

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“DISEÑO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO DE UN PELADOR PARA ALIMENTOS”

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE :

TESINA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

PRESENTAN:

MARÍA FERNANDA CORTÉS SALAZAR

MARIANA VILLASEÑOR GUTIÉRREZ

ASESOR:

M en C. GUILLERMO HIYANE NASHIRO

CU. Santiago de Querétaro, Querétaro, Marzo 2014

## ÍNDICE

I. Resumen.....	4
II. Justificación.....	5
III. Objetivo.....	6
IV. Antecedentes.....	7
V. Introducción.....	8
VI. Contenido.....	9
1. Materiales Plásticos.....	9
1.1 Polímeros.....	9
1.2 Clasificación de Plásticos.....	10
1.2.1 Termoplásticos	
1.2.2 Termofijos	
1.2.3 Elastómeros	
2. Procesos de transformación de Plásticos.....	14
2.1 Procesos Primarios.....	14
2.1.1 Extrusión	
2.1.2 Rotomoldeo	
2.1.3 Calandrado	
2.1.4 Soplado	
2.1.5 Inyección	
2.2 Procesos Secundarios.....	15
2.2.1 Termoformado	
VII. Desarrollo del proyecto.....	19
1. Pasos para la ejecución del proyecto.....	19
2. Planteamiento: Pieza Plástica.....	20
3. Proceso de Diseño de la pieza plástica: Pelador para alimentos.....	21
4. Consideraciones en el diseño de la pieza.....	24

4.1	Espesor nominal de pared.....	24
4.2	Líneas de partición y expulsores.....	26
4.3	Ángulos de salida.....	26
4.4	Diseño de costillas o venas de soporte.....	27
4.5	Diseño de agujeros y mamelones.....	28
5.	Selección del material.....	29
5.1	Criterios del material.....	29
5.2	Polipropileno (PP).....	30
6.	Selección del proceso.....	32
6.1	Criterios de los procesos.....	32
6.2	Proceso de inyección.....	36
7.	Simulación 3D de la pieza: Pelador para alimentos.....	38
8.	Ingeniería asistida por computadora: Moldflow.....	40
8.1	Simulación de inyección por Moldflow.....	40
8.1.1	Análisis en Moldflow	
8.1.2	Free Edges	
8.1.3	Aspect Ratio	
8.1.4	Mejor ubicación del punto de inyección	
8.1.5	Tiempo de llenado	
8.1.6	Aire atrapado	
8.1.7	Clamp force (Fuerza de cierre)	
8.1.8	Líneas de soldadura	
9.	Flow Analysis.....	50
10.	Diseño del molde de la pieza plástica: Pelador para alimentos.....	62
10.1	Modelado 3D y renderizado del molde.....	62
10.2	Molde de dos placas.....	64
10.3	Partes del molde.....	65
10.4	Aceros recomendados para la fabricación del molde.....	69
VIII.	Conclusión.....	71
IX.	Bibliografía.....	72

## I. RESUMEN

En el siguiente trabajo se presentan los elementos requeridos para la realización de un molde de inyección de una pieza plástica denominado PELADOR PARA ALIMENTOS.

Comienza por la descripción del campo de los plásticos, explicando que son, sus características, su clasificación, su estructura orgánica y los procesos que se utilizan para su transformación.

Se muestra la aplicación del diseño industrial, desde sus fases del proceso para diseñar la pieza hasta las consideraciones de diseño que se tomaron en cuenta para la realización del diseño de la pieza plástica. Además mostrando también el modelado en 3D de la pieza y del molde de inyección por medio de programas asistidos por computadora.

Encontrará declaraciones sólidas basadas en información verídica para la selección de un material plástico y su proceso de transformación adecuado para el diseño de una pieza plástica, con respecto a sus propiedades y características.

Con la utilización del programa “Moldflow” se analizó la pieza plástica a inyectar y se muestran los factores que intervienen dentro del proceso de inyección, ayudando a un mejor resultado del producto, detectando los errores que pueden surgir dentro del proceso de inyección.

## II. JUSTIFICACIÓN

El proyecto que sustenta y justifica esta tesina es la construcción de un molde de 2 cavidades con sistema de colada fría para un producto plástico denominado PELADOR PARA AMLIMENTOS el cual cumple con los requerimientos y normas de calidad de la empresa de inyección de plásticos para el hogar.

### III. OBJETIVO

Seleccionar, construir y poner en marcha un molde de inyección con sistema de colada fría de 2 cavidades y sistema autónomo de expulsión para la fabricación del artículo denominado PELADOR PARA ALIMENTOS con la finalidad de aplicar los conocimientos que fueron impartidos en el curso de INGENIERÍA DE PLÁSTICOS.

