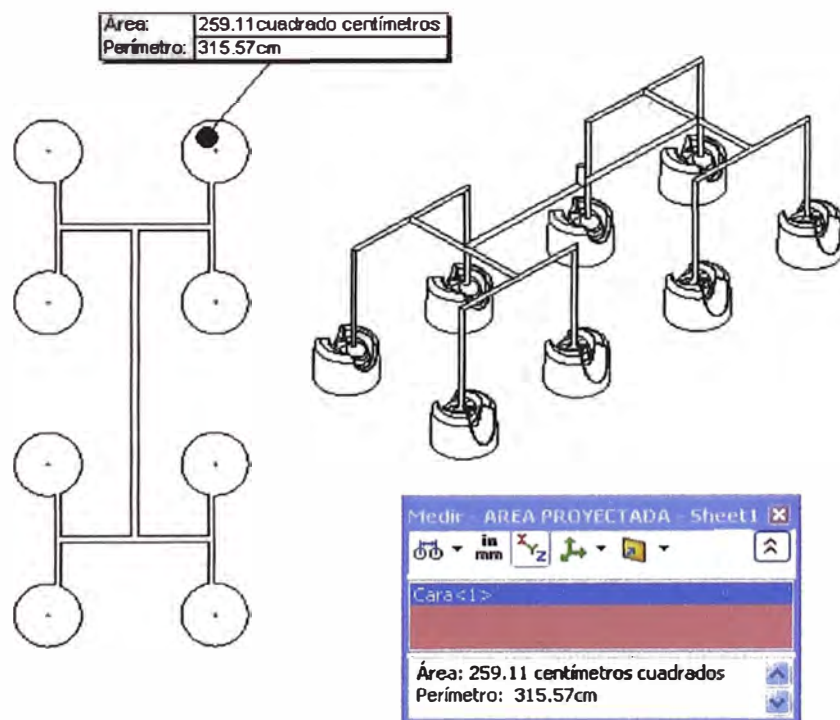


Figura 5.6. Medida del área proyectada

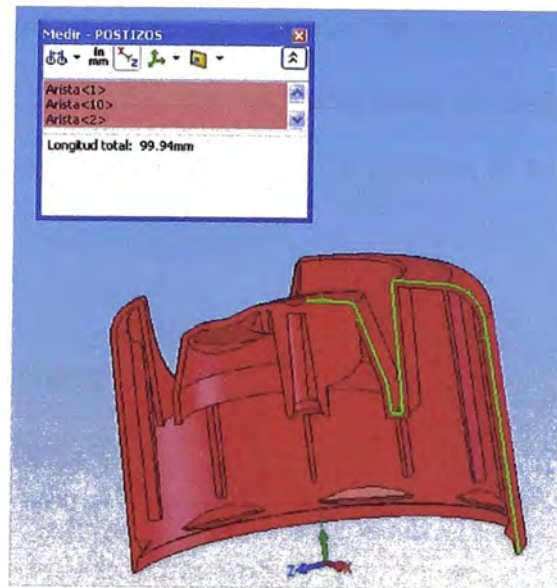


Figura 5.7. Medida del recorrido máximo de fluencia

Con la grafica de la figura 5.8, podemos obtener la presión dentro del molde como función del espesor de pared de la pieza.

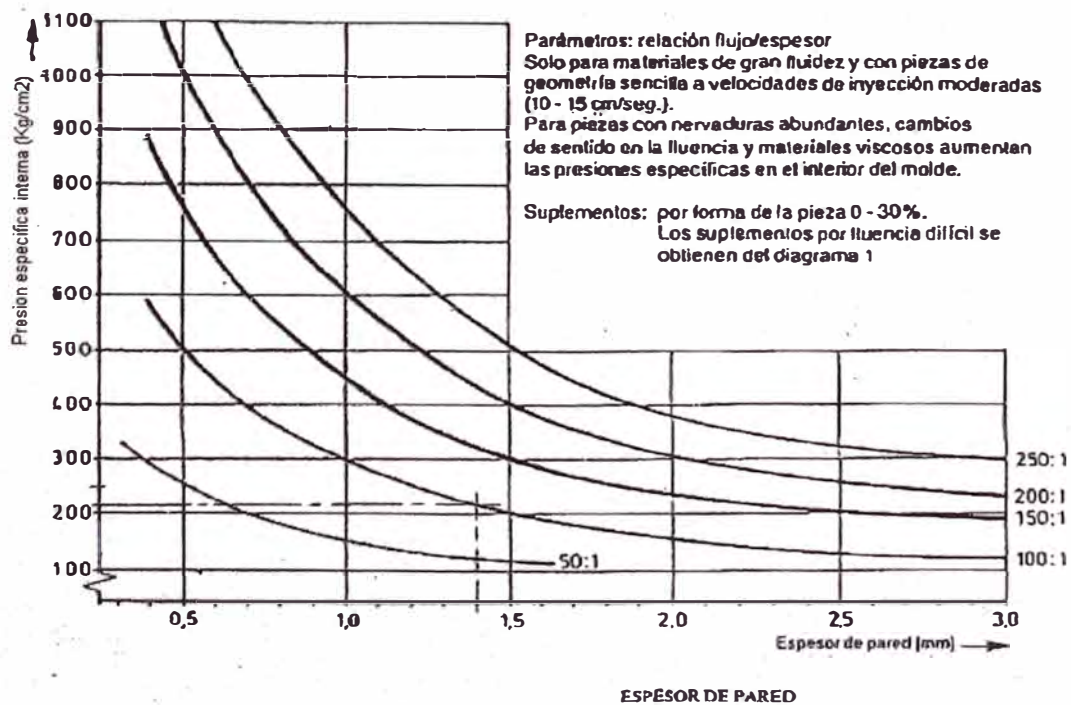


Figura 5.8. Presión en la cavidad, como función del espesor de pared

(REF.7)

De la grafica, y empleando el dato del espesor de pared (1mm en promedio) y de la relación de fluencia que es 99.6, obtenemos el valor de 300 Kg /cm<sup>2</sup> para la presión en el interior de la cavidad. Si empleamos la formula 5.11 tendremos la fuerza de cierre.

$$F_e = 300 \text{ Kg/cm}^2 \times 259.11 \text{ cm}^2$$

$$F_e = 77,733 \text{ Kg (77.73 Ton).}$$

Este valor es adecuado porque no supera la fuerza de cierre máxima de la maquina que es de 250 Ton. (Ver datos técnicos de la sección 3.4.1)

### 5.2.6. Cálculo de la dosificación del material

Para calcular el recorrido total de dosificación se tiene la siguiente formula:

$$L_a = \frac{4000m}{\rho\pi D^2} \quad (5.13)$$

Donde:

m = masa de la pieza en gramos

$\rho$  = densidad a temperatura de proceso en gr/cm<sup>3</sup>

D = diámetro del pistón en milímetros

Tabla 5.10. Densidad a la temperatura de proceso

Material	Densidad (gr/cm3)	Material	Densidad (gr/cm3)
PS	0.91	CA	1.02
PE	0.71	ABS	0.88
PP	0.73	PMMA	0.94
PA	0.91	PC	0.97

(REF.13)

A continuación se presenta el cálculo del recorrido total de dosificación en la inyectora de la empresa. El material es polipropileno (PP), la masa de cada pieza es 10.26gr, siendo 8 en total (8 cavidades), además la densidad a temperatura de proceso (230°C) está en la tabla 5.10 y el diámetro del pistón de inyección es 54mm.

$$L_d = \frac{4000 \times 10.26 \times 8}{0.73 \times 3.1416 \times 54^2}$$

$$L_d = 49\text{mm.}$$

### 5.2.7. Cálculo de la Velocidad del frente de flujo

Es la velocidad media que tiene el flujo que se inyecta en las cavidades.

Se define por la siguiente fórmula:

$$V_{ff} = L / T_i \tag{5.14}$$

Donde:



$V_{ff}$  = velocidad de frente de flujo

$L$  = recorrido de flujo (mm)

$T_i$  = tiempo de inyección (seg)

El recorrido del flujo es 99.94mm (ver Fig. 5.7), el tiempo de inyección calculado es 3.2seg , por lo tanto:

$$V_{ff} = 99.94 / 3.2 = 31.23 \text{ mm/seg}$$

El valor máximo de la máquina de la empresa es 110mm / seg

Este valor sirve para programar la unidad de inyección de la máquina, al igual que los precedentes calculados en este capítulo.

### **5.2.8 Estimación de los parámetros del sistema de Enfriamiento**

El buen diseño y adecuado funcionamiento del sistema de enfriamiento es vital para la reducción del tiempo de ciclo. Para optimizar el rendimiento, tomaremos en cuenta las recomendaciones para una efectiva extracción del calor que se trataron en la sección 4.2.5.6.

-La Primera recomendación sugiere que la diferencia de temperaturas de entrada y salida del refrigerante debe estar entre los de 2° a 3°C (REF.8).

-La Segunda recomendación dice que el flujo del refrigerante debe ser turbulento. Esto se cumple si el número de Reynolds está en el rango de 10000 a 20000 (REF.8). Sin embargo, cada producto plástico posee un rango particular, que puede estar por

debajo del recomendado. Dicho rango puede obtenerse por pruebas en campo o por simulación en programa especializado (caso Moldflow).

-La Tercera recomendación dice que se debe garantizar una diferencia de temperatura de 2° a 5°C, a lo largo de la superficie metálica de los canales de enfriamiento (REF.8).

Para poner en práctica las recomendaciones señaladas, correremos una simulación en el programa Moldflow,

Los datos de entrada en el programa son:

Temperatura de la masa:

$$T_{\text{masa}} = 230 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperatura de eyección de la pieza:

$$T_{\text{eyección}} = 110 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperatura ambiente: 25 ° C

Tipo de refrigerante: agua pura con antioxidantes

Temperatura refrigerante en el ingreso:

$T_{\text{refrigerante (ingreso)}} = 10^\circ \text{ C}$  ( que es la temperatura del chiller en la planta Industrial, que alimenta a todas las inyectoras)

Tiempo de enfriamiento

$T_{\text{enfriamiento}} = 12.14 \text{ seg}$

Número de Reynolds = 5,000 valor tentativo (el valor recomendado va de 10,000 a 20,000, pero en 5,000 el flujo continúa siendo turbulento). Se utilizará el mismo valor para los dos circuitos independientes (cavidad y núcleo)

El programa calculará lo siguiente:

- Temperatura de salida del refrigerante
- Caudal del refrigerante
- Temperatura en los canales de los circuitos de enfriamiento

Los resultados se muestran a continuación

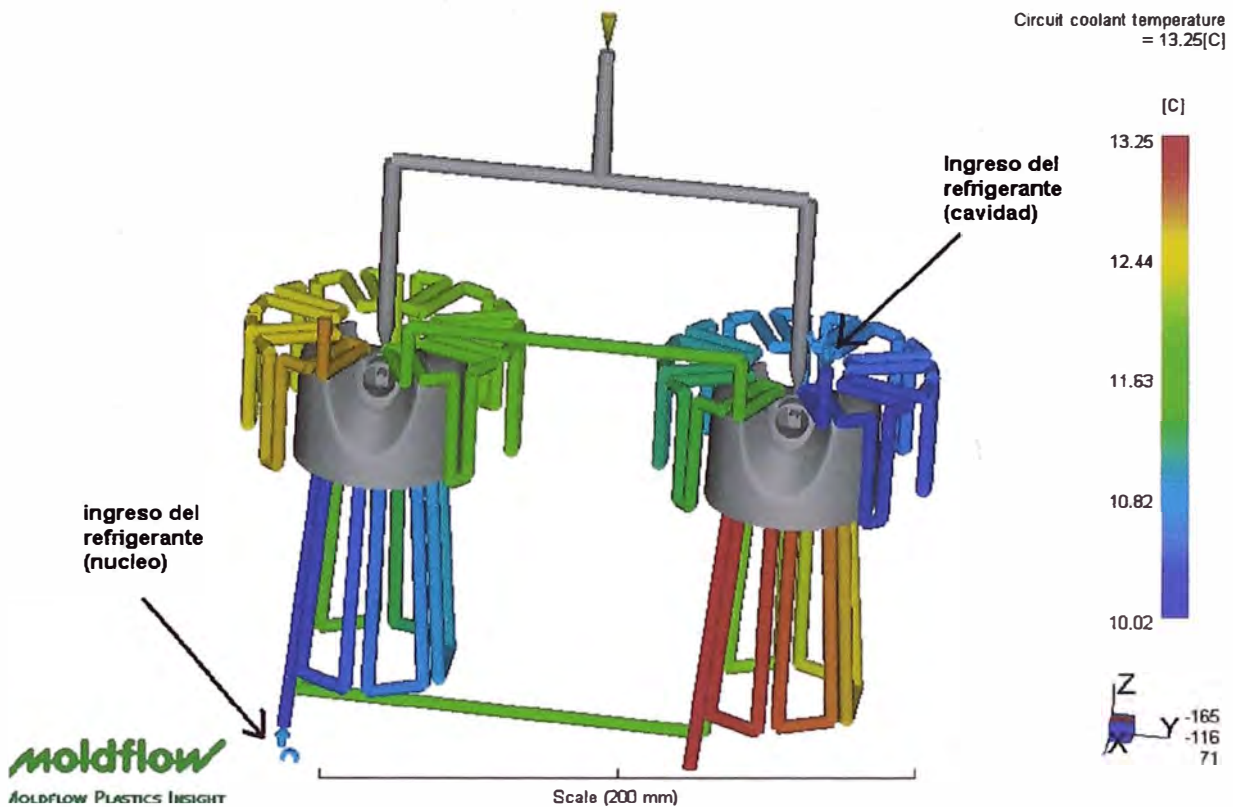


Figura 5.9 Temperaturas del refrigerante

En el gráfico se observan dos tapas que comparten circuitos de refrigeración en serie, que son independientes en la cavidad y el núcleo, tal cual sucede en la realidad. Los diámetros de ambos circuitos miden 8mm (Ver sección 4.2.5.1)

Los resultados del reporte comprueban que la diferencia de temperaturas entre entrada y salida del refrigerante es de 3.28°C, que está dentro del rango de la primera recomendación.

A continuación se muestra el reporte del caudal del refrigerante.

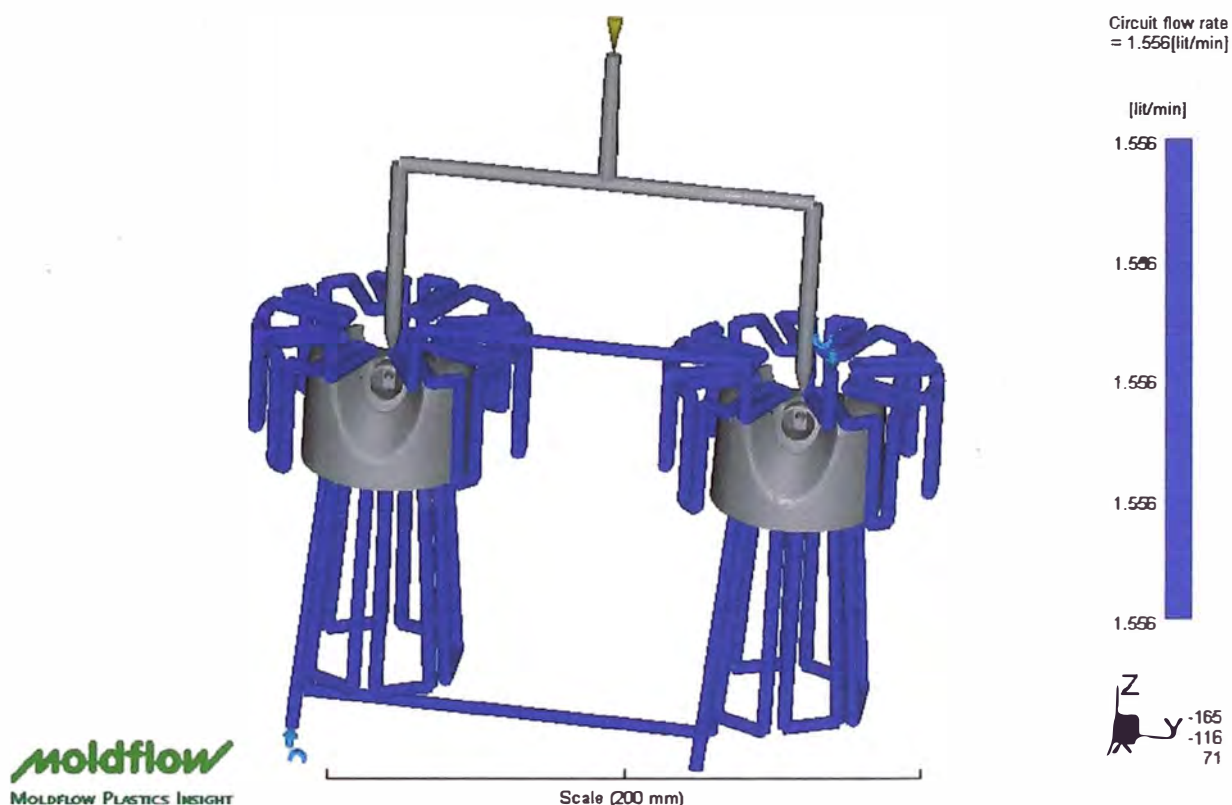


Figura 8.10 Caudal en los circuitos del refrigerante

El resultado obtenido para el caudal es 1.556 lt /min, Este valor es el mismo en los dos circuitos, ya que sus canales tienen el mismo diámetro y el mismo número de Reynolds. El programa calcula el número de Reynolds en base a la siguiente fórmula (indicada en el Anexo A):

$$Re = \rho \cdot U \cdot d$$

-----  
η

Donde:

ρ = densidad del refrigerante

$U$  es la velocidad promedio del refrigerante

$d$  = diámetro del canal de refrigeración

$\eta$  = Viscosidad dinámica del refrigerante

A continuación se muestran los resultados de las temperaturas en las superficies metálicas de los canales.

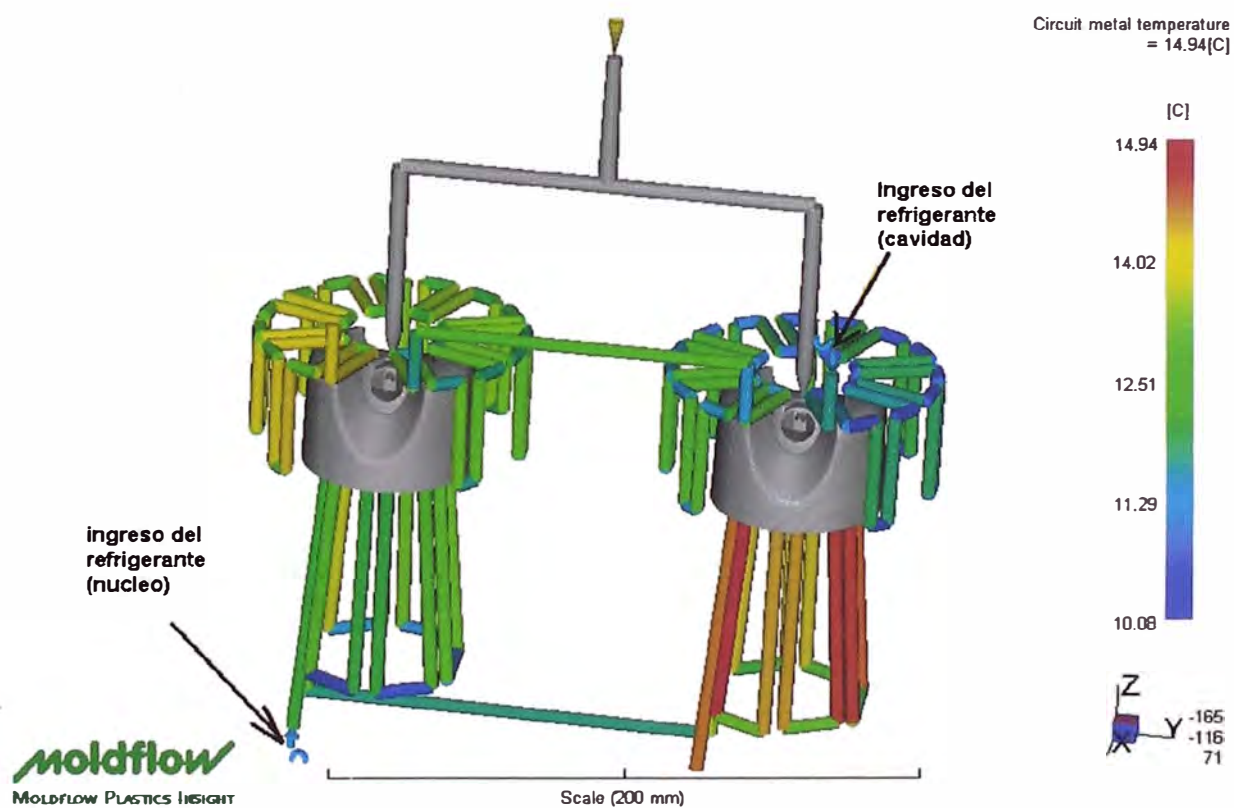


Figura 5.11 Caudal en los circuitos del refrigerante

En el reporte de la figura 5.11 se tienen los siguientes resultados:

Para el circuito de la cavidad:

Temperatura al inicio del canal = 11.90 °C aprox. (color celeste-verde)

Temperatura al final del canal = 14.02 °C aprox. (color celeste-verde)

Diferencia de temperatura inicio y final del canal = 2.12°C

Para el circuito del núcleo:

Temperatura al inicio del canal = 11.90 °C aprox. (color celeste-verde)

Temperatura al final del canal = 14.94 °C (color rojo)

Diferencia de temperatura inicio y final del canal = 3.04°C

Las diferencias de temperatura en ambos circuitos están dentro del rango de la segunda recomendación (de 2 a 5°C)

Por lo tanto la simulación cumple con las tres recomendaciones, entonces, el valor tentativo de 5,000 para el número de Reynolds se establece como válido.

### 5.3 Resultados

A continuación se tabulan los resultados de los parámetros de operación, los cuales se utilizarán en las pruebas de campo.

Tabla 5.11 Parámetros de operación

Tiempo de inyección (Ti).	3.2 seg
Tiempo de enfriamiento (Te)	12.14 seg
Tiempo de ciclo en vacío (Tv)	4.23 seg
Tiempo de ciclo estimado (Tciclo)	19.57 seg
Presión de Inyección (Pi)	60.48 MPa <> 635.73 Kg/cm <sup>2</sup>
Presión Hidráulica (PH)	4.823 MPa <> 50.7 Kg/cm <sup>2</sup>
Presión de sostenimiento (Pr <sub>sostenimiento</sub> )	500 kg/cm <sup>2</sup> <> 47.57 MPa
Tiempo de sostenimiento (T <sub>sostenimiento</sub> )	3.642 seg
Fuerza de cierre (F <sub>cierre</sub> )	77.73 Ton
Recorrido de dosificación del material (Ld)	49mm
Velocidad del frente de flujo (Vff)	31.23 mm/seg
Caudal de refrigerante (todos los circuitos)	1.556lt / min

### 5.4 Prueba de campo

Luego de tener los parámetros de operación para probar el molde nuevo y comprobar su rendimiento, procederemos a realizar las pruebas correspondientes a fin de fabricar la tapa nueva con la calidad requerida empleando el tiempo de ciclo mínimo posible, para cubrir la cantidad de tapas faltantes (652,800). Para asegurar el éxito debemos obtener en la prueba un tiempo de ciclo igual o menor a 21.17 segundos, valor que fue estimado en la sección 2.2.1.



#### **5.4.1 Equipos utilizados:**

Inyectora F-C-S HT250i

Molde Nuevo

Sistema de enfriamiento

Manifold Surtidor

Manifold de acopio

Mangueras

#### **8.4.2 Instrumentos de medición**

Termómetro con rango de -20 a 30°C

Termómetro de rayos infrarrojos

Termómetro ambiental

Cronometro

Cuba de 5 litros

Balanza

#### **5.4.3 Procedimiento del ensayo:**

**1ero.** Se alimenta a la maquina con los datos de la tabla 5.11.

**2do.** Se verifica el correcto funcionamiento del chiler a una temperatura de 10°C

**3ro.** Se gradúan las válvulas del manifold surtidor hasta que los caudales de todos los circuitos estén en 1.56 lt / min aprox.

**4to.** Una vez que el material llega a la temperatura de proceso (230°C) se procede a inyectarlo en el molde.

**5to.** Inmediatamente después de la expulsión de la pieza se debe medir la temperatura en su zona más caliente, que debe estar cerca al punto de inyección. La medición se

realiza con la pistola de calor de rayos infrarrojos. Se busca que la temperatura sea de 110°C aproximadamente, que es lo recomendado para obtener la calidad requerida con mayor rendimiento de producción. Para confirmar la calidad, se debe cumplir con los requisitos de la sección 5.1, los cuales exigen: buena presentación, buen funcionamiento con los envases de aerosol, y una contracción que no sea excesiva y que permita que la pieza ensamble cómodamente. Antes de probar el funcionamiento de la tapa, esta debe haber reposado fuera del molde por lo menos unos 15 minutos.

**6to.** Se harán varias pruebas de inyección para los siguientes tiempos de enfriamiento:

T1 = 12 seg (el valor calculado es 12.14 seg.)

T2 = 10 seg

T3 = 14 seg

**7mo.** Para cada prueba de inyección se deberá medir también la temperatura de salida del refrigerante con el termómetro de mercurio; y la temperatura de la superficie de las cavidades con la pistola de calor.

#### **5.4.4. PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE LA MÁQUINA INYECTORA**

Los pasos aquí recopilados para el ajuste de una máquina de moldeo por inyección fueron formulados por el instituto de capacitación e investigación del plástico y el caucho (ICIPC), y encontrados en las memorias del ciclo de inyección.

#### **5.4.5 CONTROL DEL MOLDE**

- Dimensiones.
- Tipo de boquilla.
- Operación del sistema de expulsión.
- Estado de las conexiones de agua, aire, eléctricas e hidráulicas.

#### **5.4.6. INSTALACIÓN DEL MOLDE EN LA MÁQUINA**

Se realiza el siguiente protocolo:

- Asegurarse de la posición correcta del molde antes de izarlo.
- Con el molde debidamente cerrado y asegurado, centrarlo en la placa fija de la máquina (eventualmente en la placa móvil).
- En moldes pesados y grandes, ayudarse de un nivel.
- Asegurarlo a la placa.
- Llevar a contacto la otra placa de la máquina contra el molde.
- Asegurar la otra placa.
- Liberar el molde de la grúa.
- Realizar las conexiones necesarias.
- Verificar que no existan escapes.
- Verificar sentidos de flujo de fluidos.

#### **5.4.7 AJUSTE DE LA UNIDAD DE CIERRE**

Ejecutar los pasos siguientes:

- Definir el punto cero de la unidad de cierre con el molde cerrado.
- Ajustar para garantizar la fuerza de cierre.
- Fijar el perfil de velocidad de apertura y cierre. El perfil ideal es lento - rápido - descenso gradual.
- Ajustar el sistema de seguridad del molde.
- Ajustar la fuerza de cierre.
- Verificar la ausencia de golpes y movimientos irregulares (ciclo seco).

#### **5.4.8 AJUSTE DEL SISTEMA DE EXPULSIÓN**

- Definir el punto cero del sistema de expulsión en posición de retroceso total.
- Ajustar el recorrido, prestando atención para que no se presenten choques.
- Ajustar el perfil de fuerza y velocidad de expulsión.
- Definir el número de repeticiones del sistema de expulsión.

#### **5.4.9. AJUSTE DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN**

- Ajustar movimientos de avance y retroceso de la unidad de inyección, empleando el mínimo de tiempos y recorridos. Se realiza según la capacidad de inyección requerida.
- Ajustar la presión de contacto de la boquilla que garantice la ausencia de fugas.

#### **5.4.10. AJUSTE DE LA PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL**

Ajustar el perfil de temperaturas de las zonas de calefacción del cilindro con sus respectivos intervalos de operación y alarmas. Normalmente la temperatura en la boquilla se ajusta igual a la deseada para la masa.

#### **5.4.11. AJUSTES PARA EL LLENADO VOLUMÉTRICO**

- Ajustar la presión de inyección en máximo.
- Ajustar la presión de sostenimiento en mínimo.
- Ajustar tiempo de sostenimiento en cero.
- Ajustar una velocidad de inyección media de acuerdo al molde y al material.

#### **5.4.12 AJUSTE INICIAL DE VELOCIDAD DE INYECCIÓN**

- Velocidad del frente de flujo: se ajusta entre 20 y 200 cm/s (se puede tomar un valor inicial de 40 cm/s).
- Velocidad frente de flujo = recorrido total en el molde / tiempo inyección.
- En general el perfil de velocidad de inyección debe ser lento - rápido - lento.

#### **5.4.13 LLENADOS PARCIALES**

- Por aumento progresivo de la carrera de plastificación, determinar el punto de llenado volumétrico.
- La fase de pospresión debe estar anulada.
- El inicio de la plastificación se programa con retardo.

#### **5.4.14. RECORRIDO DE DOSIFICACIÓN**

Calcular el recorrido total de dosificación.

#### **5.4.15. AJUSTE DEL PUNTO DE CONMUTACIÓN**

- Incrementar el recorrido del tornillo hasta alcanzar el recorrido total anterior.
- Adicionar el colchón másico.
- Ajustar el punto de conmutación al recorrido correspondiente al llenado volumétrico.

#### 5.4.16 AJUSTE DE POSPRESIÓN

- Ajustar la duración a un 30% del tiempo total de enfriamiento.
- El perfil de pospresión para semicristalinos debe ser constante.
- El perfil de pospresión para amorfos debe ser decreciente.
- Determinar el tiempo de sostenimiento (punto de sellado) según el método del peso de la pieza.
- Incrementar la presión hasta obtener problemas de desmoldeo. Prestar atención a la fuerza de cierre.
- Buscar el nivel más adecuado según dimensiones o ausencia de rechupes en la pieza.
- Verificar el colchón mínimo, el cual depende del diámetro del pistón.

#### 5.4.17. AJUSTE DEL TIEMPO DE ENFRIAMIENTO

- Aproximación para temperaturas de molde inferiores a 60°C:  
 $t = \text{espesor en mm.} * (1+2*\text{espesor en mm.})$
- Aproximación para temperaturas de molde superiores a 60°C:  
 $t = 1.3 * \text{espesor en mm.} * (1+2*\text{espesor en mm.})$

#### 5.4.18 OPTIMIZACIÓN DEL CICLO

- Minimizar los defectos de la pieza.
- Minimizar el tiempo total de ciclo.

#### 5.4.19 PASOS FINALES

- Realizar pruebas de calidad.
- Elaborar documentación correspondiente a hojas de proceso.
- Optimización posterior de ciclo.

- Actualización de hojas de proceso.

NOTA:

- Nunca efectuar más de un cambio a la vez.
- Esperar mínimo 5 ciclos antes de proceder a realizar otro cambio.

Fuente: ICIPC: Ciclo de inyección.

Siguiendo el procedimiento completo indicado en los párrafos anteriores, obtenemos los siguientes resultados en las pruebas de campo:

Tabla 5.12 Resultados

te (s)	Tpza (°C)	Tref(cavidad) (°C)	Tref(nucleo) (°C)	T(molde) (°C)	caudal (lt/min)	tciclo (s)	Presentación	funciona
14	99.20	12.54	12.90	72.44	1.56	21.43	Buena presentación	si
12	102.9	12.75	13.13	75	1.56	19.43	Buena presentación	si
10	106.3	12.58	13.43	77	1.56	17.43	Buena presentación	no

De los resultados obtenidos podemos concluir que la mejor alternativa para alcanzar nuestro objetivo es trabajar con los parámetros del segundo caso, es decir considerando un tiempo de enfriamiento de 12 seg. para alcanzar un tiempo de ciclo de 19.43 que es inferior al que valor estimado en la Sección 2.2.1 (21.17 seg) por lo tanto afirmamos que es posible producir el número de tapas faltantes que asciende a 652,800 Tapas por mes, en jornadas de trabajo de 2 turnos diarios de 12 horas, de lunes a viernes, cumpliendo los requisitos de presentación, funcionamiento y rentabilidad.

Cabe señalar que en el tercer caso con tiempo de enfriamiento de 10seg, no se llega a tener un buen ensamble entre la tapa y el envase de aerosol, debido a una contracción excesiva, producida por la expulsión temprana fuera del molde. La zona con problemas se ubica en la tobera de la tapa.



## CONCLUSIONES

- 1) De los resultados obtenidos en las pruebas de campo, se deduce que la mejor alternativa para operar el molde nuevo, es trabajar con los parámetros del segundo caso, es decir considerando un tiempo de enfriamiento de 12 seg. que corresponden a un tiempo de ciclo de 19.43. Este valor es inferior a los 21.17 seg. del tiempo de ciclo máximo que permite cubrir el déficit de tapas, que fue calculado en la sección 2.2.1. Por lo tanto, empleando el molde nuevo, es posible fabricar con suficiente holgura el número de tapas faltantes; que asciende a 652,800 unidades mensuales, trabajando de lunes a viernes a 2 turnos diarios de 12 horas cada uno; cumpliendo los requisitos de presentación, funcionamiento y rentabilidad. Se concluye entonces que la empresa Intradevco Industrial podrá autoabastecerse con tapas actuadoras de fabricación propia, prescindiendo así de la importación, siendo necesario para ello operar con dos moldes de inyección de plástico (molde base y molde nuevo).
- 2) Con el tiempo de ciclo alcanzado en las pruebas es posible producir 711,260 tapas por mes, superando la cantidad objetivo de 652,800 unidades mensuales.
- 3) Considerando la cantidad objetivo, el ahorro que logra la empresa para el año en estudio es de 642,355 soles (ver cálculo en la sección 2.4).
- 4) La mejora del rendimiento se debe a un correcto rediseño del sistema de enfriamiento que contribuye a la reducción del tiempo de ciclo del molde base de 24seg a 19.43seg.
- 5) Considerando que la tapa base y la tapa nueva, tienen una masa de 10.10 y 10.26 gramos respectivamente, y que están fabricadas del mismo material (polipropileno); se deduce que la cantidad de calor a extraer en cada una para llevar el material desde la temperatura de proceso (230°C), hasta la temperatura de eyección

(110°C) es igual a 0.591\* Kilocalorías aproximadamente. Sin embargo los tiempos de enfriamiento son diferentes, siendo menor el de la tapa nueva. La razón fundamental se centra en la nueva configuración de los canales de enfriamiento del molde nuevo, que tienen 366 cm<sup>2</sup>/tapa de superficie disponible para la extracción del calor; en comparación a los 215 cm<sup>2</sup>/tapa que posee el molde base; sumándole a esto la menor distancia que existe entre los nuevos canales y la superficie de las cavidades (7 mm menos que en el molde base como mínimo). Los tiempos de enfriamiento son los siguientes: 16.57 seg. para la tapa base y 12 seg. para la tapa nueva, tal como se menciona en el primer párrafo. Por lo tanto se comprueba que el flujo del refrigerante (agua a 10°C, con caudal 1.556 lt/min, en régimen turbulento con numero de Reynolds 5000) logra extraer con mayor rapidez el calor para que la tapa nueva llegue a la temperatura de eyección (4.57 seg. antes que la tapa base).

6) El sistema de colada caliente seleccionado ayudó al logro, ya que permite el uso de mayores presiones por tener casquillos térmicos más grandes y resistentes. Así en el sistema de molde base se emplea una presión de 56 MPa. y con el nuevo molde podemos emplear una presión óptima de 60.48 MPa.

7) Se comprobó que la metodología de rediseño empleada permite hacer diferentes versiones de diseño de tapa, siempre que estas estén vinculadas al aerosol de diámetro 57mm.

8) Queda comprobado que el trabajo conjunto con empresas especializadas en la fabricación de tapas y construcción de moldes, facilitó la disminución del tiempo de desarrollo del proyecto; el cual pudo ser mucho mayor si la empresa hubiese trabajado de manera aislada. Se emplearon 63 días (ver diagrama de la página 39).

$$*Calor = m.Ce.(T_{proceso(^{\circ}C)} - T_{eyeccion(^{\circ}C)})$$

$$Donde : m = 10.26g, Ce = 0.48 Kcal / Kg.^{\circ}C, T_{proceso} = 230^{\circ}C, T_{eyeccion} = 110^{\circ}C$$

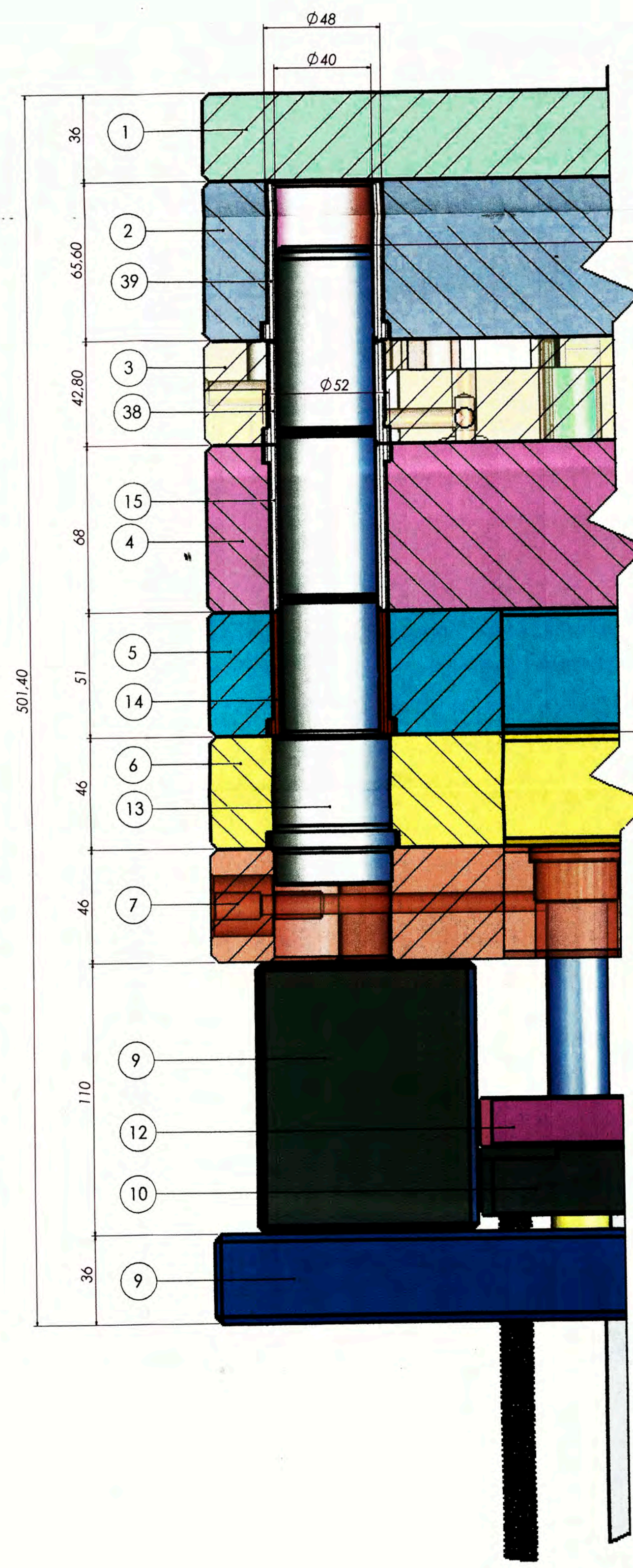
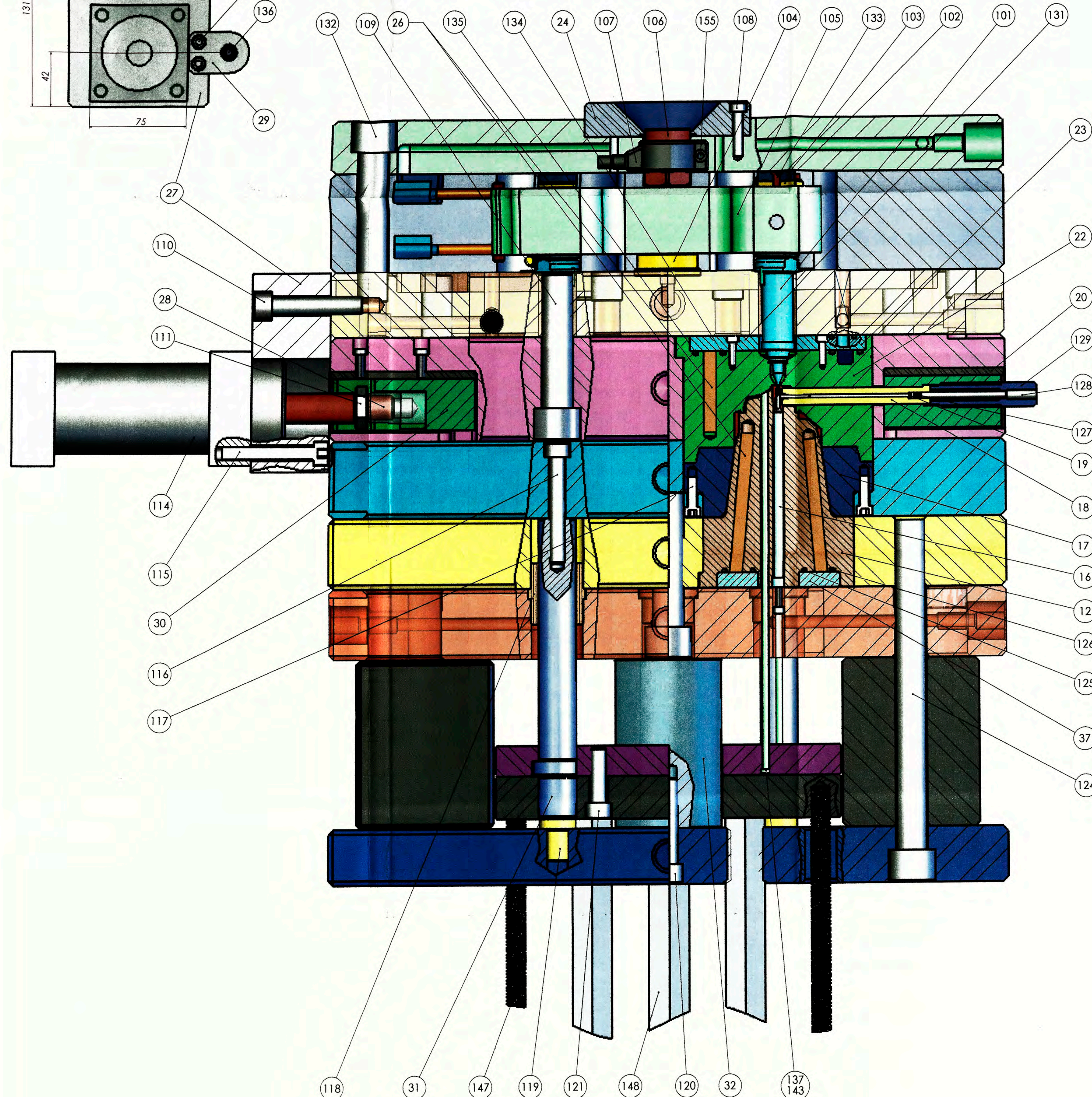
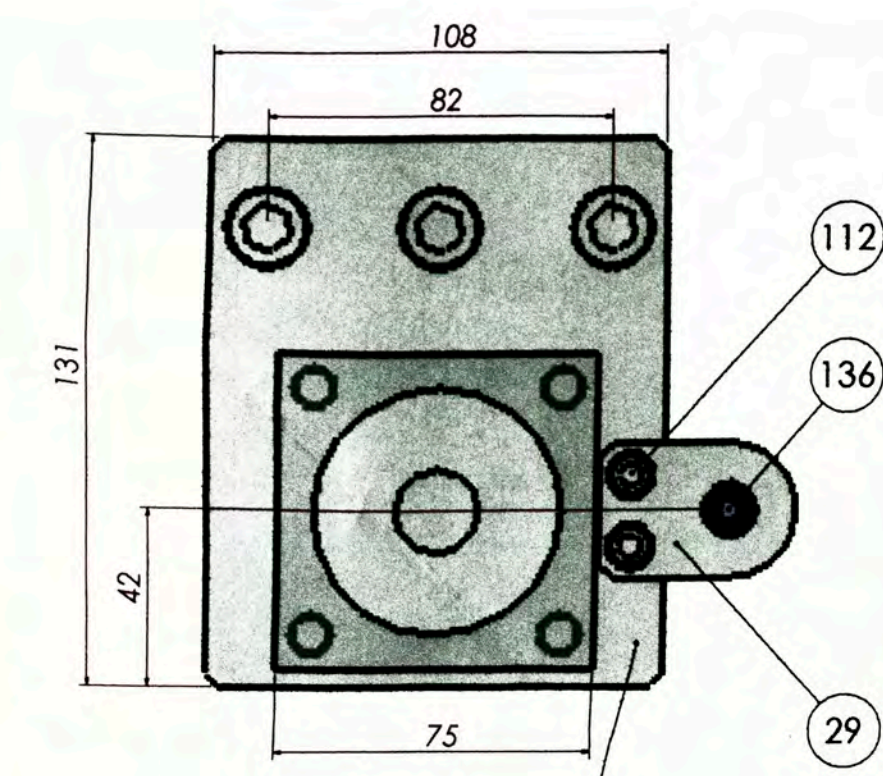
## RECOMENDACIONES

- 1) Si se desea reducir mas el tiempo de ciclo establecido en 19.43 segundos, se deben emplear materiales en el sistema formador del molde, que conduzcan con mayor rapidez el calor como es el caso de las aleaciones de Cobre-Berilio, las cuales tienen una conductividad térmica que puede llegar a ser 10 veces superior al acero empleado (Stavax), dependiendo del grado y de los componentes de la aleación.
- 2) Para contrarrestar la desventaja en resistencia al desgaste de estas aleaciones con respecto al acero, se les puede hacer tratamientos térmicos de templado y nitrurado dependiendo de la sollicitación del elemento formador.
- 3) Debido al alto costo de las aleaciones mencionadas, no es necesario fabricar con ellas todas las piezas del sistema formador, se puede intentar en las piezas de menor volumen tales como los punzones, o se pueden crear insertos que deben ser ubicados estratégicamente. El uso del programa Moldflow para hacer un análisis predictivo de posiciones tentativas para estos insertos resulta una gran ayuda, por la precisión de sus resultados.
- 4) Se recomienda el empleo de un sistema de control automático de temperatura y caudal, que sirva para mantener equilibrada la temperatura del molde en épocas de verano, ya que la planta industrial cuando trabaja a plena carga ocasiona caídas de presión en los circuitos de enfriamiento del molde, y un aumento de la temperatura del refrigerante a la salida del Chiller.
- 5) Para desarrollar en el futuro moldes versátiles, se recomienda que sus diseños estén basados en el tipo llamado "de cambio rápido", que tienen la ventaja de ser utilizados para fabricar diferentes modelos de tapas, con el solo cambio del sistema

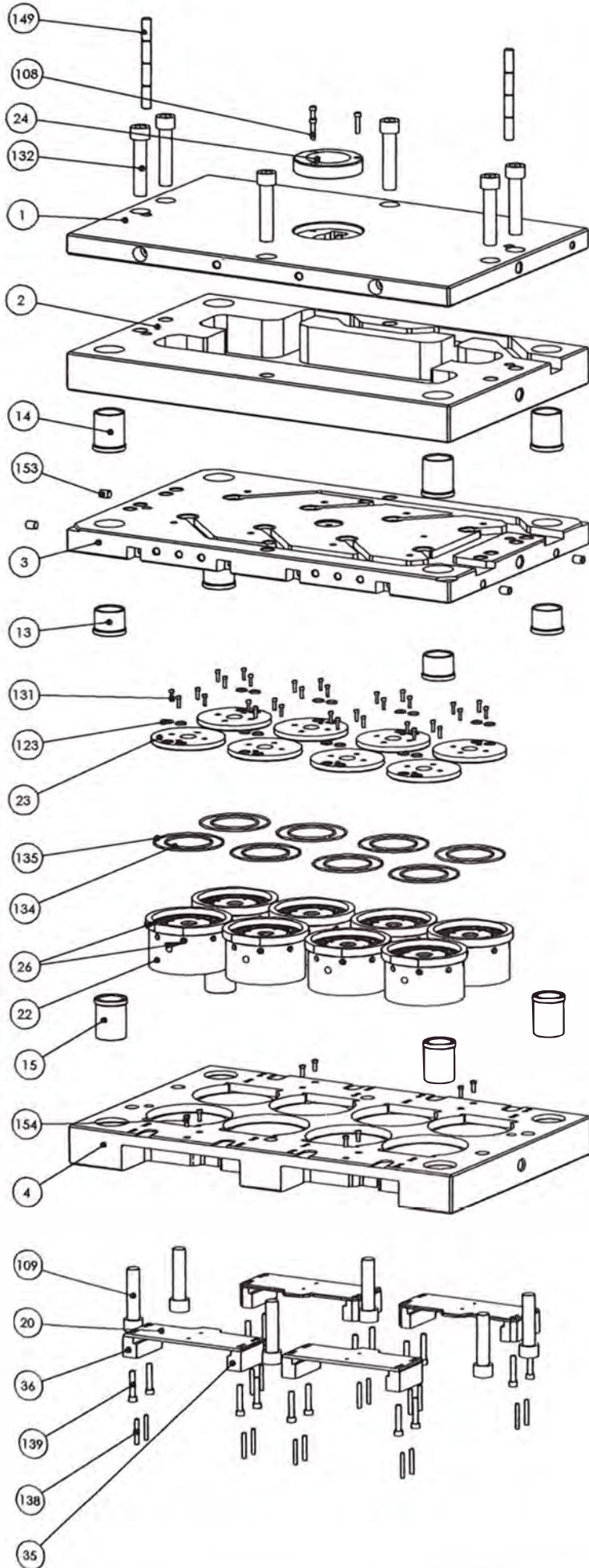
formador (cavidades, núcleos y punzones), facilitado esto por el uso de acoples rápidos.

6) Se recomienda dar al molde nuevo el mismo programa de mantenimiento preventivo que tiene el molde base, por tratarse de moldes similares.

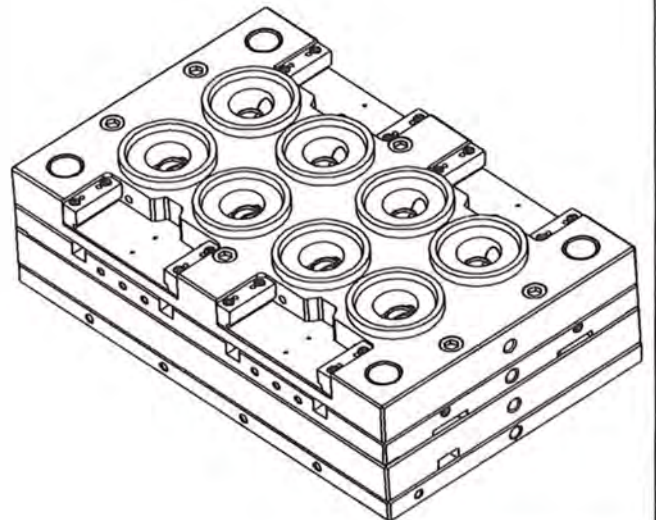
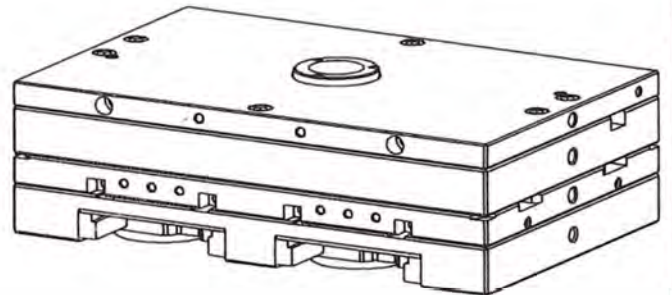
## PLANOS



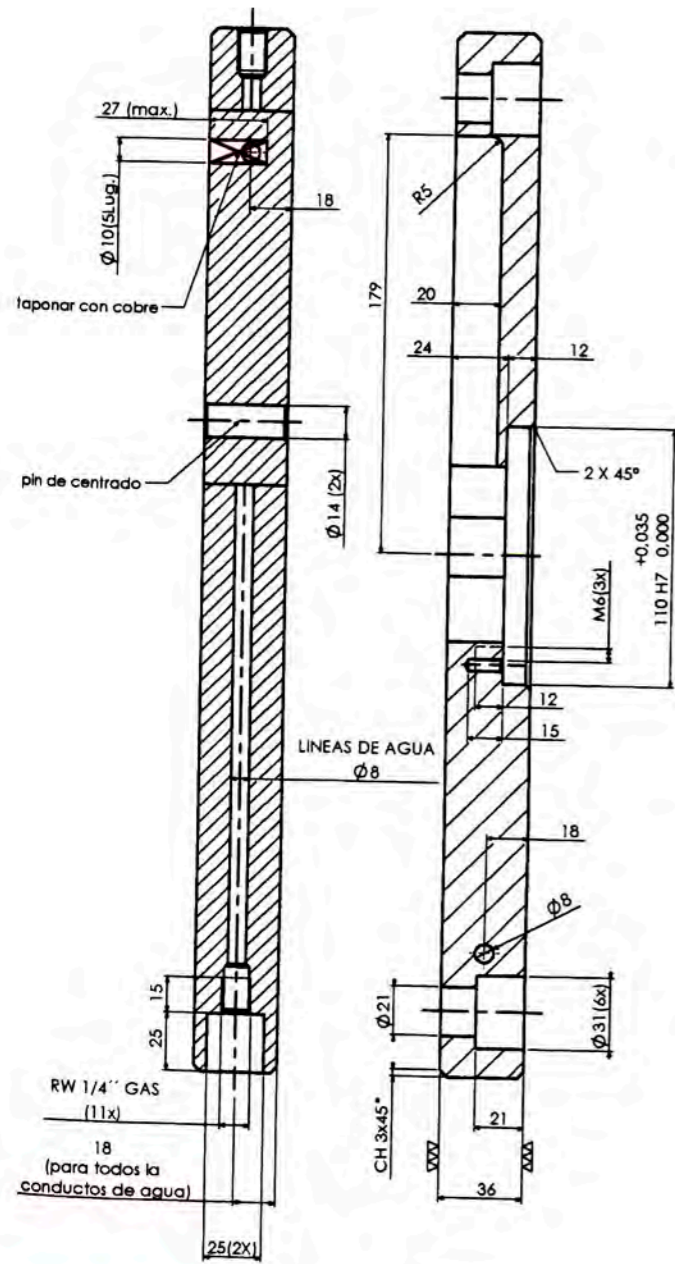
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERMA.	DUR.HRC
38	CASQUILLO TPO 2, S.SUP.	4	SAE 8420	Ø40x64x3	C.Y.T	40 HRC
39	CASQUILLO TPO 3, S.SUP.	4	SAE 8420	Ø40x64x5	C.Y.T	40 HRC
199	SCREW COUNTERBUNK HEX M4X20	2	MASTIP	MAHNS4X20	---	---
198	RING	8	MASTIP	DIA.M.4.5x1	---	---
197	SOCKET HEAD CAP SCREW M4X10	4	MASTIP	MAHNS4X10	---	---
194	SOCKET HEAD CAP SCREW M4X5	4	MASTIP	MAHNS4X5	---	---
196	DOWEL PIN (NOZLE)	8	MASTIP	D2.X12	---	---
194	MANIFOLD THERMOCLIP THERMOCLIP L175E	4	MASTIP	MANHTC-1000	---	---
193	THERMOCLIP (T/C)	8	MASTIP	---	---	---
192	CEBAMIC CONNECTOR FOR TUBULAR HEATER	8	MASTIP	TUBC1	---	---
191	ADJUSTMENT DISK STEEL D28X3.5	2	MASTIP	ST-000-008	---	---
190	CILINDRO DE PISTON	4	STD	MAH0.8x14	---	---
184	TORNILLO ALLEN	8	STD	Bw 1/4" NPT GAS	---	---
185	TAPON DE S. RING.	4	STD	MANDPFBK40	---	---
182	DOWEL PIN - 8X45 THREADED	1	MASTIP	3F-451-050	---	---
180	HEATER TUBULAR 4.5X1050 mm	4	MASTIP	Ø14x1050	---	---
149	PIE CENTRADOR 3.SUP.	2	SAE 1045 O MBOR	Ø14x1050	---	---
148	EPARRAGO REGULADOR	2	STD	Ø17/2" X 1.180/Ø19/Ø16 X (Ø17/2" X 1.180/Ø19/Ø16) X 1.180/Ø19/Ø16	---	---
147	PIE JALADOR HEXAG.	5	STD	Ø12x1.75x45	---	---
144	ESPIGA EXPULSORA DELANTERA	14	MODULAR MOLD	ES-2 Ø42x80	---	---
144	TORNILLO ALLEN	8	STD	MAH0.7x28	---	---
139	TORNILLO ALLEN	16	STD	MAH1.25x45	---	---
138	ESPIGA	16	AC. P20	Ø44x5	T.Y.R	---
137	ESPIGA EXPULSORA POSTERIOR	8	MODULAR MOLD	ES-2 Ø42x80	---	---
136	SINCRON DE ABRASION	4	HEIMAN	---	---	---
135	ANILLO O' RING 3	8	NITROLO	PARKER 2-155	---	---
134	ANILLO O' RING 4	8	NITROLO	PARKER 2-148	---	---
133	SCREW COUNTERBUNK HEX M4X14	10	MASTIP	MAHNS4X14	---	---
132	TORNILLO ALLEN	4	STD	M20x2.5x100	---	---
131	GUANO ALLEN	44	STD	MAH0.7x16	---	---
128	REG. AGUA EXPULSORA	8	SAE 1045	Ø60x4. MAH19	---	---
127	RESORTE	8	AC. P.FRES.	---	---	---
124	ANILLO O' RING 2	8	NITROLO	PARKER 2-124	---	---
123	ANILLO O' RING 1	8	NITROLO	PARKER 2-148	---	---
122	TORNILLO ALLEN	4	STD	M20x2.5x200	---	---
121	ANILLO O' RING 6	32	NITROLO	PARKER 2-112	---	---
120	TORNILLO ALLEN	10	STD.	M10x1.5x40	---	---
119	TOPE PL. RETENCION	10	MODULAR MOLD	EA-1 Ø14x21	---	---
118	CASQUILLO S. INF.	6	MODULAR MOLD	ESU-2 Ø28x40	---	---
117	TORNILLO ALLEN	32	STD.	MAH1.20	---	---
116	TORNILLO ALLEN	4	STD.	M10x1.5x70	---	---
115	TORNILLO ALLEN	16	STD.	Ø14x120	---	---
114	CILINDRO HIDRAULICO	4	AUTOMACION	2" CIENSO : 35 mm	---	---
112	TORNILLO ALLEN	8	STD.	MAH1.90	---	---
111	TUERCA	4	STD.	M16x2	---	---
110	TORNILLO ALLEN	12	STD.	M12x1.75x60	---	---
109	TORNILLO ALLEN	9	STD	M20x2.5x90	---	---
108	TORNILLO ALLEN	3	STD	MAH30	---	---
107	BRAND HEATER WITH THERMOCLIP	1	MASTIP	MANHTC020/20	---	---
106	SPRUE RUN NOZLE	1	MASTIP	MANHTC020/20	---	---
105	MANIFOLD	1	MASTIP	MANHTC020/20	---	---
104	LOCATOR TITANIUM D44X15	1	MASTIP	MANHTC020/20	---	---
103	SPACER TITANIUM D28X3.5	15	MASTIP	MANHTC020/20	---	---
102	ADJUSTMENT DISK STEEL D28X3.5	10	MASTIP	ST-000-004	---	---
101	NOZLE	8	MASTIP	MYTT 14045-10	---	---
37	ARO REFRIG. 1	8	AC. INOX.	Ø81x12	---	---
36	GUIA DE CARRO-B	4	Cr.Ni.Ce	25x35x80	C.Y.T	54 Rc
35	GUIA DE CARRO-A	4	Cr.Ni.Ce	25x35x80	C.Y.T	54 Rc
32	SOPORTE	4	SAE 1045	Ø70x110	---	---
31	PERNO EXPULSOR	4	SAE 4140	32x49x176	BONIF.	NITRUL.
30	CARRO	4	P.20	32x49x176	---	---
29	SOPORTE SINCRON	4	SAE 1045	20x38x40	---	---
28	ACOPLE CILINDRO	4	SAE 1045	20x38x40	---	---
27	SOPORTE CILINDRO	4	SAE 1045	52x108x131	---	---
26	DEFLECTOR	148	LATON	VM 9023. POC. 12 Y POC. 22	---	---
24	ARO CENTRADOR	1	SAE 1045	Ø122x23	---	---
23	ARO REFRIG. 2	8	AC. INOX.	Ø91x12	---	---
22	POSTO CAVIDAD	8	STAVAX	Ø136x83	T.Y.R	52 HRC
20	NIVELADOR DE CARRO	4	AMUTIT	50x97x62x16	T.Y.R	54 Rc
19	AGUA DIFUSOR	8	MODULAR MOLD	ES-1 Ø14x80	---	---
18	POSTOS-NUCLEO DIFUSOR	8	AMUTIT	Ø13.2 x 98.4	T.Y.R	54 Rc
17	ARO EXPULSOR	8	CALMAX 240	Ø87.5x126x66	---	---
16	NUCLEO-TOBERA	8	H13	Ø9x130.37	T.Y.R	54-54 Rc
15	CASQUILLO TPO 1, S.SUP.	4	SAE 8420	Ø40x64x8	C.Y.T	40 HRC
14	CASQUILLO S. EXPULSOR	4	SAE 8420	Ø40x64x11	C.Y.T	40 Rc
13	GUIA	4	SAE 8420	Ø52x241	C.Y.T	58 Rc
12	POSTO-NUCLEO	8	H13	Ø105x134	T.Y.R	50-52 Rc
11	PL. DE RETENCION	1	SAE 1045	20x27x700	---	---
10	PLACA BASE MOVIL	1	SAE 1045	364x46x700	---	---
9	BLOQUE PUENTE	2	SAE 1045	70x110x700	---	---
8	PLACA SUFRIDERA	1	SAE 1045	464x46x700	---	---
7	PL. DE FIGURA MOVIL	1	SAE 1045	464x46x700	---	---
6	PL. EXPULSORA	1	P.20	Ø14x46x700	BONIF.	---
5	PL. DE FIGURA FIJA	1	P.20	Ø14x46x700	BONIF.	---
4	PL. PORTA PICOS	1	SAE 1045	42.8x44x6700	---	---
3	PL. PORTA MANIFOLD	1	SAE 1045	45.8x44x6700	---	---
2	PLACA BASE FIJA	1	SAE 1045	364x46x700	---	---
1	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERMA.	DUR.HRC



154	TORNILLO ALLEN	8	STD	M5x0.8x16	-----	-----
153	TAPON DE S. REFRIG.	4	STD	Rw 1/4" NPT GAS	-----	-----
149	PIN CENTRADOR S.SUP	2	SAE 1045 O MENOR	Ø14x158	-----	-----
139	TORNILLO ALLEN	16	STD	M8x1.25x45	-----	-----
138	ESPINA	16	Ac. P1a.	Ø6x45	TY R	-----
135	ANILLO O' RING 3	8	NITRILO	PARKER 2-155	-----	-----
134	ANILLO O' RING 4	8	NITRILO	PARKER 2-148	-----	-----
132	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x100	-----	-----
131	TORNILLO ALLEN	32	STD	M4x0.7x16	-----	-----
123	ANILLO O' RING 5	16	NITRILO	PARKER 2-112	-----	-----
109	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x90	-----	-----
108	TORNILLO ALLEN	3	STD	M6x30	-----	-----
39	CASQUILLO TIPO 3. S.SUP	4	SAE 8620	Ø40x48x65	C Y T	60 HRc
38	CASQUILLO TIPO 2. S.SUP	4	SAE 8620	Ø40x48x42	C Y T	60 HRc
36	GUIA DE CARRO-B	4	Cr.Ni.Ce	25x35x80	C Y T	56 Rc
35	GUIA DE CARRO-A	4	Cr.Ni.Ce	25x35x80	C Y T	56 Rc
26	DEFLECTOR	120	LATON	1x8x53 (verticales) 1x8x36 (radiales)	-----	-----
24	ARO CENTRADOR	1	SAE 1045	Ø102x23	-----	-----
23	ARO REFRIG.2	8	Ac. Inox.	Ø81x12	-----	-----
22	POSTIZO CAVIDAD	8	STAVAX	Ø136x83	TY R	52 HRc
20	NIVELADOR DE CARRC	4	AMUTIF	5.03x96x215	TY R	54 Rc
15	CASQUILLO TIPO 1. S.SUP	4	SAE 8620	Ø40x48x68	C Y T	60 HRc
4	PLDE FIGURA FIJA	1	P-20	68x446x700	BONIF.	-----
3	PL. PORTA PICOS	1	SAE 1045	42.8x446x700	-----	-----
2	PL. PORTA MANIFOLD	1	SAE 1045	65.6x446x700	-----	-----
1	PLACA BASE FIJA	1	SAE 1045	36x446x700	-----	-----
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.FERM.	DUR.HRC

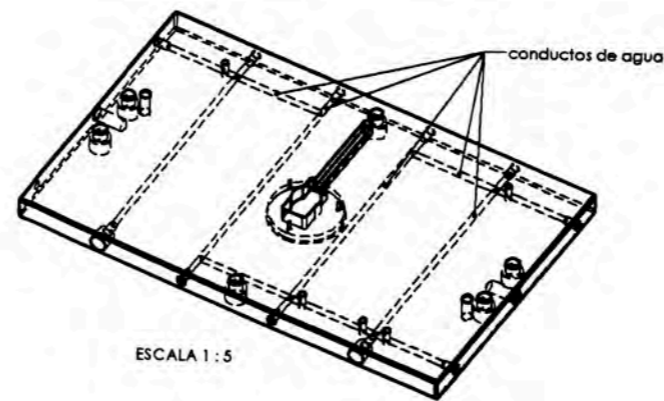
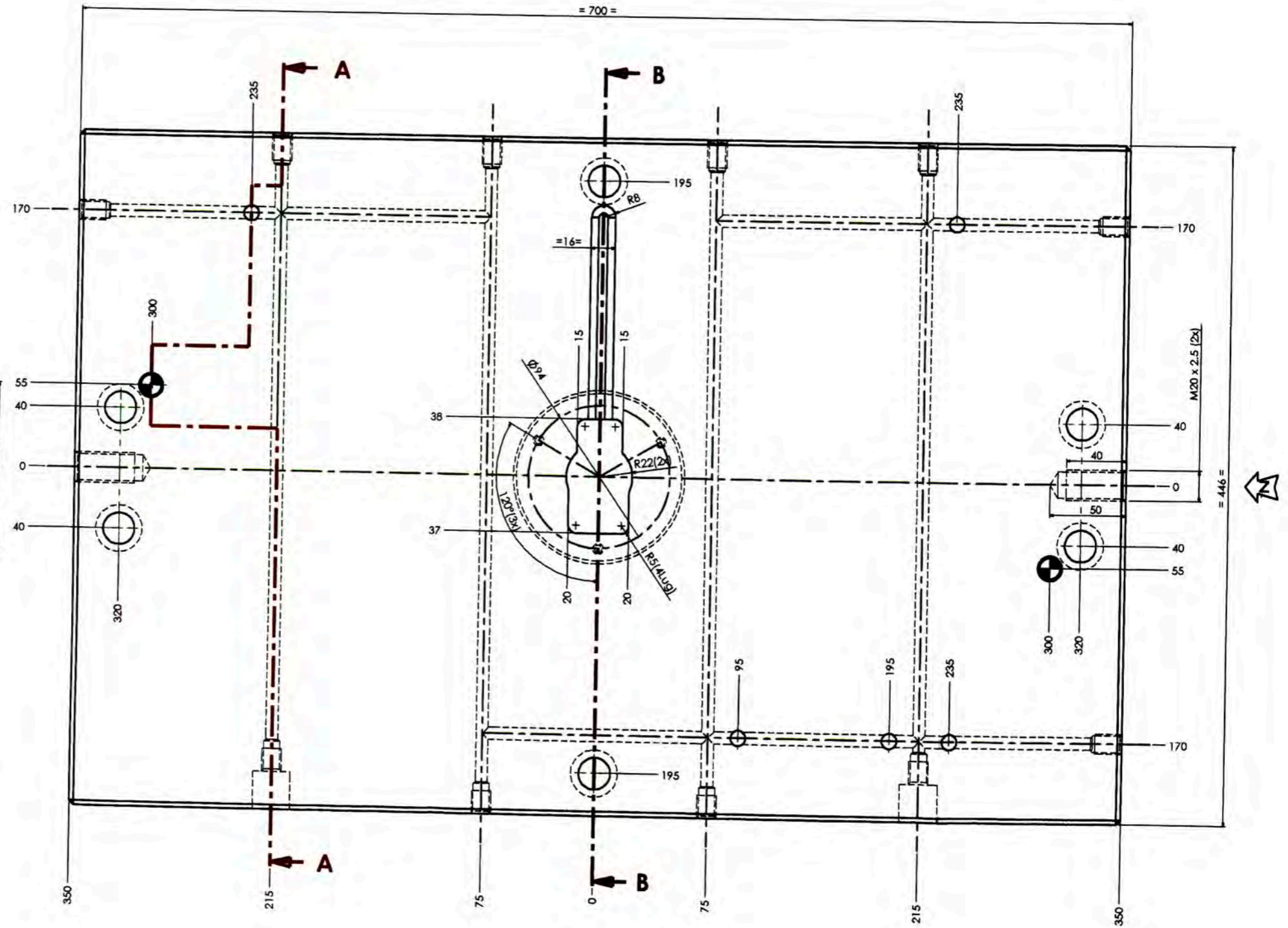
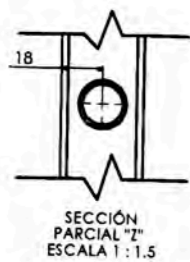


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
DES. N°	PRO. N°	REV. N°	FECH.
MRGG	AHAR	AHAR	17-12-07
TITULO			
SISTEMA SUPERIOR			
OBJETO			
MOLDE TAPA NUEVA			
ESCALA	ESC. : 1 : 0.	HOJA	A - 2



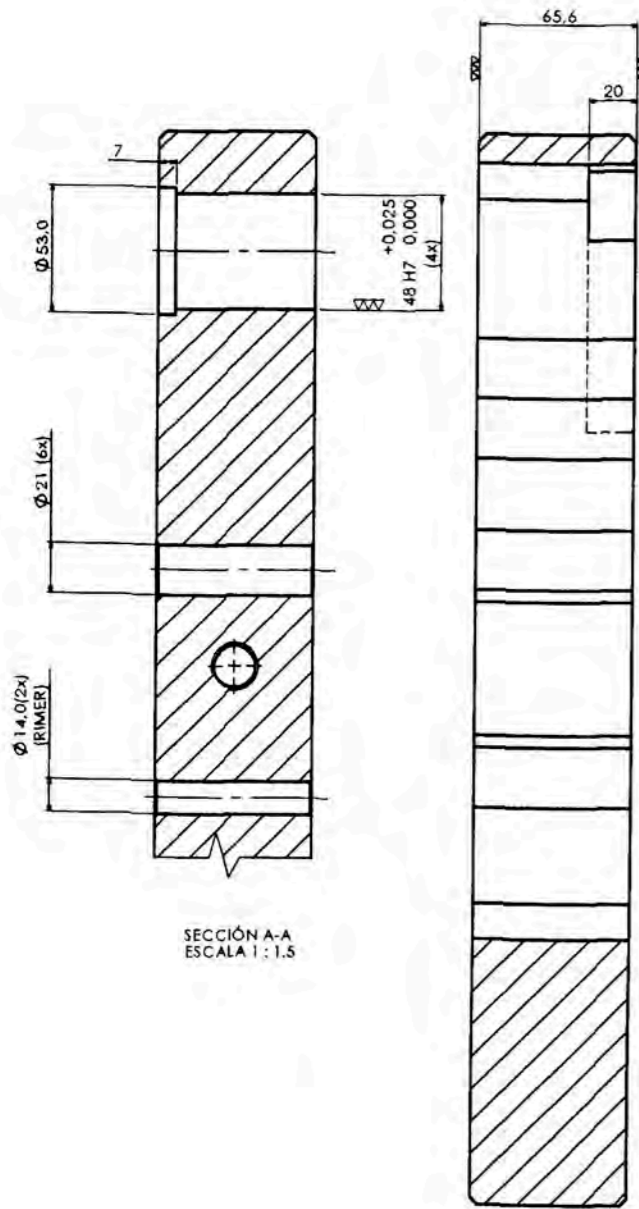
SECCIÓN A-A  
 ESCALA 1:1.5

SECCIÓN B-B  
 ESCALA 1:1.5



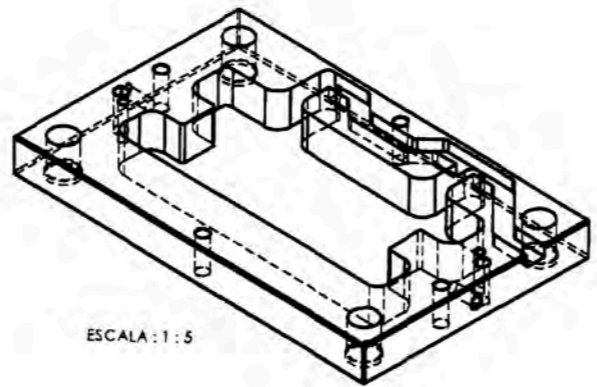
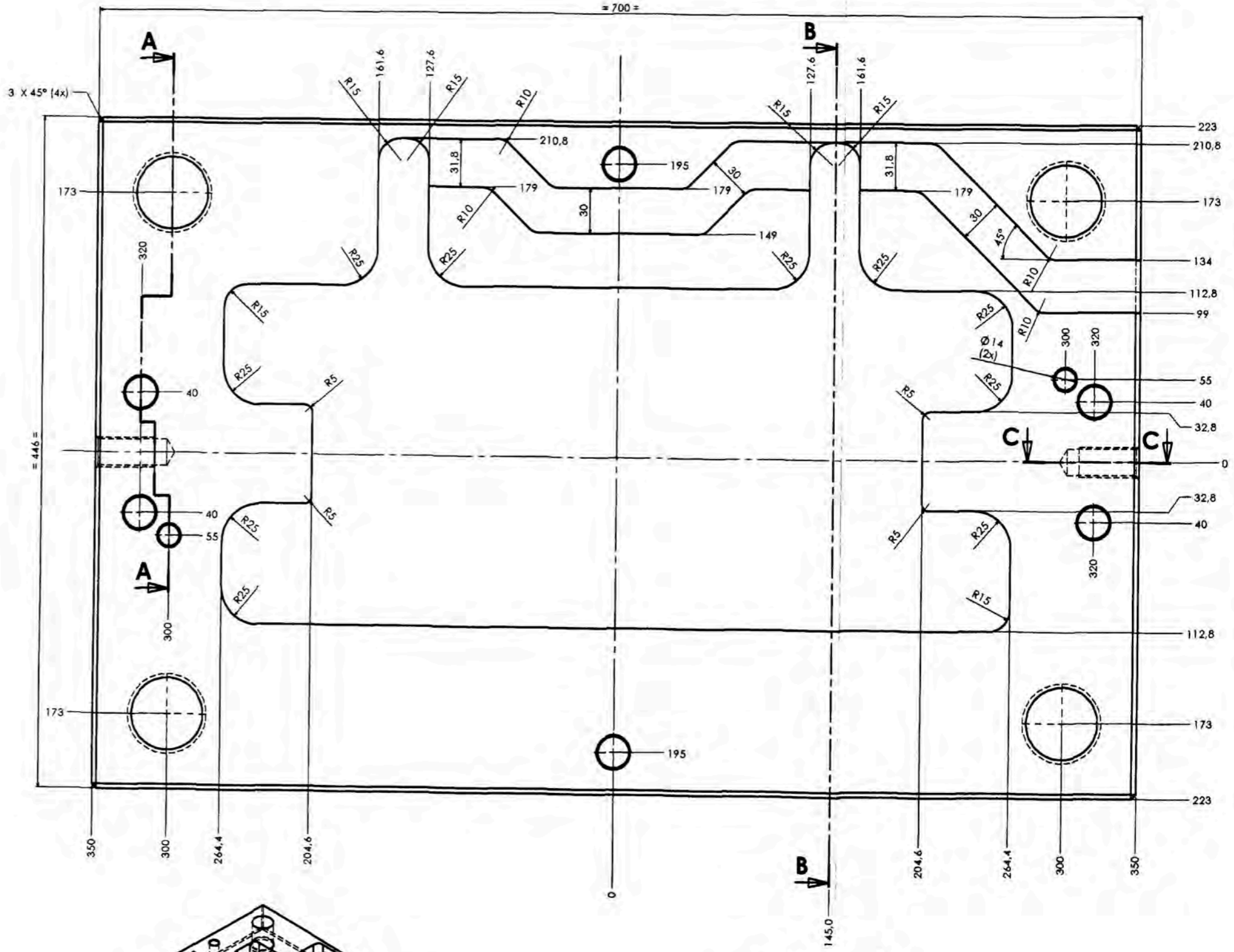
MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 +/-0.2 10.0 +/-0.1 10.00 +/-0.05 10.000 +/-0.03	MRGG AHAR AHAR 99-02-08
DUREZA HRC: —	ANGULAR: 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"	<b>POS. 01</b> PLACA SUPERIOR
		LINEA DE ENVASES
		ESC. 1:1.5 T. PLACA: A-7



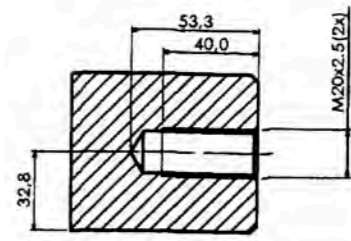


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1.5

SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 1.5

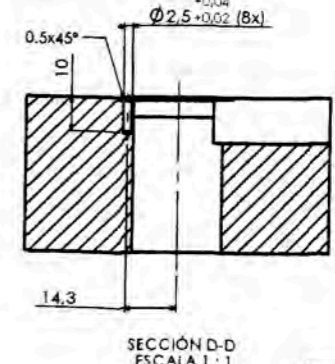
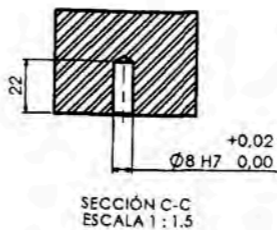
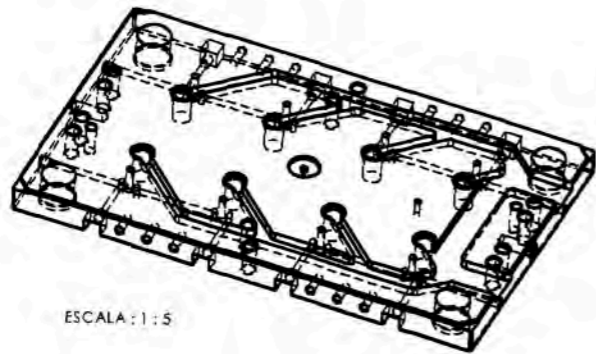
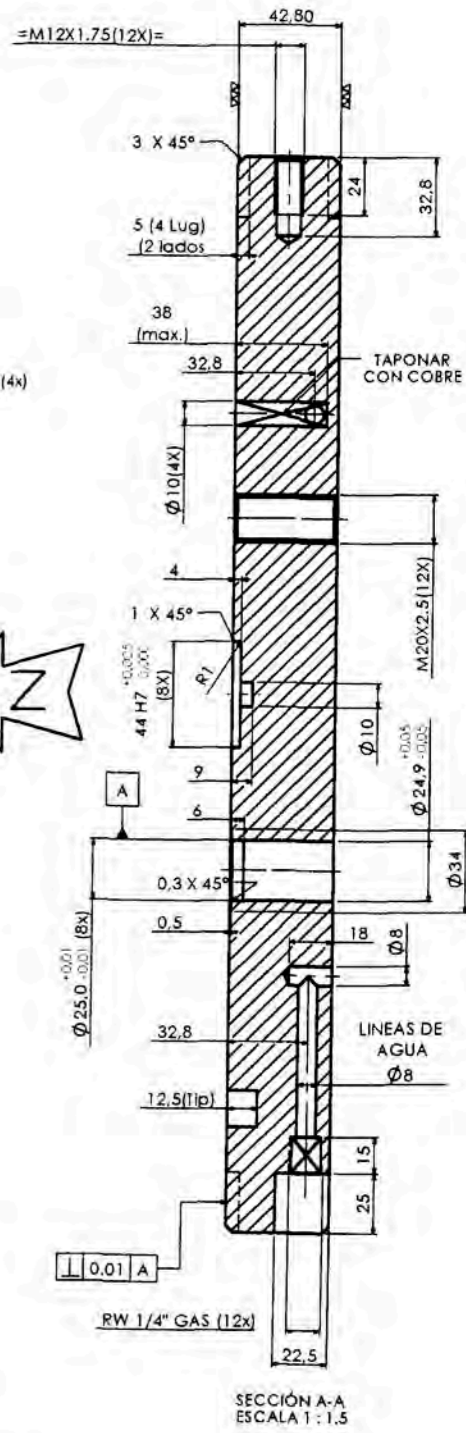
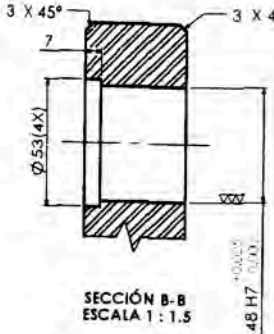
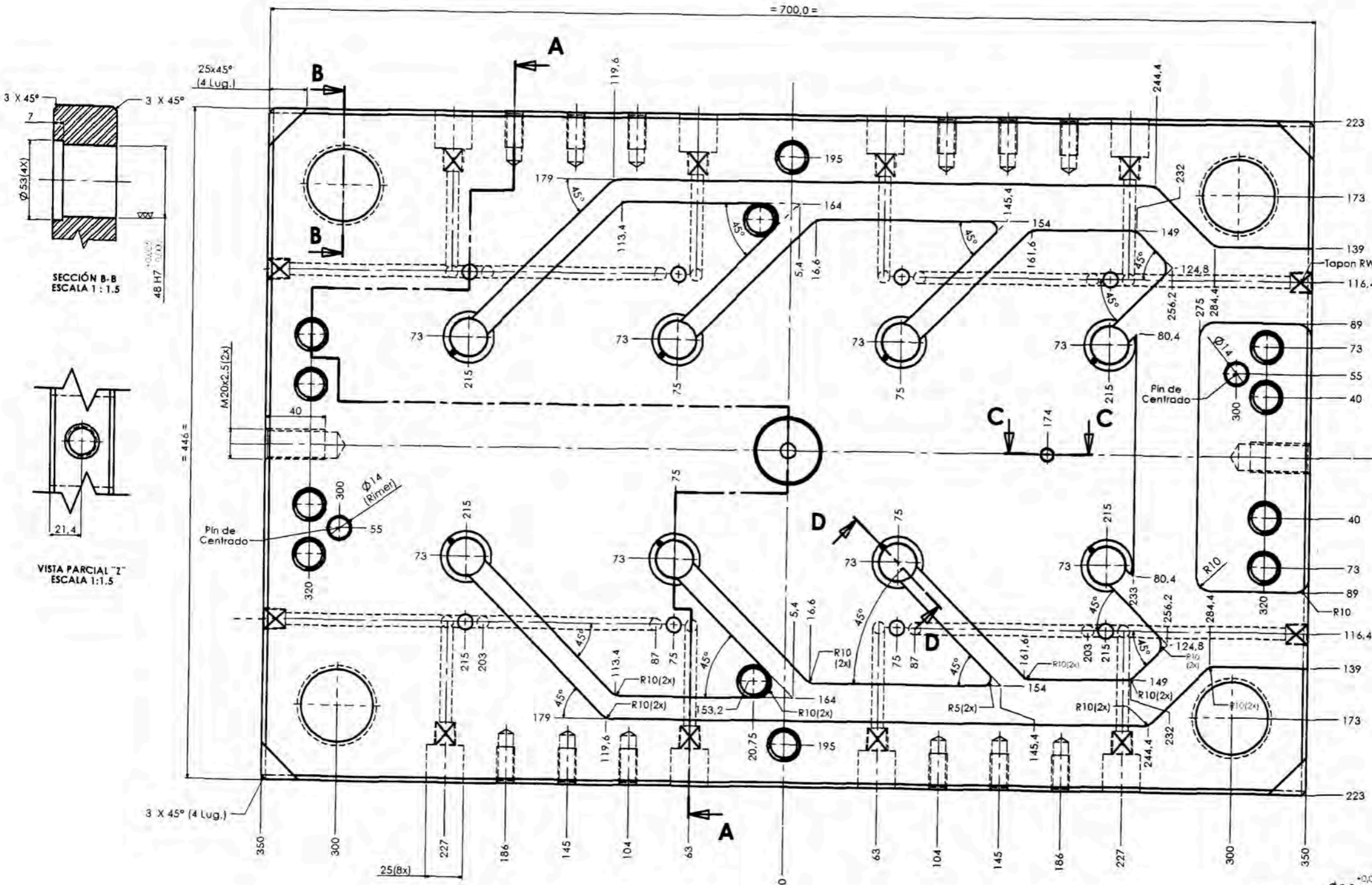


ESCALA : 1 : 5

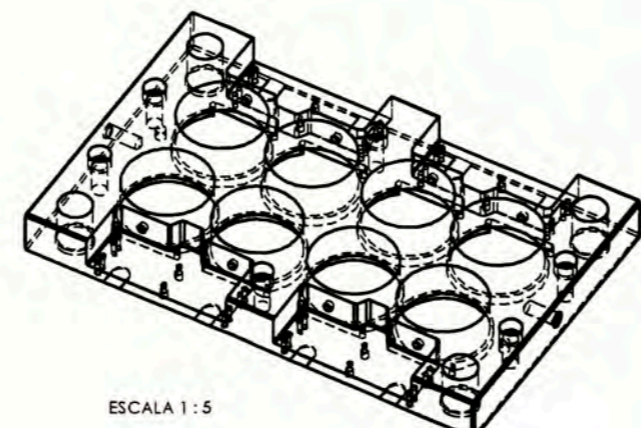
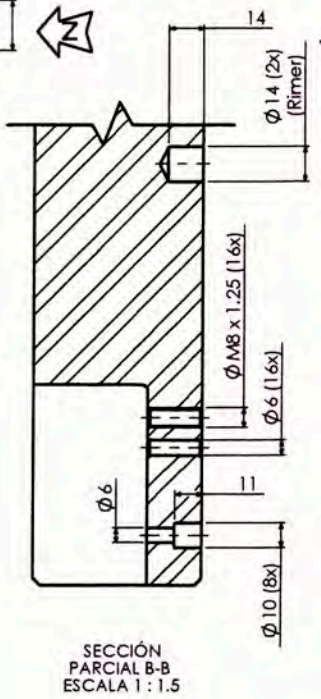
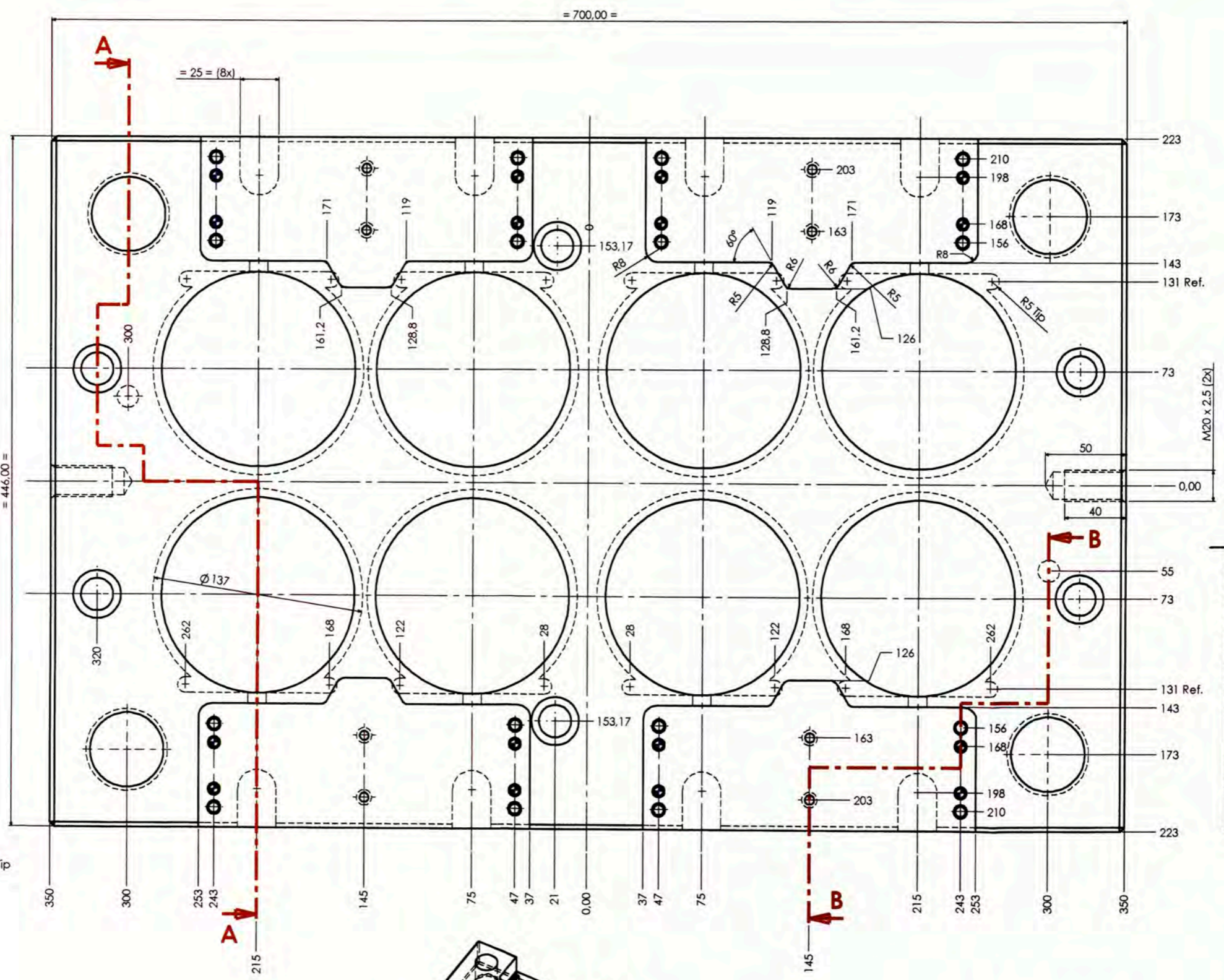
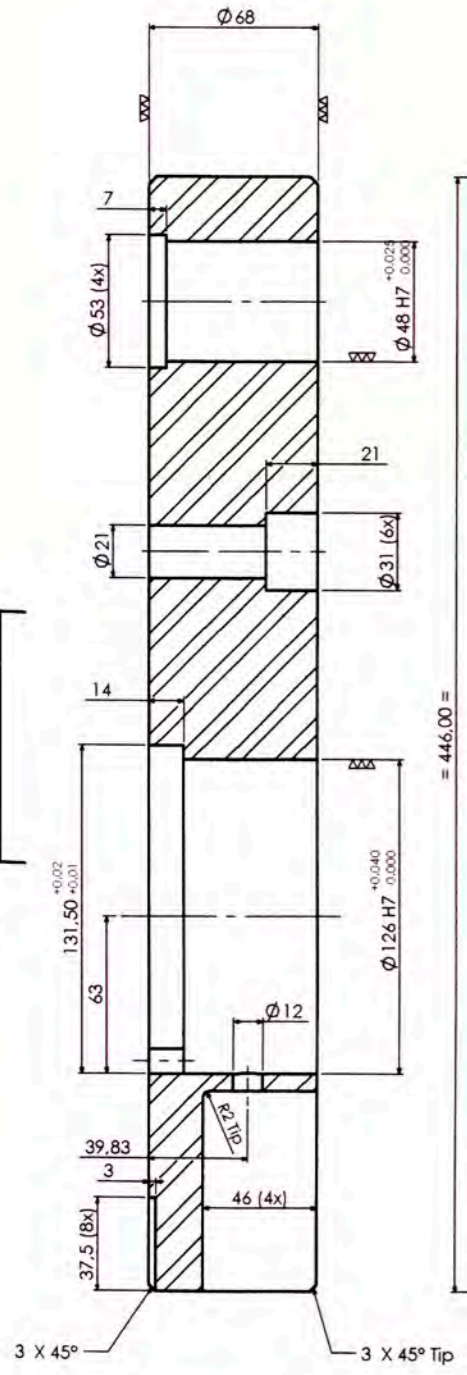
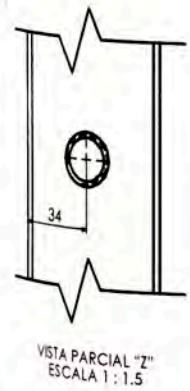


SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 1.5

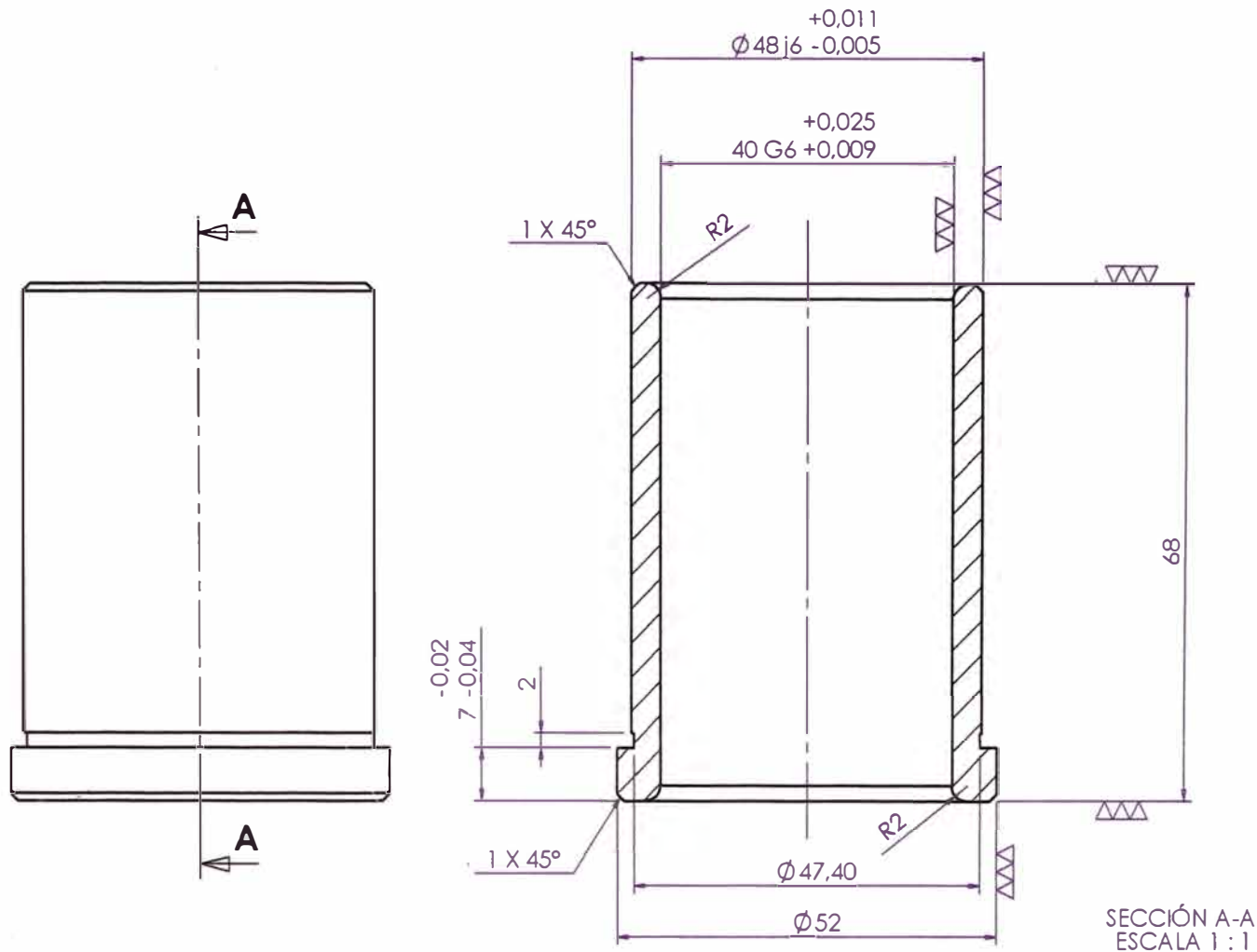
MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 +/0.2 10.0 +/0.1 10.00 +/0.05 10.000 +/0.003	PL. PORTA MANIFOLD
DUREZA HRC:	ANGULAR: 10° +/1° 10°20' +/30' 10°00'30" +/10"	PL. PORTA MANIFOLD
		PL. PORTA MANIFOLD
		LINEA DE ENVASES
		ESCALA : 1 : 1.5
		HOJA : A - 1



MATERIAL:		TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
SAE 1045		LINEAL:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
TRAT. TERMICO:		10 ±0.2		MAGG KAR ALAR 03-03-06	
SIN TRAT.		30.0 ±0.1		POS. 03	
DUREZA HRC:		10.00 ±0.05		PL. PORTA FOTOS	
		10.000 ±0.03		LINEA DE ENVASES	
		ANGULAR:		ESC.: 1:1.5	
		10° ±1°		HOJA: A-1	
		10°30' ±30'			
		10°00' 30' ±10'			



MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 $\pm 0.2$ 10,0 $\pm 0.1$ 10,00 $\pm 0.05$ 10,000 $\pm 0.03$	W.R.G. X.B.A.R. A.H.A.R. 21-01-08
DUREZA HRC:	ANGULAR:	PL. PORTA HEMBRA
		<b>POS.04</b>

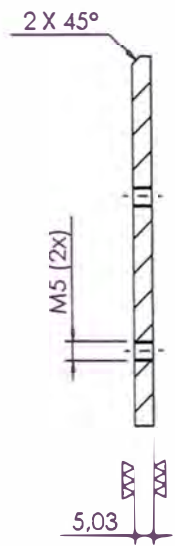


CANTIDAD: 04

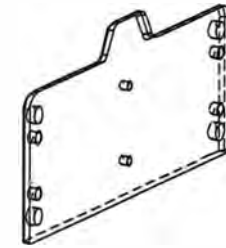
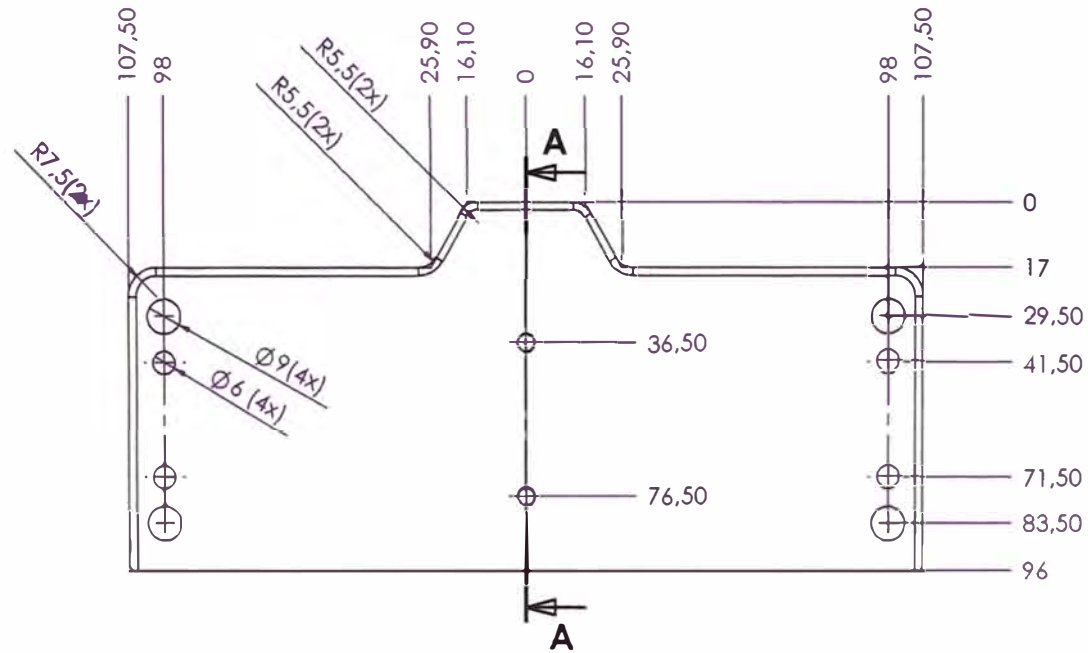
PRE- ACABADO:  
 DEJAR +/-0.2 mm EN LOS DIAMETROS  
 INTERNO Y EXTERNO SEGUN SEA EL CASO  
 (ANTES DE CEMENTAR)

MATERIAL: 7210	TOLERANCIA				UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA								
	TRAT. TERMICO: CEMENTADO	LINEAL:	10	+/-0.2	DES. BY	M.R.G.G.	DET. BY	A.H.A.R.	CHK. BY	A.H.A.R.	DATE	21-01-08	
DUREZA HRC. :			10,0	+/-0.1	<b>POS.15-1</b> TITLE: BUJE TIPO 1, S.SUP.								
		10,00	+/-0.05										
		10,000	+/-0.03	MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO									
		ANGULAR:	10°	+/-1°	JOB NO.	ESCALA : 1 : 1				SHEET	1	TOP SHEETS	1
			10°30'	+/-30'									
			10°00'30"	+/-10"									