Este trabajo tiene como objetivo principal mostrar la importancia de la etapa de diseño de un producto, así como la utilización de programas de computadora que asisten al ingeniero y diseñador en el desarrollo de un proyecto.

#### IV. ANTECEDENTES

La historia del hombre está marcada por grandes descubrimientos que han dejado huella, pero sobresale el descubrimiento de un material que ha marcado nuestros tiempos: EL PLÁSTICO.

A partir de la década de los 70's, el plástico, se ha convertido en la materia prima más usada alrededor del mundo. El plástico pasó a ser parte de nuestra vida, vivimos rodeados de objetos fabricados con este material.

Hoy en día muchos procesos metálicos están siendo reemplazados por materiales y procesos de plásticos, dando ahorros en costos y cantidad de mano de obra.

Con el rápido desarrollo de la industria manufacturera, los sectores de aplicación para plásticos son más extensos y el consumo continúa creciendo constantemente. Esto debido a las excelentes propiedades mecánicas, comportamiento eléctrico, resistencia a los químicos, resistencia al calor, resistencia a la abrasión, estabilidad geométrica, resistencia al medio ambiente, su ligereza, bajo consumo de energía en su moldeo.

## V. INTRODUCCIÓN

Dentro de los sistemas de manufactura, la técnica de procesado de plásticos es la más utilizada para la obtención de productos plásticos es el moldeo por inyección; produce piezas a partir de la inyección del plástico fundido dentro de un molde. Hoy en día encontramos gran cantidad de artículos que han sido fabricados por medio de este proceso.

Durante este proceso la inyectora se encarga de plastificar el material (fundirlo) para hacerlo fluir a través del molde donde se solidifica y toma la forma del mismo.

En la actualidad el moldeo por inyección tiene una gran aceptación debido a las altas velocidades de producción, costos por mano de obra reducidos y por la automatización del proceso, requiriendo poco o a veces hasta ningún acabo en las piezas. Se obtienen artículos que serían casi imposibles de fabricar en gran cantidad por medio de otros métodos productivos, ya que se obtienen diferentes superficies, acabados y colores. El moldeo por inyección proporciona piezas y objetos de bastante precisión, con superficies limpias y lisas, además de proporcionar un excelente aprovechamiento del material y con un ritmo de producción constante y elevado.



## VI. CONTENIDO

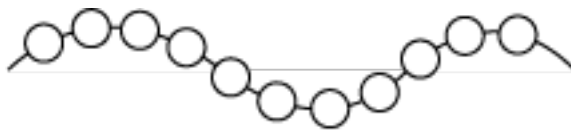
### 1. MATERIALES PLÁSTICOS

#### 1.1 POLÍMEROS

Un polímero es un compuesto que consiste en la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman cadenas largas, cada molécula está hecha de unidades repetitivas que se conectan entre sí. El término se deriva de las palabras griegas *poly* que significa muchos y *meros* que significa parte.

La reacción por la cual los monómeros se combinan entre sí es llamada polimerización y existen diferentes tipos de polímeros:

- Polímeros lineales: Son aquellos cuyas moléculas de monómero se han unido a una forma de cadena lineal.



Estructura de un Polímero Lineal

Fig 1. Estructura de un polímero lineal

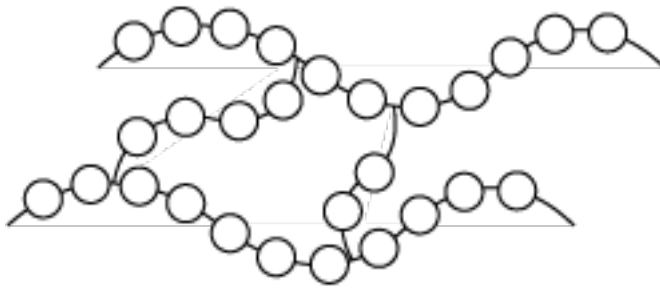
- Polímeros ramificados: Las cadenas principales tienen pequeñas o grandes cadenas pendientes.



Estructura de un Polímero Ramificado

Fig 2. Estructura de un polímero ramificado

- Polímeros entrecruzados: Cadenas poliméricas unidas por centros reactivos que no se encuentran ubicados al final de la cadena. Por lo regular el entrecruzamiento ocurre durante el proceso de polimerización.