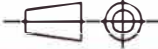


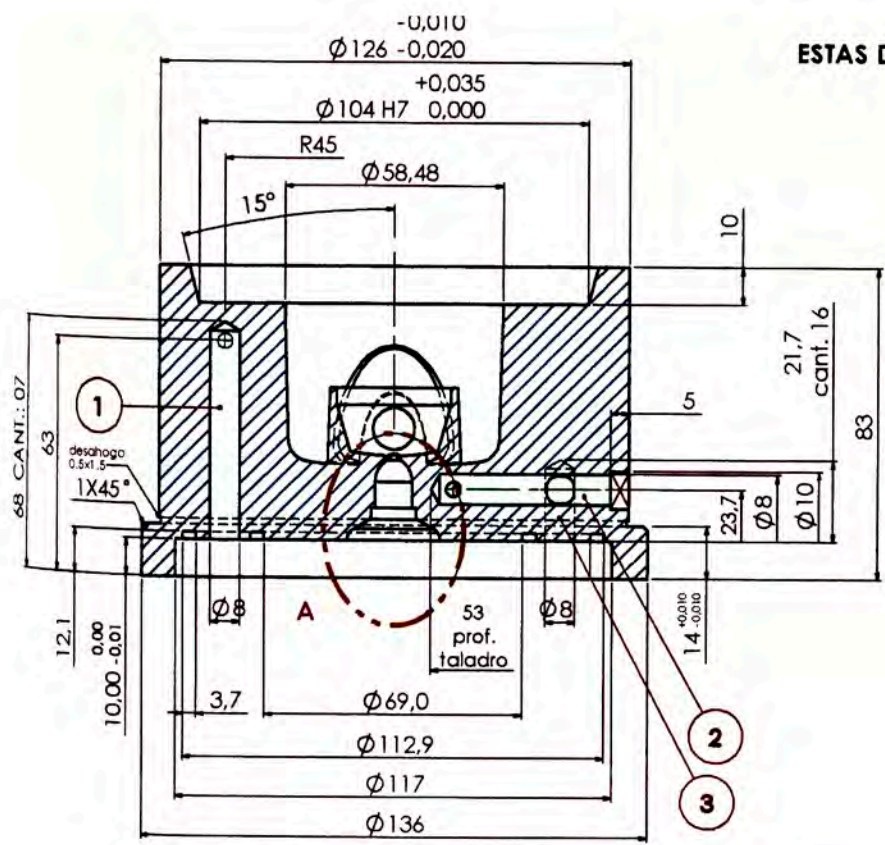


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2

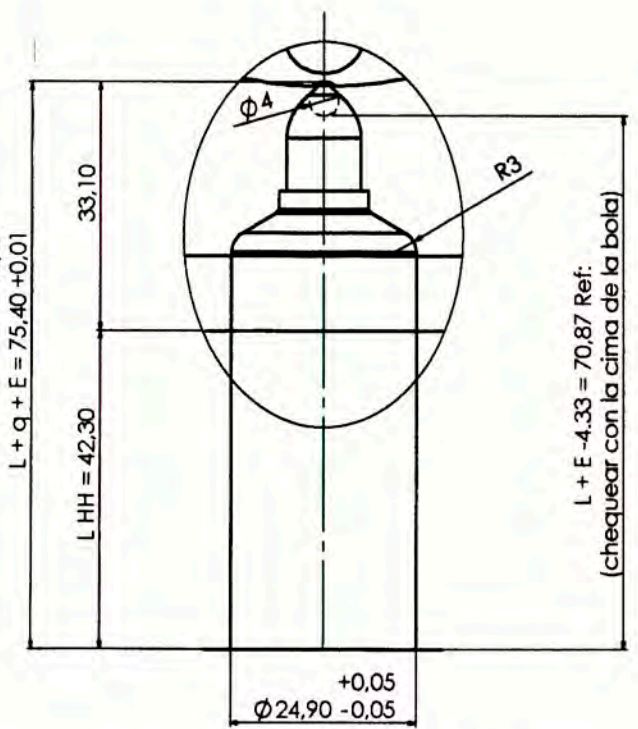
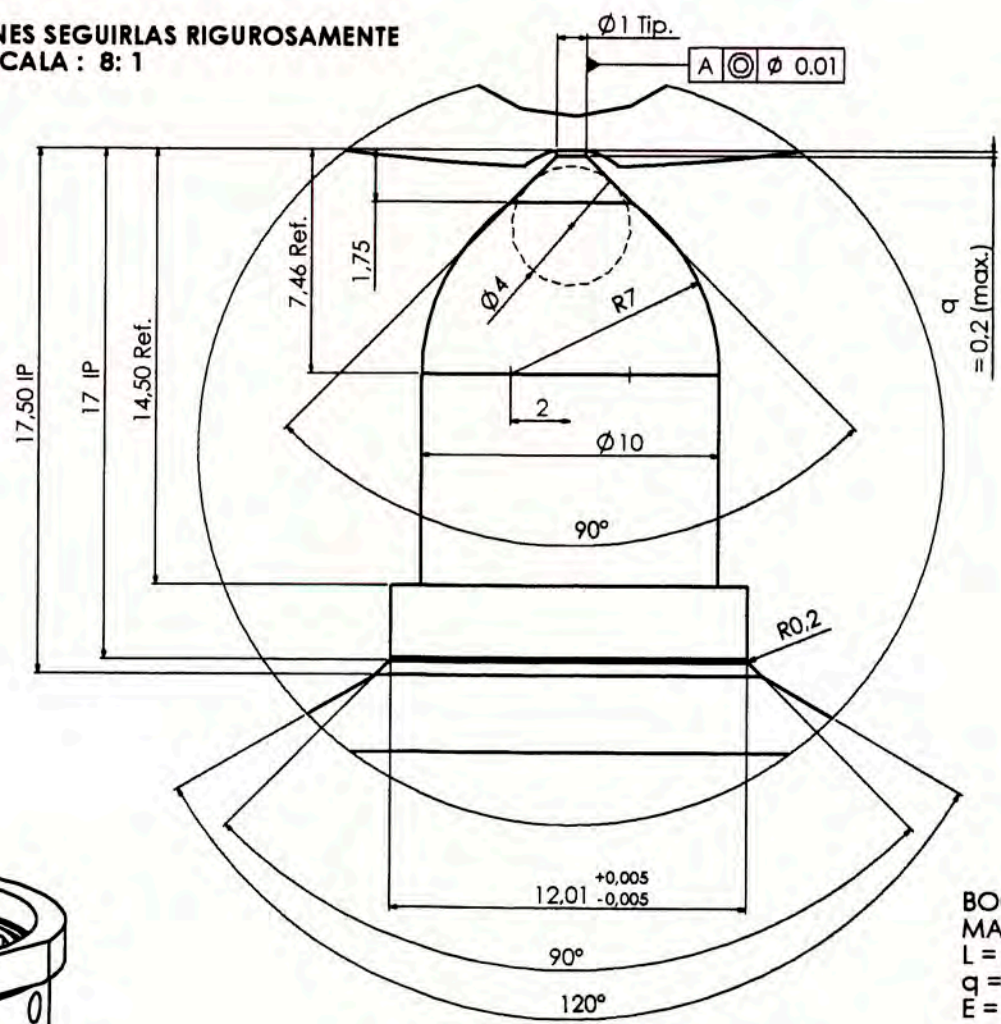


ESCALA 1 : 4

MATERIAL: AMUTIT	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA								
	LINEAL:										
TRAT. TERMICO: NITRURACION	10	+/-0.2	DES. BY	M.R.G.G.	DET. BY	A.H.A.R.	CHK. BY	A.H.A.R.	DATE	21-01-08	
	10,0	+/-0.1	TITLE:		POS.20		SUFRIDERA				
	10,00	+/-0.05	MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO								
DUREZA HRC. :	10,000	+/-0.03	ANGULAR:								
	10°	+/-1°	JOB NO.		ESCALA : 1 : 2		SHEET		OF SHEETS		
	10°30'	+/-30'									
	10°00'30"	+/-10"									

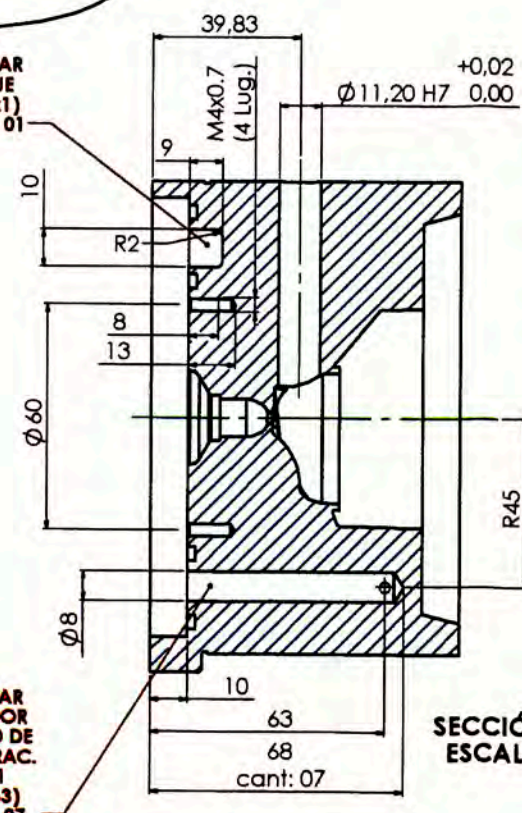
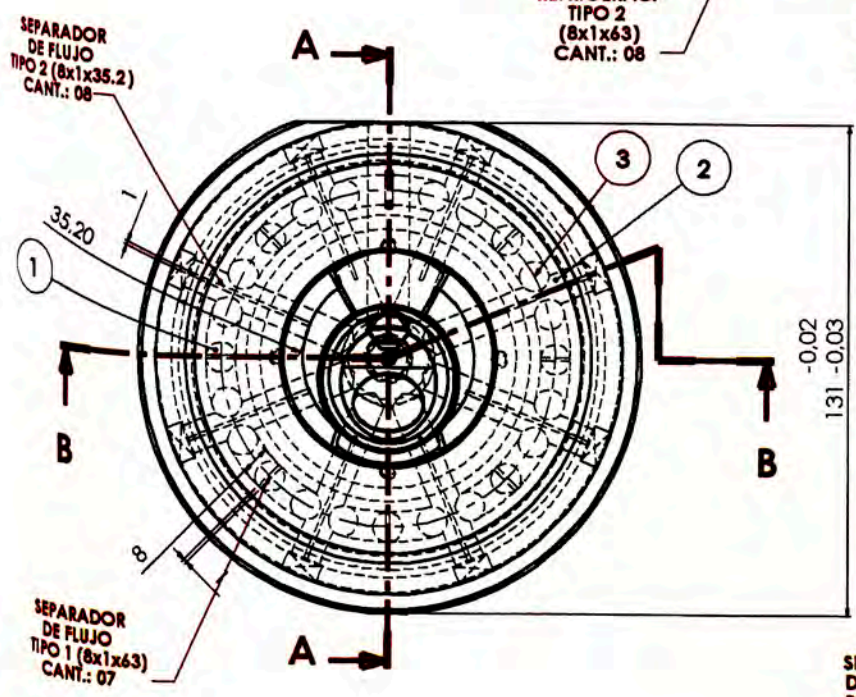


ESTAS DIMNSIONES SEGUIRLAS RIGUROSAMENTE  
ESCALA : 8 : 1

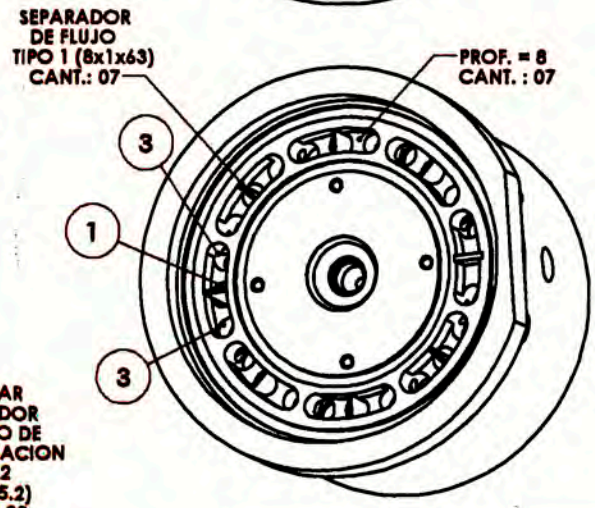
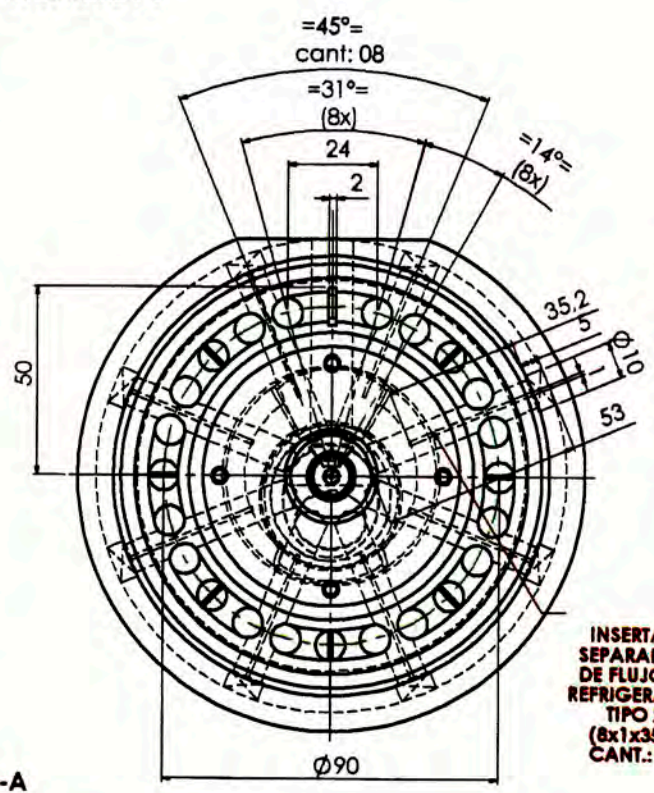


DETALLE "A" ESCALA 2 : 1  
(ALOJAMIENTO DE BOQUILLA INYECTORA)

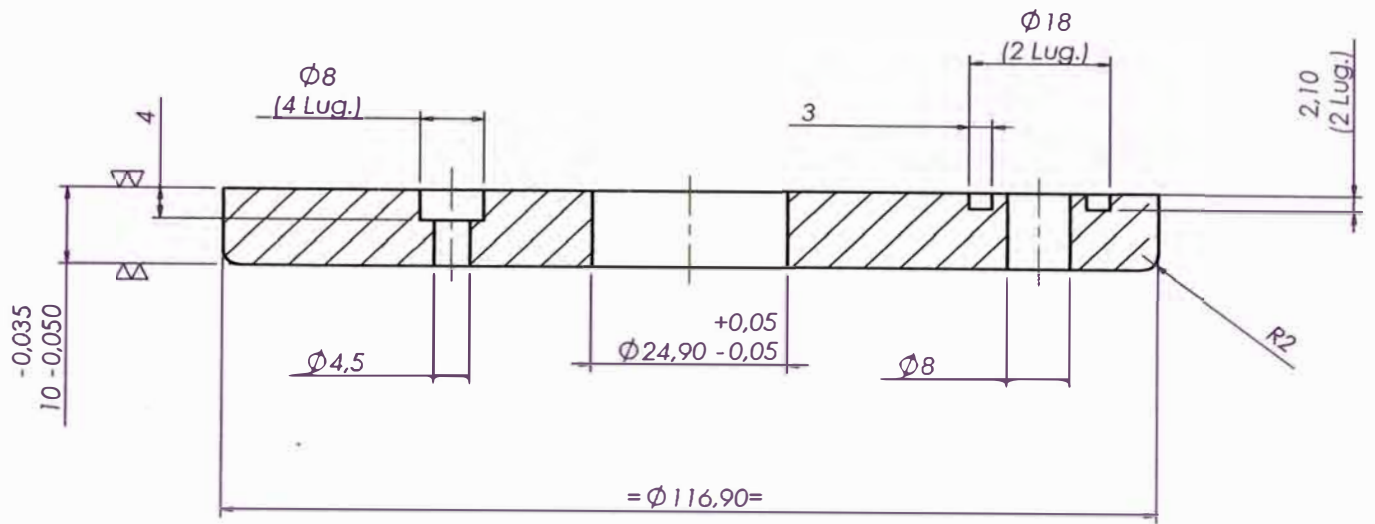
DETALLE S  
ESCALA 8 : 1



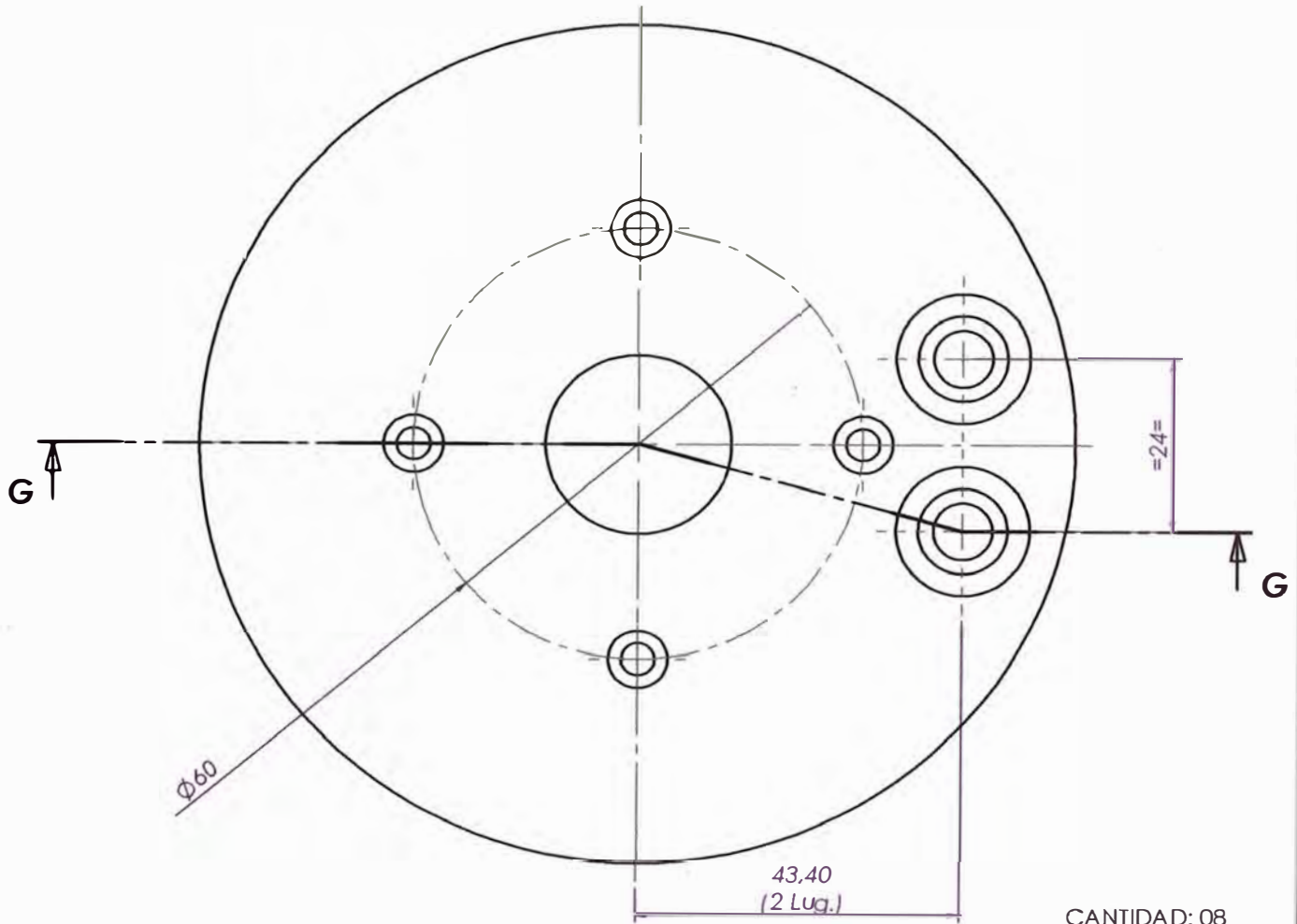
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 1




MATERIAL: STAVAX	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: T y R	LINEAL: 10 ±0.2 10.0 ±0.1 10.00 ±0.05 10.000 ±0.03	POS.22
DUREZA HRC: 52 Rc.	ANGULAR: 10° ±1° 10°30' ±20'	MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

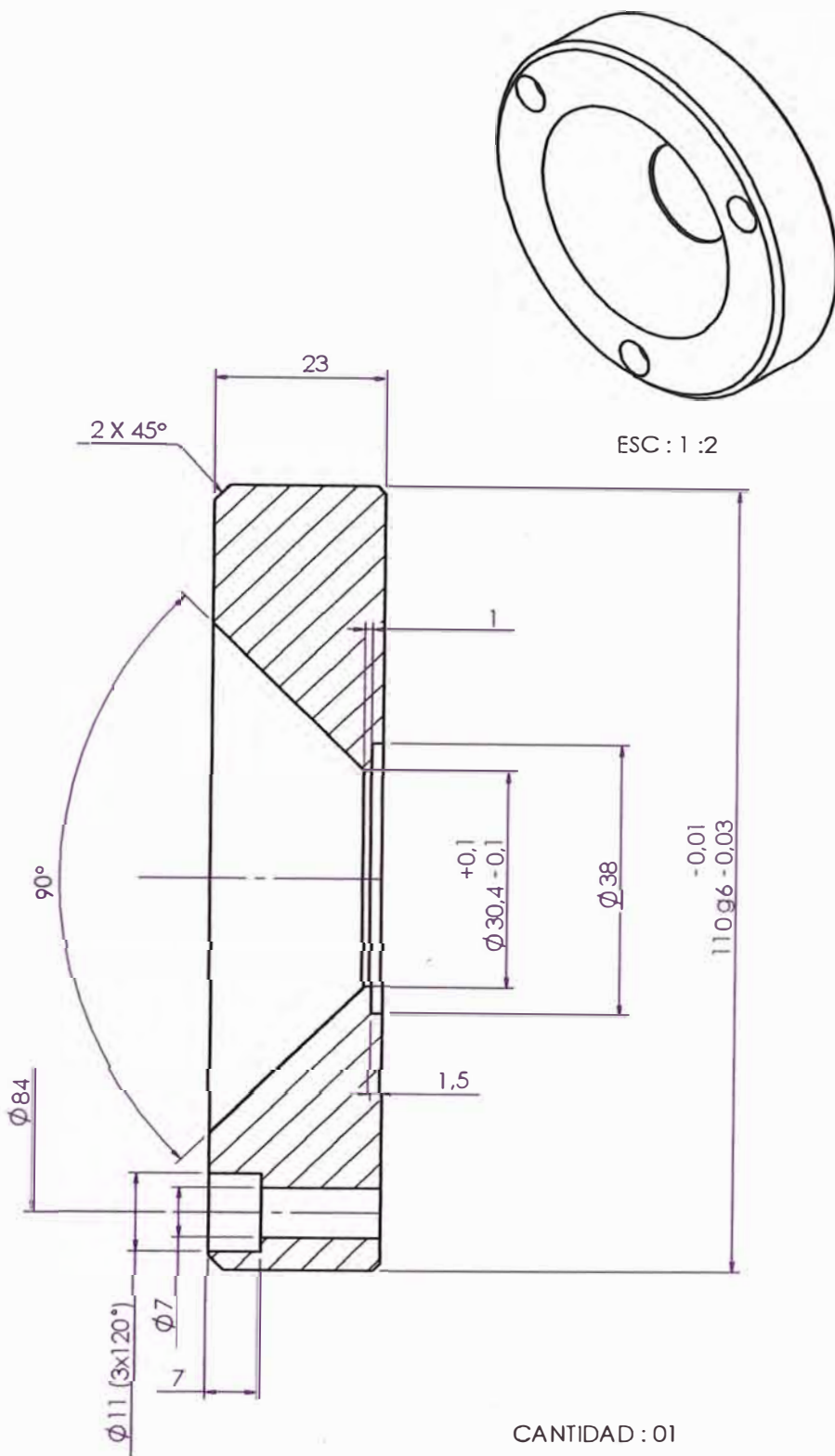


SECCIÓN G-G  
ESCALA 1 : 1



CANTIDAD: 08

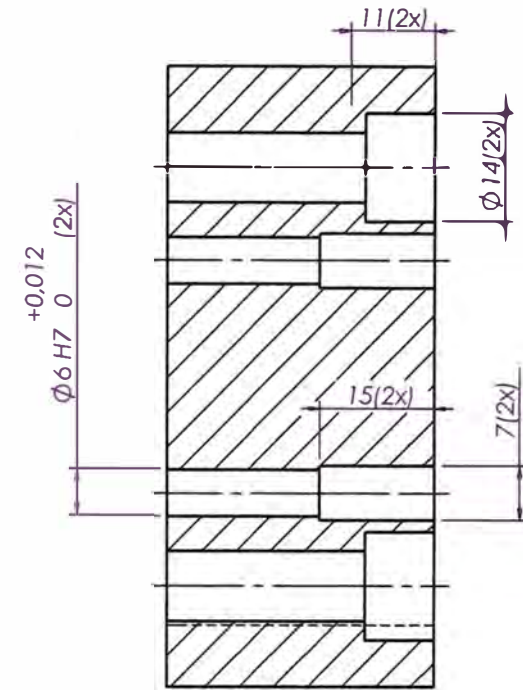
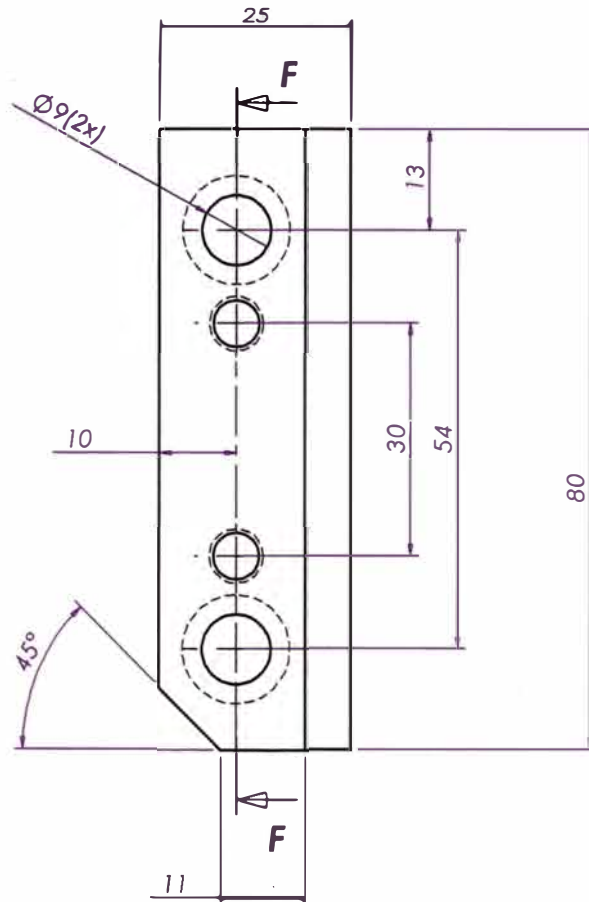
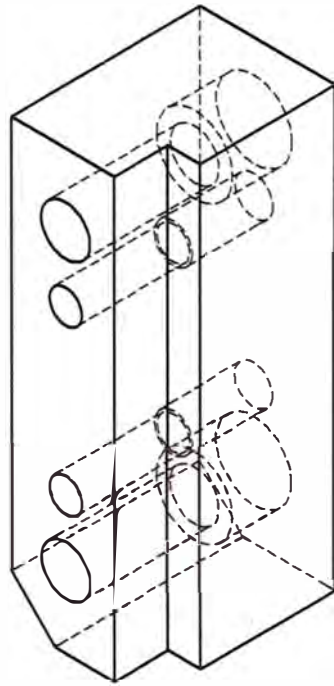
MATERIAL: Ac. INOX. 304	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				
	TRAT. TERMICO: -----	LINEAL: 10    +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03	DES. BY M.R.G.G.	DET. BY A.H.A.R.	CHK BY A.H.A.R.	DATE 21-01-08
DUREZA HRC.: -----	ANGULAR: 10°    +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"	POS.: 23	TITLE: ARO REFRIG. 2			
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO				
		JOB NO.	ESCALA : 1 : 1		SHEET OF SHEETS 1 1	



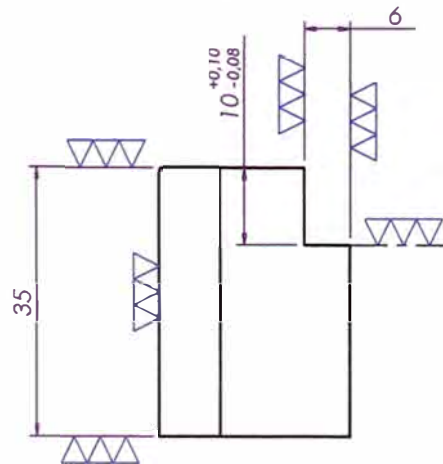
CANTIDAD : 01

MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL: 10    +/-0.2 10,0   +/-0.1 10,00   +/-0.05 10,000   +/-0.03	DES. BY M.R.G.G.	DEL. BY A.H.A.R.	CHK. BY A.H.A.R.	DATE 03-03-08
TRAT. TERMICO: -----	ANGULAR: 10°    +/-1° 10°30'   +/-30' 10°00'30" +/-10"	POS. 24		TITULO ARO CENTRADOR	
DUREZA HRC.: -----		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO			
		JOB NO. ESCALA : 1 : 1	SHEET 1		OF SHEETS 1





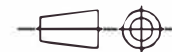
SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 1



MATERIAL:  
Cr.Ni.Ce

TRAT. TERMICO:  
C y T

DUREZA HRC. :  
56 Rc.



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

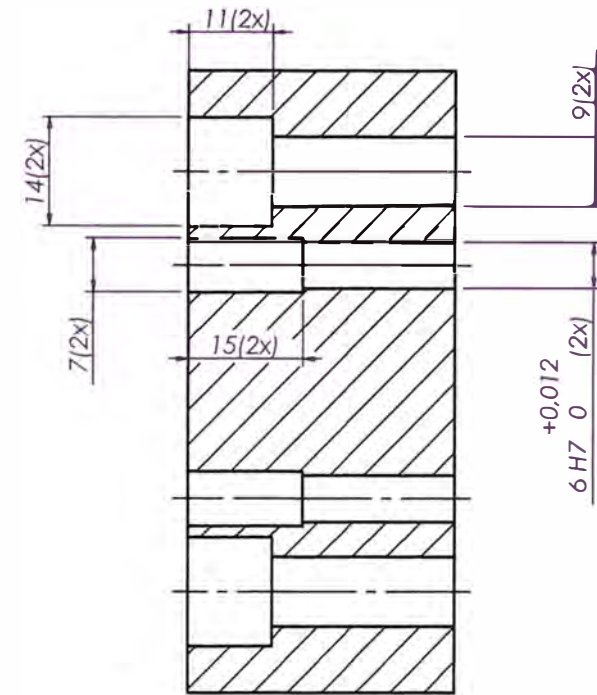
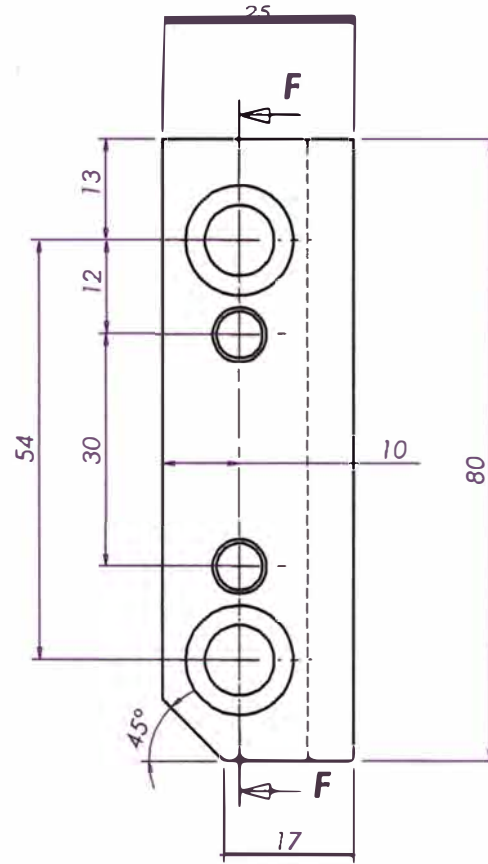
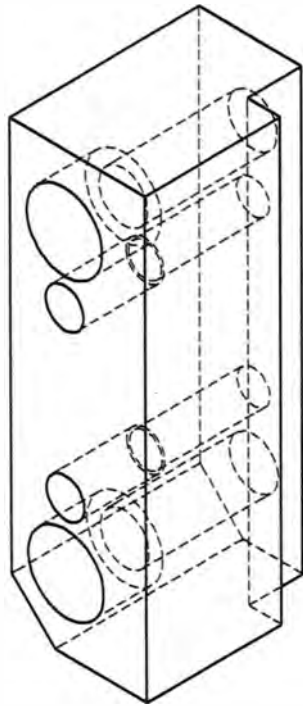
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BY M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08

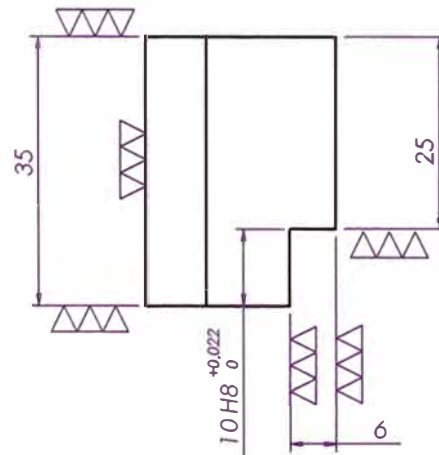
POS. 35 GUIA DE CARRO-A

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

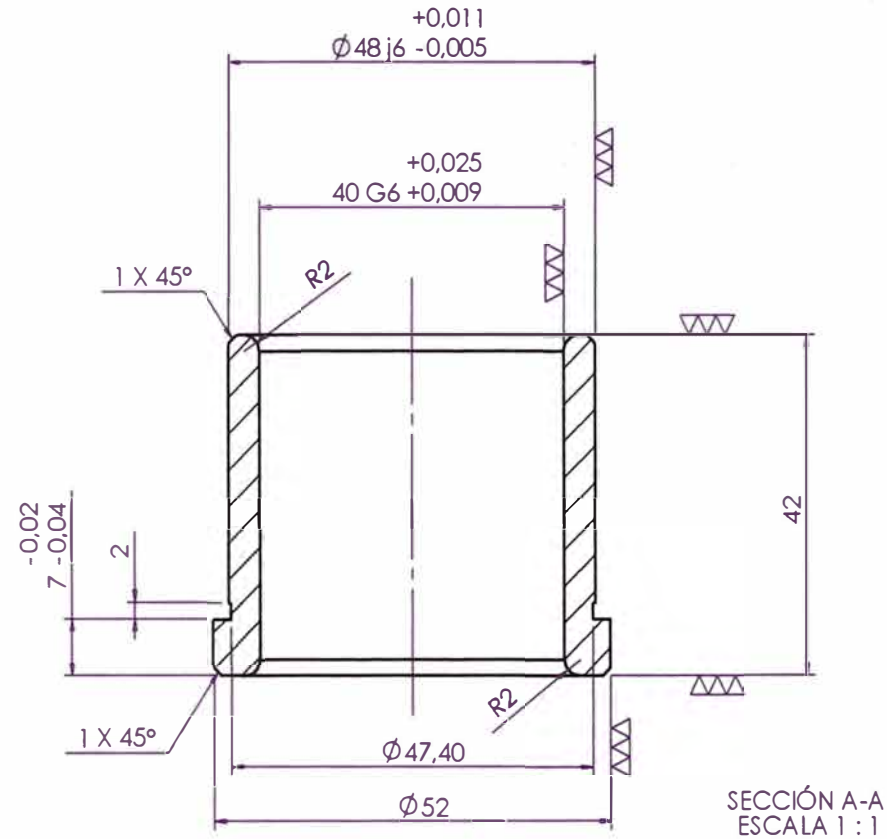
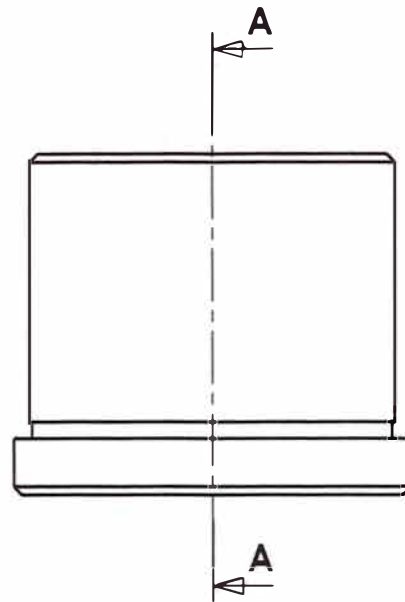
JOB NO. ESCALA : 1 : 1 SHEET OF 1



SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 1



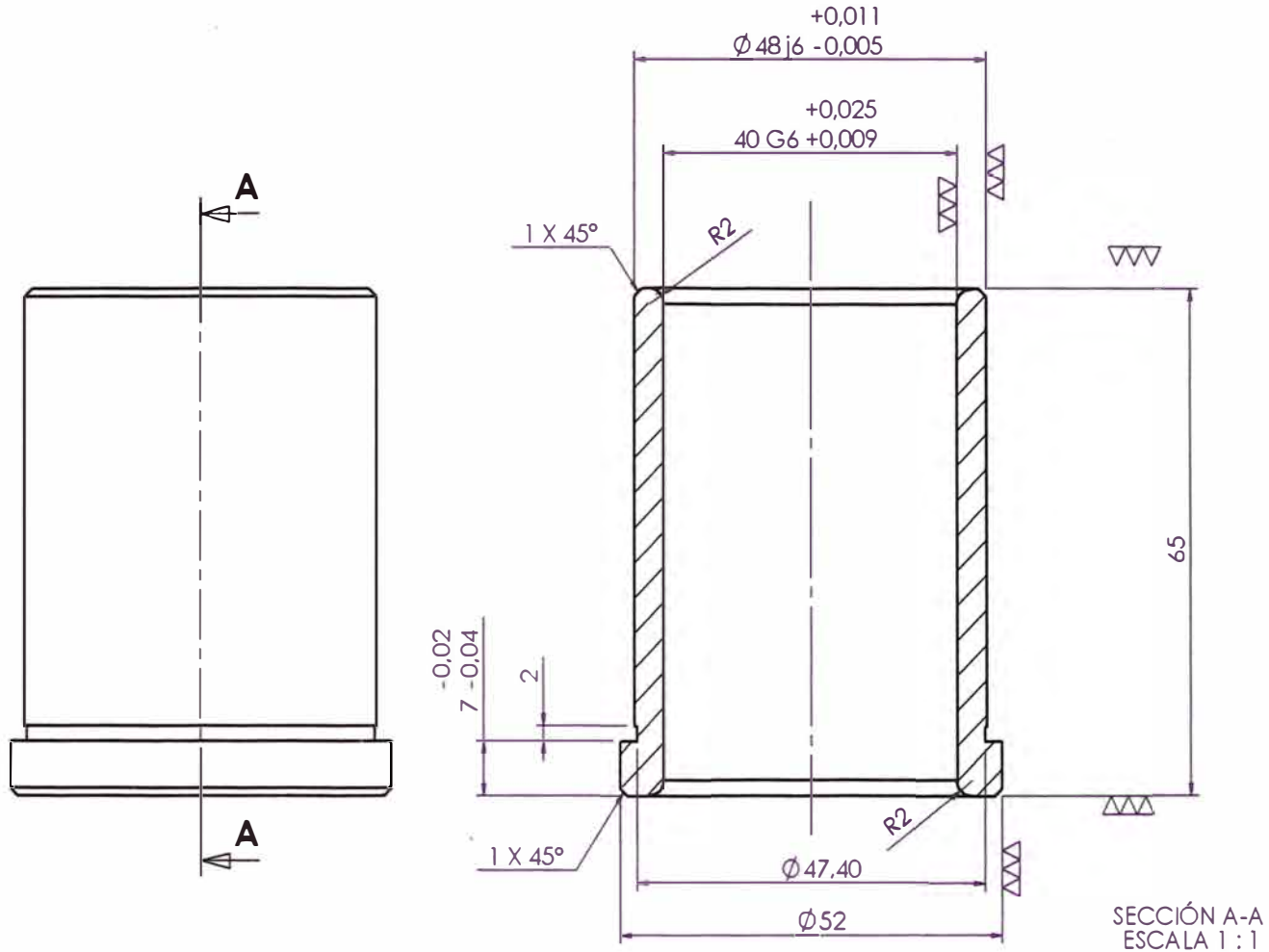
MATERIAL: Cr.Ni.Ce	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL: 10 +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03					
TRAT. TERMICO: C y T	ANGULAR: 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00' 30" +/-10"		DES. BY M.R.G.G.	DET. BY A.H.A.R.	CHK. BY A.H.A.R.	DATE 21-01-08
DUREZA HRC. : 56 Rc.	10 H8 0		POS. 36		TITULO GUIA CARRO-B	
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO		JOB NO. ESCALA : 1 : 1		
				SHEET 1		OF SHEETS 1



CANTIDAD: 04


PRE- ACABADO:  
 DEJAR  $\pm 0.2$  mm EN LOS DIAMETROS  
 INTERNO Y EXTERNO SEGUN SEA EL CASO  
 (ANTES DE CEMENTAR)

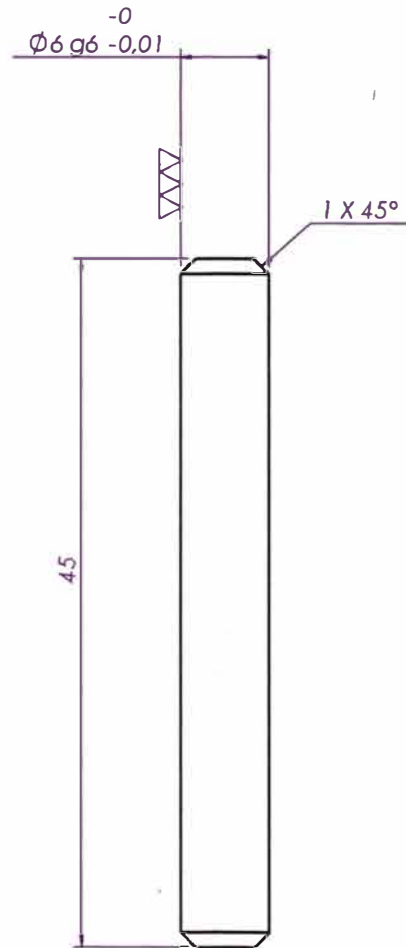
MATERIAL: 7210	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL: 10 $\pm 0.2$ 10,0 $\pm 0.1$ 10,00 $\pm 0.05$ 10,000 $\pm 0.03$					
TRAT. TERMICO: CEMENTADO	ANGULAR: 10° $\pm 1^\circ$ 10°30' $\pm 30'$ 10°00'30" $\pm 10''$		DES. BY M.R.G.G.	DET. BY A.H.A.R.	CHK. BY A.H.A.R.	DATE 21-01-08
DUREZA HRC. :			<b>POS. 38</b>		TITULO: BUJE TIPO 1, S.SUP.	
				MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO		
			JOB NO.	ESCALA : 1 : 1		SHEET 1
					OF SHEETS 1	



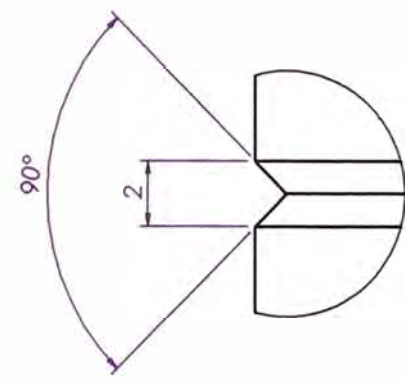
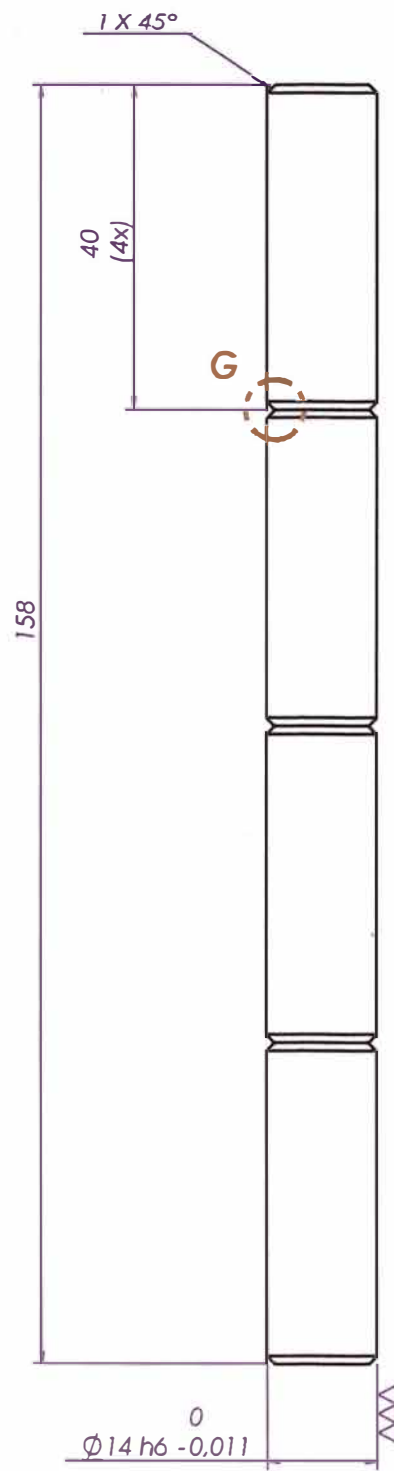
CANTIDAD: 04

PRE- ACABADO:  
 DEJAR +/-0.2 mm EN LOS DIAMETROS  
 INTERNO Y EXTERNO SEGUN SEA EL CASO  
 (ANTES DE CEMENTAR)

MATERIAL: 7210	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
	LINEAL: 10 +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03		DES. BY M.R.G.G.	DET. BY A.H.A.R.
TRAT. TERMICO: CEMENTADO	ANGULAR: 10° +/-1 ° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"		CHK. BY A.H.A.R.	DATE 21-01-08
DUREZA HRC. :			TITLE: <b>POS.39</b> BUJE TIPO 1, S.SUP.	
			MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO	
		JOB NO.	ESCALA : 1 : 1	
		SHEET	OF SHEETS	
		1	1	



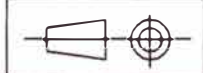
<b>MATERIAL:</b> Ac. Pta.	<b>TOLERANCIA</b>		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		
	<b>LINEAL:</b> 10 +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03		DES. BY <b>M.R.G.G.</b>	DET. BY <b>A.H.A.R.</b>	CHIC. BY <b>A.H.A.R.</b>
<b>TRAT. TERMICO:</b> TyR	<b>ANGULAR:</b> 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"		<b>POS. 138</b>		TITLE <b>ESPINA</b>
<b>DUREZA HRC. :</b> -----			<b>MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO</b>		
	JOB NO.	ESCALA : 1 : 2	SHEET 1	OF SHEETS 1	

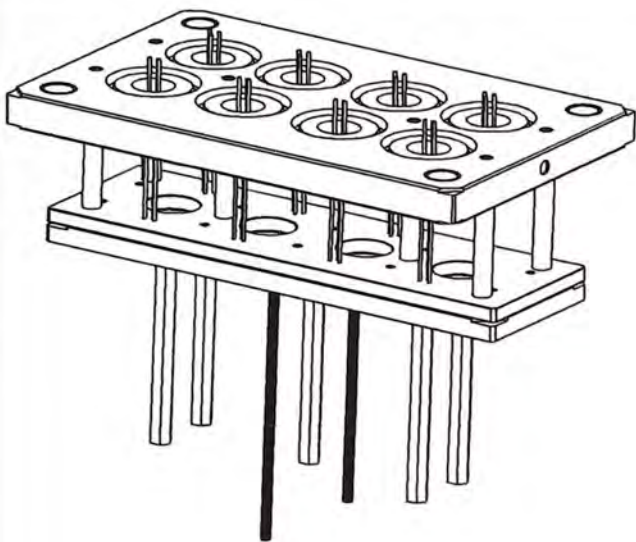


DETALLE G  
ESCALA 4 : 1

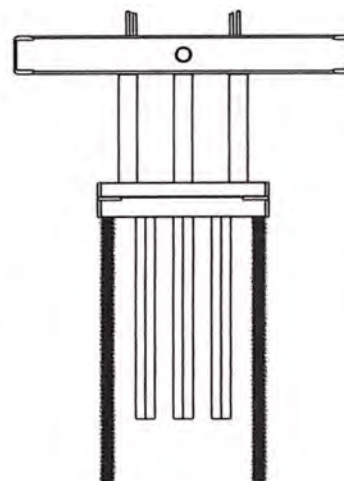
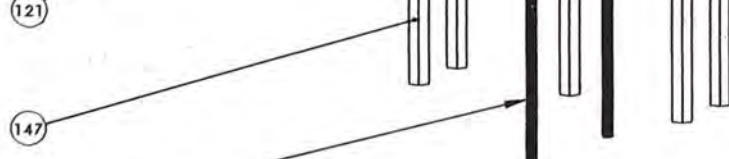
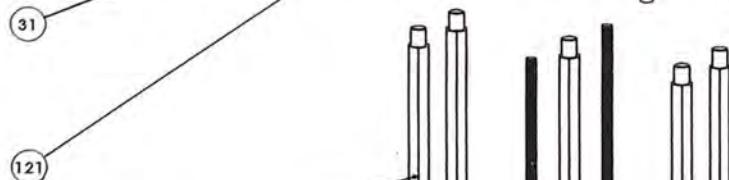
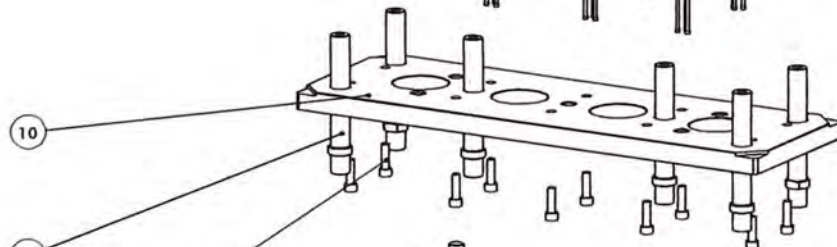
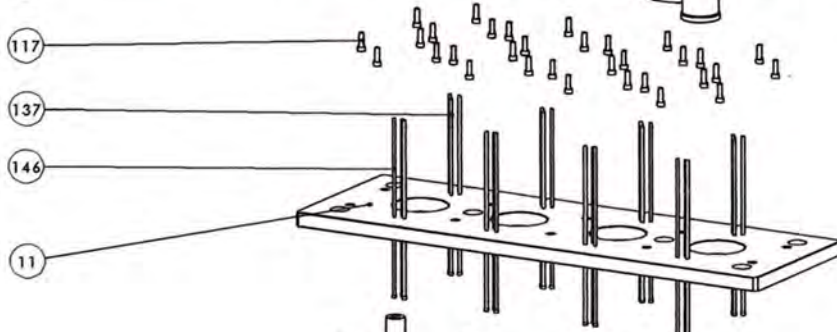
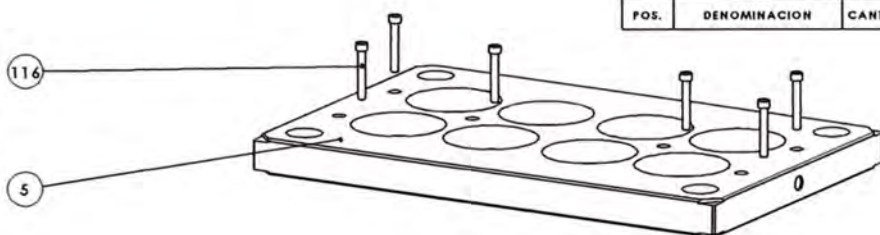
CANTIDAD: 02

MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL: 10 +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03					
TRAT. TERMICO:			DES. BY	DET. BY	CHK. BY	DATE
			M.R.G.G.	A.H.A.R.	A.H.A.R.	21-01-08
DUREZA HRC. :	-----		TITLE:			
			<b>POS. 149</b> PIN CENTRADOR S. SUP.			
			MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO			
			JOB NO.	ESCALA : 1 : 1	SHEET	OF SHEETS
					1	1

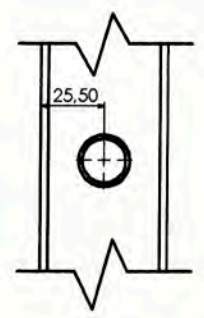
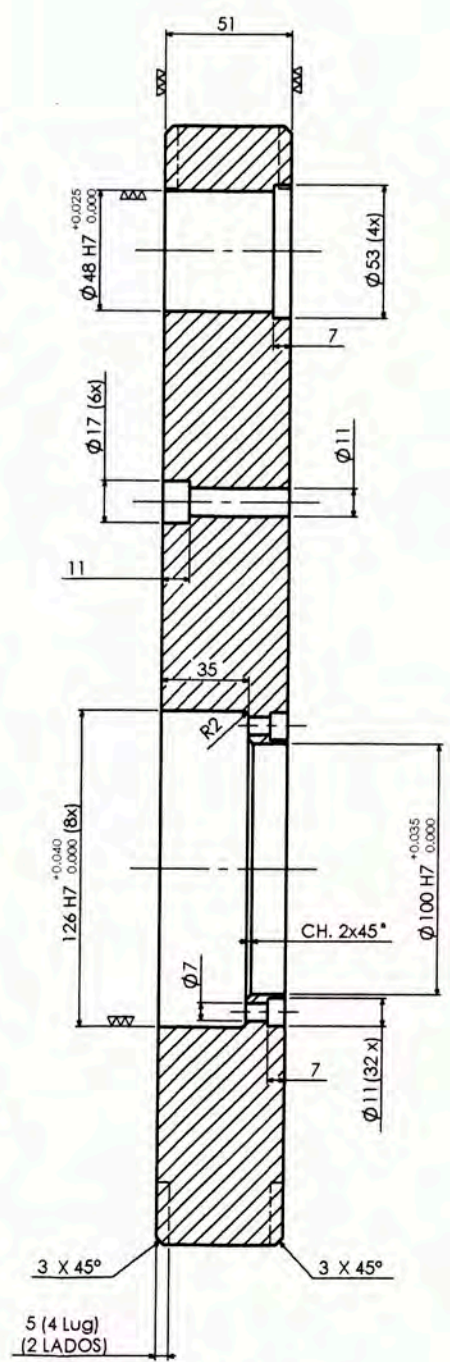
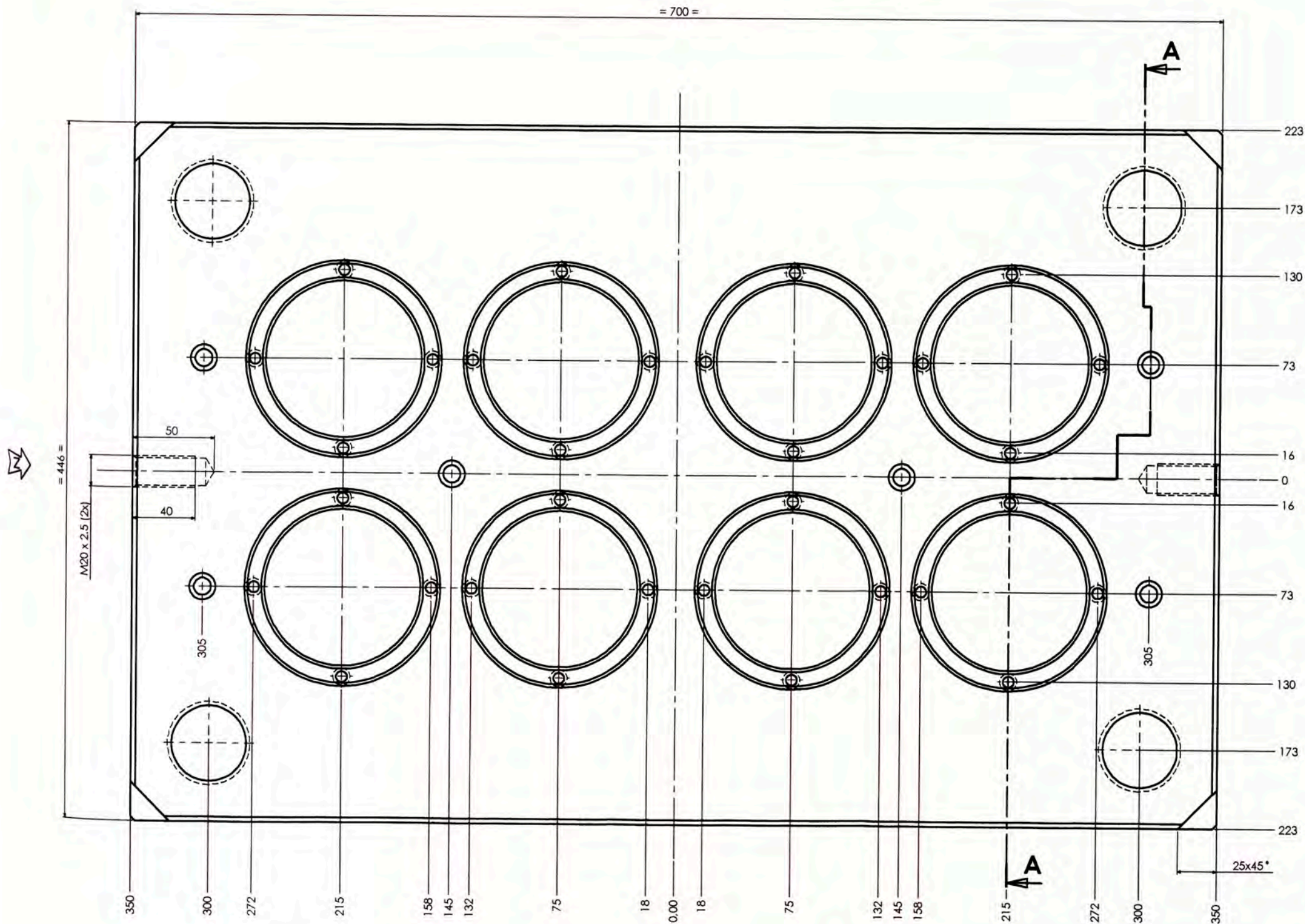




148	ESPARRAGO REGULADOR	2	STD	Ø1/2" x 13 hilos/pulg x 380	---	---
147	EJE JALADOR HEXAG.	5	STD	[29.5/CARA3]Ø300, M20x2.5x25	---	---
146	ESPIGA EXPULSORA DELANTERA	14	MODULAR MOLD	EES-2 Ø4x250	---	---
137	ESPIGA EXPULSORA POSTERIOR	8	MODULAR MOLD	EES-2 Ø4x250	---	---
121	TORNILLO ALLEN	10	STD.	M10x1.5x40	---	---
117	TORNILLO ALLEN	32	STD.	M6x1x20	---	---
114	TORNILLO ALLEN	6	STD.	M10x1.5x70	---	---
31	PERNO EXPULSOR	6	SAE 4140	Ø25x195	BONIF.	NITRUR.
17	ARO EXPULSOR	8	CALMAX 240	Ø57.5x126x46	---	---
14	CASQUILLO S. EXPULSOR	4	SAE 8620	Ø40x48x51	C Y T	60 Rc
11	PL. PORTA ESPIGAS	1	SAE 1045	20x227x700	---	---
10	PL. DE RETENCION	1	SAE 1045	28x227x700	---	---
5	PLEXPULSORA	1	F 20	51x446x700	BONIF.	---
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	I.TERM.	DUR. HRC

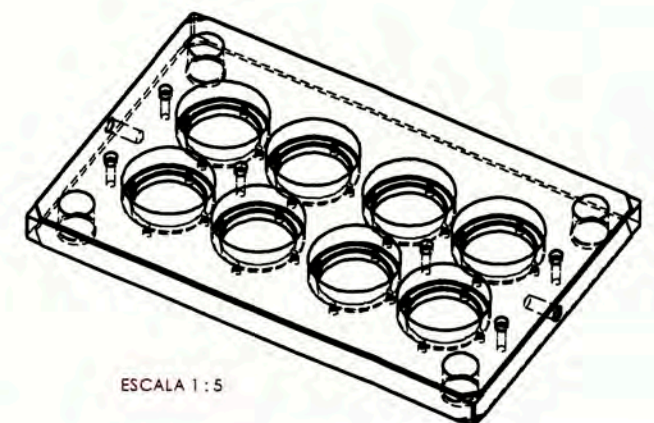


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
DES. BY	ANAR	DES. BY	ANAR
FECH.	17-12-07		
TITULO SISTEMA EXPULSOR			
PROF.			
FECH.			



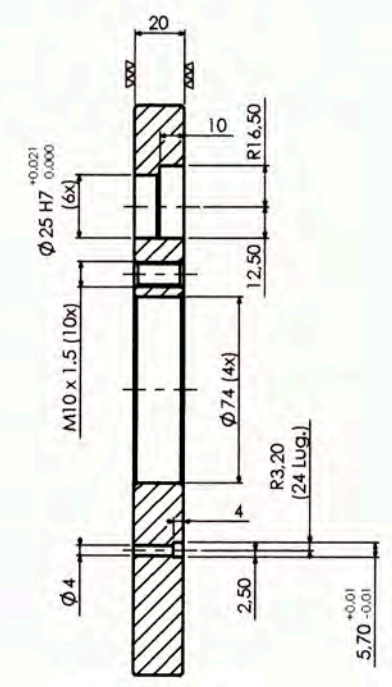
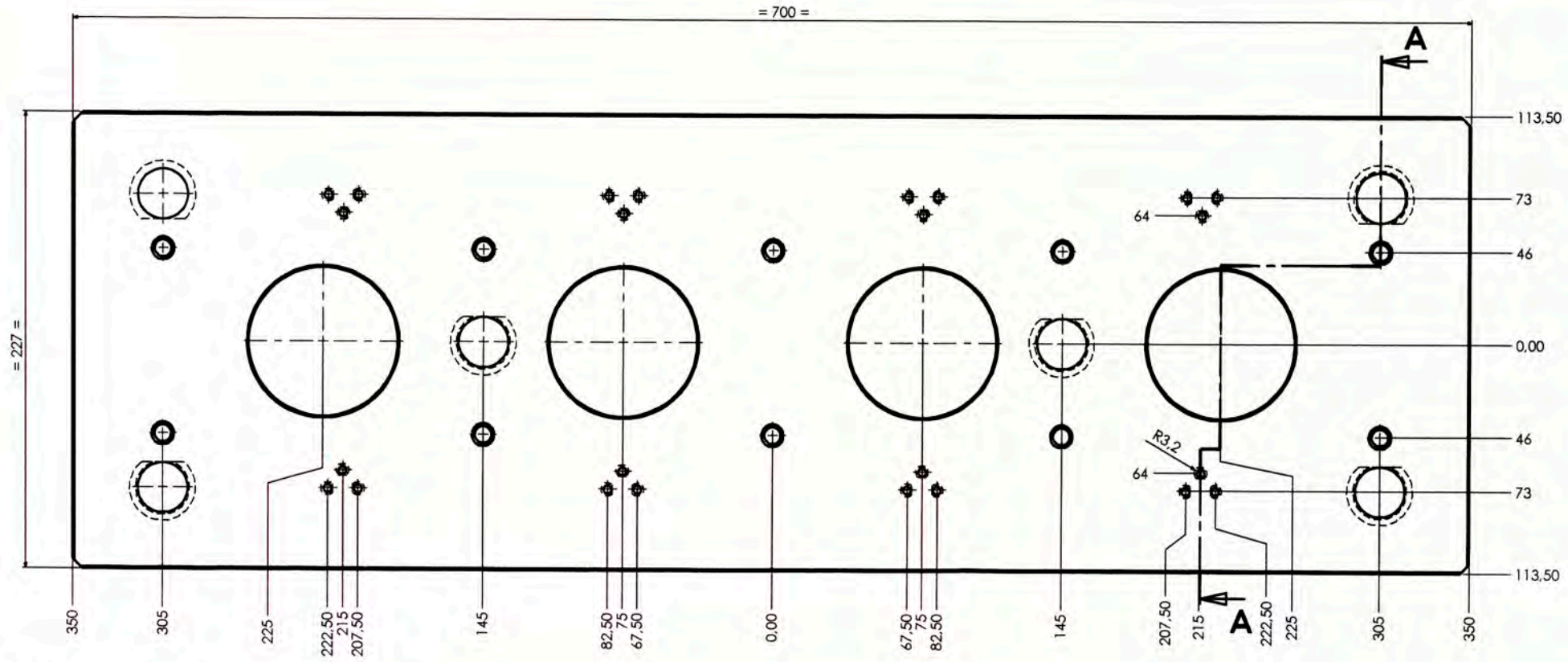
SECCIÓN PARCIAL "Z"  
ESCALA 1:1.5

SECCIÓN A-A  
ESCALA 1:1.5

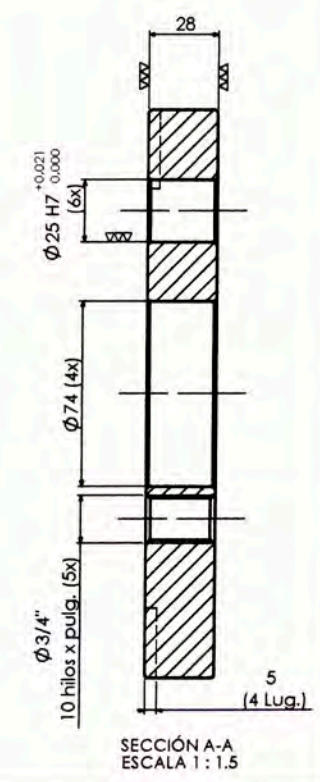
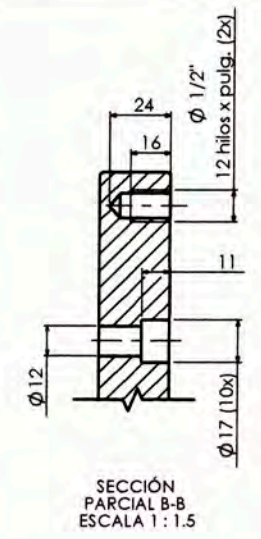
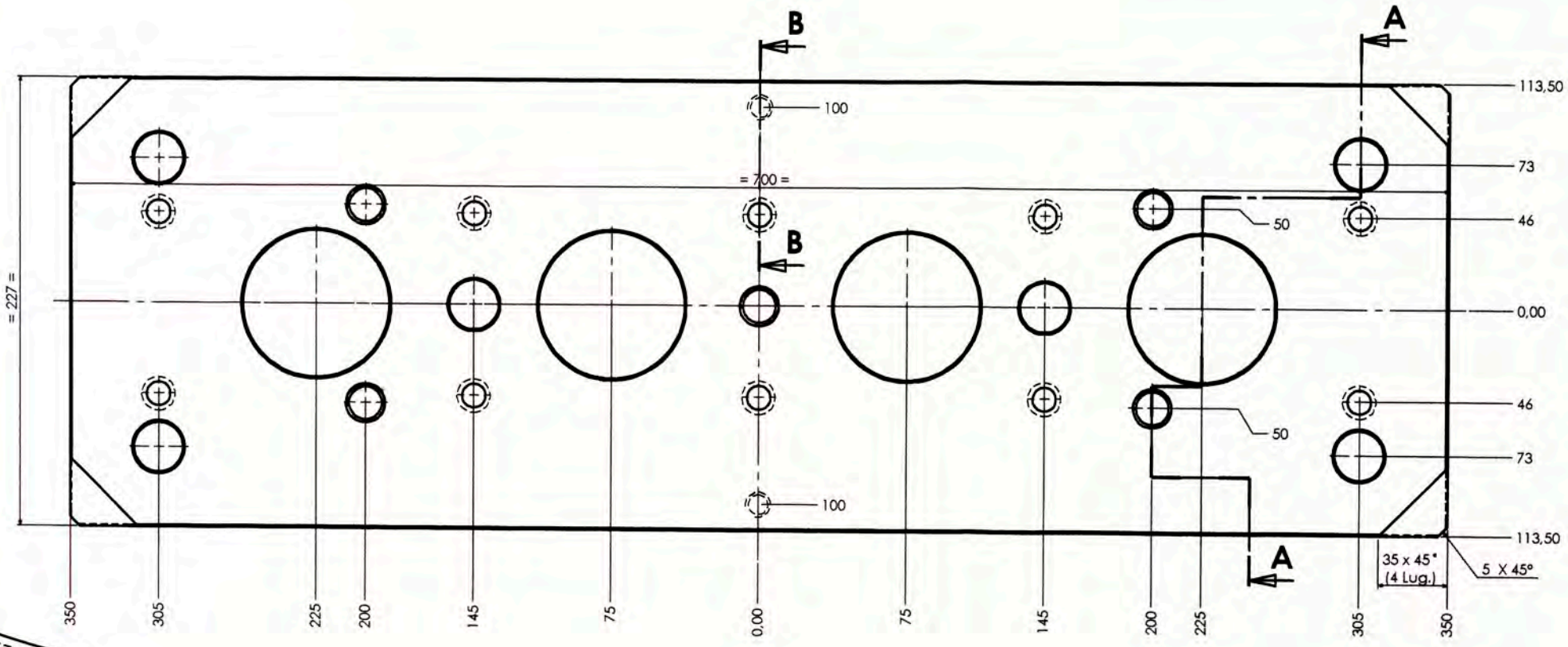
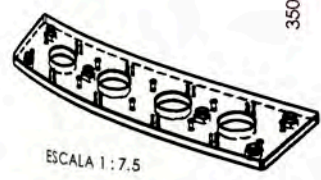


MATERIAL: P-20	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA M.R.G. A.H.A.R. A.H.A.R. 21-01-00
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 ±0.2 10.0 ±0.1 10.00 ±0.05 10.000 ±0.03	
DUREZA HRC:	ANGULAR: 10° ±1° 10°20' ±30'	POS. 05 PL. EXPULSORA SUPERIOR
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

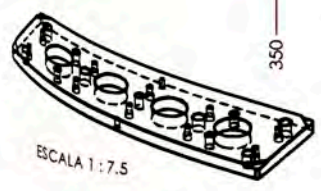


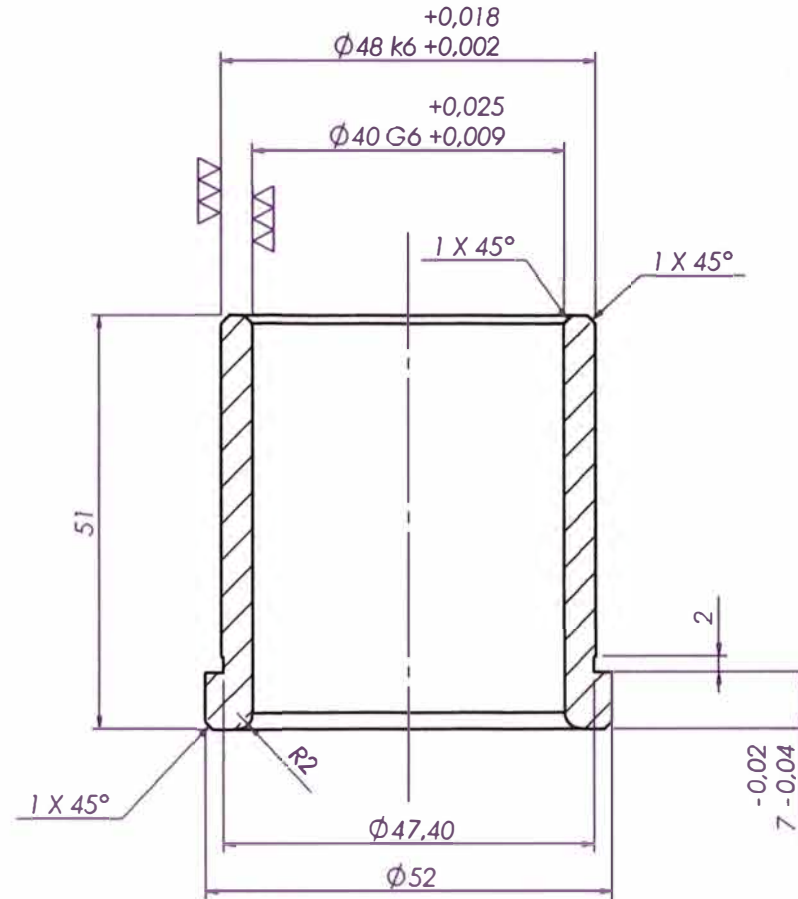
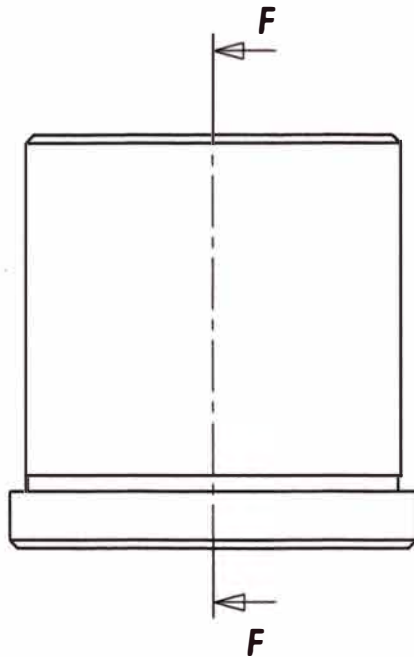


MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 +/-0.2 10.0 +/-0.1 10.00 +/-0.05 10.000 +/-0.03	W.R.G. A.H.A.R. 21-01-08
DUREZA HRC.	ANGULAR: 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10'	POS. 11 PL. PORTA EXPULSORES
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO
		ESC.: 1:1.5 HOJA: A-1



MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 +/-0.2 10.0 +/-0.1 10.00 +/-0.05 10.000 +/-0.03	W.R.G. A.H.A.R. 21-01-08
DUREZA HRC.	ANGULAR: 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10'	POS. 10 PL. EXPULSORA INFERIOR
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO
		ESC.: 1:1.5 HOJA: A-1

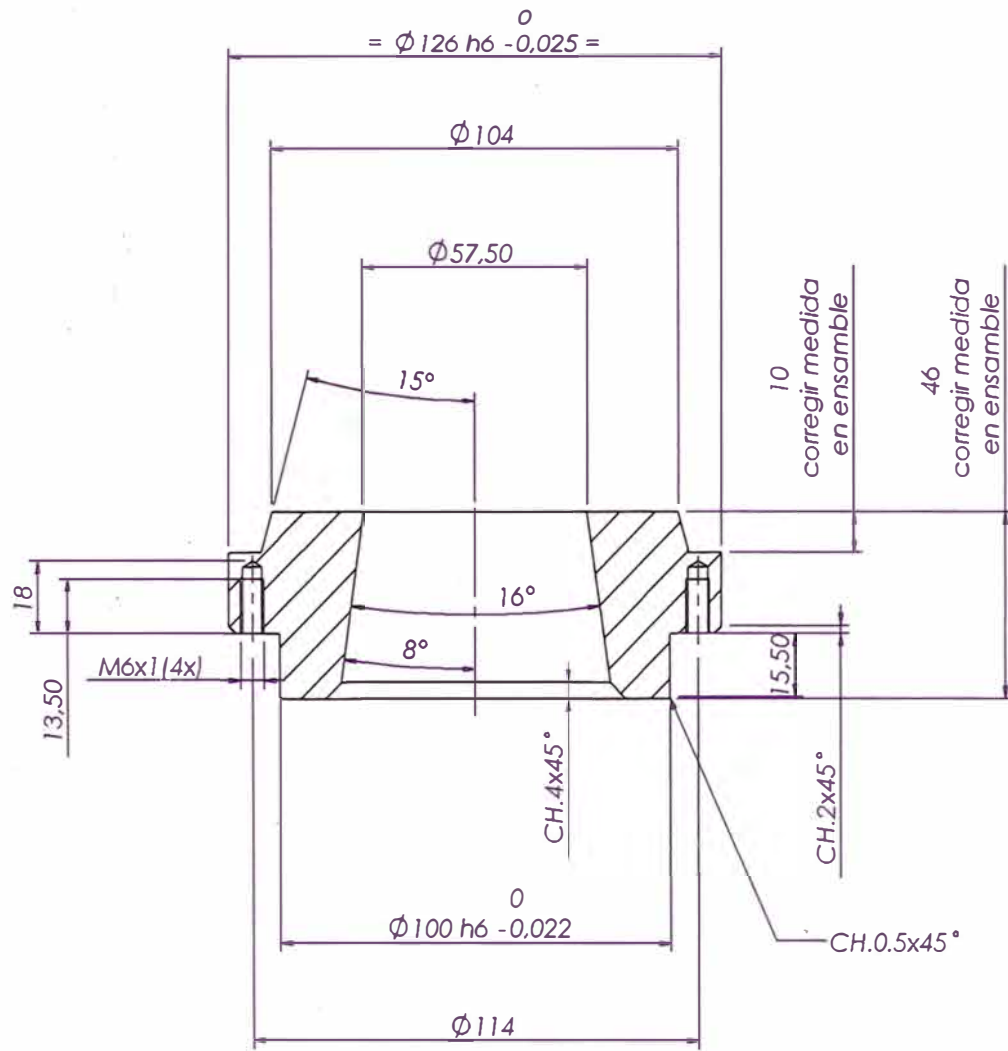




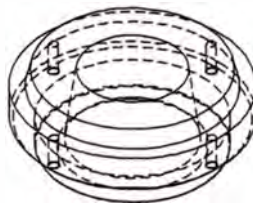
SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 1

CANTIDAD: 04

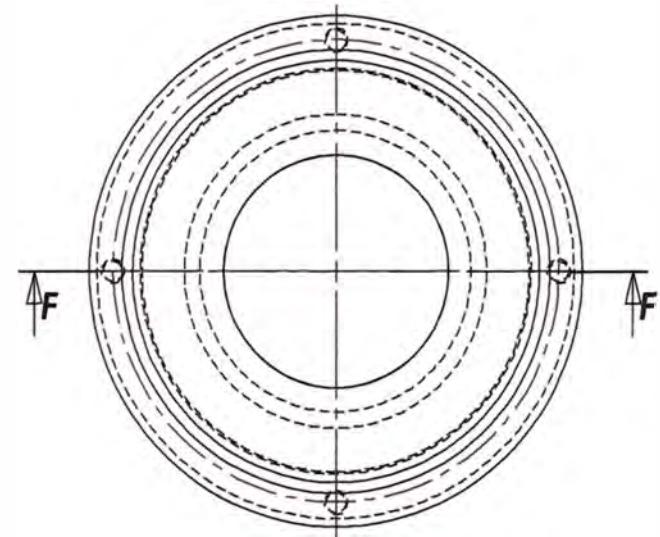
MATERIAL: SAE 8620	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL:					
TRAT. TERMICO: CEMENTAR, TEMPLAR Y REVENIR	10	+/-0.2	DES. BY	DET. BY	CHK. BY	DATE
	10,0	+/-0.1	M.R.G.G.	A.H.A.R.	A.H.A.R.	21-09-07
	10,00	+/-0.05	TITLE: <b>POS . 14</b> BUJE S. EXPULSOR			
	10,000	+/-0.03				
DUREZA HRC. : 60 HRC.	ANGULAR:		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO			
	10°	+/-1 °	JOB NO.	ESCALA : 1 : 1		SHEET
	10°30'	+/-30'	1			OF SHEETS
	10°00'30"	+/-10"	1			1



SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 2



ESC : 1 : 4

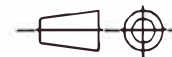


CANTIDAD: 08

MATERIAL:  
EK

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
52-54



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G. A.H.A.R. .A.R. 21-01-08

IME:

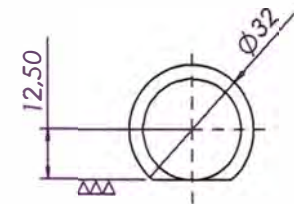
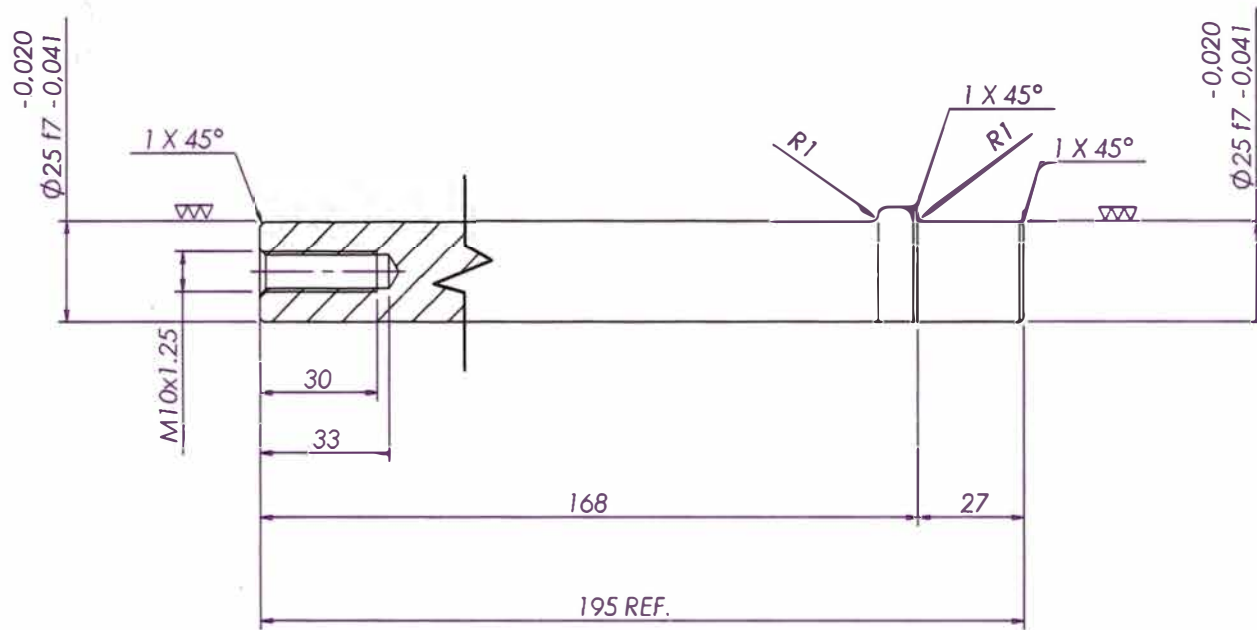
POS. 17 ARO EXPULSOR

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

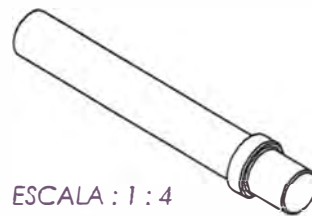
JOB NO.

ESCALA : 1 : 2


SHEET 1 SHEETS 1



CANTIDAD: 06



ESCALA : 1 : 4

MATERIAL: SAE 3115	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL: 10 +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03	DES. BY M.R.G.G.	DET. BY A.H.A.R.	CHK. BY A.H.A.R.	DATE 21-01-08
TRAT. TERMICO: CEMENTACION	ANGULAR: 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"	POS. 31		TITLE: PERNO EXPULSOR	
DUREZA HRC. : -----		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO			
		JOB NO. ESCALA : 1 : 2	SHEET 1		OF SHEETS 1



PERFIL DE FORMA  
(EROSIONAR CON  
POSTIZO-NUCLEO)



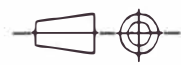
DETALLE B  
ESCALA 4 : 1

CANTIDAD: 08

MATERIAL:  
EK

TRAT. TERMICO:

DUREZA HRC. :  
52-54



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

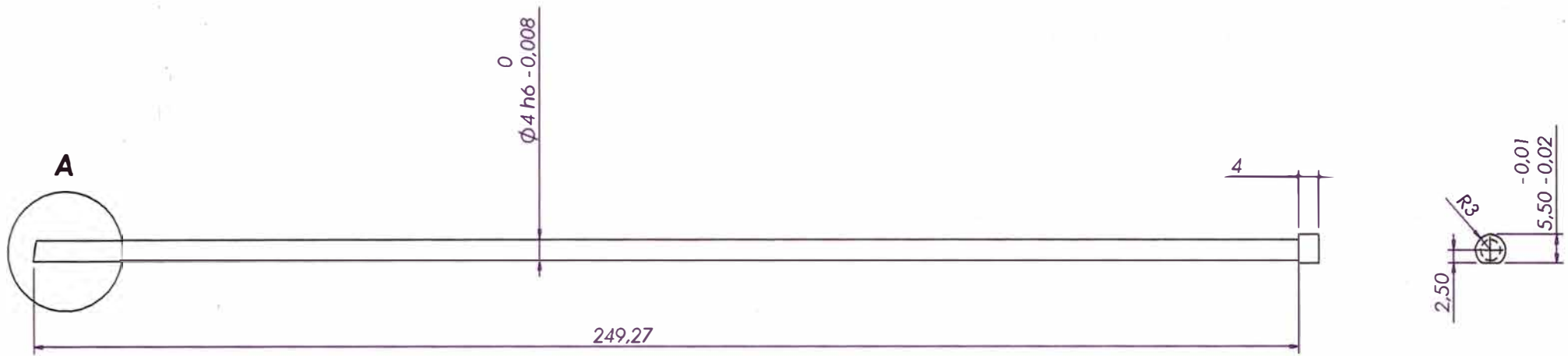
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08

POS.: 137 EXPULSOR POSTERIOR

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 1.2 SHEET OF SHEETS  
1 1



PERFIL DE FORMA  
(EROSIONAR CON  
POSTIZO-NUCLEO)



DETALLE A  
ESCALA 4 : 1

CANTIDAD: 16

MATERIAL:  
EK

TRAT. TERMICO:

DUREZA HRC. :  
52-54



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

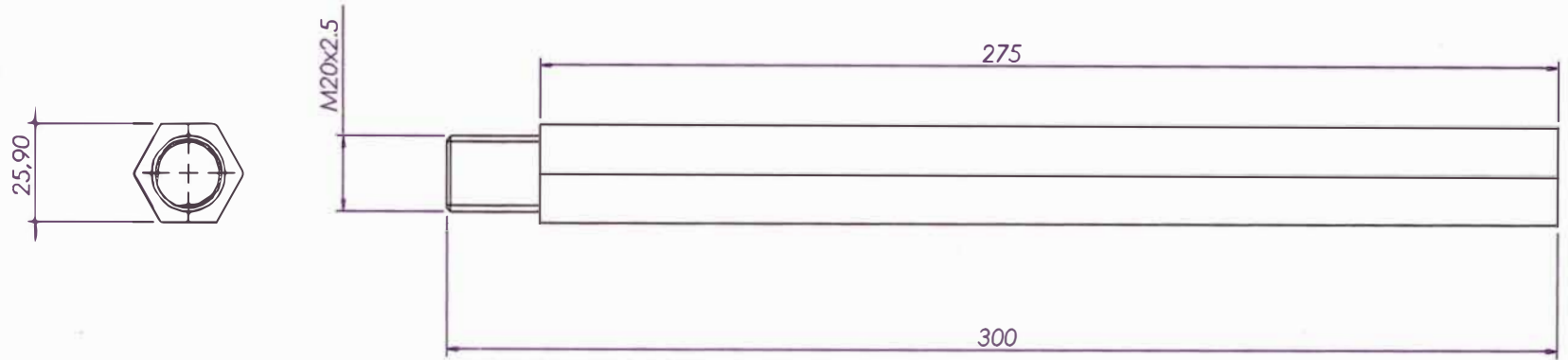
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08

POS.: 146 <sup>M.L.E.</sup> EXPULSOR DELANTERO

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 1.2 SHEET OF SHEETS  
1 1



MATERIAL:  
EK

TRAT. TERMICO:

DUREZA HRC. :  
52-54



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G. A.H.A.R. .A.R. 19-12-07

TITLE

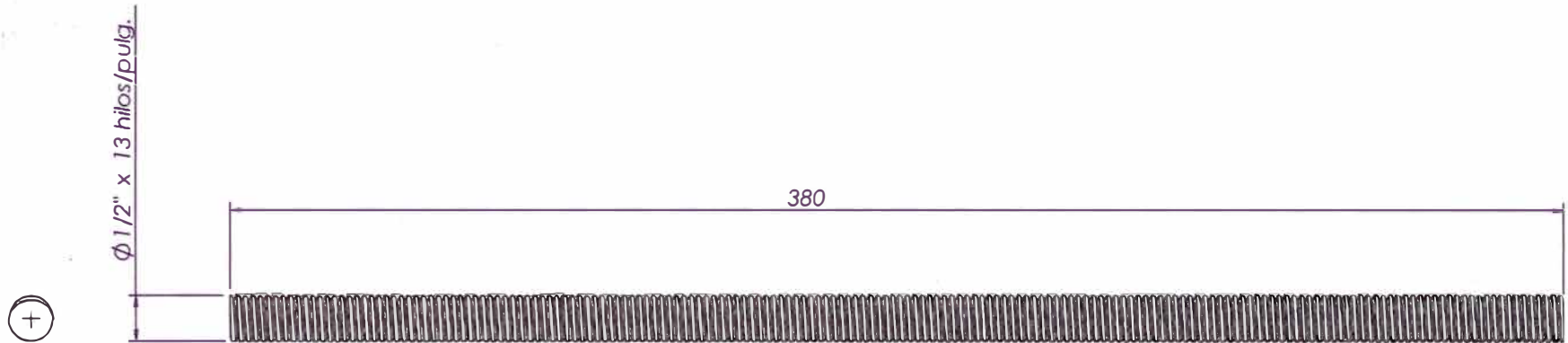
**POS. 147** EJE JALADOR HEXAG.

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO.

ESCALA : 1 : 2

SHEET OF



MATERIAL:  
STD

TRAT. TERMICO:

DUREZA HRC. :



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

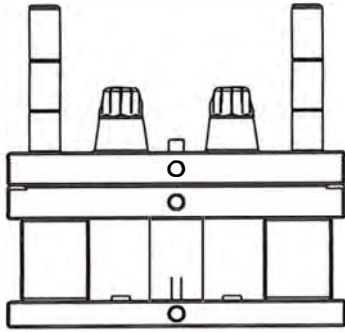
M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 19-12-0  
TITULO

**POS.: 148** ESPARRAGO REG

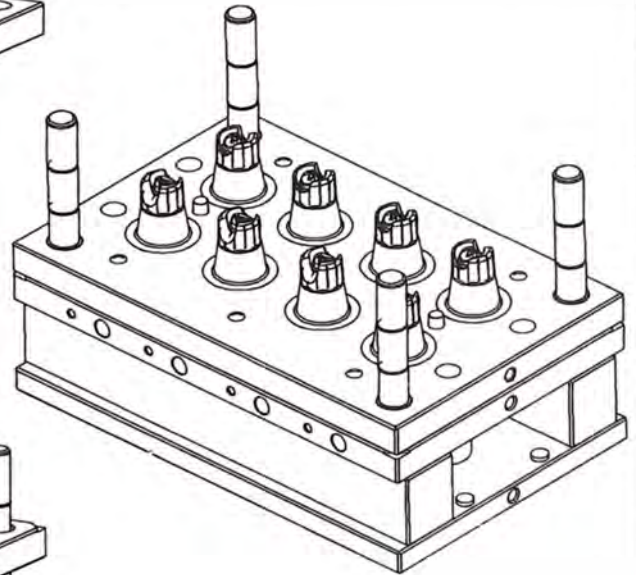
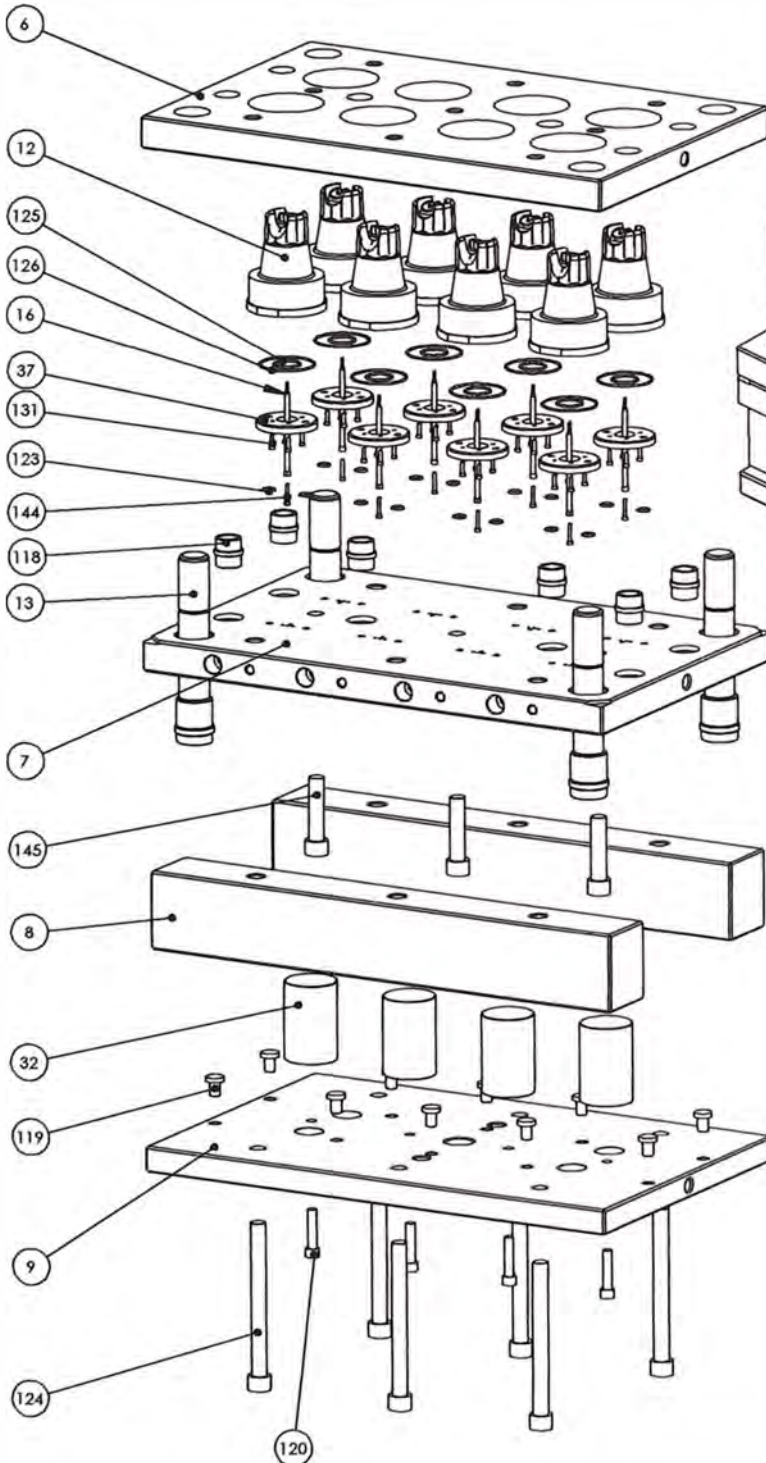
MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 2 SHEET OF 1

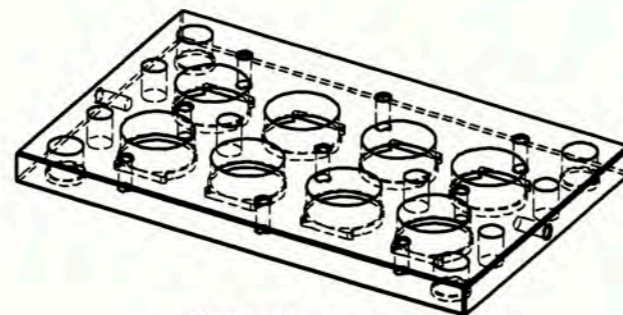
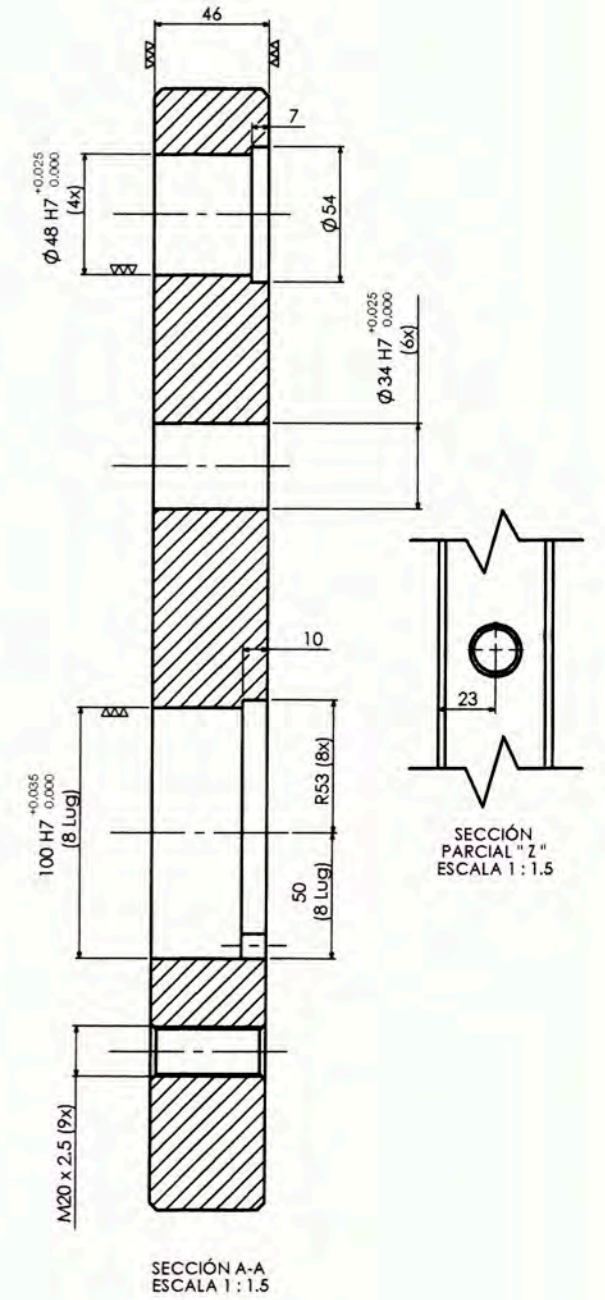
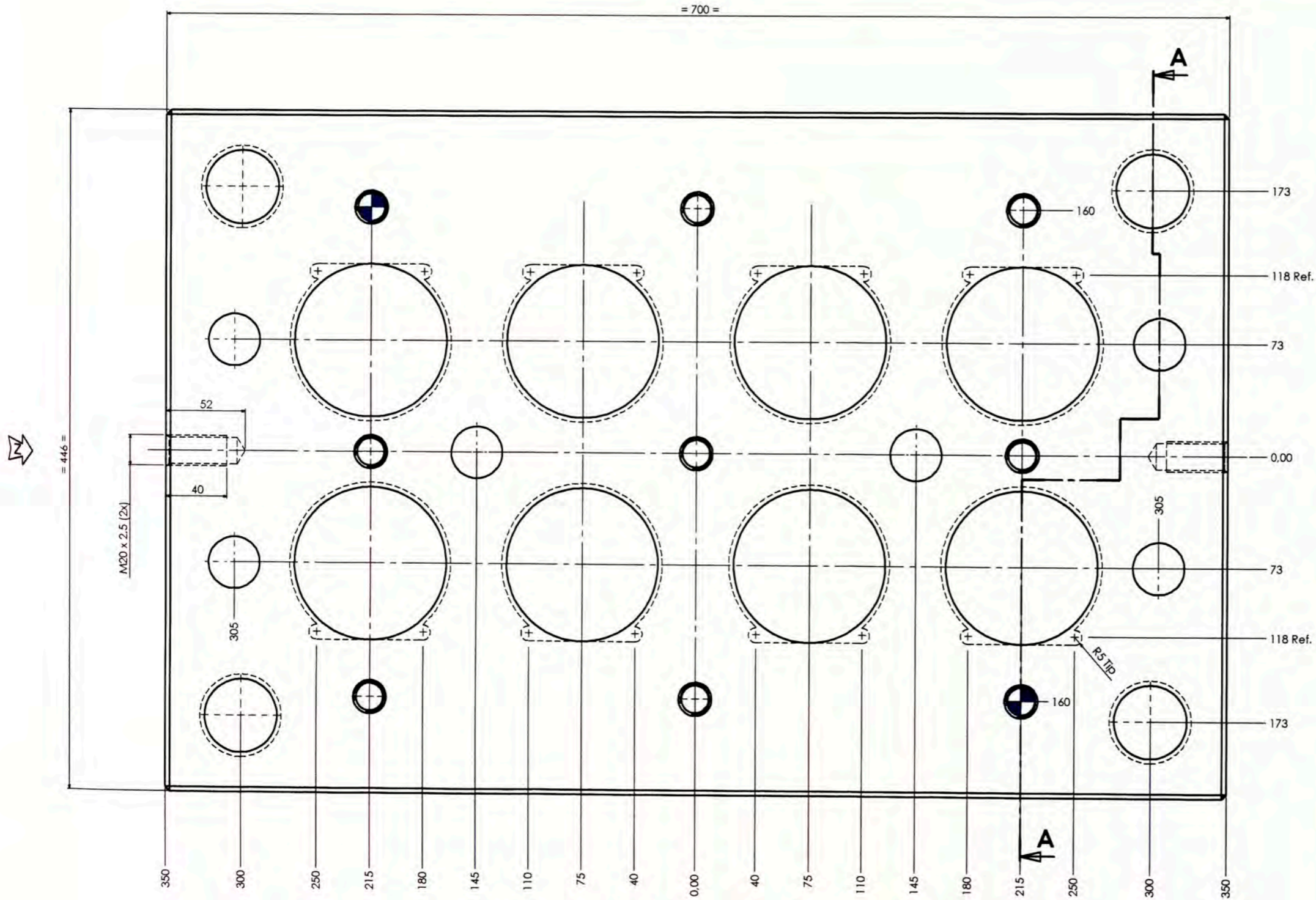