Estructura de un Polímero Entrecruzado

Fig 3. Estructura de un polímero entrecruzado

## 1.2 CLASIFICACIÓN DE PLÁSTICOS

Existen varias formas de clasificar a los polímeros, una de las formas empíricas más sencillas consiste en calentarlos por encima de cierta temperatura. Según si el material funde y fluye o por el contrario si no lo hace se diferencian tres tipos de polímeros:

### 1.2.1 Termoplásticos:

Se crea una reacción simplemente física, es decir que sólo cambia su estado, al calentarlos pasan de un estado sólido a un estado líquido y al enfriarlos vuelven al estado sólido. No existe cambio de materia, es decir su estructura se mantiene igual, no se degradan, y son polímeros que se pueden reutilizar.

Los polímeros termoplásticos se dividen en dos:

- Semicristalinos: Son polímeros de cadenas simples, tienen baja densidad, fluyen bien, poseen resistencia química y son opacos.

- Amorfos (sin forma): Polímeros de cadenas entrelazadas, son más densos y viscosos (mayor dificultad para fluir), poseen mejores propiedades mecánicas y son cristalinos, además se contraen poco.

Nombre	Propiedades	Aplicaciones
Policloruro de vinilo (PVC)	Amplio rango de dureza, Impermeable	Tubos, desagües, puertas y ventanas
Poliestireno (PS) Duro	Transparente, pigmentable	Juguetes
Poliestireno (PS) Espandido (porexpan)	Esponjoso y blando	Aislamiento térmico y acústico, envasado, embalaje
Polietileno (PE) Alta densidad	Rígido, resistente y transparente	Utensilios domésticos
Polietileno (PE) Baja densidad	Blando y ligero, transparente	Depósitos, envases alimenticios
Poliéster (PET)		Botellas de agua, envases de shampoo, limpieza
Teflón	Deslizante, antideslizante	Utensilios de cocina (sartenes)
Nailon (PA poliamida)	Flexible y resistente a la tracción, traslúcido, brillante	Hilo de pescar, tejidos, medias
Celofán	Transparente (con o sin color), flexible y resistente, brillante y adherente	Embalaje, envasado, empaquetado
Polipropileno (PP)	Traslúcido, flexible, resistente	Tapas de envases, bolsas

Tabla 1. Propiedades y aplicaciones de los termoplásticos

### 1.2.2 Termofijos:

Se crea una reacción química, es decir que al calentarlos se descompone químicamente, al calentarlos de más se queman. Tienen una estructura molecular compleja de tipo red. Existe un cambio de materia, es decir que su estructura si cambia, no se pueden reutilizar.

Nombre	Propiedades	Aplicaciones
Poliuretano (PUR)	Esponjosa y flexible, blando macizo, elástico y adherente	Espuma para colchones y asientos, aislamientos térmicos, pegamentos y barnices
Resinas fenólicas (PH): Baquelitas	Con fibras de vidrio son resistentes al choque, color negro o muy oscuro, aislantes eléctricos	Mangos y asas de utensilios de cocina, ruedas dentadas, carcasas de electrodomésticos, teléfonos, enchufes e interruptores
Melamina	Ligera, resistente y considerable dureza, sin olor ni sabor, aislante térmico	Accesorios eléctricos, aislantes térmicos y acústicos, vajillas, recipiente de alimentos

Tabla 2. Propiedades y aplicaciones de los termofijos

### 1.2.3 Elastómeros:

La principal característica de los materiales elastómeros es la alta elongación o elasticidad y flexibilidad que disponen dichos materiales frente a cargas antes de fracturarse o romperse. Por lo general no pueden fundirse sin sufrir una degradación molecular en su estructura.

Nombre	Obtención	Propiedades	Aplicaciones
Caucho natural	Látex	Resistente e inerte	Aislamiento térmico y eléctrico, colchones, neumáticos
Caucho sintético	Derivados del petróleo	Resistentes a agentes químicos	Neumáticos, volantes, parachoques, pavimentos, tuberías, guantes
Neopreno	Caucho sintético	Mejora las propiedades del caucho sintético: es más duro y resistente, impermeable	Trajes de inmersión, juntas, mangueras, guantes

Tabla 3. Propiedades y aplicaciones de los elastómeros

## 2. PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS

Los procesos para la transformación de plásticos los podemos clasificar en:

### 2.1 PROCESOS PRIMARIOS:

Donde el material pasa de estado sólido a líquido y viceversa, ejemplos: Extrusión, Rotomoldeo, Calandrado, Soplado e Inyección.