144	TORNILLO ALLEN	8	STD	M4x0.7x25	----	----
131	TORNILLO ALLEN	32	STD	M4x0.7x16	----	----
126	ANILLO O RING 2	8	NITRILO	PARKER 2-124	----	----
125	ANILLO O RING 1	8	NITRILO	PARKER 2-148	----	----
124	TORNILLO ALLEN	6	STD	M20x2.5x230	---	---
123	ANILLO O RING 5	16	NITRILO	PARKER 2-112	----	----
120	TORNILLO ALLEN	4	STD	M12x1.75x55	---	---
119	TOPE PL. RETENCION	10	MODULAR MOLD	EA-1 Ø14x21	---	---
118	CASQUILLO S. INF.	6	MODULAR MOLD	EBU-2 Ø25x40	---	---
109	TORNILLO ALLEN	3	STD	M20x2.5x90	----	----
37	ARO REFRIG.I	8	Ac. Inox.	Ø81x12	----	----
32	SOPORTE	4	SAE 1045	Ø70x110	---	---
16	NUCLEO TOBERA	8	H13	Ø9x130.57	T Y R	54-56 Rc
13	GUIA	4	SAE 8620	Ø52x261	C Y T	58 Rc
12	POSTIZO-NUCLEO	8	H13	Ø105x134	T Y R	50-52 Rc
9	PLACA BASE MOVIL	1	SAE 1045	36x446x700	---	---
8	BLOQUE PUENTE	2	SAE 1045	90x110x700	---	---
7	PLACA SUFRIDERA	1	SAE 1045	46x446x700	---	---
6	PL.DE FIGURA MOVIL	1	SAE 1045	46x446x700	---	---
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERM.	DUR.HRC

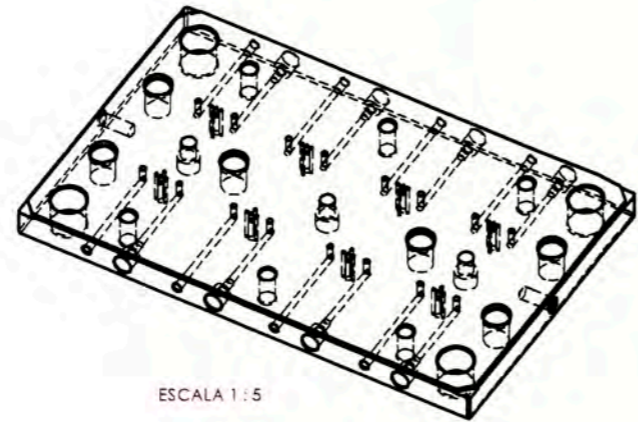
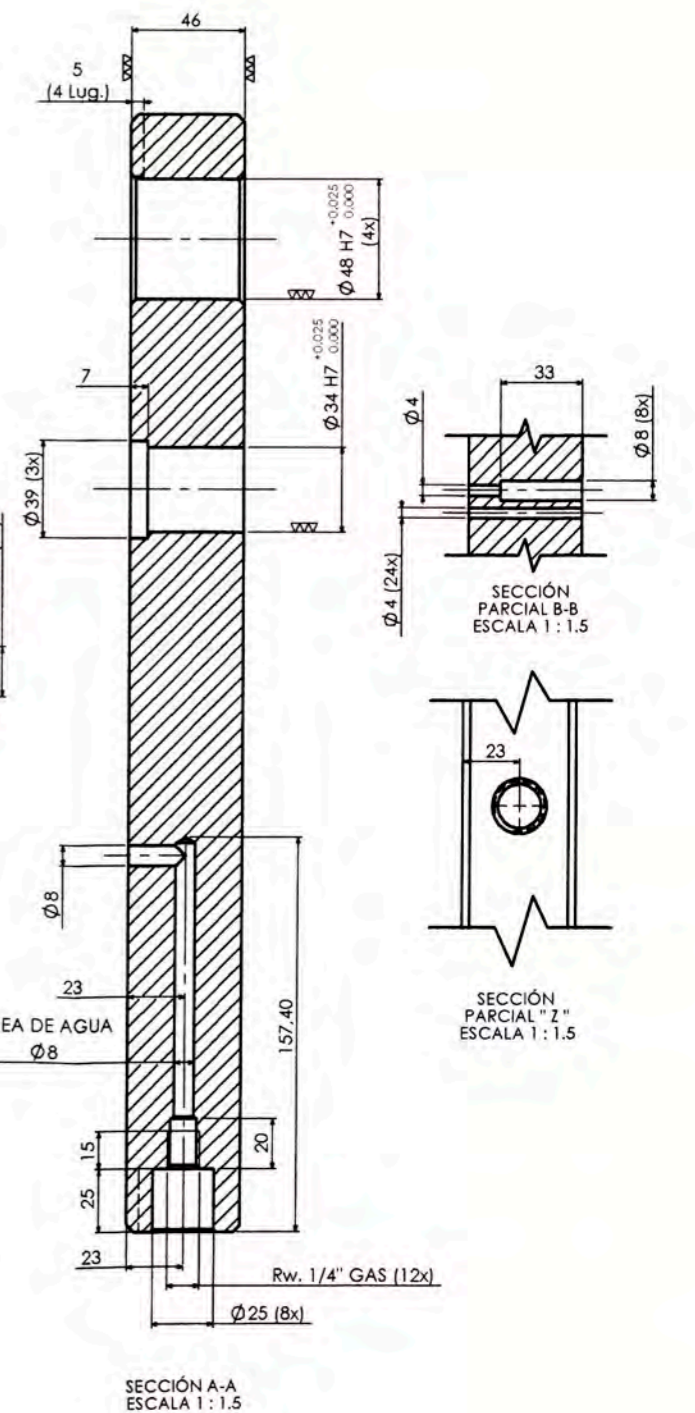
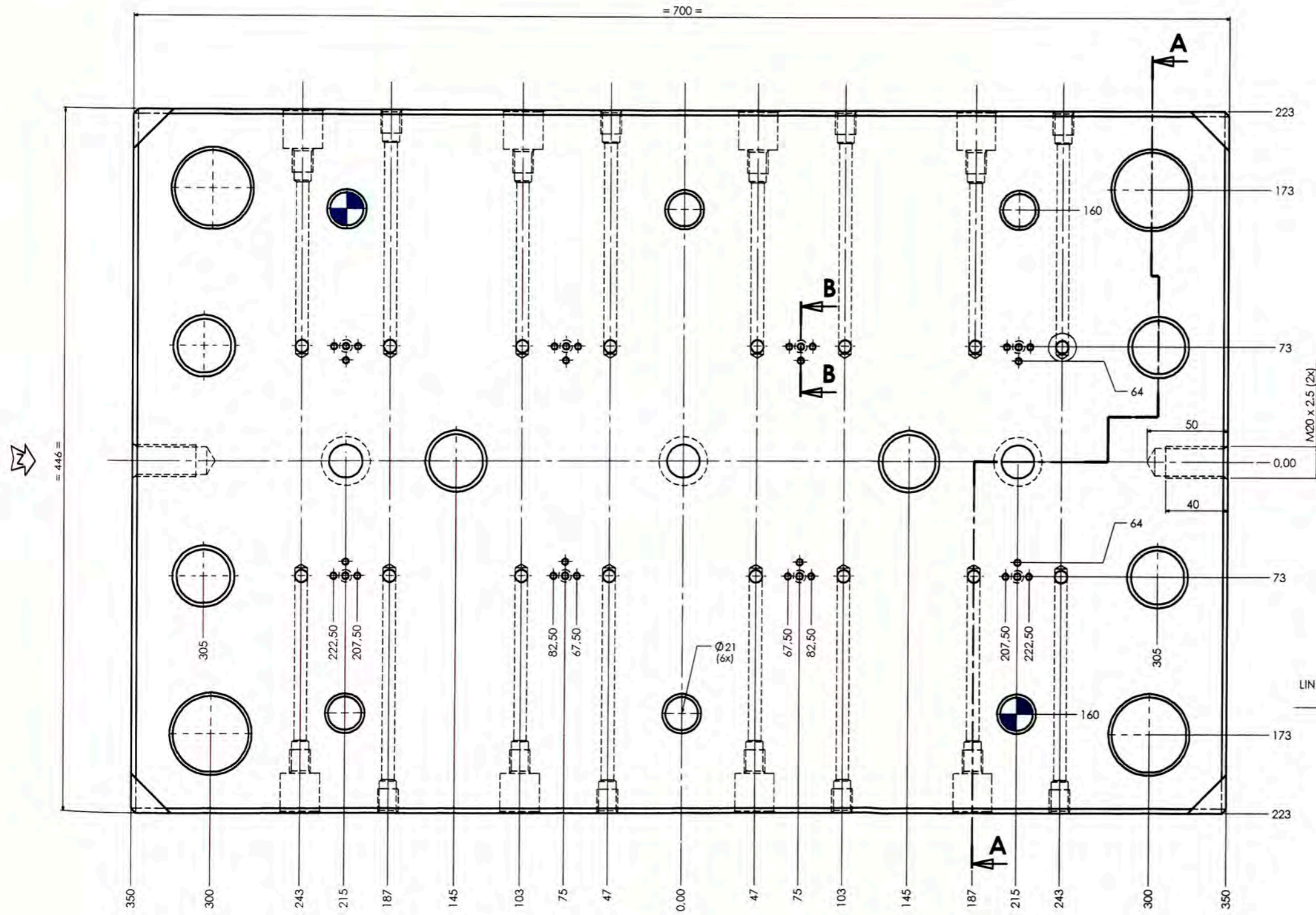


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
MRGG	ANAR	ANAR	17-12-07
SISTEMA INFERIOR			
MOLDE TAPA NUEVA			
ESC.: 1-5		DISEÑO: 10/2011	
HOJA: A-2		1/1	



cara que apunta hacia  
la zona de conformado  
(cavidades)

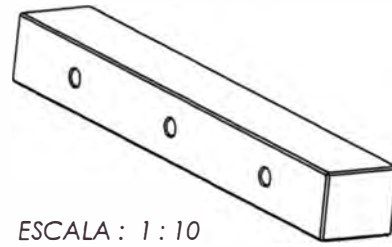
MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10     +/-0.2 10.0   +/-0.1 10.00  +/-0.05 10.000 +/-0.03	M.B.B.   A.N.A.R.   A.N.A.R.   21-01-00
DUREZA HRC:	ANGULAR: 10°     +/-1° 10°30'   +/-30' 10°00'30" +/-10"	<b>POS. 06</b> PL. PORTA MACHO
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO
		ESC.: 1 : 1.5



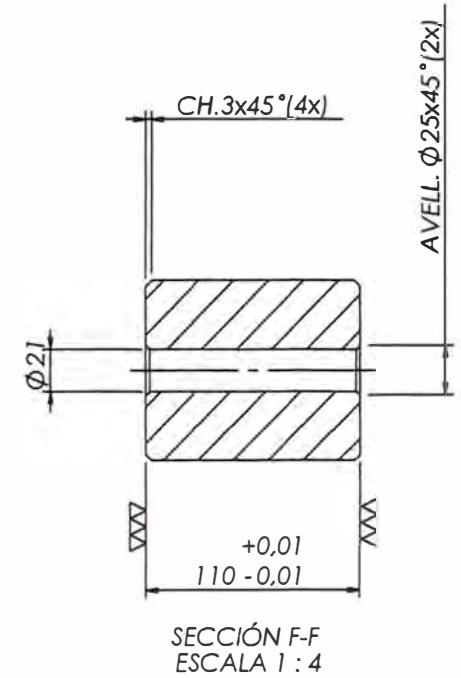
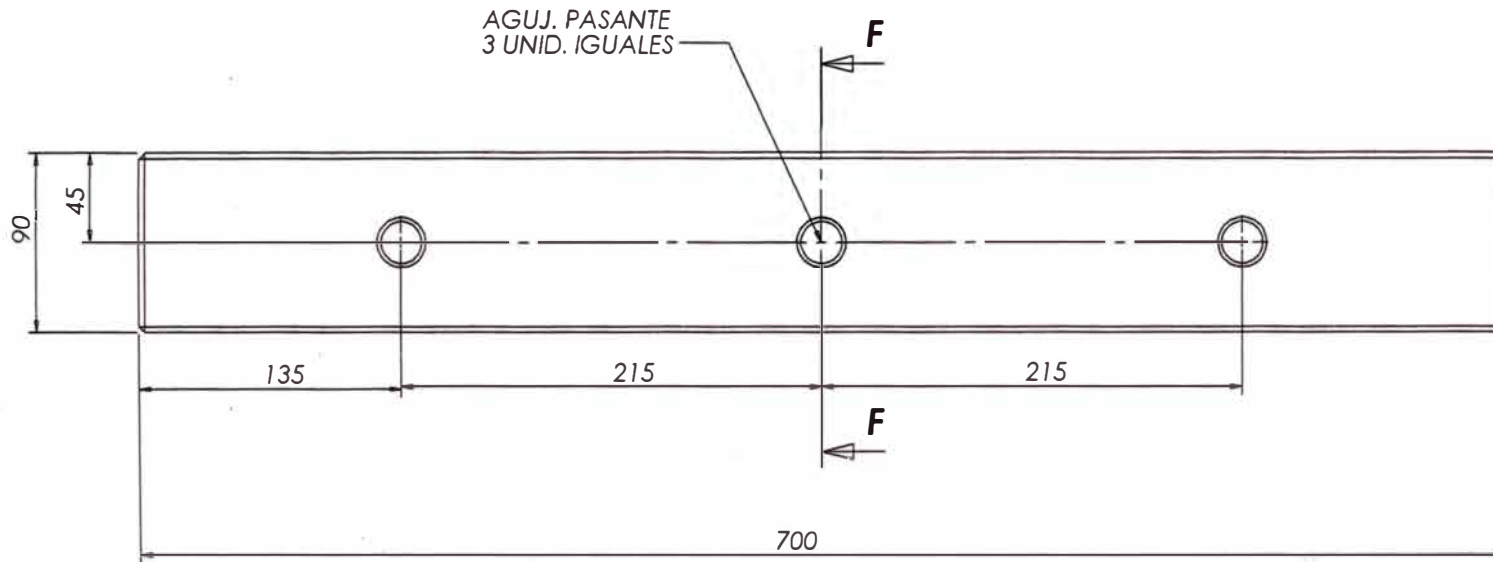
ESCALA 1:5

cara que apunta hacia la zona de conformado (cavidades)

MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10 +/0.2 10.0 +/0.1 10.00 +/0.05 10.000 +/0.03	REV. M.B.B. A.H.A.R. 21-01-09
DUREZA HRC.	ANGULAR: 10° +/1° 10°30' +/30' 10°45' +/45'	POS. 07 PLACA SOPORTE
		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO



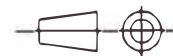
ESCALA : 1 : 10



MATERIAL:  
1045

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:

10    +/-0.2  
10,0   +/-0.1  
10,00   +/-0.05  
10,000   +/-0.03

ANGULAR:

10°    +/-1°  
10°30'   +/-30'  
10°00'30"   +/-10"

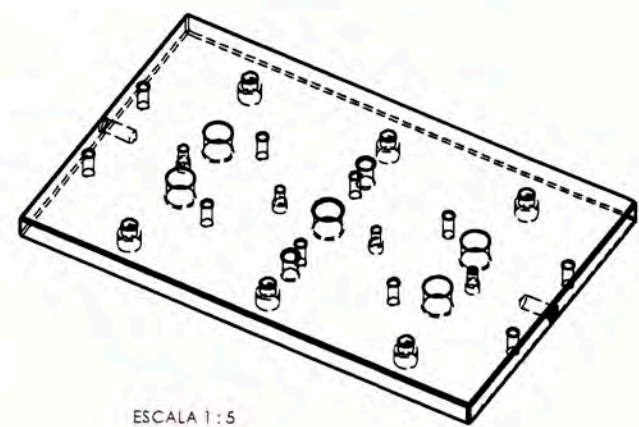
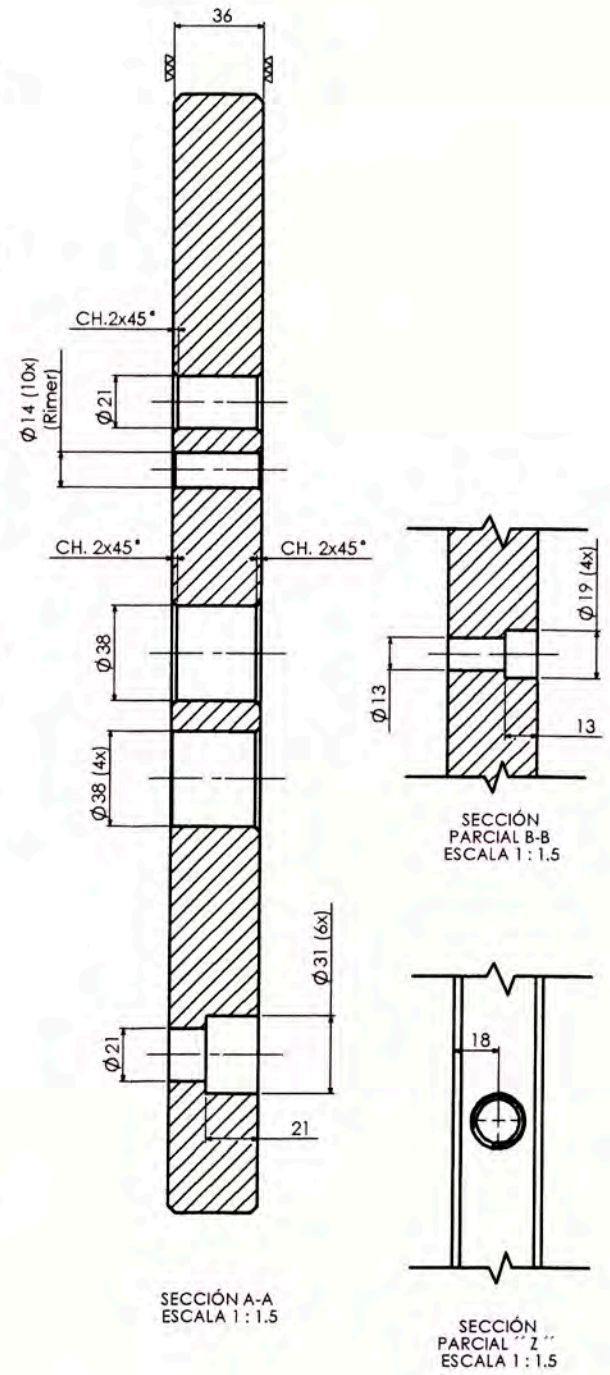
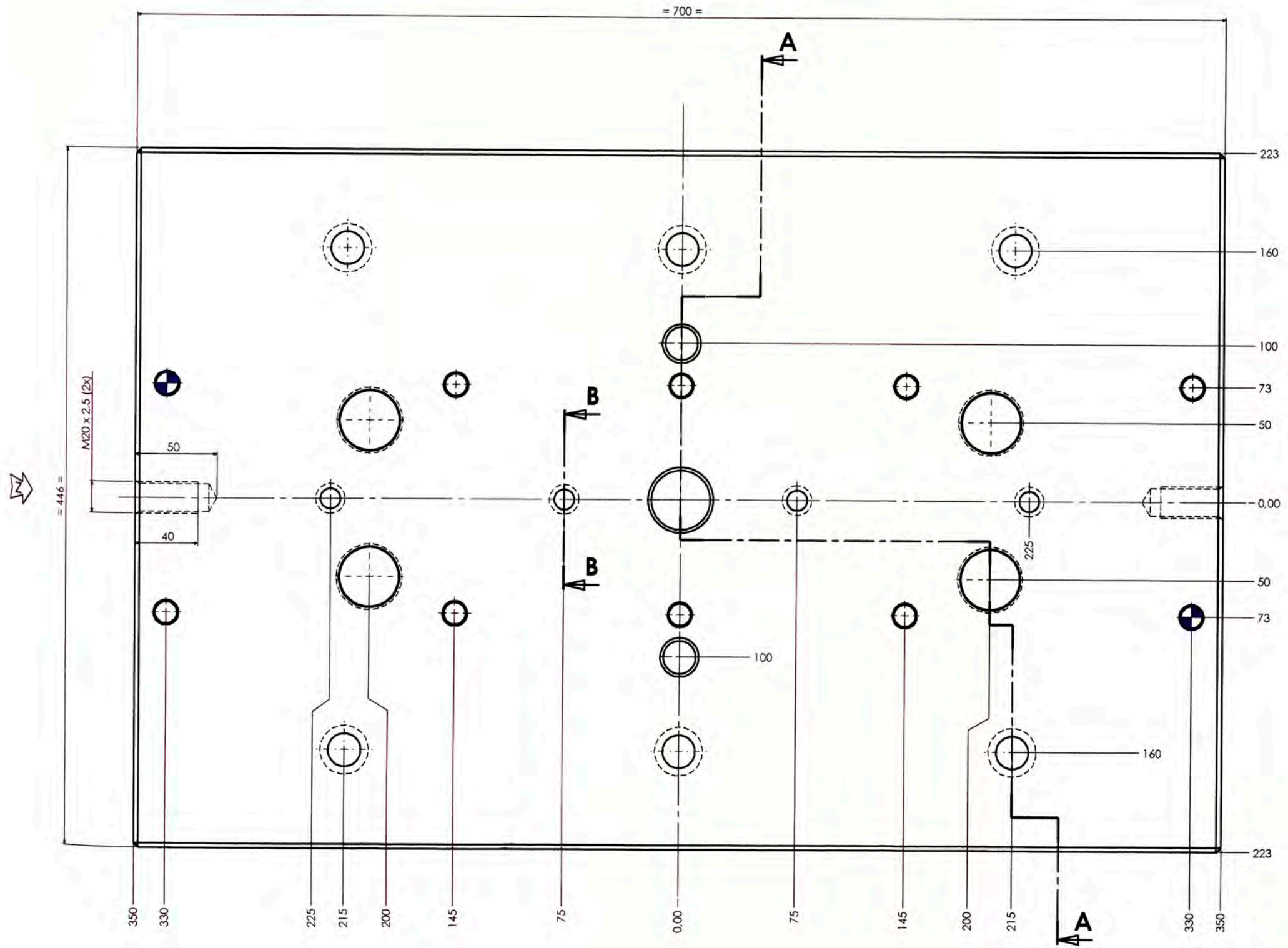
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G.    A.H.A.R.    H.A.R.    21-01-08

**POS. 08**    TITULO:    PARALELAS

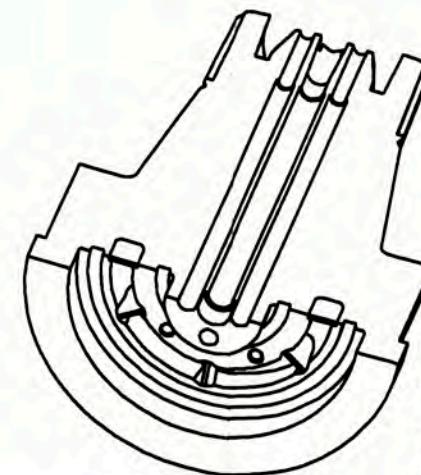
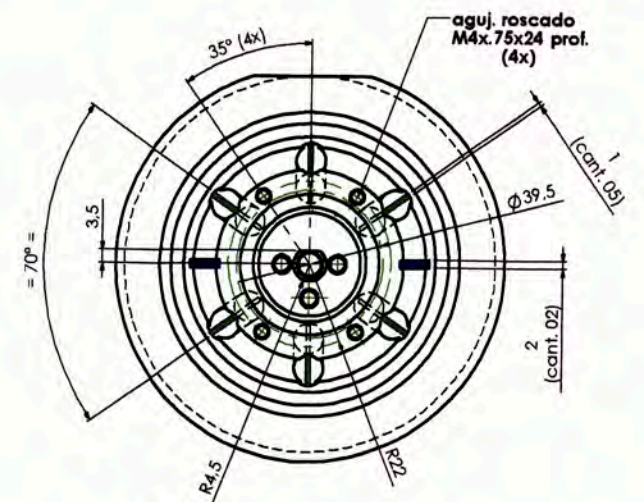
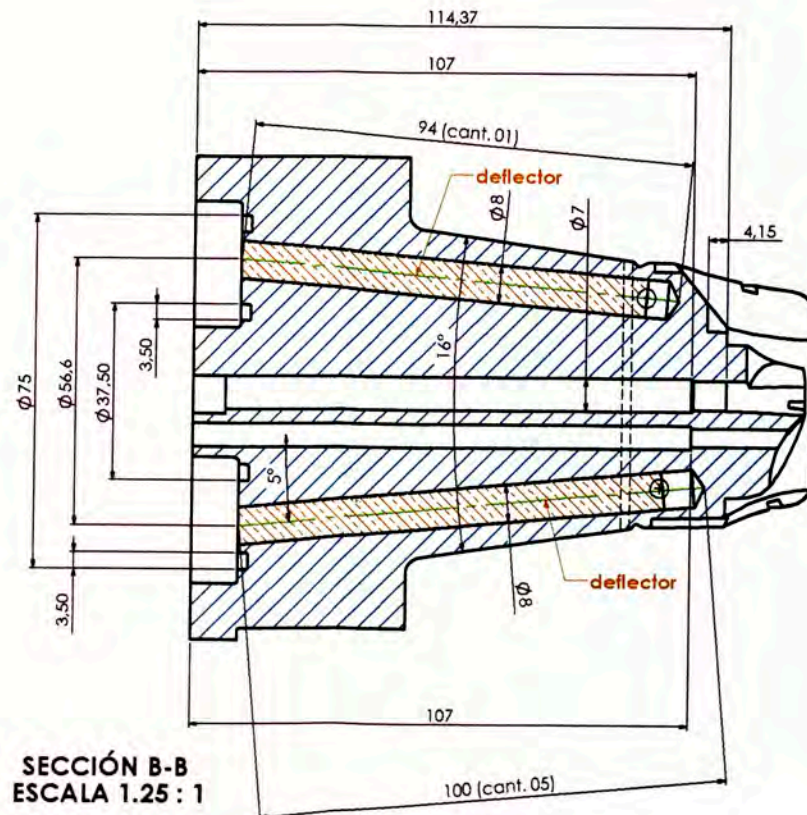
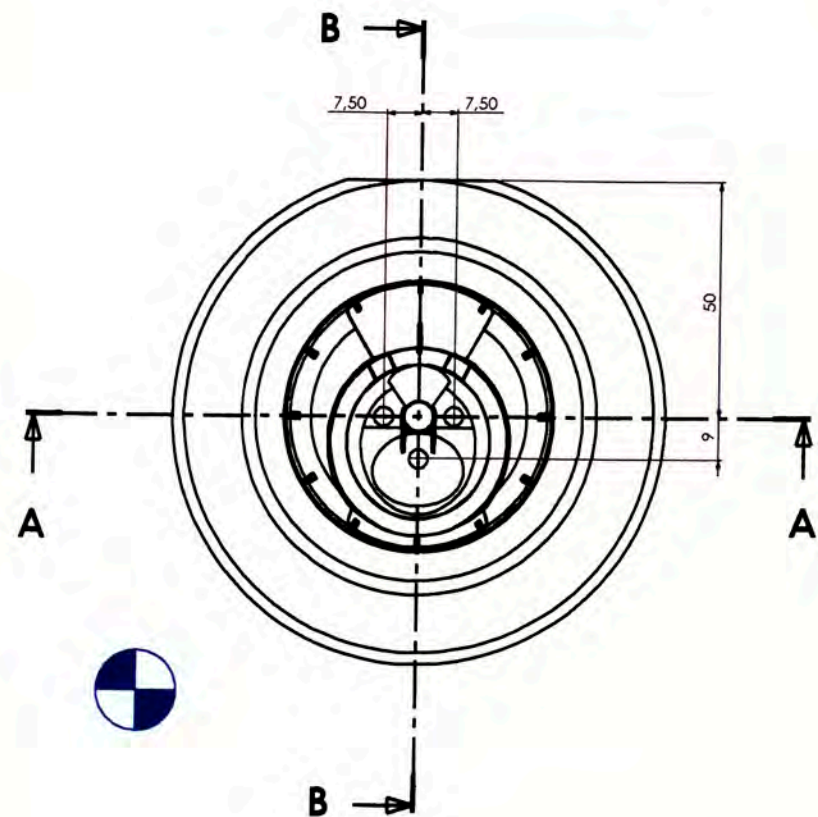
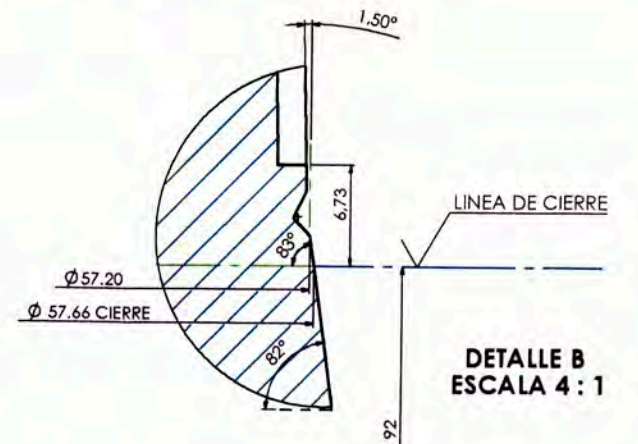
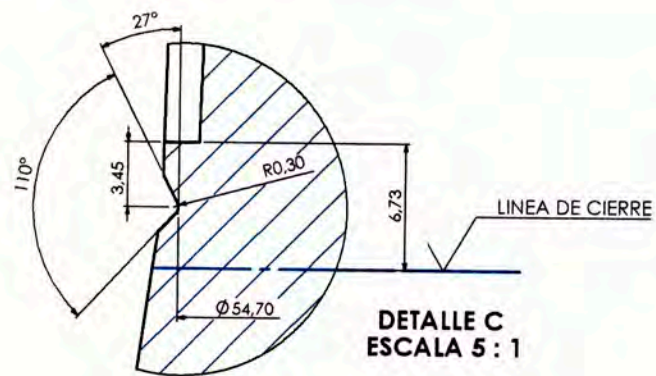
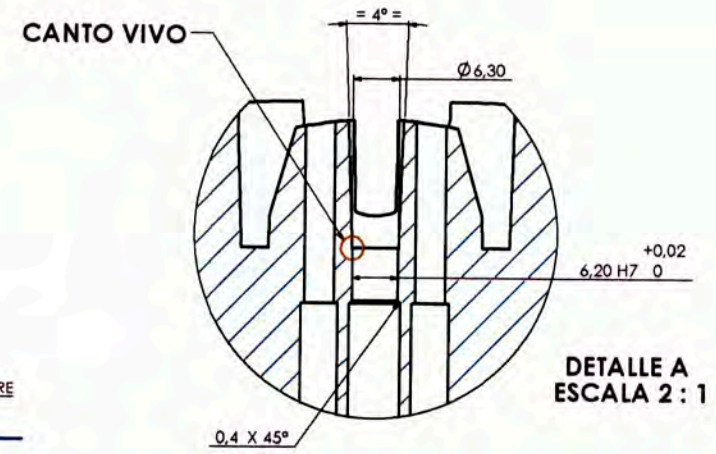
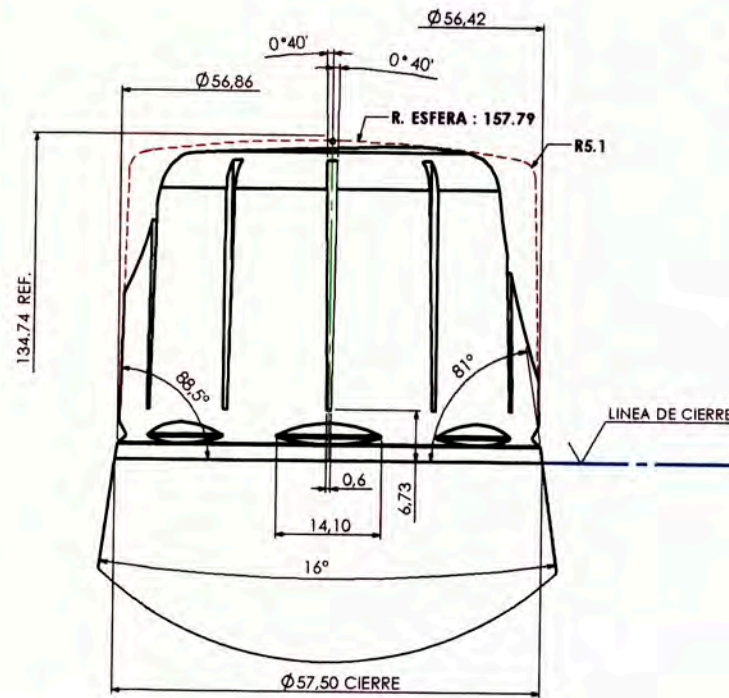
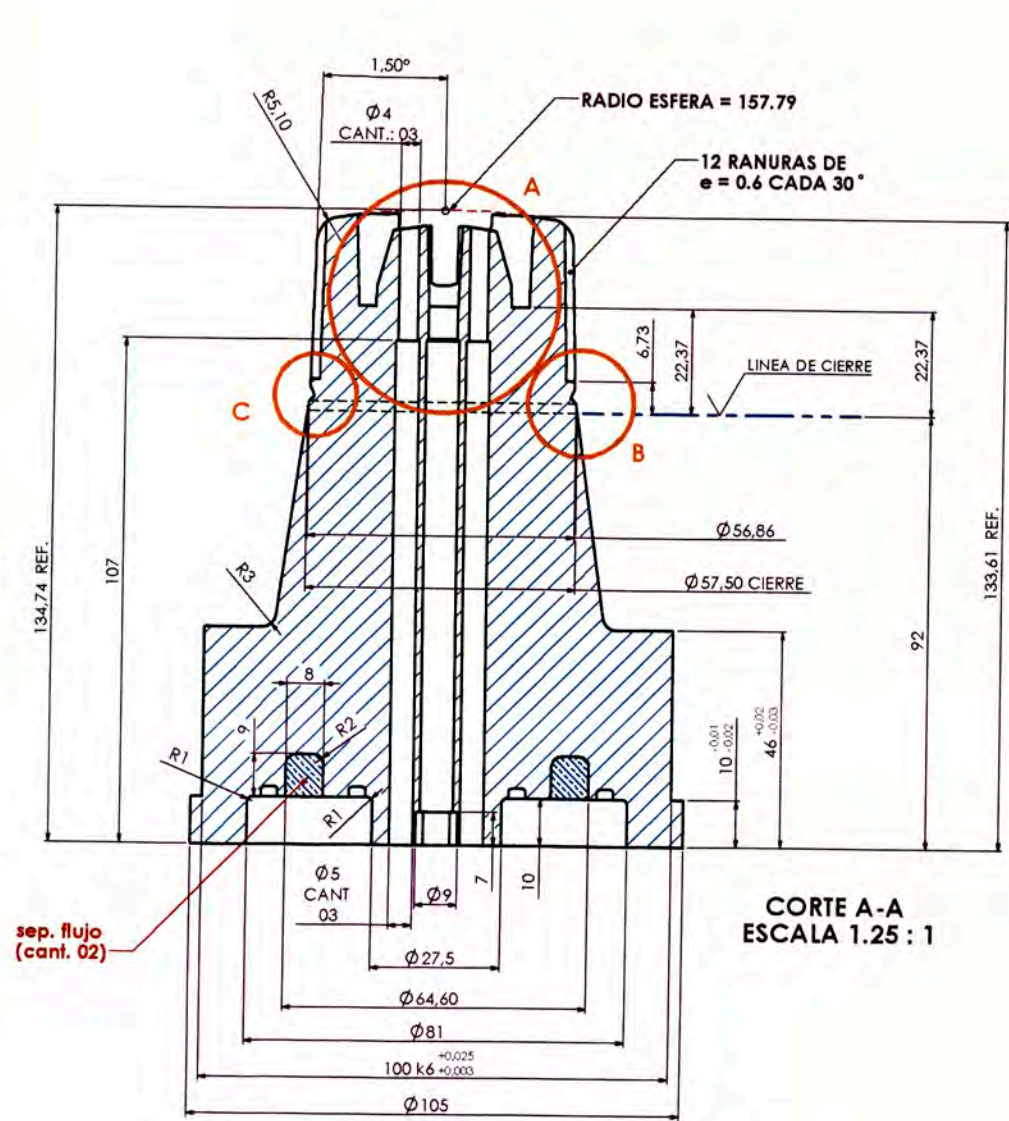
MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO.    ESCALA : 1 : 4    SHEET OF SHEETS  
1    1



cara que apunta hacia  
 la zona de conformado  
 (cavidades)

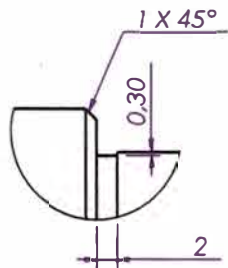
MATERIAL: SAE 1045	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA M.B.G.G. A.H.A.R. A.H.A.R. 21-01-08 <b>POS. 09</b> M1 - Placa Base MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO ESC. 1 : 1,5 HOJA : A - 1
	TRAT. TERMICO: SIN TRAT.	LINEAL: 10,0 +/-0.2 10,00 +/-0.1 10,000 +/-0.05 10,0000 +/-0.02	
DUREZA HRC.			



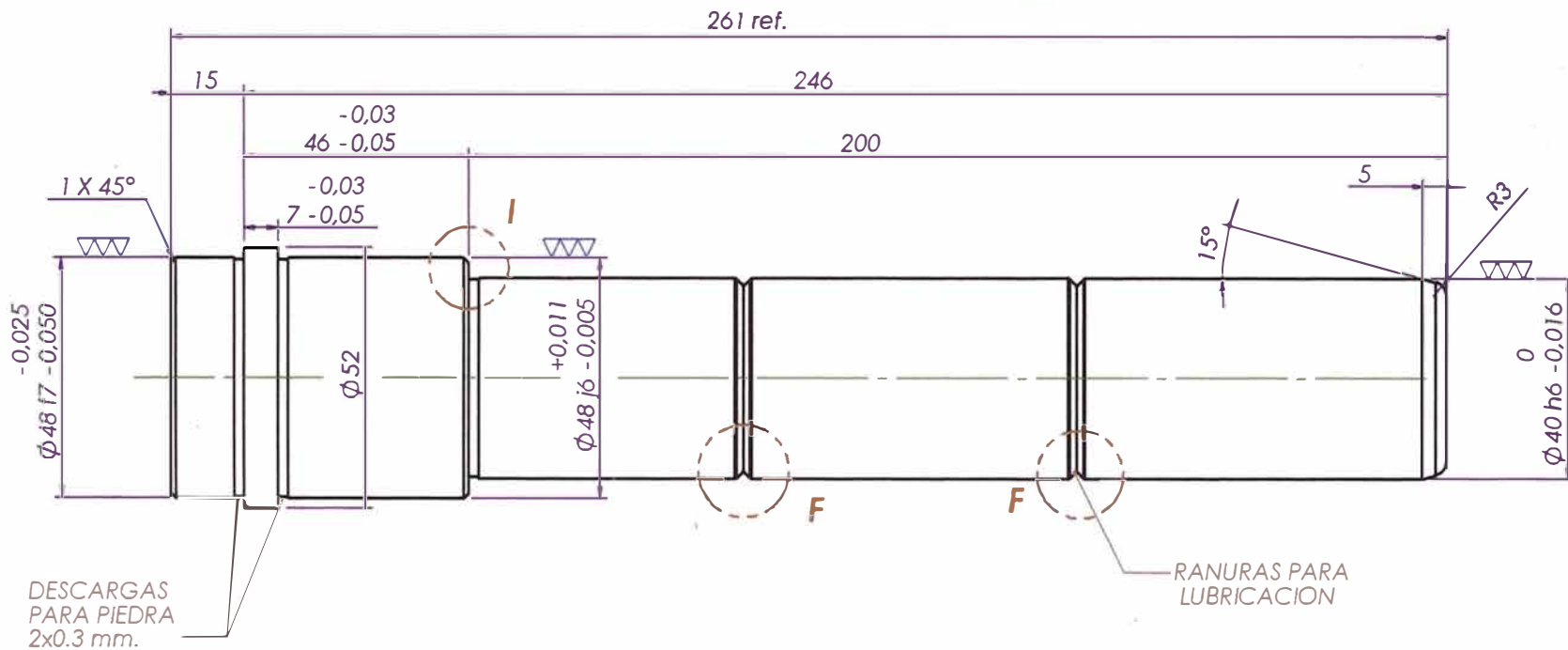
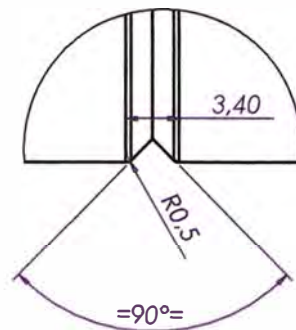
cantidad: 08

MATERIAL: H-13	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
	LINEAL:		
TRAT. TERMICO: T y R	10	+/-0.2	M.R.B.G. A.H.A.R. A.H.A.R. 21-01-08
	10.0	+/-0.1	
	10.00	+/-0.05	
DUREZA HRC: 50-52 Rc	10,000	+/-0.03	POS. 12
	ANGULAR:		
	10°	+/-1°	
10°30'	+/-30'		
10°00'30"	+/-10"		

DETALLE I  
ESCALA 2 : 1.5



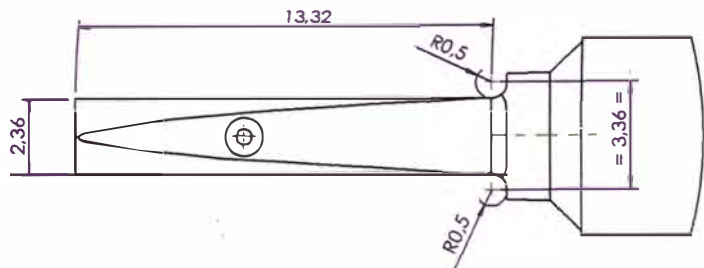
DETALLE F  
ESCALA 2 : 1



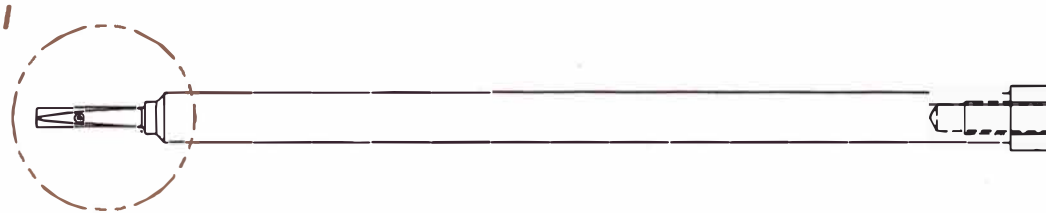
CANTIDAD: 04

PRE- ACABADO:  
DEJAR +0.2 mm EN LOS DIAMETROS  
A CEMENTAR

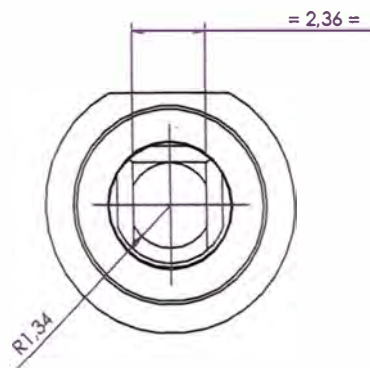
MATERIAL: SAE 8620	TOLERANCIA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	LINEAL: 10 +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03		DES. BY M.R.G.G.	DET. BY A.H.A.R.	CHK. BY A.H.A.R.	DATE 21-01-08
TRAT. TERMICO: CEMENTACION	ANGULAR: 10° +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"		TITLE: <b>POS. 13</b>		COLUMNA	
DUREZA HRC. : 58	RANURAS PARA LUBRICACION		MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO			
	JOB NO.	ESCALA : 1 : 1.5	SHEET 1	TOP SHEETS 1		



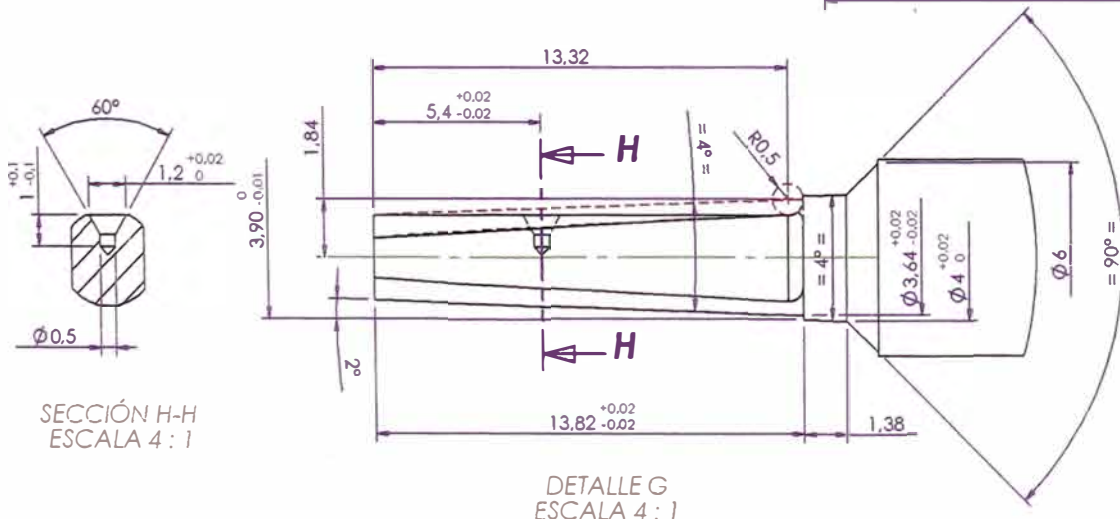
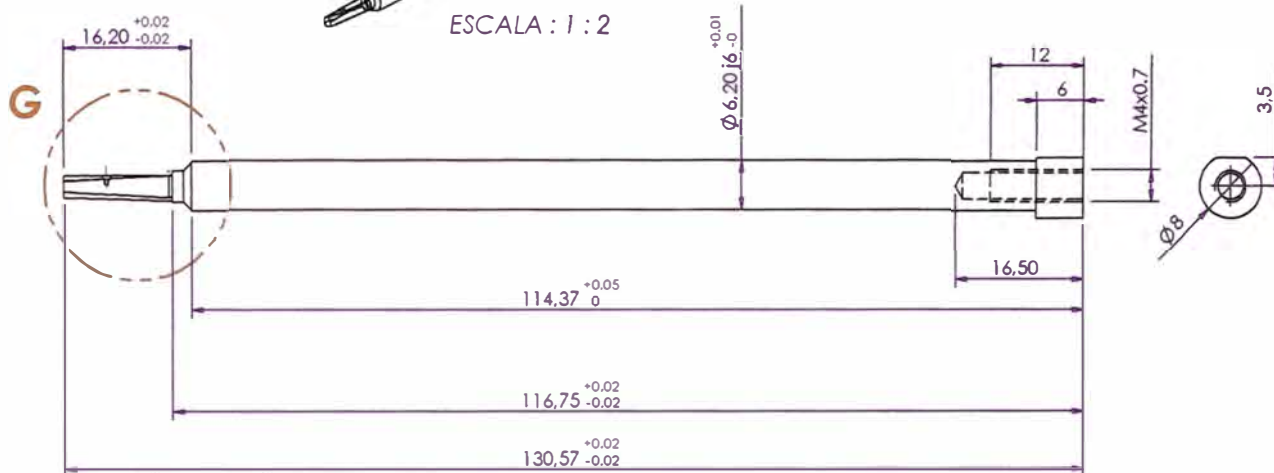
DETALLE I  
ESCALA 4 : 1



ESCALA : 1 : 2



VISTA "Z"  
ESCALA : 4 : 1



SECCIÓN H-H  
ESCALA 4 : 1

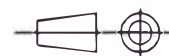
DETALLE G  
ESCALA 4 : 1

CANTIDAD: 08

MATERIAL:  
H-13

TRAT. TERMICO:  
TEMPL y REV.

DUREZA HRC. :  
54-56 Rc.



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BY M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08

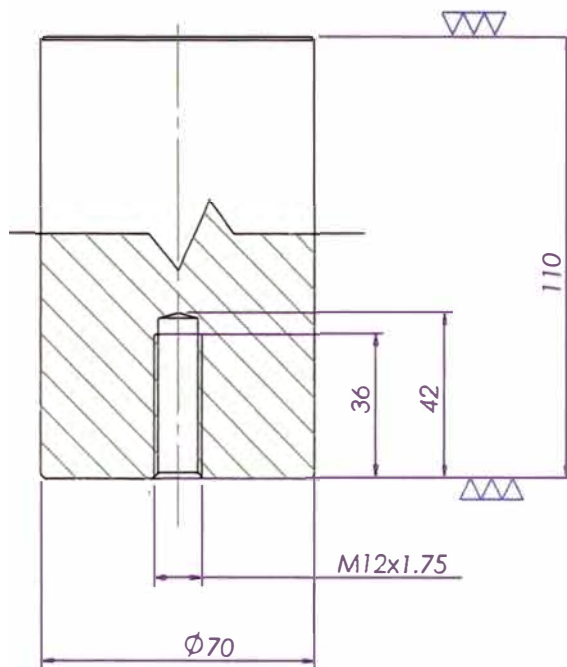
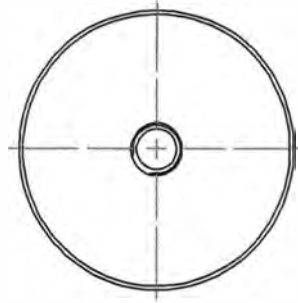
M.L.E.  
POS. 16 POSTIZOS-NUCLEO TOBERA

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 1

SHEET OF  
1 1

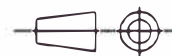




MATERIAL:  
SAE 1045

TRAT. TERMICO:

DUREZA HRC. :



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

CANTIDAD: 04

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DES. M.R.G.G. A.H.A.R. A.H.A.R. 21-01-08

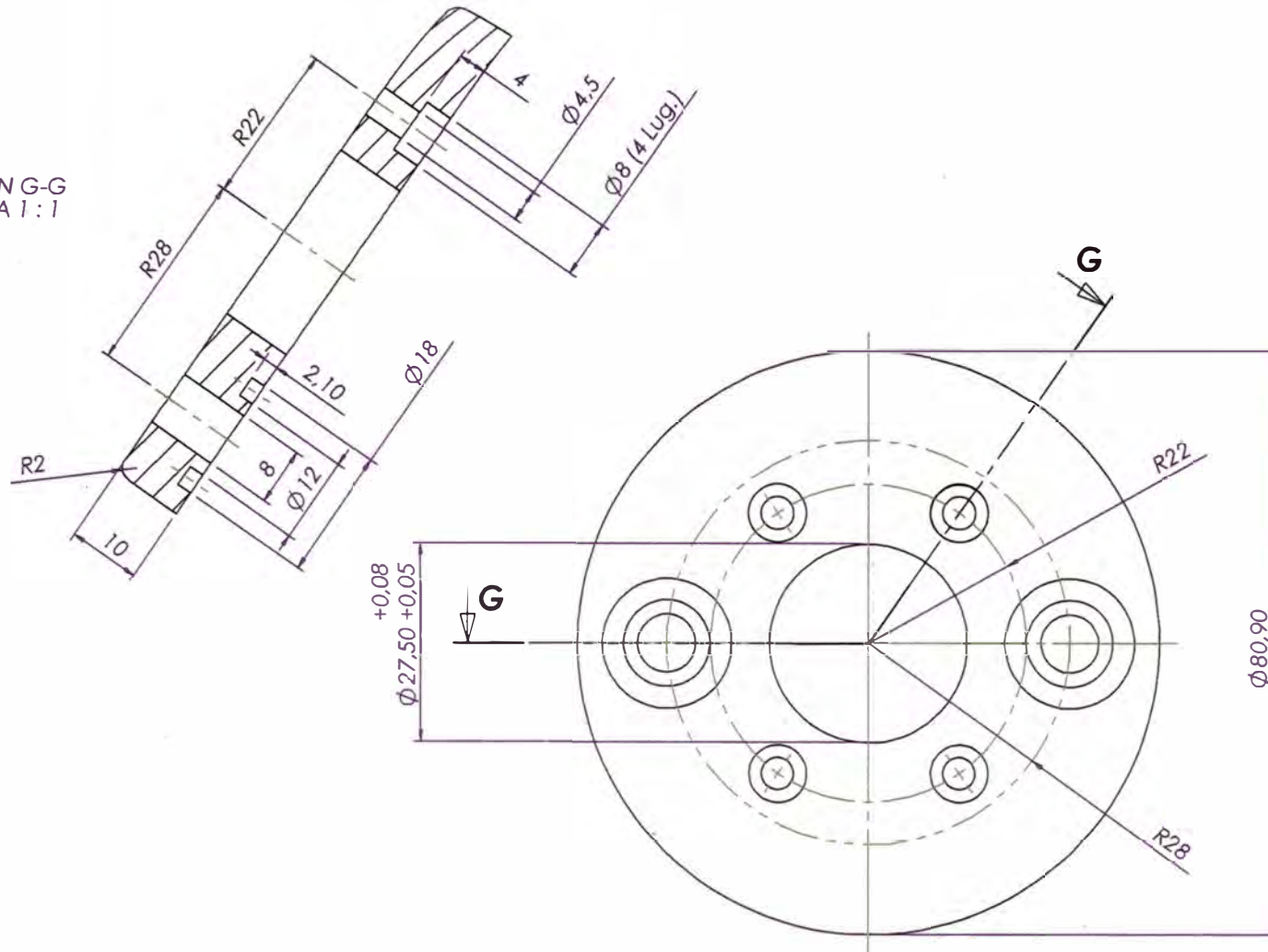
TITLE:

POS.: 32 SOPORTE


MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

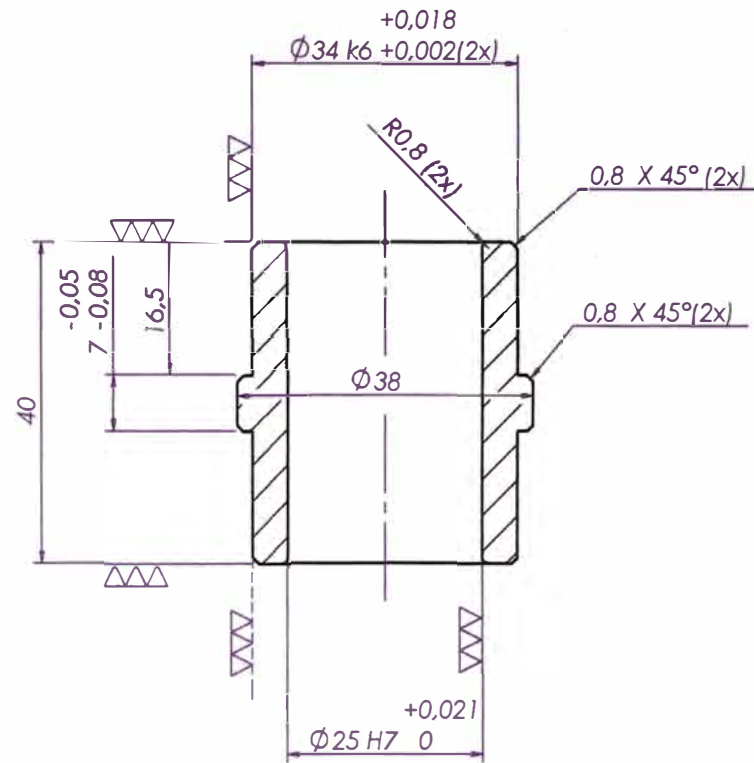
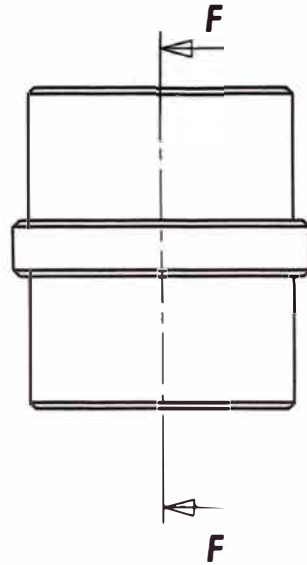
JOB NO. ESCALA: 1:2 SHEET OF 1 1

SECCIÓN G-G  
ESCALA 1:1



CANTIDAD: 08

MATERIAL: Ac. INOX.	TOLERANCIA				UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
	TRAT. TERMICO: -----	LINEAL: 10    +/-0.2 10,0   +/-0.1 10,00   +/-0.05 10,000   +/-0.03	DES. BY M.R.G.G.					
DUREZA HRC. : -----	ANGULAR: 10°    +/-1 ° 10°30'   +/-30' 10°00'30" +/-10"	POS. 37		ARO REFRIG.1				
	MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO		JOB NO.	ESCALA : 1 : 1		SHEET 1	OF SHEETS 1	



SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 1

CANTIDAD: 06

MATERIAL:  
MOD. MOLD

TRAT. TERMICO:  
CEMENTACION

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

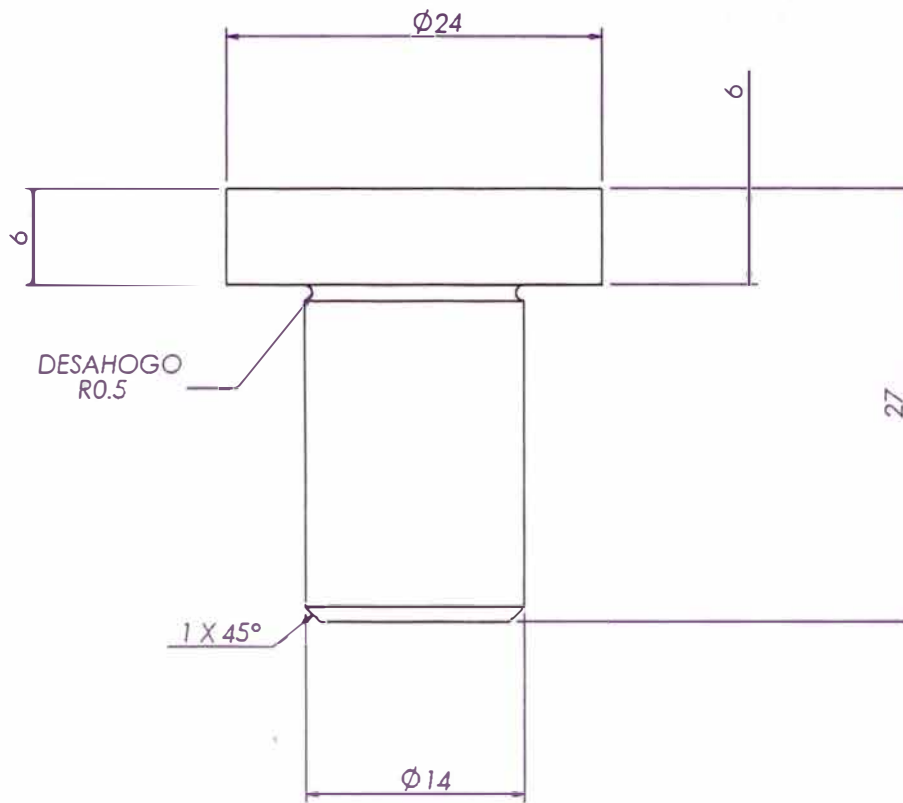
M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08

TITLE:

**POS. 118** BUJE S. INFERIOR

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 1 SHEET SHEETS  
1 1



EA-1  $\varnothing 14 \times 21$

CANTIDAD: 10

MATERIAL:  
NYLON

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

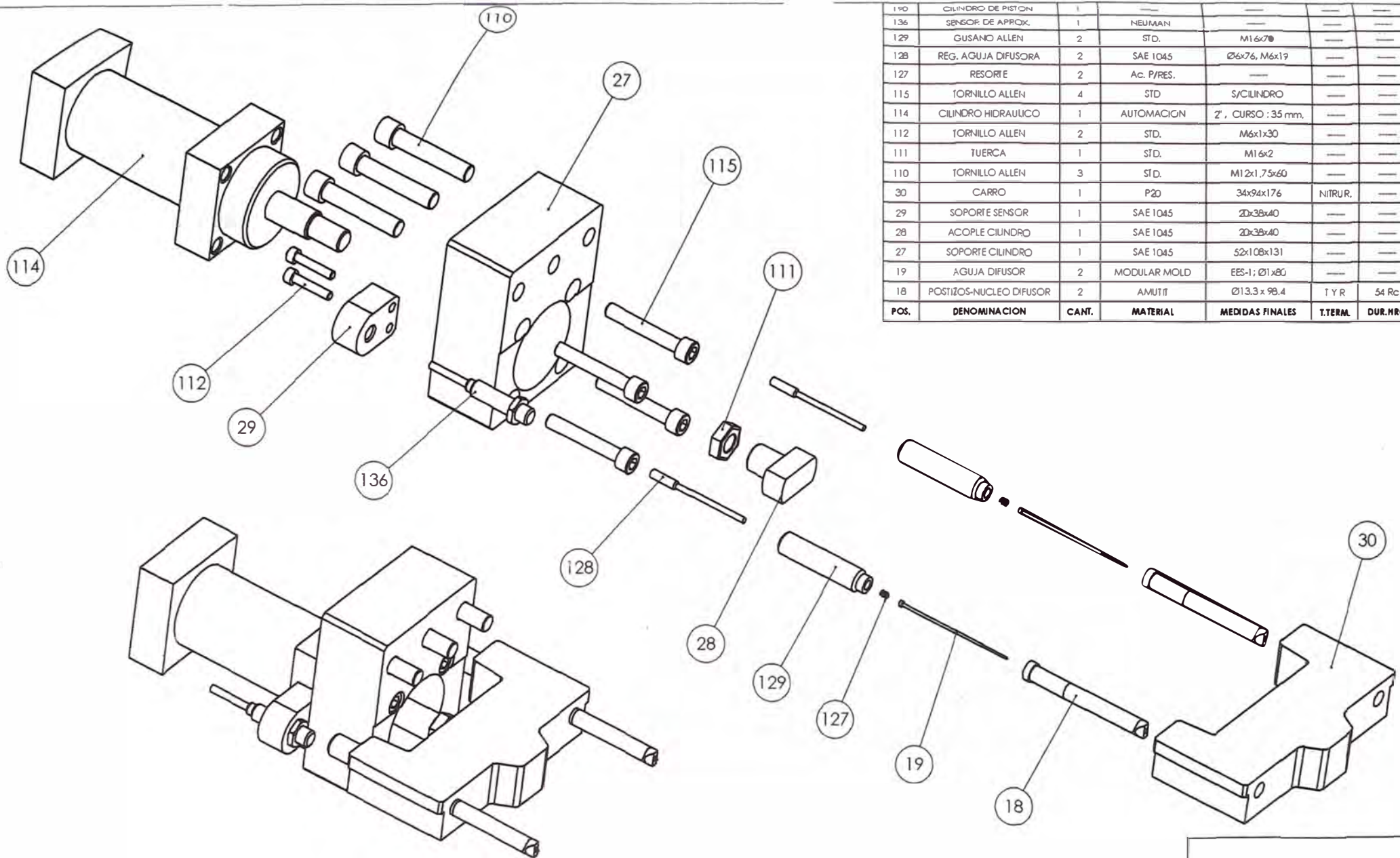
M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 20-12-0

POS. 119 TETON DE APOYO

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 2 : 1

SHEET  
1 1



130	CILINDRO DE PISTON	1	---	---	---	---
136	SENSOR DE APPROX.	1	NEUMAN	---	---	---
129	GUSANO ALLEN	2	STD.	M16x70	---	---
128	REG. AGUJA DIFUSORA	2	SAE 1045	Ø6x76, M6x19	---	---
127	RESORTE	2	Ac. P/RES.	---	---	---
115	TORNILLO ALLEN	4	STD	S/CILINDRO	---	---
114	CILINDRO HIDRAULICO	1	AUTOMACION	2", CURSO : 35 mm.	---	---
112	TORNILLO ALLEN	2	STD.	M6x1x30	---	---
111	TUERCA	1	STD.	M16x2	---	---
110	TORNILLO ALLEN	3	STD.	M12x1.75x60	---	---
30	CARRO	1	P20	34x94x176	NITRUR.	---
29	SOPORTE SENSOR	1	SAE 1045	20x38x40	---	---
28	ACOPLE CILINDRO	1	SAE 1045	20x38x40	---	---
27	SOPORTE CILINDRO	1	SAE 1045	52x108x131	---	---
19	AGUJA DIFUSOR	2	MODULAR MOLD	EES-1; Ø1x80	---	---
18	POSTIZOS-NUCLEO DIFUSOR	2	AMUTIT	Ø13.3 x 98.4	TYR	54 Rc
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERM.	DUR.HRC

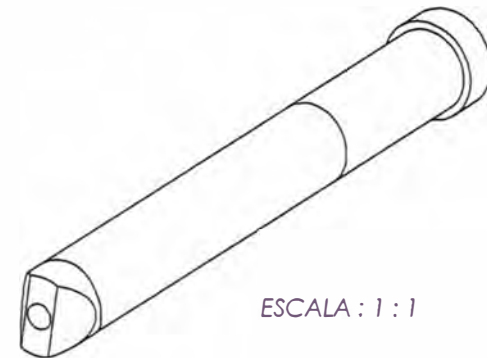
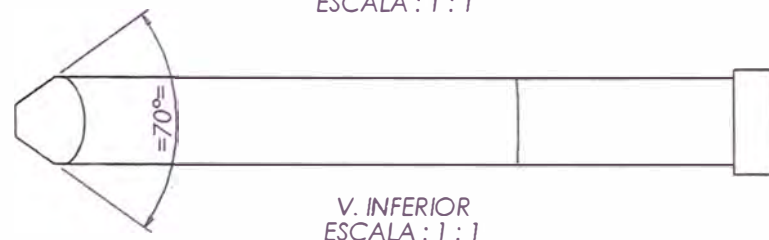
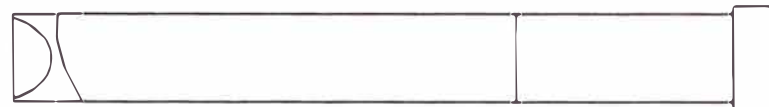
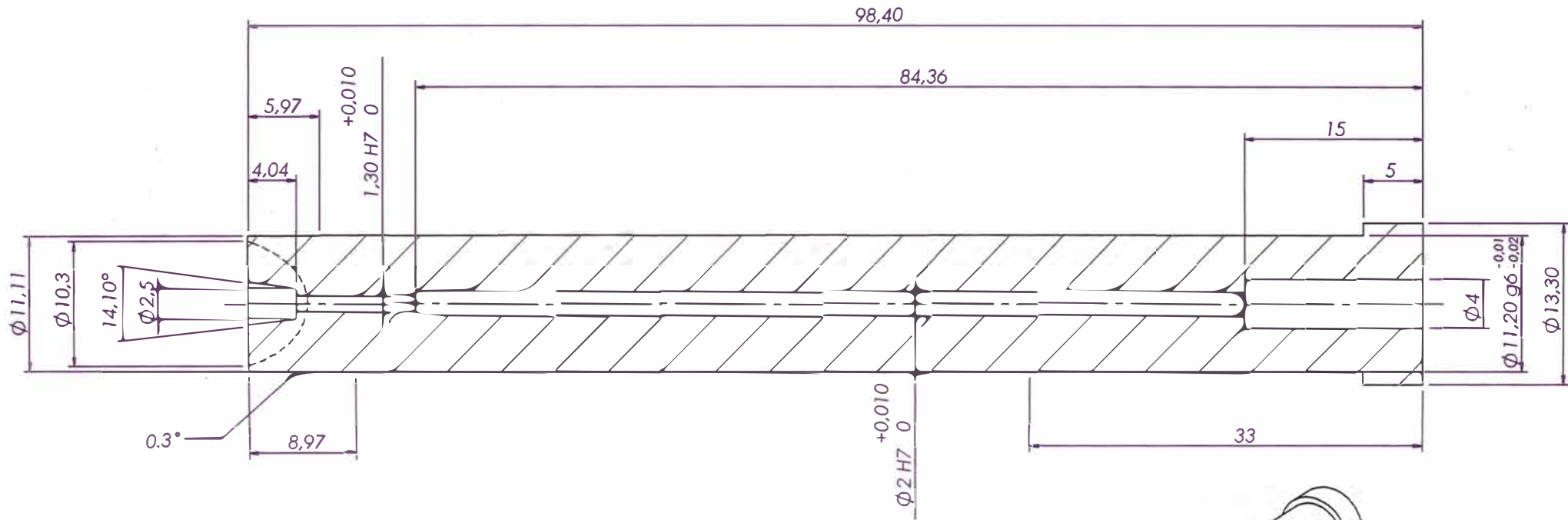
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DES BY M.R.G.G.    COT BY A.H.A.R.    CHK BY A.H.A.R.    DATE 05-03-08

TITLE SISTEMA PISTON

PART NO MOLDE TAPA NUEVA

JOB NO. ESC.: 1 : 2.5, HOJA : A - 3    SHEET 1 OF SHEETS 1



CANTIDAD: 08

MATERIAL:  
AMUTT

TRAT. TERMICO:  
TyR

DUREZA HRC. :  
54 Rc.



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

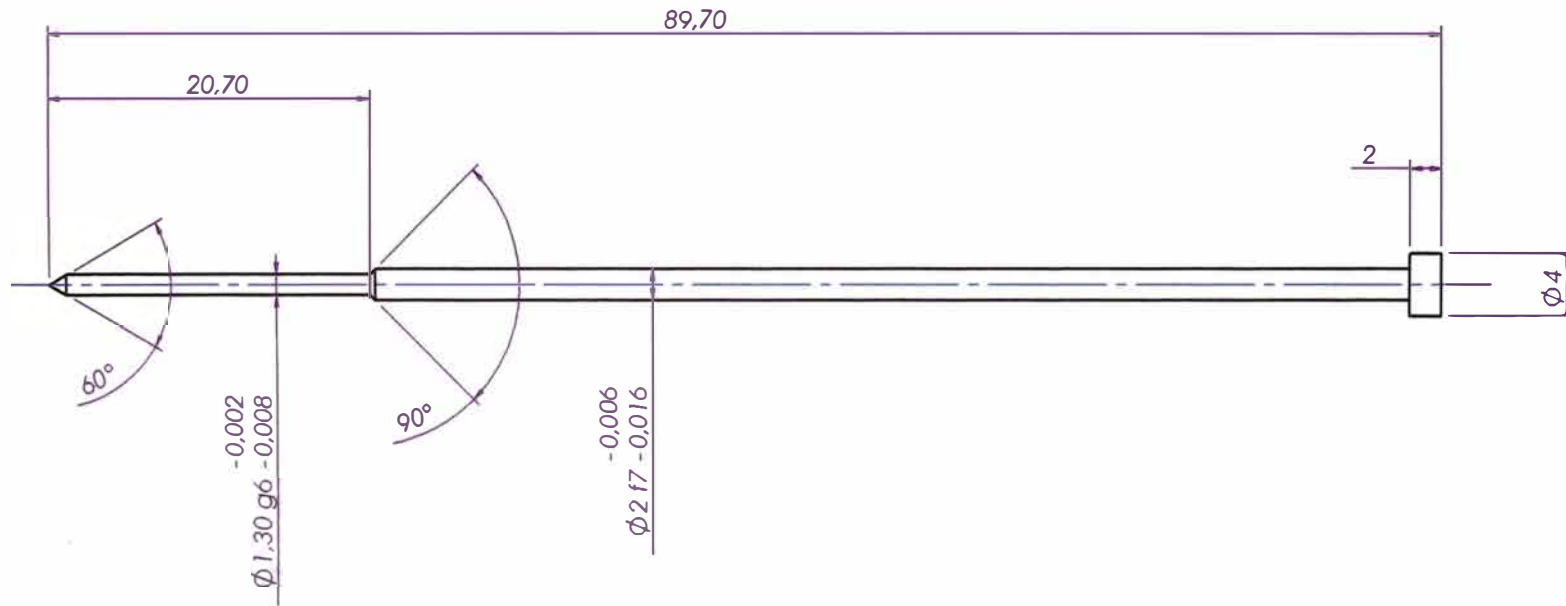
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08  
CUSTOMER INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.

**POS.18** POSTIZOS-NUCLEO DIFUSOR

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 2 : 1 SHEET OF 1

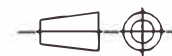


CANTIDAD: 08

MATERIAL:  
MODULAR MOLD

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

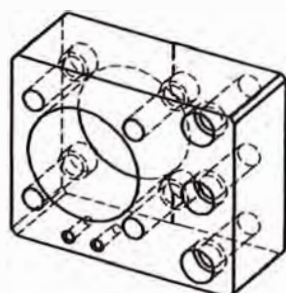
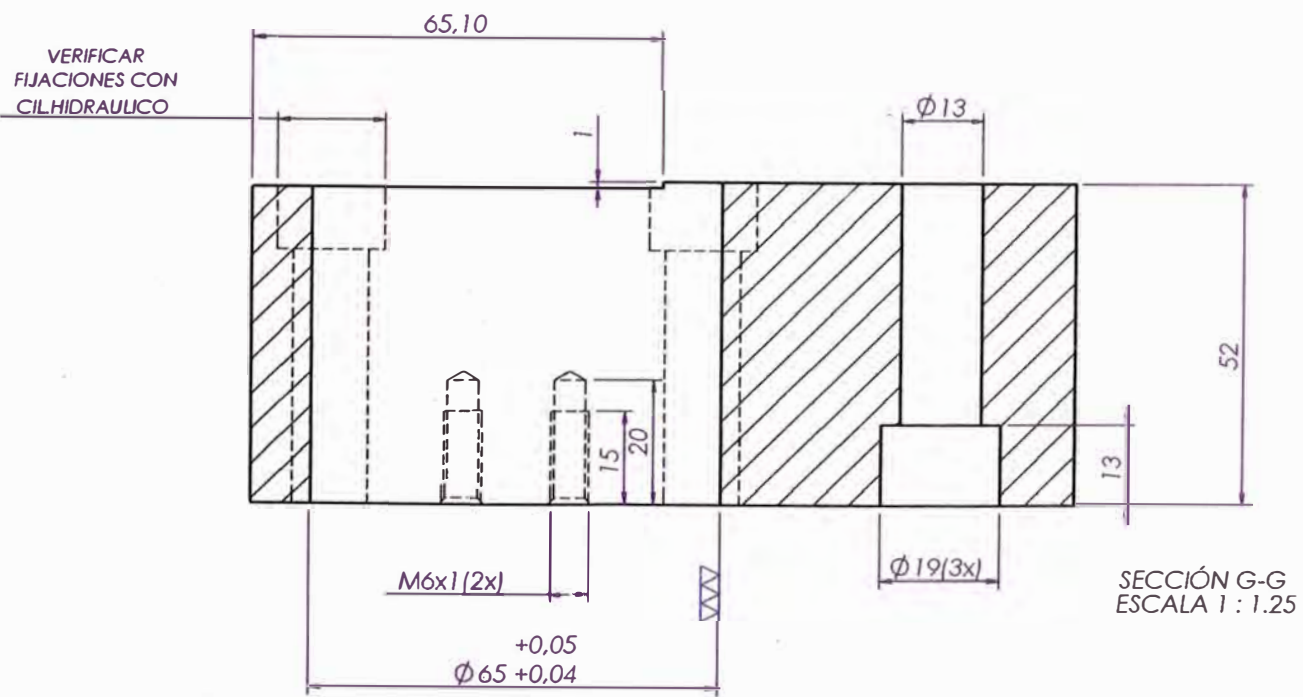
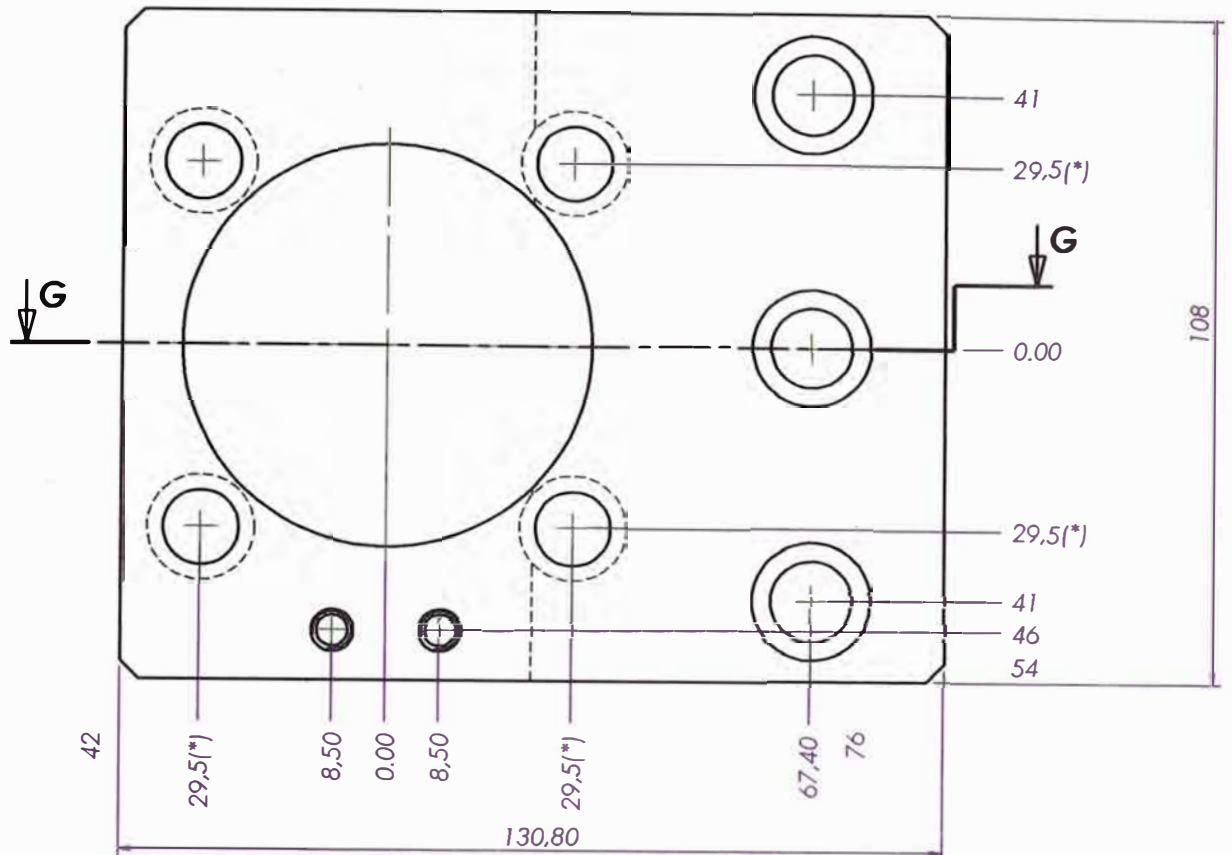
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BY M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08

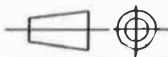
TITLE:  
**POS. 19** AGUJA DE DIFUSOR

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

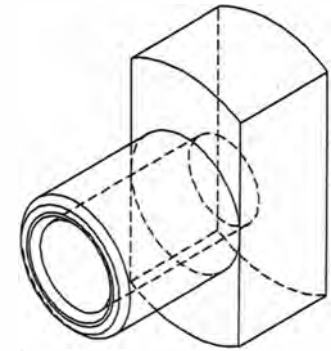
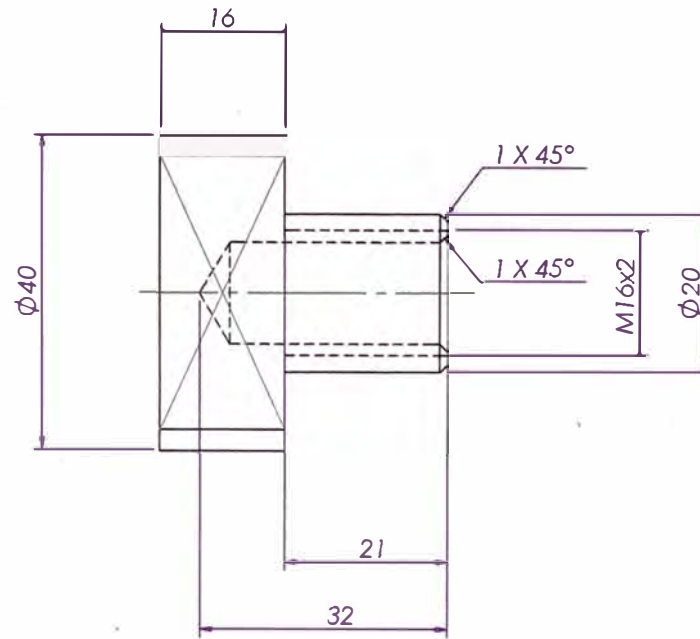
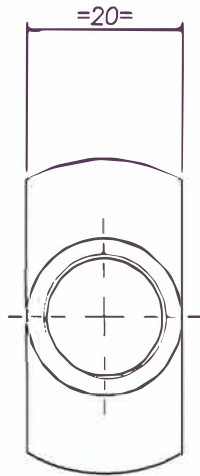
JOB NO. ESCALA : 2 : 1 SHEET 1 SHEETS 1



ESCALA 1 : 4

<b>MATERIAL:</b> SAE 1045  <b>TRAT. TERMICO:</b> -----  <b>DUREZA HRC.:</b> -----  	<b>TOLERANCIA</b>  <b>LINEAL:</b> 10    +/-0.2 10,0 +/-0.1 10,00 +/-0.05 10,000 +/-0.03  <b>ANGULAR:</b> 10°    +/-1° 10°30' +/-30' 10°00'30" +/-10"	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
	<b>JOB NO.</b> ESCALA : 1 : 1.25	<b>DES. BY</b> M.R.G.G. <b>DET. BY</b> A.H.A.R. <b>CHK. BY</b> A.H.A.R. <b>DATE</b> 21-01-08	<b>TITLE:</b> <b>POS. 27</b> SOPORTE CILINDRO MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO		
		<b>SHEET</b> 1	<b>OF SHEETS</b> 1		





CANTIDAD : 04

MATERIAL:  
SAE 1045

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

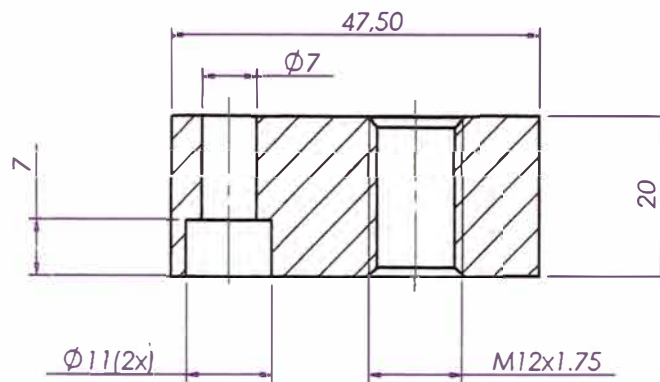
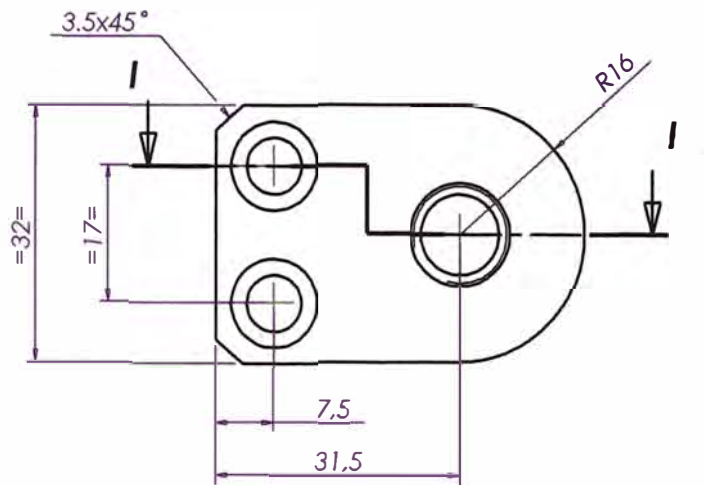
M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 27-12-07

TITLE

POS. 28 ACOPLA CILINDRO

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 1 SHEET OF 1



SECCIÓN H

MATERIAL:  
SAE 1045

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

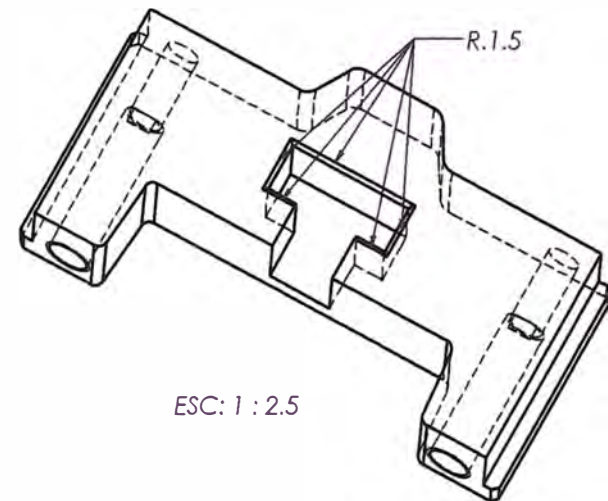
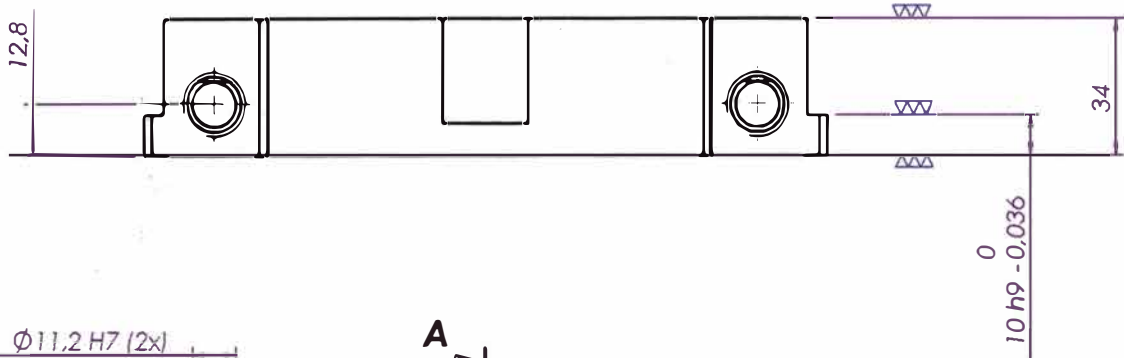
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

BY M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 21-01-08  
TTL:

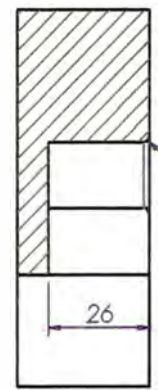
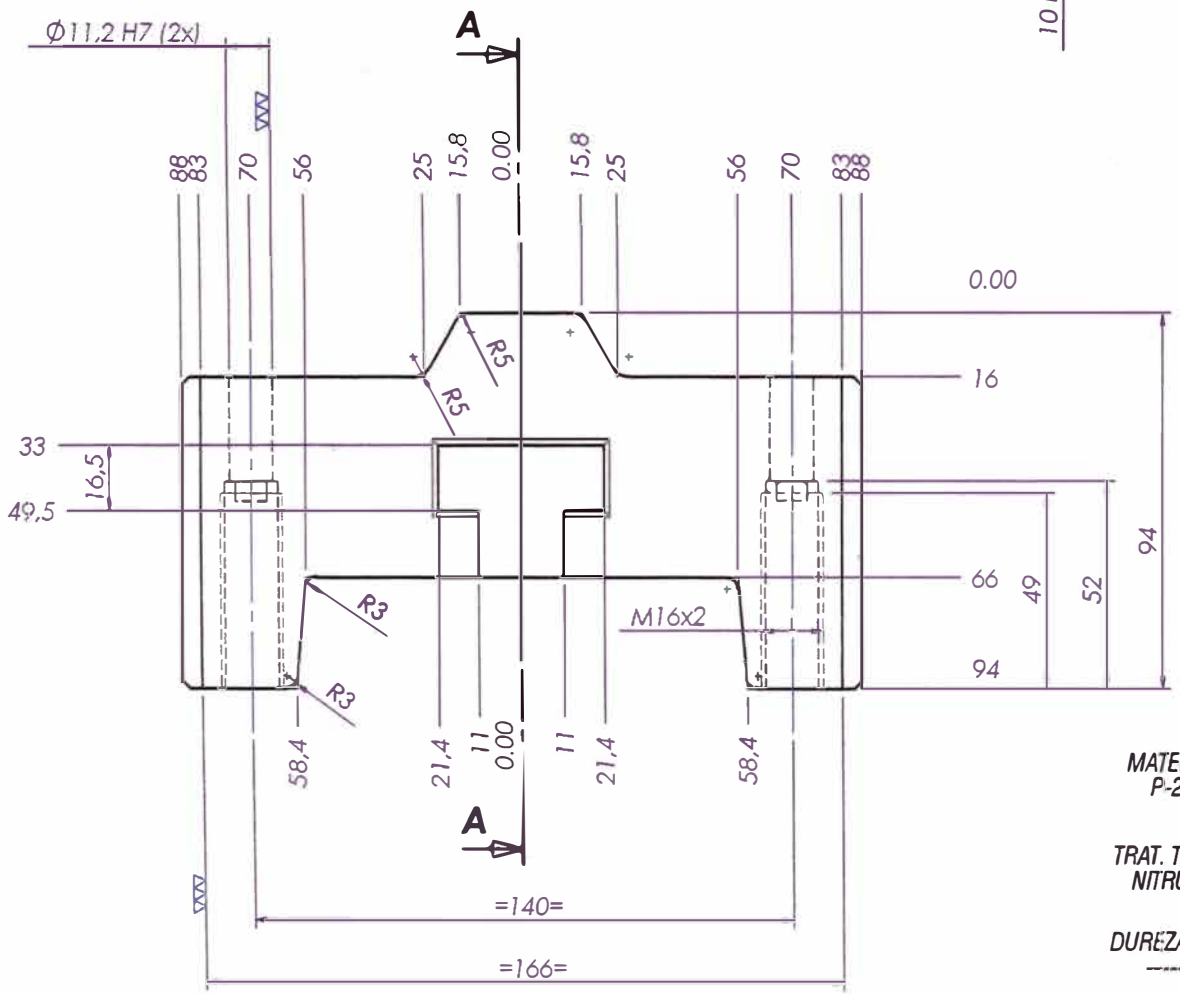
POS. 29 SOPORTE SENSOR

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 1 SHEET OF 1 1



ESC: 1 : 2.5



MATERIAL:  
P-20

TRAT. TERMICO:  
NITRURADO

DUREZA HRC. :



TOLERANCIA

LINEAL:  
10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:  
10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

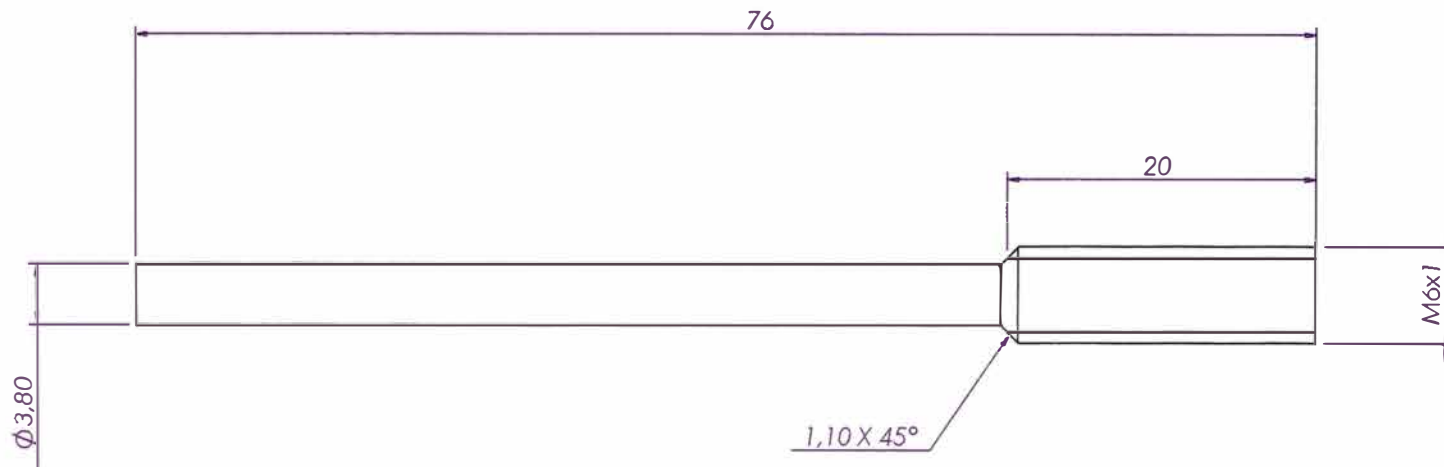
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

M.R.G.G. A.H.A.R. A.H.A.R. 21-01-08

POS. 30 CARRO

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 1 : 2 SHEET OF SHEETS 1 1



CANTIDAD : 08

MATERIAL:  
SAE 1045

TRAT. TERMICO:  
-----

DUREZA HRC. :  
-----



TOLERANCIA

LINEAL:

10 +/-0.2  
10,0 +/-0.1  
10,00 +/-0.05  
10,000 +/-0.03

ANGULAR:

10° +/-1°  
10°30' +/-30'  
10°00'30" +/-10"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

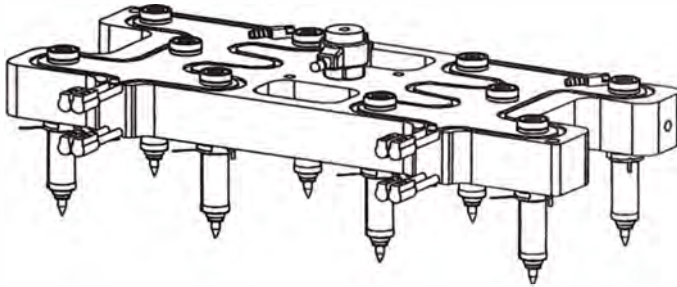
M.R.G.G. A.H.A.R. H.A.R. 27-12-07

TITLE:

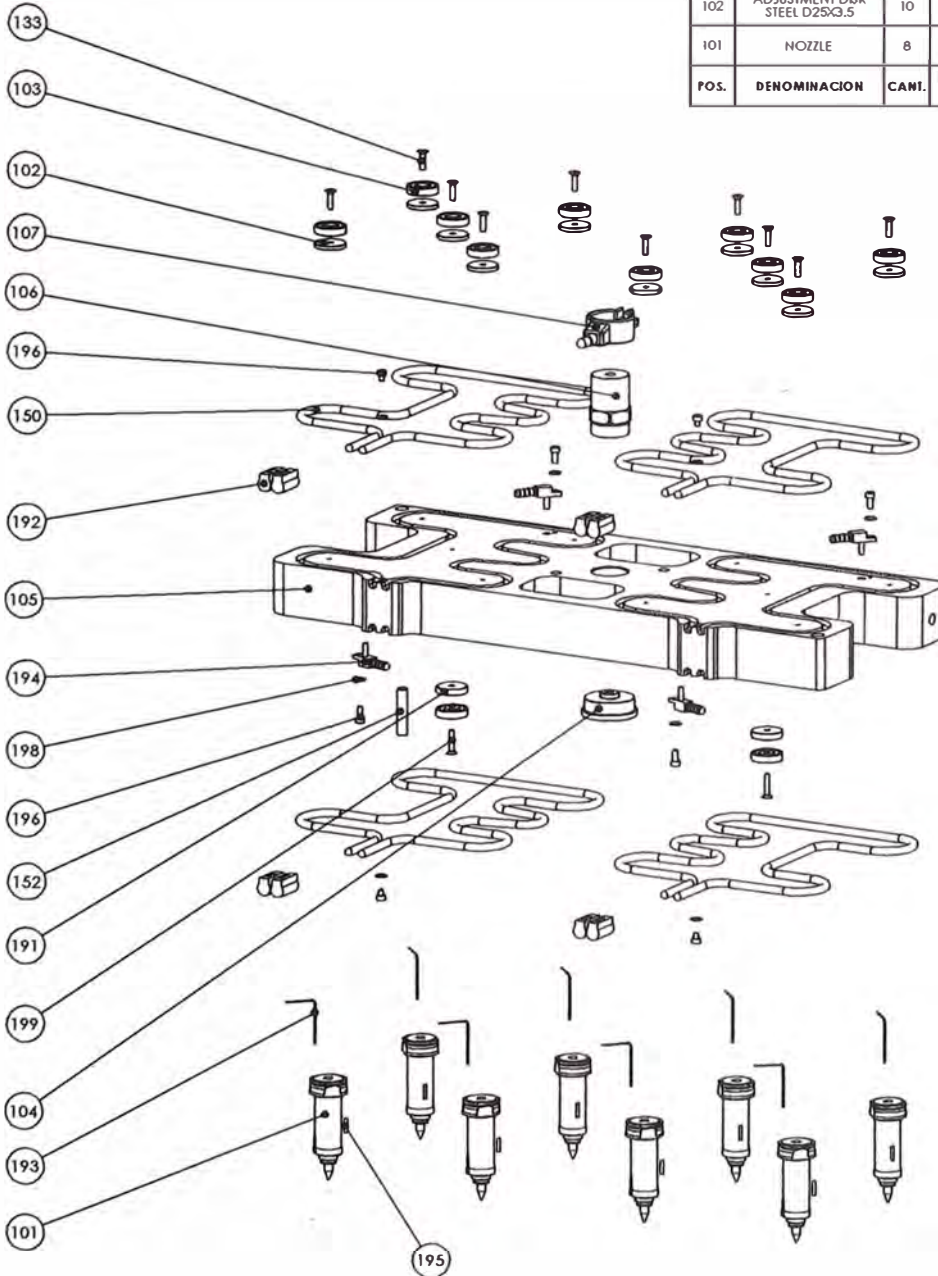
**POS. 128** REG. AGUJA DIFUSORA

MOLDE TAPA ACTUADORA INTRADEVCO

JOB NO. ESCALA : 2 : 1 SHEET OF SHEETS  
1 1

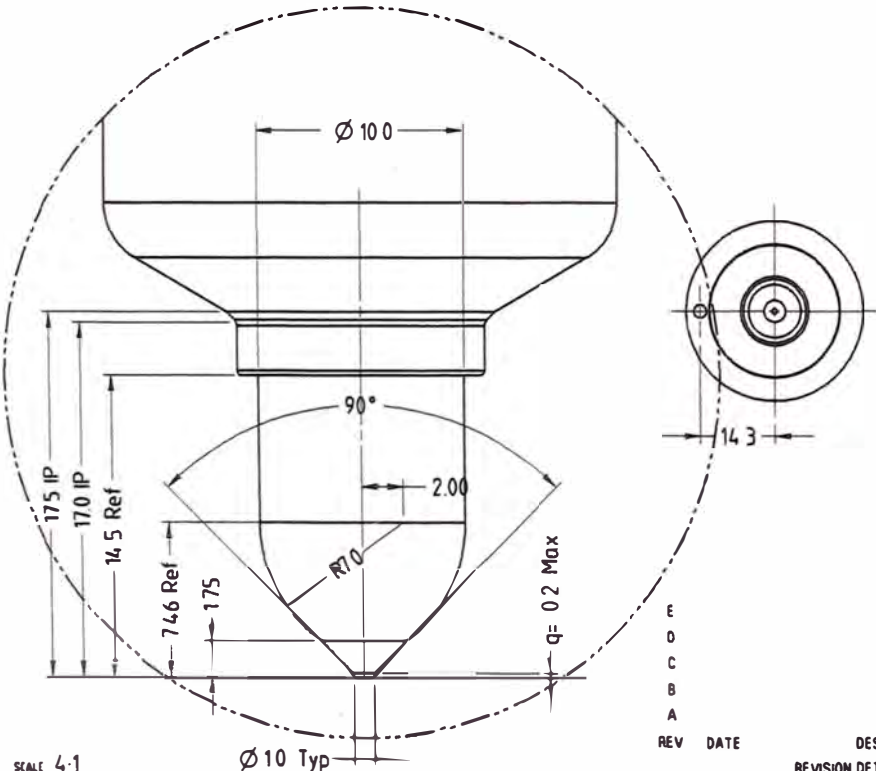
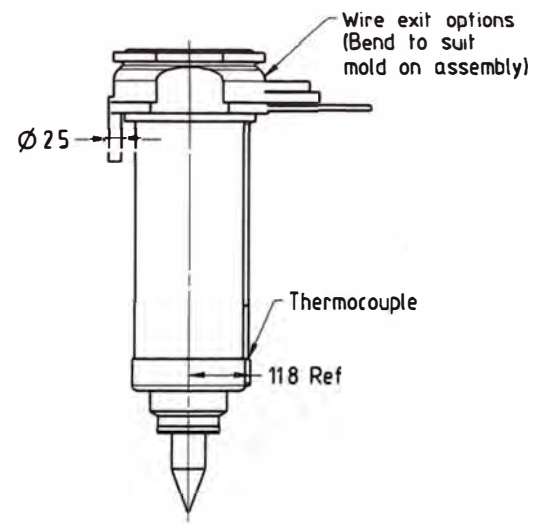
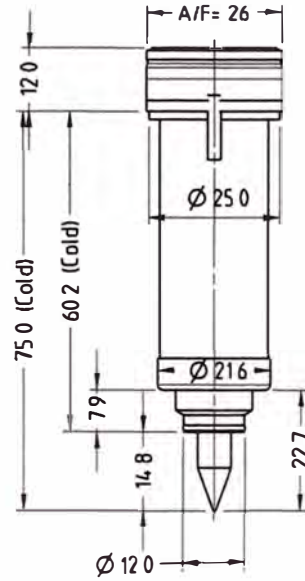
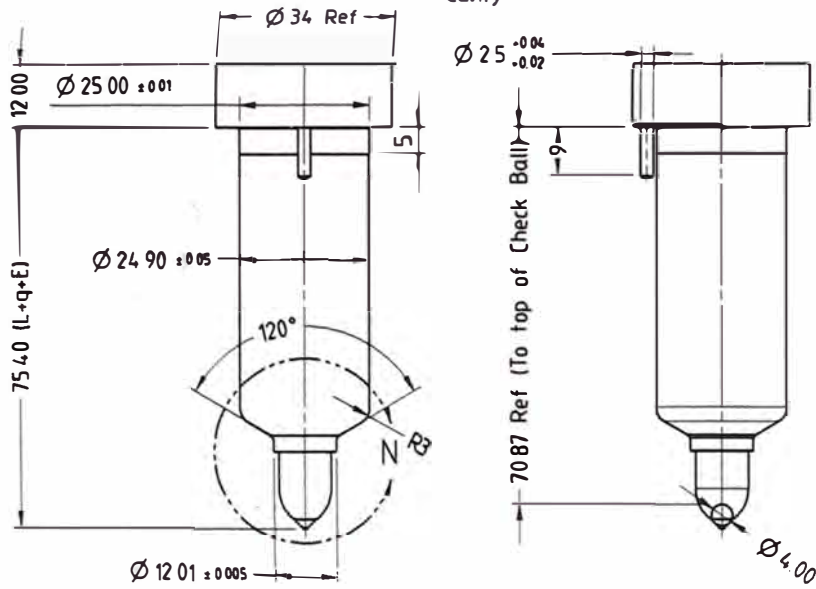


199	SCREW COUNTERSUNK HEX M4X20	2	MASTIP	MANCHS4X20	-----	-----
198	RING	8	MASTIP	DIAM4.5x1	-----	-----
197	SOCKET HEAD CAP SCREW M4X10	4	MASTIP	MANSHS4X10	-----	-----
196	SOCKET HEAD CAP SCREW M4X5	4	MASTIP	MANSHS4X5	-----	-----
195	DOWEL PIN (NOZZLE)	8	MASTIP	D2.5X12	-----	-----
194	MANIFOLD SURFACE THERMOCOUPLE (J TYPE)	4	MASTIP	MANSTC-J1000	-----	-----
193	THERMOCOUPLE (I/C)	8	MASTIP	-----	-----	-----
192	CERAMIC CONNECTOR FOR TUBULAR HEATERS	8	MASTIP	TUBC1	-----	-----
191	ADJUSTMENT DISK STEEL. D25X5.5	2	MASTIP	51-000-008	-----	-----
152	DOWEL PIN - 8X40 THREADED	1	MASTIP	MANDPT8X40	-----	-----
150	HEATER TUBULAR 6.5X1050 mm	4	MASTIP	39-651-050	-----	-----
133	SCREW COUNTERSUNK HEX M4X16	10	MASTIP	MANCHS4X16	-----	-----
107	BAND HEATER WITH THERMOCOUPLE, 100W	1	MASTIP	MANBHTC30/20	-----	-----
106	SPRUE BUSH NOZZLE	1	MASTIP	MANSB30/51/14	-----	-----
105	MANIFOLD	1	MASTIP	MAN8-4X2	-----	-----
104	LOCATOR TITANIUM D4X15	1	MASTIP	MANTL15X44X19	-----	-----
103	SPACER TITANIUM 25X6.5	13	MASTIP	MANIS25X6.5	-----	-----
102	ADJUSTMENT DISK STEEL D25X3.5	10	MASTIP	51-000-004	-----	-----
101	NOZZLE	8	MASTIP	MXTI 16065+ 10	-----	-----
POS.	DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	MEDIDAS FINALES	T.TERM.	DUR.HRC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FECHA	ELABORADO	REVISADO	05-03-08
TITULO SISTEMA DE COLADA (MASTIP)			
OBJETO MOLDE TAPA NUEVA			
ESCALA	ESC. 1:5	HOJA	A-2





Lengths shown based on  
 Operating Temperature 240°C  
 Mold Temperature 40°C  
 Expansion Allowance E: 0.20mm  
 Gate Land Q=0.20-10.00mm  
 Expansion calculation = Length(mm)\*k\*(NozzleTemp°C-MouldTemp°C)  
 = (65.00-10.00)\*0.0000132\*(240°C-40°C)  
 = 0.20mm

NOTE: EXPANSION SHOWN FOR REFERENCE ONLY.  
 FINAL EXPANSION ALLOWANCE TO BE DETERMINED  
 BY TOOL DESIGNER, AS IS DEPENDENT ON NOZZLE-MOLD  
 TEMPERATURE DIFFERENCE



www.mastip.com

DRAWING DESCRIPTION

TOLERANCES	01
0 ± 0.5	1
0.0 ± 0.1	SCALE
0.00 ± 0.01	UNITS MILLIMETRES (mm)
DETAILS	-

CAVITY DRAWING  
 MXTT16065-10G1 NOZZLE

PRD 104419-2of2  
 D CLIENT NOBLE  
 KW  
 DATE 01-03-2008 A3

REVISION

SCALE 4:1

E  
D  
C  
B  
A

REV DATE DESCRIPTION REVISION DETAILS

## **ANEXO A**

### **CONSEJOS SOBRE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO**



### **A.1 Consejos para una efectiva extracción del calor**

Deben considerarse las siguientes variables para lograr una eficaz extracción de calor:

#### **A.1 Temperatura de Entrada y salida del refrigerante.**

Para un enfriamiento eficaz, la diferencia entre las temperaturas de entrada y salida del refrigerante debe estar entre los 2 y 3°C.