2.1.1 EXTRUSIÓN: Es un proceso continuo en el que la resina es fundida por la acción de temperatura y fricción, es forzada a pasar por un dado que le da una forma definida y es enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes. Este proceso es utilizado para la fabricación de tubos, perfiles, películas, mangueras, láminas, filamentos y pellets.

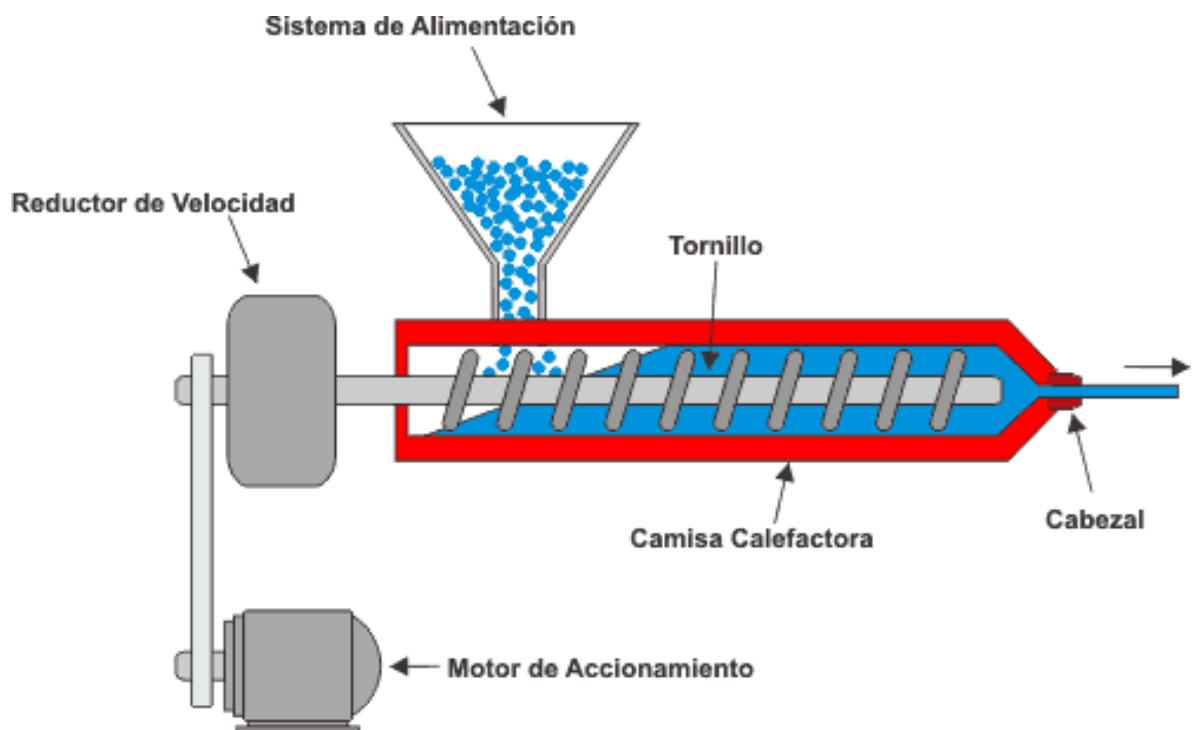
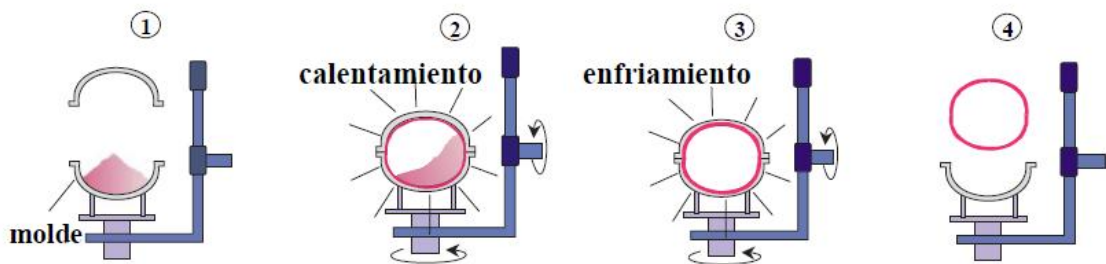


Fig 4. Ilustración proceso de extrusión

2.1.2 ROTOMOLDEO: Utiliza un plastisol (pasta más o menos viscosa obtenida por la dispersión del plástico a utilizar en plastificante) muy fluido que se introduce en el molde, éste se cierra, se rota vertical y horizontalmente y se introduce en un horno. Cuando el plastisol comienza a fundir, el molde que continúa rotando, distribuye al plastisol sobre sus paredes por efecto de la fuerza centrífuga formando una piel. Después de un periodo determinado, el molde se retira del horno y se enfría cuidadosamente para evitar que el producto sufra encogimiento o torsión.