#### **A.2 Turbulencia**

El flujo del refrigerante debe ser turbulento, para que la extracción de calor sea eficaz. Esto es indicado por el número de Reynolds, el cual se calcula a partir del diámetro de los canales, del caudal, de la tasa del flujo (caudal) y la viscosidad del líquido de refrigeración.

#### **A.3 Superficie de los canales de enfriamiento**

Las superficies de los canales de enfriamiento deben ser lo suficientemente grandes como para garantizar un aumento de temperatura en todo el canal, que sea de 2 a 5 ° C.

El aumento de la longitud o del número de canales mejora la superficie disponible para la transferencia de calor. Pero esto ocasiona una mayor caída de presión. Si el diámetro del canal de enfriamiento se incrementa, se necesita un mayor caudal

para alcanzar la turbulencia.

Debe existir equilibrio entre el diámetro y la longitud de los canales de refrigeración, así como de las características de presión y volumen de la bomba de refrigeración.

Cuando estas condiciones se han optimizado, el aumento de la temperatura en todo el metal es controlado por la colocación de los circuitos de refrigeración. Aunque, idealmente, esta no debe ser superior a los 5 ° C, es más realista esperar un aumento de la temperatura en todo el metal que va de 10 a 30 ° C.

#### A.4 Ecuaciones del sistema de enfriamiento

Teóricamente el tiempo de refrigeración es proporcional al cuadrado del espesor de pared de la pieza o a la potencia 1.6 del diámetro más grande de los canales de colada. Esto es:

$$\text{Tiempo de enfriamiento} \propto \frac{(\text{espesor de pared})^2}{(\text{difusividad térmica del polímero fundido})} \quad (\text{A.1})$$

$$\text{Tiempo de enfriamiento} \propto \frac{(\text{diámetro del canal de colada mas grande})^{1.6}}{(\text{difusividad térmica del polímero fundido})} \quad (\text{A.2})$$

Donde la difusividad térmica del polímero fundido esta definido por:

$$\text{Difusividad térmica} = \frac{\text{(conductividad térmica)}}{\text{(densidad) (calor específico)}} \quad (\text{A.3})$$

En otras palabras, doblando el espesor de pared cuadruplicamos el tiempo de enfriamiento.

#### A.5 Número de Reynolds y flujo del refrigerante

Para determinar el número de Reynolds (Re) y saber si el flujo del refrigerante es turbulento o no, recurrimos al listado de la tabla A.1 El numero de Reynolds esta definido por:

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot U \cdot d}{\mu} \quad (\text{A.4})$$

Donde:

$\rho$  = densidad del refrigerante (Agua: 1gr./cm<sup>3</sup>)

U es la velocidad promedio del refrigerante (en cm/s)

$d$  = diámetro del canal de refrigeración (en cm)

$\eta$  = Viscosidad dinámica del refrigerante (Agua: 0.006552 gr/cmxs)

Tipos de flujo del refrigerante y los correspondientes rangos del número de Reynolds

Tabla A.1

Numero de Reynolds (Re)	Tipo de flujo
$10,000 < Re$	Flujo turbulento
$2,300 < Re < 10,000$	Flujo de transición
$100 < Re < 2300$	Flujo laminar
$Re < 100$	Flujo estancado

#### A.6 Consejos para el logro de un enfriamiento uniforme

Se logrará una efectiva transferencia de calor si:

- El flujo de refrigerante es turbulento.
- El área de la superficie de refrigeración es lo suficientemente grande.

En estas circunstancias:

- La diferencia de temperatura entre el refrigerante y la interfase metálica del canal debe estar en 2 a 5 ° C.
- La diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del refrigerante debe estar en 2 a 3 ° C.

Si estas condiciones se aplican, las temperaturas en la superficie del molde estarán determinadas por la transferencia de calor que atraviesa el metal dirigiéndose hacia la interfase refrigerante-metal localizada en las paredes del canal de enfriamiento.

Las temperaturas de la superficie están controladas por la posición de los circuitos de refrigeración en relación con la superficie del molde (ver las imágenes a continuación).

La temperatura de la superficie es mayor en las esquinas internas, y la más baja esta en la barra delgada superior. Para lograr una temperatura uniforme, los canales de refrigeración deberán colocarse lo más cerca posible de los puntos calientes y lejos de las superficies que tienen una tendencia menos caliente.

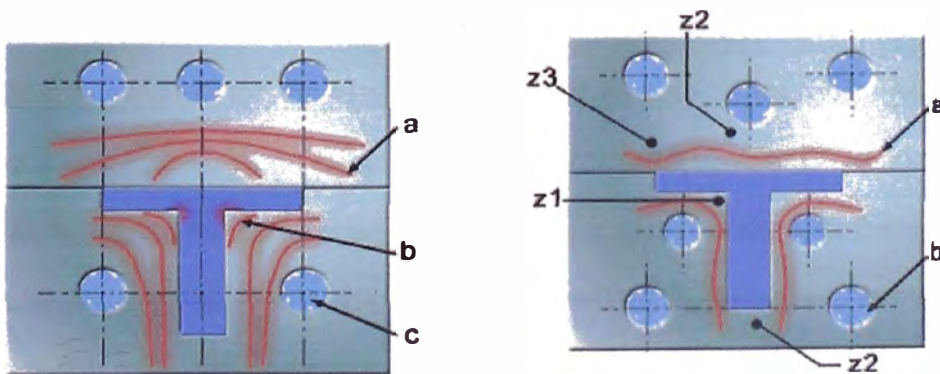


Figura A.6 Líneas de temperatura en el molde

(a) Típica (b) Uniforme

(a) Moldeado en forma de T con típicos circuitos de refrigeración

Donde:

a = isoterma

b = punto caliente

c = circuito de refrigeración

(b) Moldeado en forma de t con circuitos de refrigeración para transferencia de calor uniforme

Donde:

a = isoterma

b = circuito de refrigeración

Z1, Z2 y Z3 = zona 1, zona 2 y zona 3, respectivamente

1 es la zona de las esquinas, la zona 2 es la pierna (una de las dos partes proyectadas del ángulo de una estructura de metal) de espesor y de la zona 3 es la fina barra superior. En la zona 1, más canales de refrigeración se incluyen y se colocan lo más cerca posible de la superficie del molde. En la zona 2, los canales de refrigeración se ajustan para tener en cuenta la carga de calor procedente del plástico y en la zona 3, los canales son retirados lejos de la superficie. Esto proporciona una mayor capacidad de refrigeración en la pieza.

### **A.7 Consejos sobre la temperatura de eyección**

La temperatura a la que una pieza debe ser expulsada del molde se ve afectada por una serie de factores.

La pieza debe ser lo suficientemente rígida para resistir cualquier tendencia a la deformación causada por las variaciones de contracción, tensiones residuales, y rigidez suficiente para resistir a las fuerzas por parte del sistema de eyección. Estas fuerzas de eyección son, entonces, afectadas por la geometría de la pieza, por el acabado del molde y el grado de llenado de la cavidad.

Con frecuencia, la duración del ciclo es determinada por el tiempo necesario para reducir la temperatura de la pieza a un nivel en el que se pueda expulsar.

Suponiendo que las fases de llenado y embalaje se han optimizado, una mejora en el enfriamiento puede ofrecer reducciones sustanciales en el tiempo de enfriamiento. Dado a que el tiempo de enfriamiento con frecuencia representa un 80% de la duración del ciclo, con este tipo de reducción se significativamente el tiempo de ciclo y, por lo tanto, parte los costos.

### **A.8 Consejos sobre la longitud de los canales de enfriamiento**

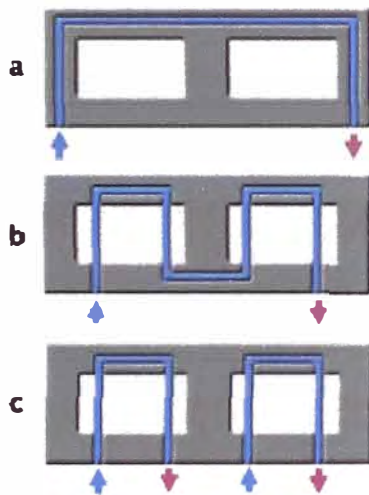
El aumento de la longitud de una línea de refrigeración aumenta la superficie disponible para la transferencia de calor.

Esto significa que las líneas mostradas en b) son mejores que en a).

Sin embargo, las líneas largas pueden causar problemas, entre ellos:

- Aumento de la caída de presión.
- El exceso de elevación de temperatura.
- Diferencia entre entrada y salida de temperatura superior a 3 ° C.

Para evitar estos problemas, los circuitos muy largos deben ser divididos en dos o más circuitos cortos, como se muestra en la figura (c).



## A.9 CONSEJOS SOBRE LAS CAIDAS DE PRESIÓN EN LOS CANALES DE ENFRIAMIENTO

En la etapa de diseño, lo que se necesita saber es la presión de la línea de refrigeración disponible en la planta. Si la presión disponible es inferior a lo que requieren las líneas de refrigeración una vez que el molde esté en su lugar, el enfriamiento de la pieza podría ser ineficaz debido a la posible falta de un flujo



turbulento del líquido refrigerante.

La caída de presión está directamente relacionada con la longitud de la línea de refrigeración, diámetro de la línea de refrigeración, y la velocidad de flujo. Los requisitos de presión aumentarán, ya sea con un aumento de la longitud de la línea, un aumento de la velocidad de flujo o una disminución en el diámetro de la línea de enfriamiento.

#### **A.10 CONSEJOS SOBRE LA CAPACIDAD DE BOMBEO**

La capacidad de la bomba en la planta debe ser mayor que la requerida por los circuitos de refrigeración en el molde. La cantidad de calor que tiene que ser removida se puede calcular a partir del peso de la pieza y su entalpía a la temperatura de moldeo, lo que permite el hecho de que la temperatura de moldeo al momento de la expulsión esté generalmente muy por encima del ambiente.

La entalpía se puede definir con la fórmula:

$$H = U + pV$$

Donde:

H es la entalpía,

U es la energía interna del sistema,

P es la presión

### **A.11 Bolsas de aire**

Una capa de aire pueden afectar a la transferencia efectiva de calor. Por lo tanto, tómensse medidas para eliminar cualquier bolsa de aire en los canales de refrigeración.

### **A.12 Diferencia de temperatura en la pieza**

Se recomienda que se mantenga a un mínimo la diferencia de temperaturas en los lados opuestos de la pieza. No debe superarse los 10 ° C para piezas que requieran tolerancia estricta.

### **A.13 Transferencia de Calor del Flujo del Refrigerante**

El efecto de la transferencia de calor se incrementa a medida que el flujo del refrigerante cambia de flujo laminar a flujo turbulento. En el caso del flujo laminar, se puede transferir el calor sólo mediante conducción de calor de capa a capa. En el flujo turbulento, sin embargo, la transferencia de la masa en la dirección radial permite que el calor sea transferido tanto por conducción como por convección. Como resultado de ello, se incrementa la eficiencia de manera dramática. La Figura 9.19 ilustra este concepto.

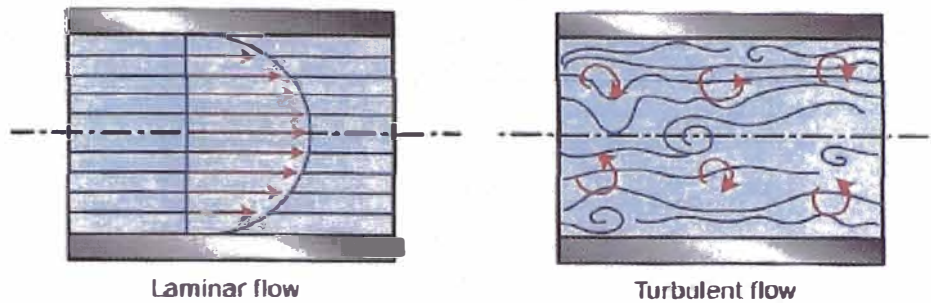


Figura A.8 Flujo laminar y flujo turbulento

Una vez que se alcance la turbulencia, el incremento de la transferencia de calor disminuirá a medida que el flujo del refrigerante se incremente. En consecuencia, no hay necesidad de aumentar la medida del caudal del refrigerante cuando el número de Reynolds exceda 10,000 a 20,000. De lo contrario, la mejora pequeña y marginal de la transferencia de calor será compensada por la mayor caída de presión a lo largo de los canales de enfriamiento, junto con mayor gasto de bombeo.

La Figura A.9 ilustra que una vez que el flujo se convierte en turbulento, una mayor medida del caudal del refrigerante trae rendimientos decrecientes en mejorar la medida de caudal del calor o el tiempo de enfriamiento, mientras que la caída de la presión y los gastos de bombeo se incrementan dramáticamente.

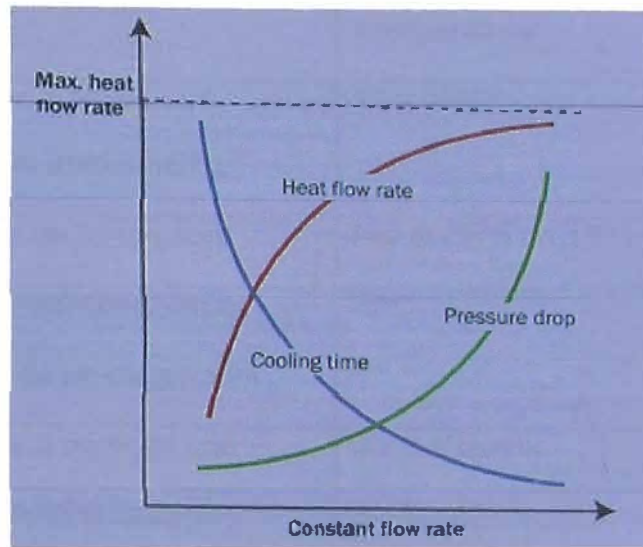


Figura A.9 relación entre el flujo de calor y el cambio del flujo del refrigerante

Es importante asegurarse que el refrigerante alcanza el flujo turbulento en todos lados en el sistema de enfriamiento. Un análisis de enfriamiento Moldflow puede ayudar a identificar y corregir problemas tales como canales de enfriamiento estancados, canales de enfriamiento desviados, y caídas de presión altos en algunos circuitos de enfriamiento.

#### A.14 ASESORAMIENTO SOBRE PROPIEDADES DEL REFRIGERANTE

Refrigerantes comúnmente utilizados son:

Refrigerante	Temperatura
Agua ordinaria a partir de fuentes principales o torre de enfriamiento	20 a 25°C
Agua fría a partir de un congelador	Por encima de 10°C
Agua mezclada con anticongelante (usualmente glicol) de un congelador	-5°C
Aceite-normalmente a partir de una unidad de calentador/circulador	80°C o mayor

En términos generales, la adición de glicol eleva la viscosidad del líquido de refrigeración y, o bien requiere de mayor presión de bombeo o resulta en un menor caudal. Es posible que el uso de una mezcla de agua fría y glicol tenga menor eficacia de enfriamiento que un circuito bien diseñado que use agua de torre que circule con un caudal óptimo.

El aceite es utilizado sólo cuando el molde requiere de una temperatura muy elevada.

#### **A.15 ASESORAMIENTO SOBRE EL FLUJO DEL REFRIGERANTE**

La eficiencia de la extracción de calor se refiere a la buena transferencia de calor del metal al refrigerante.

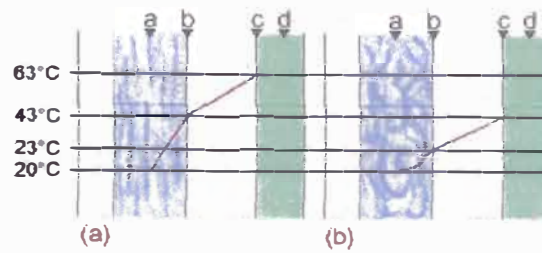
El gradiente de temperatura de la cavidad hacia la línea de refrigeración tiene dos componentes:

- El gradiente de temperatura en todo el metal, que depende de la conductividad del mismo metal.
- El gradiente de temperatura en toda la interfase refrigerante-metal, que depende del flujo refrigerante (véase la siguiente figura).

#### **A.16 LA RUTA DE FLUJO DE CALOR DESDE EL PLASTICO HACIA EL CANAL REFRIGERANTE**

Considere la posibilidad de un canal de refrigeración en el que el flujo de refrigerante se aumenta gradualmente. A muy bajas velocidades, el flujo es laminar, el calor ha de ser conducido a través de varias capas de líquido de refrigeración hacia el centro del canal. Dado que el líquido de refrigeración es un pobre conductor de calor, la transferencia de calor es muy ineficiente (véase (a) más abajo).

A medida que el flujo de refrigerante se incrementa, la transferencia de calor se aumenta a una tasa marginal hasta que el flujo de refrigerante se vuelve turbulento. Ahora hay un componente de velocidad perpendicular al canal que produce una dramática mejora en la transferencia de calor (ver (b) abajo).



(a) Gradiente de temperatura de flujo laminar

(b) gradiente de temperatura de un flujo turbulento

Donde:

a= refrigerante

b = interfase agua-metal

c = pared de la cavidad

d = pieza de plástico

## A.17 FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO

La relación entre la transferencia de calor y del flujo refrigerante puede ser expresado como un factor de potencia.

Flujo refrigerante puede ser laminar, turbulento o en estado de transición entre laminar y turbulento.

Para el flujo laminar, la transferencia de calor aumenta como la raíz cúbica de la velocidad de flujo.

Esto significa que la duplicación del flujo refrigerante aumenta la transferencia de calor por unos 24 por ciento. Para un flujo plenamente turbulento, la transferencia de calor es proporcional al cuadrado de la raíz cúbica de caudal. Por lo tanto, en la zona turbulenta, al duplicar el flujo refrigerante aumenta la transferencia de calor en un 59 por ciento.

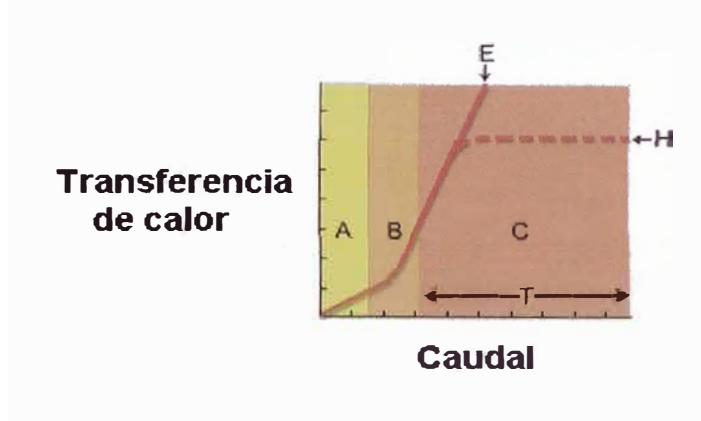
La potencia necesaria para bombear el líquido de refrigeración en todo el sistema es proporcional la tasa del flujo elevada al cubo. Esto significa que la duplicación del flujo refrigerante requerirá 8 veces la potencia de bombeo.

Incrementos adicionales en el caudal, una vez que el flujo turbulento esté totalmente desarrollado, incrementará de modo continuo la capacidad de los moldes para extraer el calor. Sin embargo, la cantidad de calor que se puede extraer está limitada por la cantidad de calor que pasa en el molde. Por lo tanto, el calor real extraído del sistema podría no aumentar con nuevos aumentos de la tasa de flujo (que se muestra por la letra "H" en la siguiente figura).

Obviamente, la condición más eficaz para la transferencia de calor es garantizar que el flujo de refrigerante haya entrado en la región de turbulencia, pero que la capacidad de extraer calor no exceda la cantidad de calor disponible para la extracción.



## A.18 CALOR EXTRAÍDO DEL MOLDE COMO FUNCIÓN DEL CAUDAL



Donde:

Región A = conducción

Región B = transición

Región C = convección

T = flujo turbulento

H = calor real de la extracción

E = capacidad de extracción de calor

**ANEXO B**

**CATALOGO MASTIP-SISTEMAS DE COLADA CALIENTE**

## Selecting a Hot Runner System

When selecting a Hot Runner System, the part wall section, the part shape, and the time required to fill the part are the first considerations, and then gate selection, gate design, material, and mould design. For more information on volume flow, see the System Selection Guide. The other topics are discussed within the Technical Specifications.

### Material Category

In general there are three broad categories of materials related to moulding characteristics: easy, medium and difficult. When choosing material, consider the following:

- For materials with large percentages of filler (for example, >15%) or very low MFI, the material classification moves up a grade (that is, easy to medium or medium to difficult).
- Parts with very thin wall sections or very long flow lengths need a larger than normal nozzle and gate to achieve proper filling, this may require increasing the nozzle by one to two series.

### Gate Selection

When designing an injection mould, the size and location of the gate is one of the most important consideration for correct moulding of the part. Incorrect gate position can result in uneven filling, over packing, and dimensional instability.

The most common gate type is direct gating, which offers the simplest construction and high reliability.

In addition to direct gates, Mastip offers a range of nozzles with other gate options:

- side
- edge
- valve

For more information on these gate types, refer to the Nozzle Catalogue.

### Gate Profile Considerations

The gate size ensures a good thermal gate is achieved and minimises the pressure drop across the gate, while maintaining its structural integrity. The gate size effects the following:

- flow rate
- pressure drop through the system
- cycle time
- thermal gate shut off after filling
- cosmetic impact of the gate on the part
- cooling in the gate area.

The maximum gate size is dependent on:

- the type of plastic to be moulded.
- the viscosity of the melt.
- the thickness of the wall section to be injected into.
- the amount of cooling around the gate. (Note: Gate cooling is a complex variable. Cycle time, gate profile, and land length are also involved.)

These variables (Material, Viscosity, Part wall thickness, and Gate cooling) affect gate size as indicated in the following diagrams.

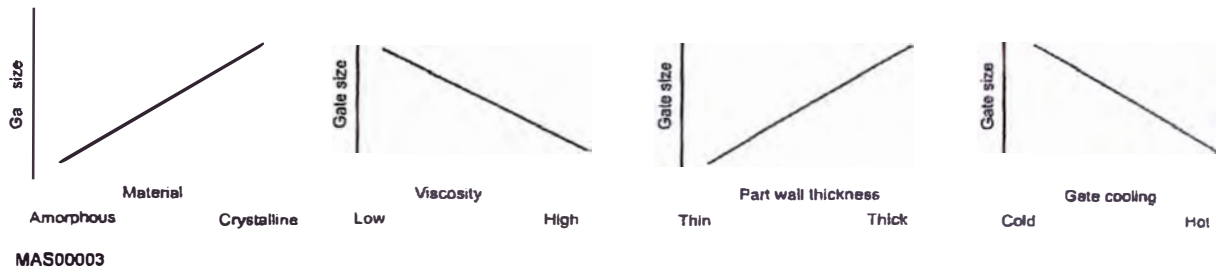


Figure 1: Factors Affecting Gate Size

### Gate Design Considerations

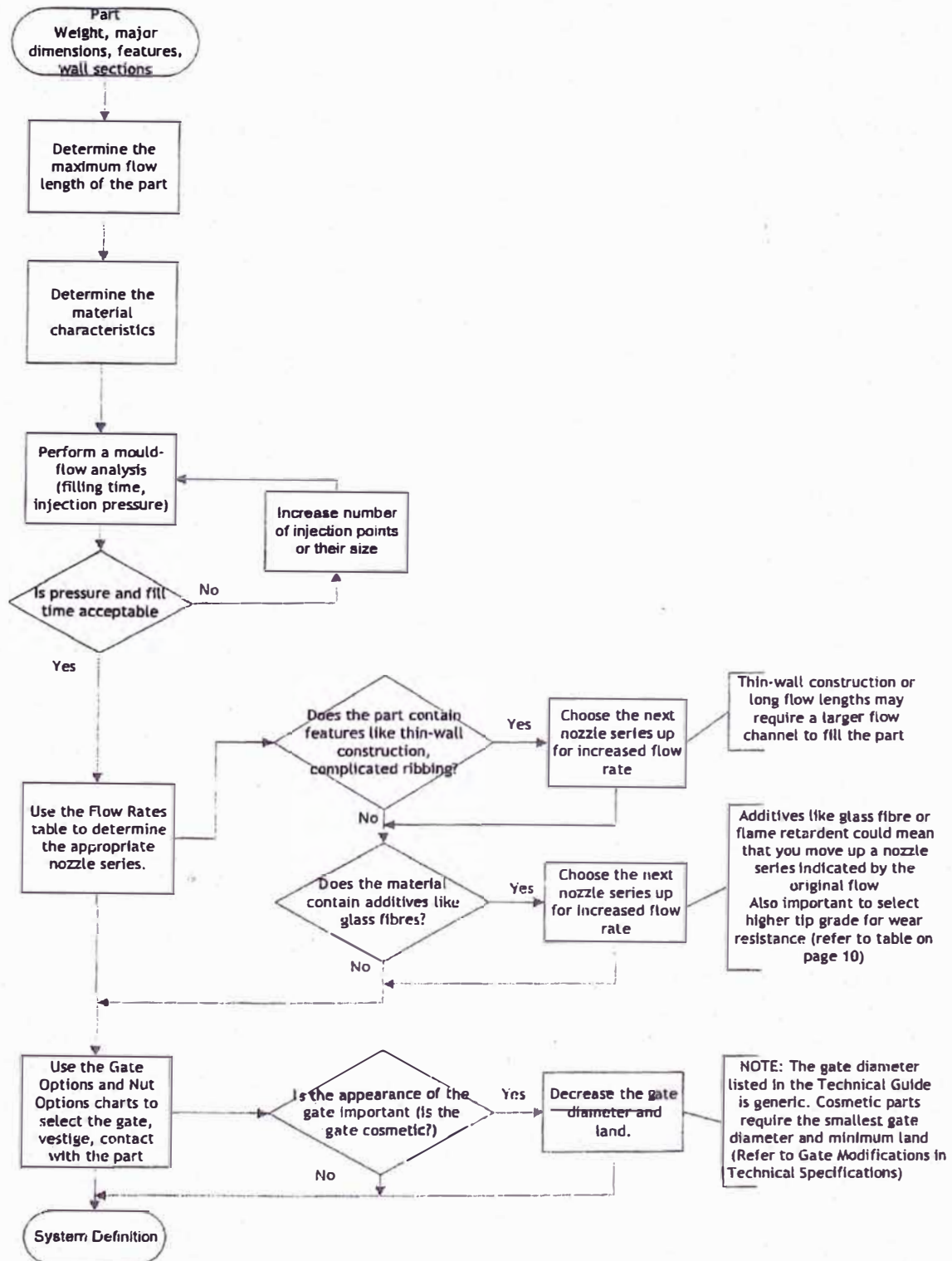
When deciding on a specific gate design, the following factors must be considered:

- shot size of the part
- material to be moulded
- viscosity
- additives
- glass fibre
- flame retardant
- gate surface finish
- thickness of the part walls
- longest flow length of the part
- required cycle time.

Mastip does not recommend a gate land less than 0.05 due to dramatically reduced gate life and lack of steel at the gate to cool the plastic.

# System Selection Flow Overview

Use the process below as a guideline to determine the best system to produce the part. You must have complete information on the part, materials used, and any features (for example, thin-wall construction or complicated ribbing).



## System Selection Example

Part name: Fluorescent Light Base (700 x 150 x 40 mm)

Material grade: Cicolac T-XS 30001

Material SG: 1.3

Manufacturer: GE Plastics (USA)

Injection speed: 1.36 seconds

Injection Pressure: 93.65Mpa

Shot Volume: 220 cu.cm

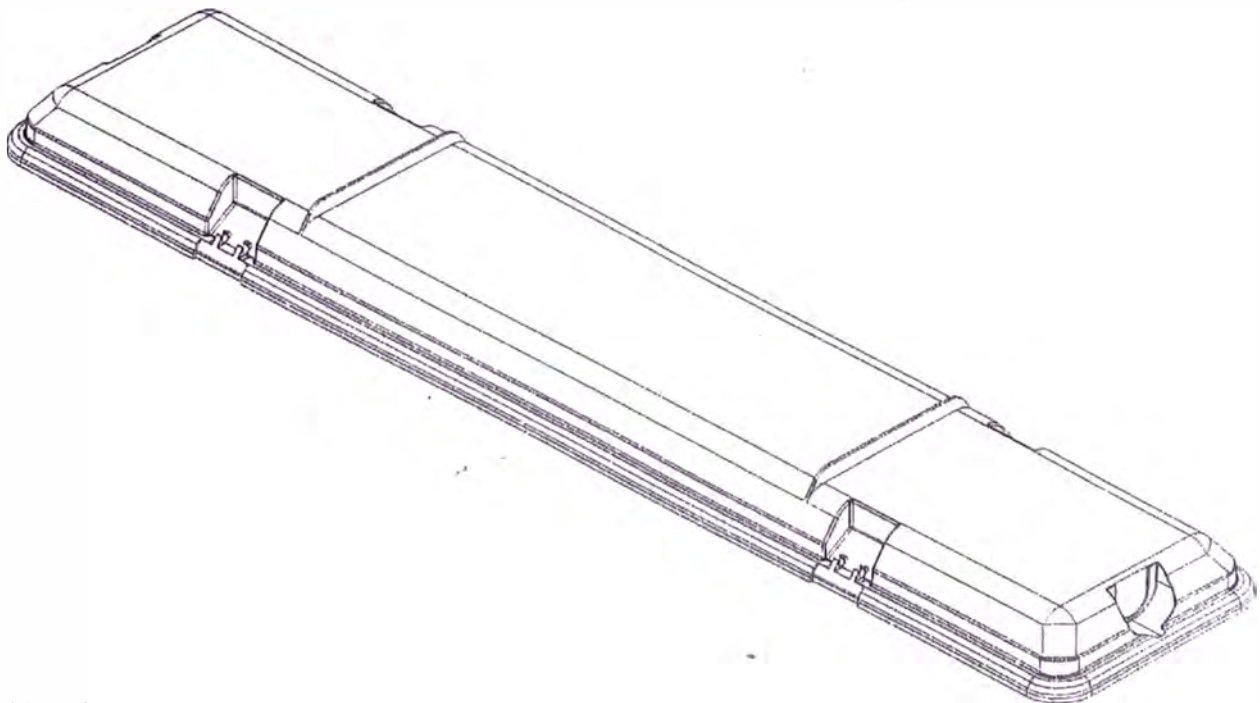
Mould temperature: 100 °C

Material temperature: 300 °C

Flow rate based on part & using 4 nozzles:  $(220 * 1.3 / 4) / 1.36 = 40 \text{ g/sec}$

Maximum Flow length using 4 nozzles: 87.5 mm

Based on maintaining a maximum flow length of less than 100 mm, we decided to fill the part with 4 nozzles. The Mould Flow Analysis showed that the fill pressures and flow rate would be within acceptable limits. Since the flow rate is 40 g/sec. and the ABS material selected is a medium-to-high viscosity material, we chose to use the High Viscosity column in the table on page 10. According to the table, 19 series nozzles are the best fit. When you have a material that is a combination (Medium-High or Low-Medium) always choose the higher viscosity to be ensure that the part is properly filled.



MAS00084

## Material Flow Rates Table

Use the table below to determine the nozzle series to use based on the part's weight. Part wall section, flow length, plastic material viscosity, and filler influence these rates.

Series	Low Viscosity		Medium Viscosity		High Viscosity	
	Shot (g)	g/sec.	shot (g)	g/sec.	shot (g)	g/sec.
10 (MT)	0.5-15	10	-	-	-	-
13 (X)	0.5 - 45	30	0.5 - 30	15	0.5 - 15	5
16 (X)	1 - 200	125	1 - 125	65	1 - 60	25
19 (X)	2 - 625	300	2 - 300	150	2 - 150	60
22 (MT)	5 - 900	350	5 - 600	175	5 - 300	70
27 (MT)	10 - 2000	600	10 - 1200	300	10 - 800	125
33 (MT)	50 - 3500	950	50 - 2500	475	50 - 1500	190

Flow rates are based on:

- Multi-hole torpedo tip
- Flow length to wall section ratio < 50

**Note:** *Open tip and valve gate tips will have faster flow rates. Extended tips will have slower flow rates.*

Mastip recommends performing a mould filling analysis on all parts to determine the required pressure and fill rates.

When determining the Mastip nozzle series, you must take into account any additives used in the part's polymer, especially fillers.

### Additives Influence

If the part contains any of the following additives, the flow rate is affected:

- any filler (for example, glass, mineral, talc)
- flame retardant
- colourant

### Tip Material Grades

Mastip supplies a range of Thermal Gate nozzle tips to suit the abrasiveness of the material used. Based on the number of shots and the material, you can choose between the following tip grades:

- Grade 1 Tip (TT, IT, OT, TV and OV tips made with beryllium copper with nickel coating)
- Grade 4 Tip (TT and IT tips made with beryllium copper and tipped with carbide)
- Grade 5 Tip (TT and IT tips made with carbide; OT tips with D2 hard liner)

The table below lists the lowest tip grade you can use based on the abrasiveness of the material and the expected life of the tip.

Expected Volume	Material Abrasiveness		
	Low	Medium	High
Low	Grade 1	Grade 1	Grade 5
Medium	Grade 1	Grade 4 / 5	Grade 5
High	Grade 4	Grade 5	Grade 5

## Plastic Material Guide

### Easy Processing Material

Plastic	X Range					MT Range					Mult-Gate			
	TT	IT	OT	TV	OV	TT	IT	OT	TV	OV	MMG	MSM	MEG	MSW
PP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SB	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EVA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### Medium Processing Material

Plastic	X Range					MT Range					Mult-Gate <sup>1</sup>			
	TT	IT	OT	TV	OV	TT	IT	OT	TV	OV	MMG	MSM	MEG	MSW
ABS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
POM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
SAN	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
PA6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
PMMA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
ASA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗
TPE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

<sup>1</sup> Only for nozzle temperatures of 250°C and below.

### Difficult Processing Material (without additives)

If additive material is used, a higher grade tip may be required. Please refer to the Tip Material Grade Table on page 10.

Plastic	X Range <sup>2</sup>					MT Range <sup>3</sup>				
	TT	IT	OT	TV	OV	TT	IT	OT	TV	OV
PBT	✓	✓	✓	*	*	G5	G5	G5	*	*
PA66	✓	✓	✗	*	*	G5	G5	✗	*	*
PC	✓	✓	✓	*	*	G5	G5	G5	*	*
PC/ABS	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
PPS	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
PES	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
PPO	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
PSU	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
PVC-Soft	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
LCP	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*
PEI	✓	✓	✓	✓	✓	G5	G5	G5	*	*

**Key**

✓ = All tip grades recommended

G5 = Grade 5 tips only recommended

✗ = Not recommended

\* = Contact Mastip for more information.

<sup>2</sup> For nozzle temperatures higher than 350°C, use only Grade 5 tips. Please refer to the Tip Material Grade Table on page 10.

<sup>3</sup> For nozzle temperatures higher than 300°C, use only Grade 5 tips. Please refer to the Tip Material Grade Table on page 10.



## Thermal Gate

### Torpedo Tip (TT)

- Pinpoint gating
- Minimum gate vestige
- Direct fit into cavity/insert
- Suits most plastics

- Good flow and colour change
- Available in all tip grades
- Extended tips are available with a 5 mm or a 10 mm extension
- Available in all grades (Extended tips only available in G1 and G4)

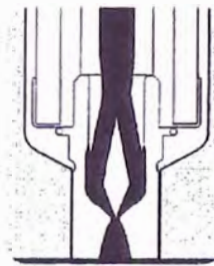
Open Nut



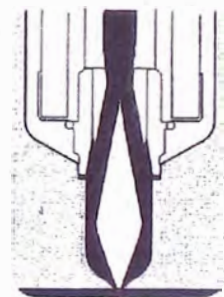
Bush nut



Sprue Nut



10 mm extension and open nut



### One-Hole Tip (IT)

- Pinpoint gating
- Minimum gate vestige
- Direct fit into cavity/insert
- Eliminates flow lines from nozzle
- Suits most plastics

- Available in all tip grades
- Extended tips are available with a 5 mm or a 10 mm extension
- Does not separate the material flow
- Available in all grades (Extended tips only available in G1 and G4)

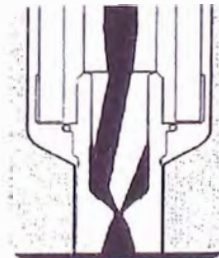
Open Nut



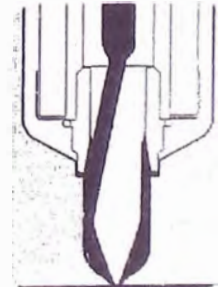
Bush nut



Sprue Nut



10 mm extension and open nut

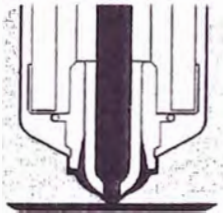


### Open Tip (OT)

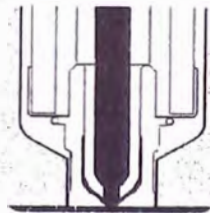
- Open flow channel
- Leaves small gate vestige
- No flow lines
- Direct fit into cavity/insert

- Suits difficult-to-flow plastics
- Suits large parts and filled materials
- Available in tip grades 1 and 5.
- For shear sensitive material where low pressure filling is required.

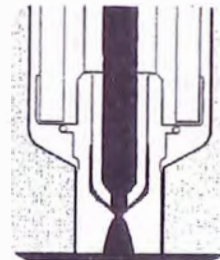
Open nut



Bush nut



Sprue nut



### Valve Gate

#### Torpedo Tip (TV)

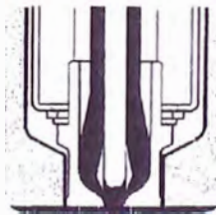
- Guided valve pin
- For shear sensitive material where low pressure filling is required.

- Good colour change
- Suits most plastics
- Tapered gate pin seat
- Available in tip grade 1 only

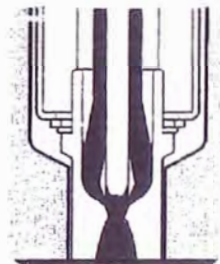
Open nut



Bush Nut



Sprue nut

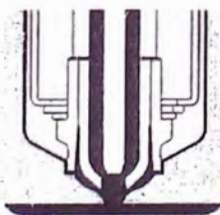


#### Open Tip (OV)

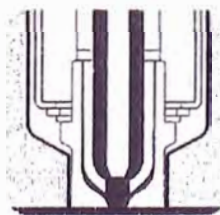
- Unguided valve pin
- For shear sensitive material where low pressure filling is required.

- Excellent colour change
- Suits difficult filling material
- Tapered gate pin seat
- Available in tip grade 1 only

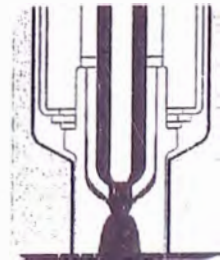
Open nut




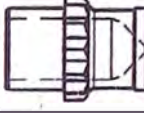

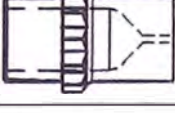




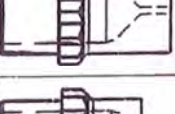
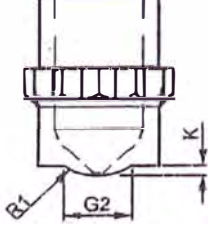

Bush nut



Sprue nut



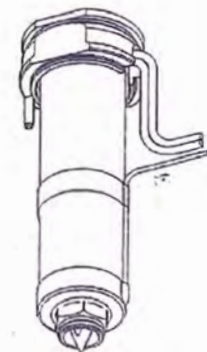
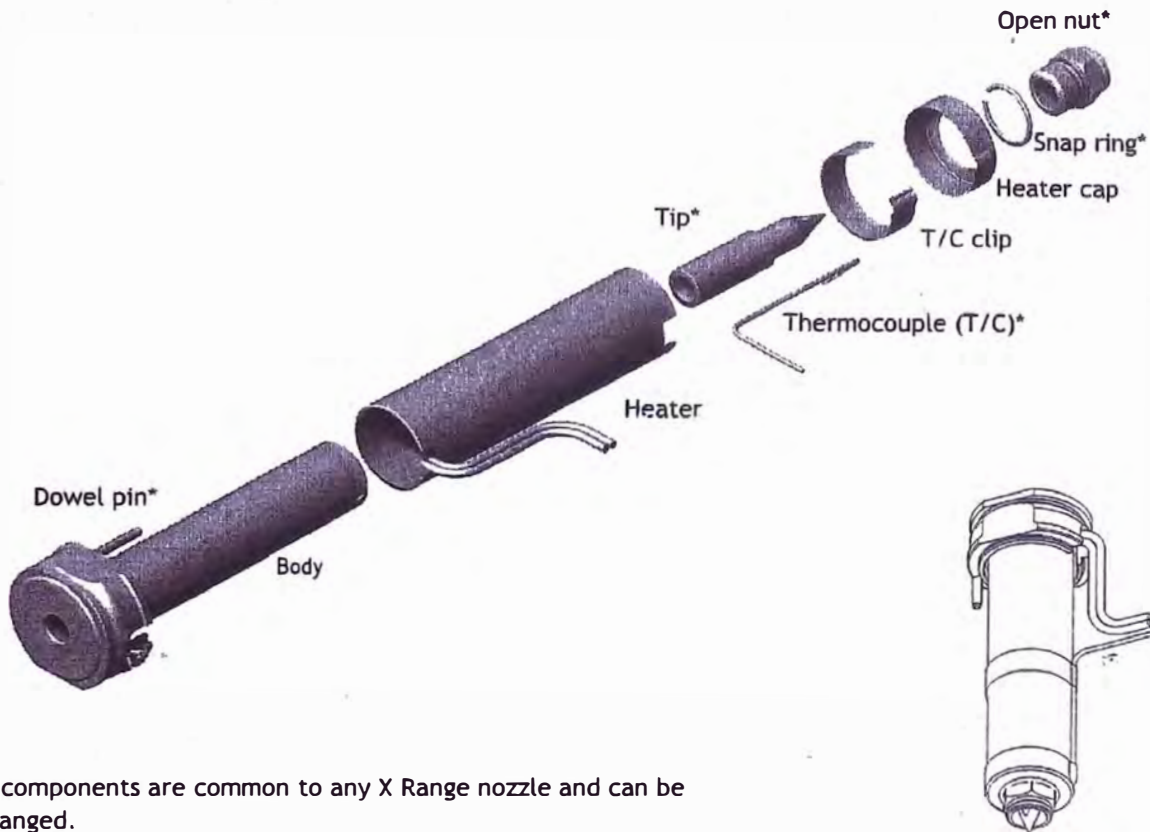
## Nut Options

Nut Type	MX Code	MT Code	Nut Description		Order as Domed Nut?
Open	T	ONT	No contact with the part. No witness on the part. Available for all nozzles. Only nut option available for MX Extended Tips and MTP nozzles.		No
Bush	BN	BN	Contact with the part. Leaves a small circular witness on the part. Available for Thermal Gate nozzles only. Relieved to reduce heat loss.		No
Bush Full Contact	BE	BNE	Full contact with the part to maximise heat loss. Leaves a small circular witness on the part		Yes
Standard Sprue	SN	SN	Adds an extra 5 mm to customise for runner or part profile. The nut gate must be modified to suit the profile.		Yes
Sprue +20	SX	SN15	Adds an extra 20 mm to customise for runner or part profile. The nut gate must be modified to suit the profile.		Yes
Sprue +35	SL	SN30	Adds an extra 35 mm to customise for runner or part profile. The nut gate must be modified to suit the profile.		Yes
Valve Bush		VBN	Available for MT Valve Gate nozzles only. Contact with the part. Leaves a small circular witness on the part. Relieved to reduce heat loss.		No
Valve Bush Full Contact	VBE	VBNE	Available for Valve Gate nozzles only. Full contact with the part to maximise heat loss. Leaves a small circular witness on the part.		Yes
Valve Sprue Nut	VSN		Available for Valve Gate nozzles only. Adds an extra 5 mm to customise for runner or part profile. The nut gate must be modified to suit the profile.		Yes
Dome	BD	BNED	Customised by Mastip per customer's requirements. Contact with part.  Supply two of the measurements		

## X Range Nozzles

### MX Nozzle and its Components

For Hot Halves and manifolds with close cavity pitching.



Fully Assembled MX Nozzle

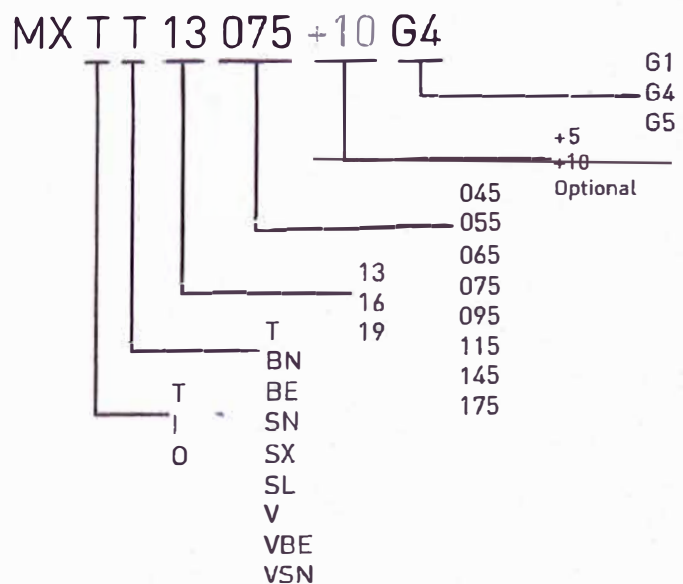
\*These components are common to any X Range nozzle and can be interchanged.

#### MX Ordering Codes Key

Use the diagram to the right to compose the order code for the MX nozzle. Moving from left to right, the codes that make up the Nozzle Code are:

- XX = range
- T = tip
- T = nut
- 13 = series
- 075 = nozzle length
- +10 = optional extended tip code
- G4 = tip grade

For more complete information on MX nozzles, refer to the MX nozzle catalogue pages

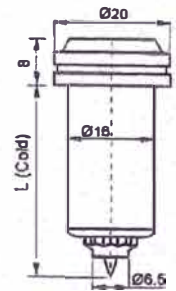


### Mastip Thermal Gate Nozzle Range

The Mastip Thermal Gate Nozzle Range is available in 7 series in a variety of lengths from 30 mm to 250 mm. Other lengths are available upon request.

#### 10 Series (MT)

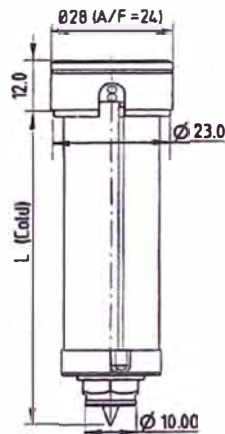
L (Cold) mm
30
60
90



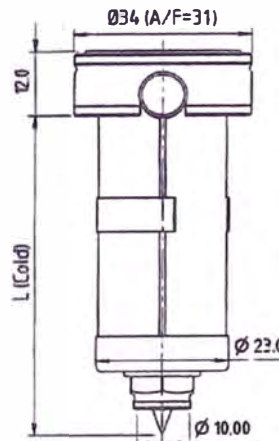
#### 13 Series

L (Cold) mm
45
55
65
75
95
115
145*
175*

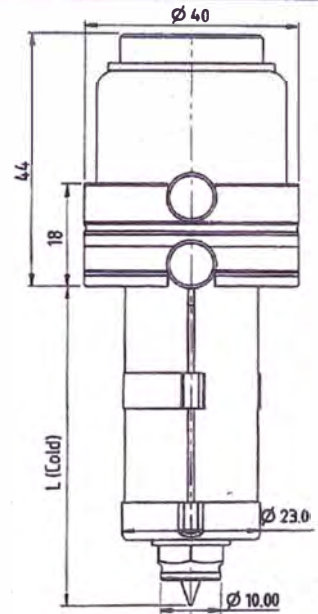
\* Not standard in SX



MX



BX

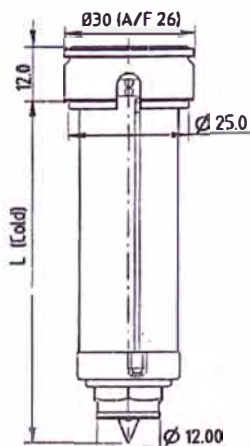


SX

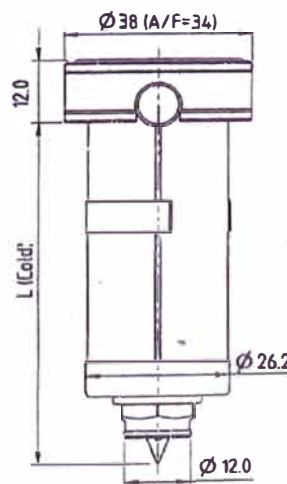
#### 16 Series

L (Cold) mm
45
55
65
75
95
115
145*
175*

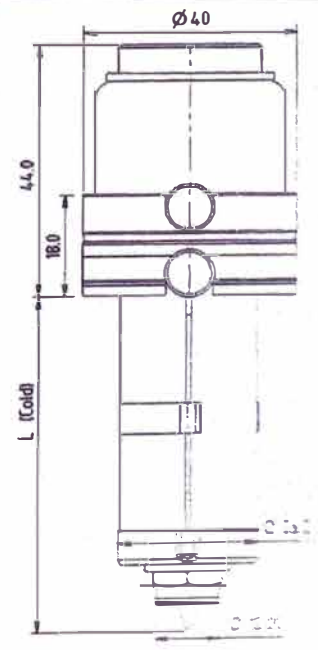
\* Not standard in SX



MX



BX

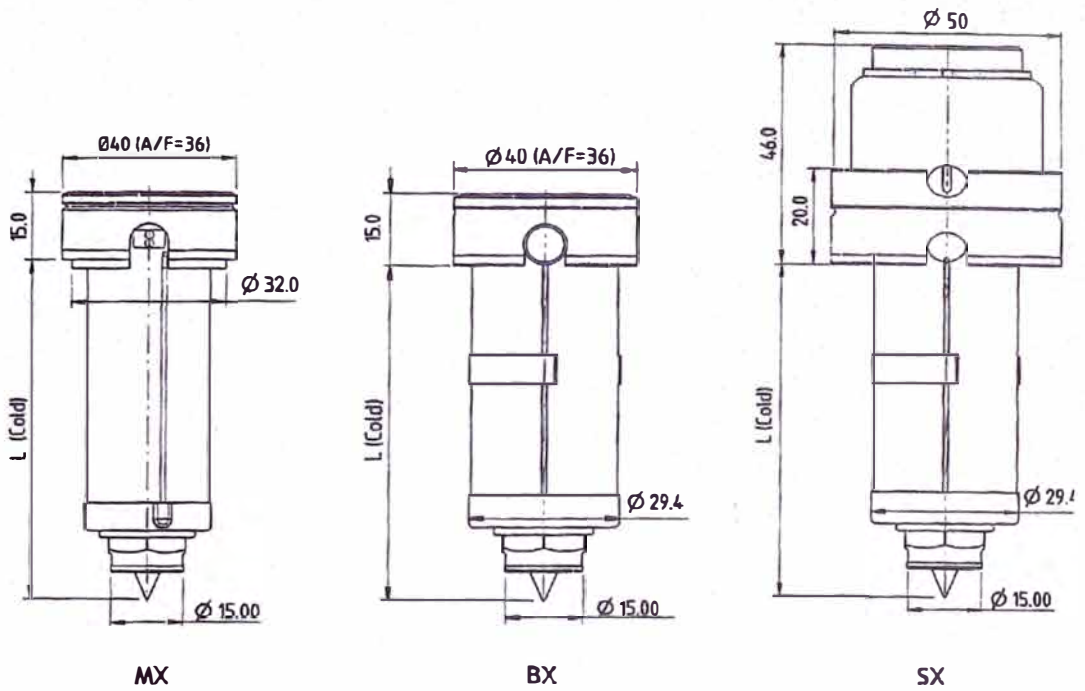


SX

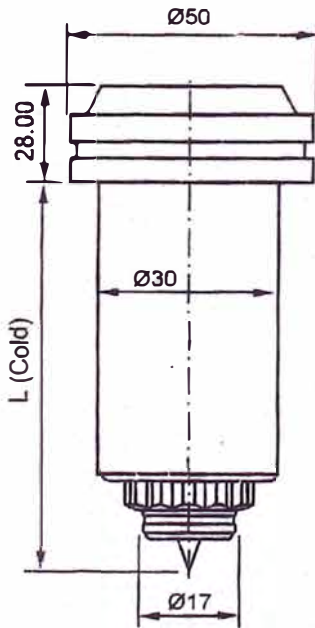
19 Series

L (Cold) mm
55
65
75
95
115
145*
175*

\* Not standard in SX

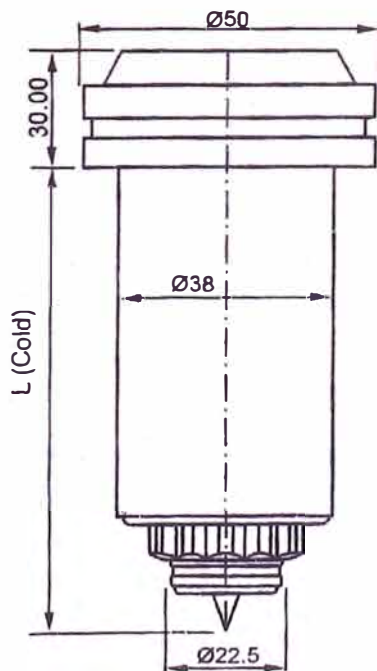


22 Series (MT)



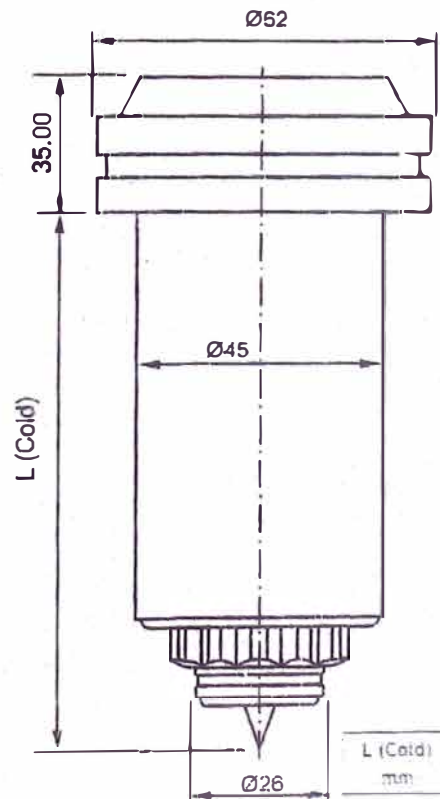
L (Cold) mm
56
86
116
146

27 Series (MT)



L (Cold) mm
75
125
175
225

33 Series (MT)



L (Cold) mm
100
150
200
250

## Recommended Design Guidelines for Tooling

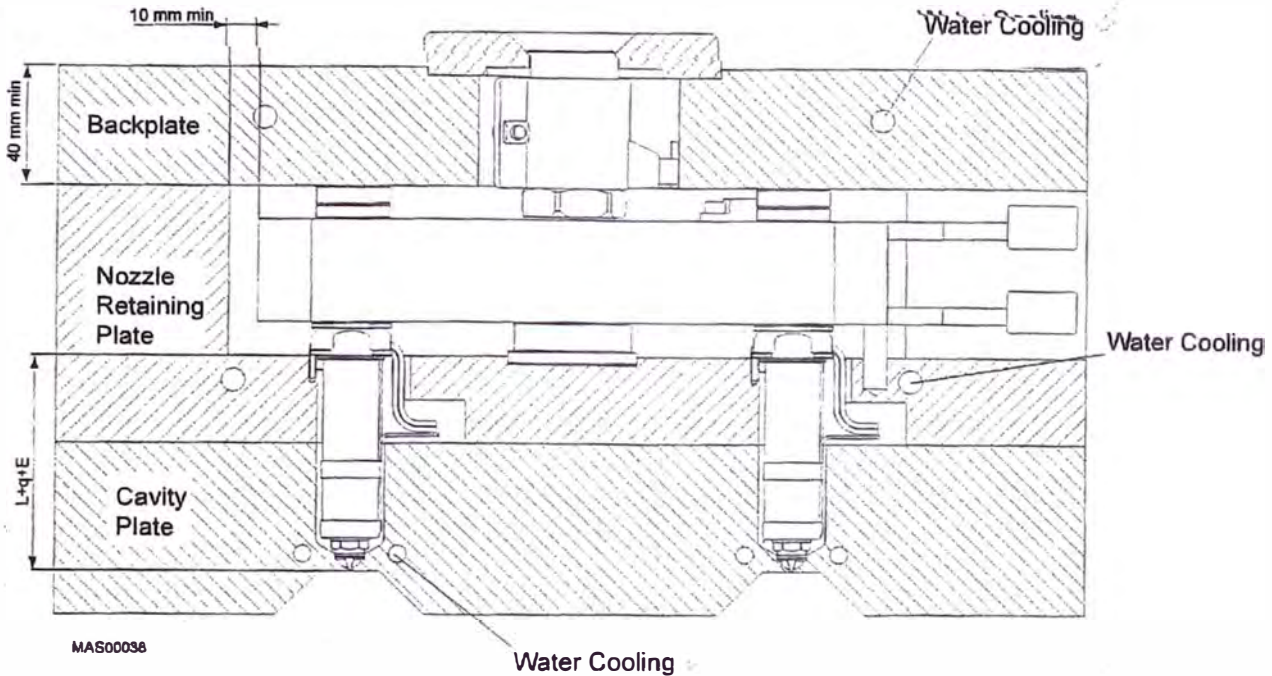


Figure 1: Example Layout for a High Production Manifold

- Use tool steels for nozzle retainer plate and back plates to increase rigidity and reduce hobbing (recommended minimum of P20, 30HRC, 800MPa Yield Strength).
- Use a thick nozzle cavity plate with longer nozzles for better rigidity and longevity. Make provisions for extra water cooling in middle of plate around nozzles.
- Machine the manifold cavity from one piece of solid steel and add provision for water cooling.
- Use thick back plates (minimum 40 mm thick for small to medium size moulds).
- Provide adequate manifold clamping between the back plate and the nozzle cavity plates to ensure sealing between manifold and nozzles. Mastip recommends three bolts per drop with a minimum of two bolts per drop as close to manifold as possible. (See Back Plate Clamping around a Manifold section.)
- Maintain accuracy for the nozzle head seating faces and the nozzle nut sealing area. The manifold must have the correct L, q and E values for the nozzles used. (See the Nozzle Expansion Calculation section to calculate E).
- Allow for manifold and nozzle expansion.
- Ensure there is adequate cooling around the gate area. (See the Gate and Nozzle Cooling Styles section for more information).
- Where possible, use an extra split line to allow for servicing of the nozzle and the gate without having to strip down the hot half.
- Make sure wiring is not exposed to the direct heat of the manifold. Use aluminium shields over the wiring troughs, if needed.
- Provide suitable wiring channels for the nozzles, thermocouples, and manifold heaters. Wiring should be directed to a terminal box (typically located on the top of the mould on the non-operator side). Do not crush or excessively bend wires. Secure wires with clips or a cover. (See Wiring section for more information.)
- Allow for 10 mm minimum air gap (the manifold cavity) between the manifold and the mould to ensure adequate thermal insulation between the two.

## Gate Modifications

Occasionally, it is desirable to enlarge the recommended gate diameter ('G') in the mould to increase the flow of plastic melt for a given nozzle size. It should be noted that flow increases exponentially with the increase in gate diameter, therefore, adjust gate size in small increments.

**Caution:** When modifying the gate area, you must not enlarge the gate land ('q') beyond 0.2 mm.

### Valve Gate Details

Do not change the gate diameter. Valve gate profiles incorporate a 40° taper in the front of the gate to seal and align the pin.

The end user must machine this taper on the supplied pins to suit the mould height.

The gate profile in tool should be made from a hardened steel to allow for the action of the pin on gate taper.

**Note:** Mastip Thermal Gate and Valve Gate profiles are not interchangeable (that is, you cannot machine a 40° taper into an existing MT nozzle gate and use a valve gate system).

### ✓ Gate Diameter

**Note:** Mastip does not recommend increasing the gate diameter ('G') more than 50% above the size shown in the Mastip Nozzle catalogue. If a larger gate is required, a larger nozzle should be considered.

You must adjust the nozzle gate diameter to suit the part you are moulding. Mastip includes a generic gate diameter in the Nozzle Fitment and Gate Dimension section for each type of nozzle. To determine the gate diameter use the part wall section and the flow rate of the material.

As shown below, as the material flow rate decreases the size of the gate diameter increases. Use the table below as a guide in addition to your knowledge and experience with the material you are moulding.

high flow			medium flow			low flow
0.6 x part wall	0.7 x part wall	0.8 x part wall	0.9 x part wall	1.0 x part wall		

The gate diameter should never be larger than the part's nominal wall section. As the pressure drop is generated by the melt viscosity and the wall section of the part. In fact, oversized gate diameters will generally result in longer cycle times and poor vestige as the gate diameter is the last place to cool to the ejection temperature.

### Decreasing the Gate Land

Mastip does not recommend a gate land less than 0.05 mm due to dramatically reduced gate life and lack of steel at the gate to cool the plastic.

The gate land can be decreased to create a more cosmetic gate. Below are some rough guidelines.

Gate Land ('q') Size	Cosmetic Gate?	Life of Gate Land	Other Factors
0.20 mm*	No	longer life	Engineering materials with GF content
0.15 mm	Medium	shorter life	Medium GF



Gate Land ('q') Size	Cosmetic Gate?	Life of Gate Land	Other Factors
0.12 mm	Good	shorter life	Good cavity steel required to minimise gate wear
0.08 mm	Excellent	shortest life	Stavax or similar cavity steel required. Circular water-cooled inserts recommended.

\* This is the MAXIMUM gate land recommended by Mastip.

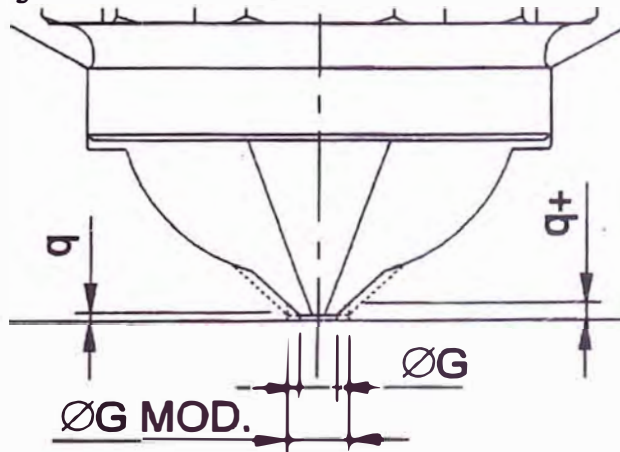
### Increasing the Gate Land

The gate land ('q') maximum is 0.2 mm for proper nozzle function.

If you enlarge the gate diameter ('G') then you must modify the gate profile to maintain the correct gate land ('q'). You may correct the gate land ('q') by machining the internal 90° angular face.

Enlarging the gate land ('q') will:

- Increase the heating effect around the gate, possibly burning the material.
- Decrease the flow.
- Increase the pressure drop across the gate.
- Cause the gate to freeze off prematurely.
- Leave an enlarged gate mark.



MAS00004

Figure 3: Increasing the Open Nut Gate Land

Figure 3 demonstrates the effect of increasing the gate diameter ('G') on the gate land ('q' becomes 'q+'), as represented by the dotted lines.

Mastip supplies all bush nuts with a parallel gate diameter ('G') and a 0.2 mm gate land ('q').

### Modifying the Sprue Nut

You MUST modify the sprue nut to suit your application. Below are two examples of sprue nut modifications and Mastip recommends the Shaped Spure. The nut contact (measurement 'H') should also be tuned to suit your required cycle times and cooling.

## System Expansion

As the Hot Runner System and mould operating temperatures are extremely different, thermal expansion allowance must be built into the manifold and nozzle pockets in the cold condition. If the expansion calculation is incorrect the Hot Runner System and/or the mould may be damaged, and can leak. Mastip manifolds have steel spacers that can be ground with the correct expansion allowance.

### Nozzle Expansion Calculation

To calculate the total nozzle cavity dimension, you must use the nozzle's temperature expansion value (E), its length (L), and its gate land (q). Use the equation below to determine total cavity depth.

$$\text{Total Cavity Depth} = L + E + q$$

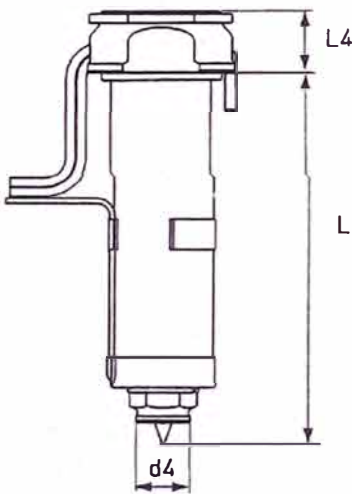


Figure 5: Nozzle Dimensions Needed for Calculating a Nozzle's Total Depth

Use the Mastip Nozzle Catalogue to locate the nozzle length (L) and use the following equation to determine the nozzle's temperature expansion value (E).

$$E = L * k * (\text{nozzle temperature } ^\circ\text{C} - \text{mould temperature } ^\circ\text{C})$$

### Nozzle Expansion Example

To find the temperature expansion value for a nozzle with the following information:

Variable	Value
MX 13115 nozzle length (L)	115
k	0.0000132
gate land (q)	0.2 mm
nozzle temperature	230°C
mould temperature	40°C

$$E = 115 * 0.0000132 * (230 - 40)$$

$$E = 0.29 \text{ mm}$$

With a temperature expansion value of 0.29, you can calculate the total depth of the nozzle cavity:

$$\text{Total Depth} = L + q + E$$

$$\text{Total Depth} = 115 + 0.2 + 0.29$$

$$\text{Total Depth} = 115.49 \text{ mm}$$

## Manifold Pocket Thermal Expansion Calculation

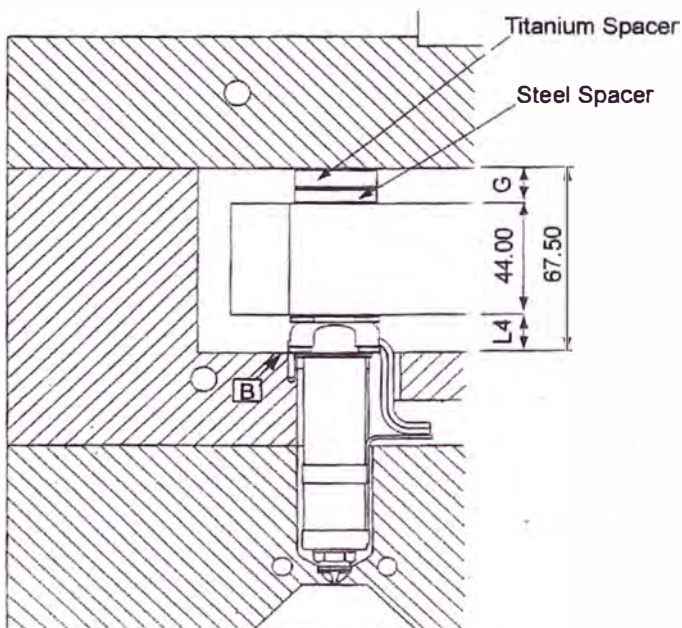
### Thermal Gate Nozzles

In this method, you grind the steel spacer to suit.

You need the following measurements to calculate the manifold pocket thermal expansion allowance:

- The manifold and the nozzle head height heights.
- The nozzle cavity height (that is, the height from B to the back plate).
- The Hot Runner System operating temperature and the mould temperature.
- The titanium spacer heights.

**NOTE:** The height of the steel and titanium spacer will measure more than is shown on the Mastip approval drawing. Mastip supplies the steel spacer with 0.3 mm grinding allowance to ensure the correct allowance is added.



MA800049

Figure 6: Measurements Needed for Manifold Expansion Calculation (Thermal Gate)

**Thermal Expansion for Thermal Gate Example**

Use Figure 6 and the following measures for this example:

Description	Symbol	Value
Nozzle Head Height from the Mastip catalogue (for a MX 16115 nozzle)	L4	12.0 mm
Manifold thickness	M	44.0 mm
Titanium Spacer	t	6.5 mm
Steel Spacer	s	To be calculated
Nozzle and Manifold Temperature	Tman	230°C
Mould Operating Temperature	Tmould	40°C
Manifold Top Clearance	G	11.5
Rate of thermal expansion	k	0.0000132
Interference	i	0.05 mm

**Step 1: Calculate Total Cavity Depth (D)**

$$D = L4 + M + G$$

$$D = 12 + 44 + 11.5$$

$$D = 67.5 \text{ mm}$$

**Step 2: Calculate Thermal Expansion (E)**

$$E = ((L4/2) + M + (G/2)) * k * (Tman - Tmould)$$

$$E = ((12/2) + 44 + (11.5/2)) * 0.0000132 * (230-40)$$

$$E = 55.75 * 0.0000132 * (190)$$

$$E = 0.140 \text{ mm}$$

**Step 3: Calculate the required cold height (C) of the system (manifold, nozzle head, spacers)**

$$C = D + i - E$$

$$C = 67.5 + 0.05 - 0.140$$

$$C = 67.41 \text{ mm}$$

**Step 4: Calculate required steel spacer thickness (s) after grinding**

$$s = C - (M + L4 + t)$$

$$s = 67.41 - (44 + 12 + 6.5)$$

$$s = 67.41 - 62.5$$

$$s = 4.91$$

Customer should grind the steel spacer to 4.91 ±0.005.

## Cooling

Adequate cooling for the mould is essential to remove heat and achieve acceptable cycle times. Two areas need be cooled: the gate and the plate.

Heat is added to the mould by convection and conduction from the Hot Runner System, and by the molten plastic entering the mould cavity. If not removed, this additional heat can result in incorrect thermal expansion allowances in the mould. Incorrect thermal expansion can result in:

- leaking from the Hot Runner System,
- dimensional instability in the moulded parts,
- longer cycle times, and
- damage to the mould components and moving parts where clearances must be maintained.

### Gate and Nozzle Cooling Styles

**Note:** Ensure that gate cooling channels are on a separate circuit from mould, plate and cavity cooling.

Efficient gate cooling is vital to obtain the best performance over the widest moulding window. While insufficient cooling of the gate may result in the gate drooling/stringing and increased cycle times.

You must cool the plates surrounding the hot runner nozzles.

### Simple Cooling Channels

- Cooling channels are drilled around the nozzle.
- Difficult to provide cooling directly to the gate.
- Cooling may be biased more to one side of the nozzle.
- Acceptable where gate cooling and lower cycle times are not important.
- Low level of manufacturing required.

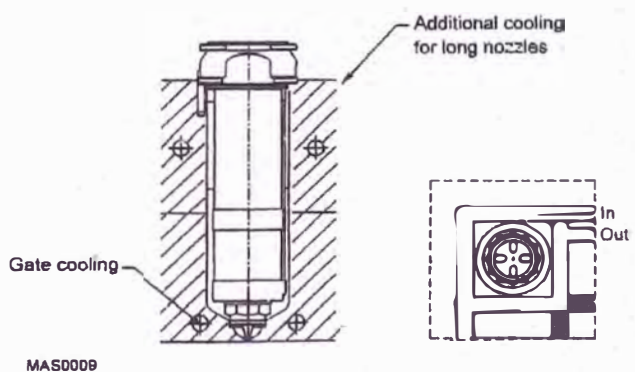
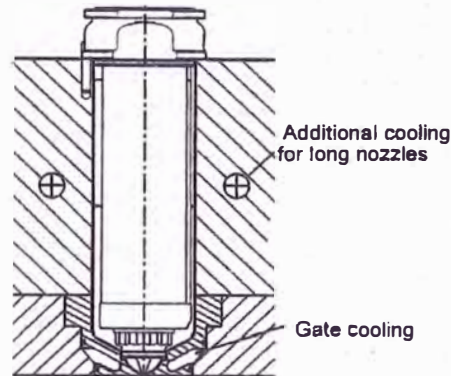


Figure 13: Cooling Channels Example

### Insert with Cooling Channel Groove

- For application where good gate cooling is required.
- Requires manufacturing of inserts for nozzles.
- Extra nozzle retaining plates may be added to the tool, to aid maintenance and manufacture.
- Requires o-rings to seal cooling channels.
- Medium level of manufacturing required.
- May leave insert witness mark on the part.

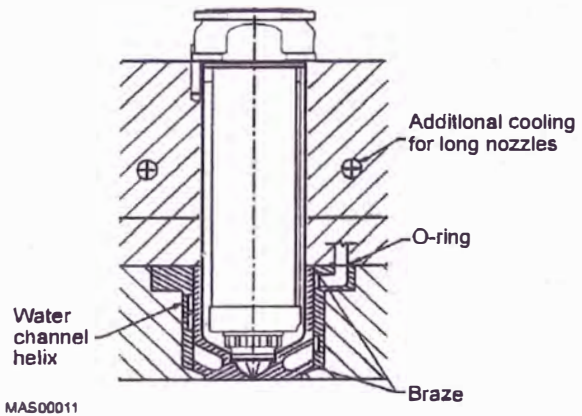


MAS00010

Figure 14: Insert with Cooling Channel Groove Example

### Insert with Helical Cooling Channels

- Helical cooling channel in insert provides an excellent level of cooling directly to the gate.
- For application where a high level of cooling is required to the gate area.
- Requires manufacturing of inserts for nozzles.
- Extra nozzle retaining plates may be added to the tool to aid manufacturing and maintenance.
- Requires o-rings to seal cooling channels.
- High level of manufacturing required.
- May leave insert witness mark on part.



MAS00011

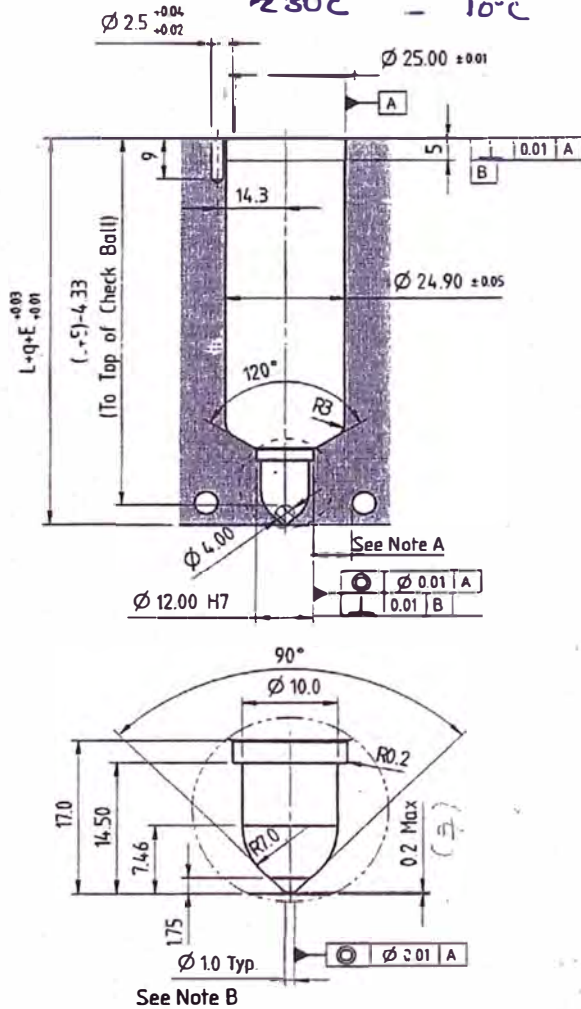
Figure 15: Insert with Helical Cooling Channels Example

Multi-hole Torpedo Tip Nozzle Code	One-hole Torpedo Tip Nozzle Code	L	E@ΔT =200C	E@ΔT =250C
MXTT16045+10	MXIT16045+10	55	0.15	0.18
MXTT16055+10	MXIT16055+10	65	0.17	0.21
MXTT16065+10	MXIT16065+10	75	0.20	0.25
MXTT16075+10	MXIT16075+10	85	0.22	0.28
MXTT16095+10	MXIT16095+10	105	0.28	0.35
MXTT16115+10	MXIT16115+10	125	0.33	0.41
MXTT16145+10	MXIT16145+10	155	0.41	0.51
MXTT16175+10	MXIT16175+10	185	0.49	0.61



**Nozzle Fitment and Gate Dimensions**

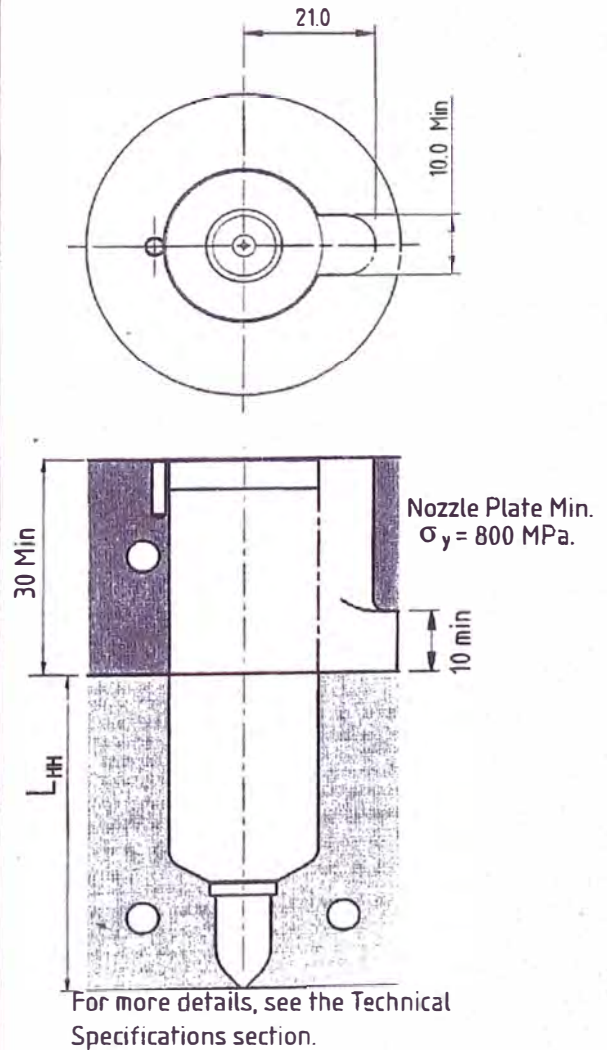
$E = L \times 0.000132 \times (\text{nozzle temp. } ^\circ\text{C} - \text{mould temp. } ^\circ\text{C})$



See Note B

- A: Gate cooling is critical for correct operation and gate quality. See Cooling section in the Technical Specifications.
- B: Modify gate diameter and land to suit the part. See Gate Modifications section in the Technical Specifications.

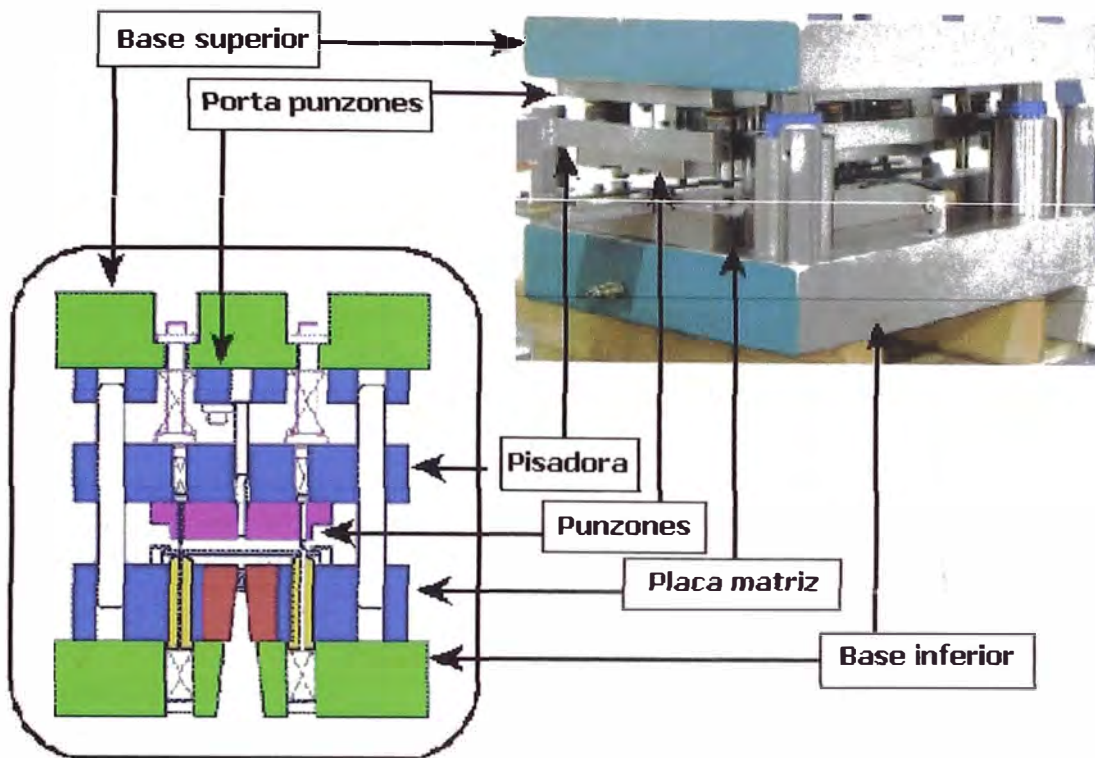
**Hot Half Configuration**



**ANEXO C**

**ACEROS PARA MOLDES DE TRANSFORMACION  
DE PLASTICOS**





## z. Aceros para moldes de transformación de plásticos

Wnr code	UNE-EN actual	UNE-EN antigua	DIN	BS	UNI	AFNOR	AISI SAE	JIS
1.2711	55NiCrMoV7	F-5307	54NiCrMoV6	5	56NiCrMoV7KU	55NCDV7	L6	
1.2738	40CrMnNiMo8-6-4		40CrMnNiMo8-6-4			40CMND8	P20+Ni	
1.2085			X33CrS16					
1.2316	X38CrMo16	F-5267	X36CrMo17		X38CrMo16-1KU			
1.2083	X40Cr13	F-5263	X42Cr13*		X41Cr13KU	Z40C14	420	
1.1730	C45U					XC48	SAE 1045	
1.2311		F-5303	40CrMnMo7		35CrMo8KU	40CMD8	P20*	
1.2312		F-5303	40CrMnMoS8-6			40CMD8+5	P20+S*	
1.2344	X40CrMoSiV5	F-5318	X40CrMoV5-1	BH13	X40CrMoV5-1-1KU	X40CrMoV5 / Z40CDV5	H13	SKD 61 / SKD 11
1.2343	X37CrMoSiV5-1	F-5317	X38CrMoV5-1	BH11	X37CrMoV5 1KU	X38CrMoV5 / Z38CDV5	H11	SKD61

Acero para moldes de transformación de plástico: son aquellos aceros utilizables para la transformación de plástico, con elevada dureza, estabilidad dimensional, resistencia a la corrosión y al desgaste, y buena aptitud al pulido.

## ACEROS ALEADOS PARA CEMENTACION

### 8620

- Ofrece muy buena dureza superficial y buenas propiedades del corazón.
- Tiene aceptable profundidad de temple, ausencia de zonas no duras en la parte cementada y baja distorsión

-Usos: Ejes ranurados, pasadores de pistón, bujes, piñones para cajas y transmisión de automotores, etc.

-Es aconsejable un recocido de estabilización antes de efectuar la cementación.

-Se aconseja el segundo temple de dureza desde 810/840°C.

#### **4140**

-Es un acero de buena penetración de temple y con buenas características de estabilidad en caliente hasta 400°C.

-Sin fragilidad de revenido, muy versátil y apto para esfuerzos de fatiga y torsión.

-Piezas templadas a inducción pueden dar una dureza de 57-69 Rockwell C.

-Tiene amplia aplicación en construcción de vehículos por ejemplo para cigüeñales, brazos de ejes, bielas, pernos, ejes de contramarcha, ejes de bombas y engranajes.

-Muy utilizado en piezas forjadas como herramientas, llaves de mano, destornilladores, etc.

-Se usa también para espárragos y tornillos en la construcción de plantas que trabajen a temperatura entre 150°C y 300°C, como calderas, turbinas de vapor, plantas químicas, etc.

### **ACEROS AL carbono PARA CEMENTACION**

Acero

1045:

q Es un acero muy apropiado para piezas de pequeño tamaño que deban templarse a inducción, obteniéndose una dureza superficial de 54-56 Rc.

q Se emplea para herramientas forjadas de todo tipo, como: hachas, azadones, rastrillos, picas, martillos de varios usos, porras, etc.

#### **4.1. Composición química**

La composición química en porcentaje en peso será la siguiente:

W.-Nr.	C	Si	Mn	<P	<S	Cr	Mo	Ni	V	W
<b>Aceros de base</b>										
1.1730	0,42-0,50	0,15-0,40	0,60-0,80	0,03	0,03	-	-	-	-	-
<b>Aceros bonificados</b>										
1.2311	0,35-0,45	0,20-0,40	1,30-1,60	0,035	0,035	1,80-2,10	0,15-0,25	-	-	-
1.2312	0,35-0,45	0,30-0,50	1,40-1,60	0,03	0,05-0,10	1,80-2,00	0,15-0,25	-	-	-
1.2711	0,50-0,60	0,15-0,35	0,50-0,80	0,03	0,03	1,50-1,80	0,25-0,35	1,50-1,80	0,07-0,12	-
1.2738	0,35-0,45	0,20-0,40	1,30-1,60	0,03	0,035	1,80-2,10	0,15-0,25	0,90-1,20	-	-
<b>Aceros de temple</b>										
1.2343	0,33-0,41	0,80-1,20	0,25-0,50	0,03	0,03	4,80-5,50	1,10-1,50	-	0,30-0,50	-
1.2344	0,37-0,47	0,90-1,20	0,30-0,50	0,03	0,03	4,80-5,50	1,20-1,50	-	0,90-1,10	-
<b>Aceros inoxidables</b>										
1.2083	0,36-0,42	<1,00	<1,00	0,03	0,03	12,5-14,5	-	-	-	-
1.2085	0,28-0,38	<1,00	<1,00	0,03	0,05-0,10	15,0-17,0	-	<1,00	-	-
1.2316	0,33-0,45	<1,00	<1,50	0,03	0,03	15,5-17,5	0,80-1,30	<1,00	-	-

Wnr code	UNE-EN actual	UNE-EN antigua	DIN	BS	UNI	AFNOR	SAE	JIS
1.2711	55NiCrMoV7	F-5307	54NiCrMoV6	5	56HiCrMoV7KU	55NCDV7	L6	
1.2738	40CrMnNiMo8-6-4		40CrMnNiMo8-6-4			40CMND8	P20+Ni	
1.2085			X33CrS16					
1.2316	X38CrMo16	F-5267	X36CrMo17		X38CrMo16-1KU			
1.2083	X40Cr13	F-5263	X42Cr13*		X41Cr13KU	Z40C14	420	
1.1730	C45U					Xc48	SAE 1045	
1.2311		F-5303	40CrMnMo7		35CrMo8KU	40CMD8	P20*	
1.2312		F-5303	40CrMnMoS8-6			40CMD8+5	P20+S*	
1.2344	X40CrMoSiV5	F-5318	X40CrMoV5-1	BH13	X40CrMoV5-1-1KU	X40CrMoV5 / Z40CDV5	H13	SKD 61 / SKD 11
1.2343	X37CrMoSiV5-1	F-5317	X38CrMoV5-1	BH11	X37CrMoV5 1KU	X38CrMoV5 / Z38CDV5	H11	SKD61

Los aceros indicados cubren prácticamente el 100% de la demanda para las aplicaciones estándar de los moldes de plástico. Existen desarrollos de estas calidades, indicadas para mayores exigencias. Los desarrollos se centran fundamentalmente en mejoras en el proceso de fabricación para obtener materiales más homogéneos en sus características, libres de segregaciones e impurezas no metálicas.

Los contenidos de azufre y fósforo, elementos no metálicos, de los aceros para moldes de plástico estarán deseablemente limitados a los contenidos mínimos de la norma. En particular, para aquellas aplicaciones que necesiten un buen acabado superficial cuanto mejor sea la presencia de azufre mejores resultados se obtendrán.

#### 4.2. Propiedades comparativas

Esta información estará disponible en la página web ([www.guiadeaceros.ascamm.com](http://www.guiadeaceros.ascamm.com)).

#### 4.3. Recomendaciones para tratamientos térmicos

Los aceros de temple para transformación de plástico deben ser recocidos para eliminar las tensiones ocasionadas durante el mecanizado y posterior tratamiento térmico. Deberá tenerse en cuenta la variación dimensional y deformación que sufre el acero durante el tratamiento térmico.

En el caso de aceros suministrados en estado bonificado, se recomienda indicar la temperatura de distensionado en función de la del revenido aplicado en el bonificado. En el supuesto de precisar un nuevo tratamiento térmico para aumentar la dureza de origen (bonificado), deberá aplicarse un recocido total previamente.

### Propiedades comparativas de tratamiento térmico

W.-Nr.	TRATAMIENTO TÉRMICO						VALORES DE DUREZA (HRc)					
	Recocido Blando		TEMPLE		REVENIDO		Templado					
	T	Dureza máx. (HRc)	T (°C)	Medio enfriamiento	T (°C)	Dureza HRc	T (°C)/m. e.	Dureza (HRc)	500	550	600	
1.2312	710-740	240	840-880	ac, bc**	200-600	50-36	860	52	-	-	36	
1.2344	750-820	235	1020-1060	ac, a, bc*, n	500-650	56-42	1020	54	56	52	48	
1.2311	710-740	235	840-880	ac, a, bc*	200-650	52-32	860	52	-	-	36	
1.2711	650-700	240	830-880	ac, bc**	200-650	54-33	860	56	-	-	36	
1.2738	650-720	240	840-880	ac, bc**	200-600	50-34	850	52	42	38	34	
1.2379	830-860	255	980-1080	ac, a, bc*, n	180	61	1020 / a	63	60	58	50	
1.2083	760-820	230	980-1050	ac, a, n	180	54	1000 / ac	56	52	50	46	
1.2085	820-880	230	1000-1050	ac, n	200-600	46-32	1020	54	-	-	32	
1.2316	780-820	230	1020-1050	ac, a, bc*, n	180	48-32	1020	49	44	38	33	

a = aire, ac = aceite agitado, bc\*\* = baño caliente de sales a 500°C (aproximadamente), n = gas a presión, nitrógeno P>1atm.

### 5.6. Aceros recomendados para cada aplicación

En las siguientes tablas se identifican los aceros recomendados para moldes de inyección de plásticos según el tamaño del molde, volumen de producción y tipo de plástico transformado.

SEGÚN TAMAÑO DEL MOLDE (KG)							
Partes del molde		Pequeño (<1000 kg)		Mediano (1000-5000 kg)		Grande (>5000 kg)	
		Acero	Dureza	Acero	Dureza	Acero	Dureza
Portamoldes	Placas porta-figura	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
	Placas expulsoras	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
		1.2311 1.2738	950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2311 1.2738	950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2311 1.2738	950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup>
	Resto portamoldes	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 fundición	190HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
Figuras	Postizos figura cavidad	1.2311	950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2311	950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2311	950-1100 N/mm <sup>2</sup>
		1.2738		1.2738		1.2738 (I)	
		1.2343		1.2711		1.2711 (II)	
		1.2344		1.2343		1.2343	
	Postizos figura punzón	1.2311	950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2311	950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2311	950-1100 N/mm <sup>2</sup>
		1.2343 1.2344		1.2343 1.2344		1.2343 1.2344	
Mecanismos	Correderas	1.2379	50-52 HRc	1.2379	50-52 HRc	1.2379	50-52 HRc
		1.2510		1.2510		1.2510	
	Patines	1.2379	50-52 HRc	1.2379	50-52 HRc	1.2379	50-52 HRc
		1.2510		1.2510		1.2510	
	Sufrideras	1.2510	56-58 HRc	1.2510	56-58 HRc	1.2510	56-58 HRc
1.2842		1.2842		1.2842			
Guías correderas	1.2842	56-58 HRc	1.2842	56-58 HRc	1.2842	56-58 HRc	
Expulsores	1.2516+Nitr.	60-62 HRc	1.2516+Nitr.	60-62 HRc	1.2516+Nitr.	60-62 HRc	

- (I) Recomendado sobretodo en moldes de inyección de gran tamaño para asegurar durezas uniformes en toda la sección.
- (II) Recomendado en alta serie, larga vida del molde y/o plásticos muy abrasivos por su alta dureza de suministro.

SEGUN TAMAÑO DE LA PRODUCCIÓN (INYECTADAS)							
Partes del molde	Pequeño (<10.000 iny)		Mediano (10.000-100.000 iny)		Grande (<10.000.000 iny)		
	Acero	Dureza	Acero	Dureza	Acero	Dureza	
Portamoldes	Placas porta-figura	1.1730 1.2085	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 1.2085	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.2311 1.2312 1.2711 1.2085 (I)	950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup> 1200-1400 N/mm <sup>2</sup>
	Placas expulsoras	1.1730 1.2085 1.2311 1.2738	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 1.2085 1.2311 1.2738	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 1.2085 (I) 1.2311 1.2738	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
	Resto portamoldes	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 1.2085	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.2311 1.2085 (I)	950-1100 N/mm <sup>2</sup>
Figuras	Postizos figura cavidad	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.2311 1.2711 1.2738	950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2363 1.2510 1.2436 1.2344 1.2379 1.2711	52-62 HRc 52-62 HRc 52-62 HRc
	Postizos figura punzón	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.2311 1.2711 1.2738	981-1079 N/mm <sup>2</sup>	1.2363 1.2510 1.2436 1.2344 1.2379	52-62 HRc 52-62 HRc 52-62 HRc
Mecanismos	Correderas (I)	1.1730+Nitr.	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup> +Nitr.	1.2379 1.2510 1.1730 1.2312 1.2711	56-60 HRc 56-60 HRc	1.2363 1.2510 1.2436 1.2312 1.2711	52-62 HRc 52-62 HRc 52-62 HRc
	Patines (II)	1.1730+Nitr.	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup> +Nitr.	1.2379 1.1730 1.2312 1.2842	56-60 HRc	1.2363 1.2510 1.2436 1.2312 1.2711	52-62 HRc 52-62 HRc 52-62 HRc
	Sutrideras	1.1730+Nitr.	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup> +Nitr.	1.2510 1.2842	56-58 HRc 56-58 HRc	1.2510 1.2842	52-62 HRc 52-62 HRc
	Guías correderas	1.1730+Nitr.	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup> +Nitr.	1.1730 1.2842	Nitruradas 56-58 HRc	1.2842	56-58 HRc
	Expulsoras	1.2516+Nitr.	60-62 HRc	1.2516	60-62 HRc	1.2516	68 HRc

- (I) En moldes de gran producción y gran cadencia (4-10 inyectadas/minuto) es provechoso hacer todo el portamoldes en 1.2085.
- (II) Material (según tabla de figura) más nitruración o PVD en zonas de rozamiento.

**SEGÚN TIPO DE PLÁSTICO TRANSFORMADO**

Partes del molde		Sin aditivos		Con carga abrasiva		Corrosivos	
		Acero	Dureza	Acero	Dureza	Acero	Dureza
Portamoldes	Placas porta-figura	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
	Placas expulsoras	1.1730 1.2311 1.2738	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 1.2311 1.2738	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730 1.2311 1.2738	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
	Resto portamoldes (IV)	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>	1.1730	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup>
Figuras	Postizos cavidad	1.2311 1.2312 1.2711 1.2738	950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2363 1.2510 1.2436 1.2344 1.2711	52-62 HRc 52-62 HRc 52-62 HRc 48 HRc+TiN	1.2083 (III) 1.2316 (III) 1.2361 (III)	54 HRc 50 HRc -
	Postizos figura	1.2311 1.2312 1.2711 1.2738	950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup> 950-1100 N/mm <sup>2</sup>	1.2363 1.2510 1.2436 1.2344	52-62 HRc 52-62 HRc 52-62 HRc 48 HRc+TiN	1.2083 (III) 1.2316 (III) 1.2361 (III)	54 HRc 50 HRc -
Mecanismos	Correderas (II)	1.2311 1.2711 1.2738	Nitruradas	1.2510	54 HRc	1.2083 1.2316	54 HRc 50 HRc
	Patines (II)	1.2510 1.2711	56 HRc -	1.2436	54 HRc	1.2083 1.2316	54 HRc 50 HRc
	Sufrideras	1.2510	56 HRc	1.2436	54 HRc	1.2083 1.2316	54 HRc 50 HRc
	Guías correderas	1.1730+Nitr.	190 HB, 640 N/mm <sup>2</sup> +Nitr.	1.1730 1.2842	Nitruradas 56-58 HRc	1.2842	56-58 HRc
	Expulsoras	1.2516+Nitr.	66 HRc	1.2516+Nitr.	66 HRc	1.2516+Nitr.	66 HRc

## BIBLIOGRAFIA

REF 1. MOLDES Y MAQUINAS DE INYECCION PARA LA TRANSFORMACION DE PLASTICOS.

Gianni Bodini-Franco Carchi Pesan

McGraw-Hill 1993

REF 2. MINK

1992

REF 3 MEMORIAS DEL CURSO DE TRASFORMACIÓN DE TERMOPLASTICOS ICIPC

REF 4. ENCICLOPEDIA DEL PLASTICO

1997

REF 5. MICHAELI

1992

REF 6. FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA

GROOVER, Mikell P. 1997

REF 7. SEMINARIO DE DISEÑO BASICO DE MOLDES PARA INYECCION DE PLASTICOS.

SENA-ASTIN

REF 8. MOLDFLOW DESIGN GUIDE

JAY SHOEMAKER.

HANSER 2002

REF 9. CATALOGO DE PRODUCTOS MASTIP-COLADA CALIENTE

2004

REF 10. NARANJO 2001

REF 11. AUBURG 1998

REF 12. FICHA TECNICA DE MOLDEO DE INTRADEVCO INDUSTRIAL

REF 13. SEMINARIO TEORICO PRACTICO. SOBRE OPTIMIZACION DEL PROCESO DE INYECCION (ICIPC)