El moldeo rotacional o rotomoldeo es un proceso sumamente popular y ampliamente utilizado para obtener artículos normalmente huecos. Se utiliza, a menudo, para la producción de pequeñas cantidades de artículos muy grandes. Productos como juguetes, pelotas, mobiliario para jardín se fabrican por este proceso.



Proceso de rotomoldeo.

Fig 5. Ilustración proceso de rotomoldeo

2.1.3 CALANDRADO: A partir de este proceso se elaboran principalmente películas y laminas en grandes volúmenes.

Consiste en pasar un polímero convertido en una masa blanda entre una serie de rodillos calentados. A medida que el polímero pasa a través de los rodillos se forma un producto uniforme. Es ultimo par de rodillos se ajustan para dar el espesor deseado.

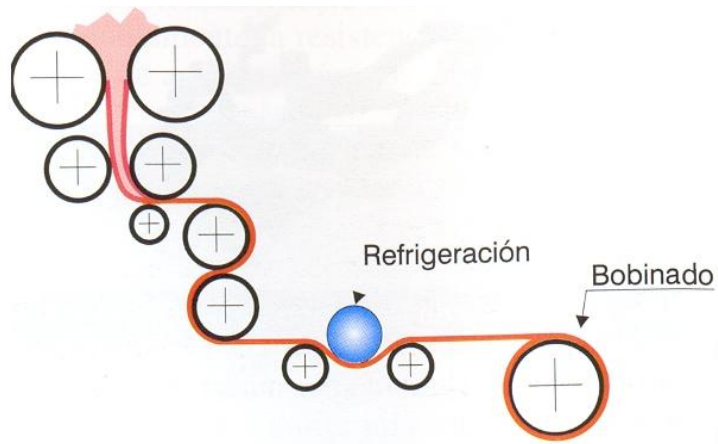


Fig 6. Ilustración proceso de calandrado

2.1.4 SOPLADO: Proceso donde se introduce aire comprimido debajo de una hoja de termoplástico caliente dentro de la cavidad de un molde, permitiendo que se expanda en la forma del molde.

Se utiliza para la fabricación de piezas de plástico huecas, esto se consigue por medio de la presión ejercida por el aire comprimido, logrando que el polímero tome la forma del molde.

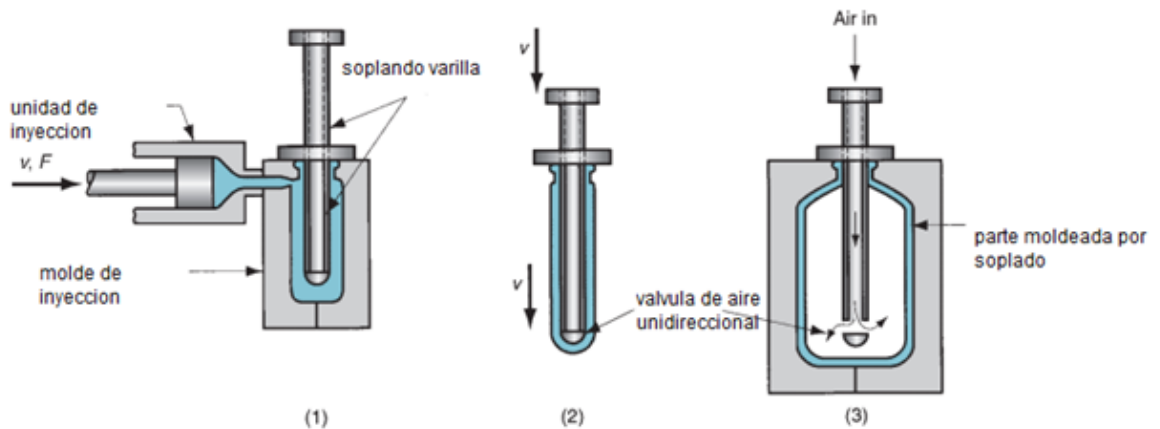


Fig 7. Ilustración proceso de soplado



2.1.5 INYECCIÓN: Proceso intermitente (discontinuo) para producir piezas de plástico, y consiste básicamente en un sistema de fusión y mezclado de la resina, diseñado para expulsarla a alta presión una vez que se encuentra en estado líquido, un molde metálico hecho de dos o mas piezas y un sistema de cierre de molde que evita que este se abra al recibir la presión interna del plástico fundido.

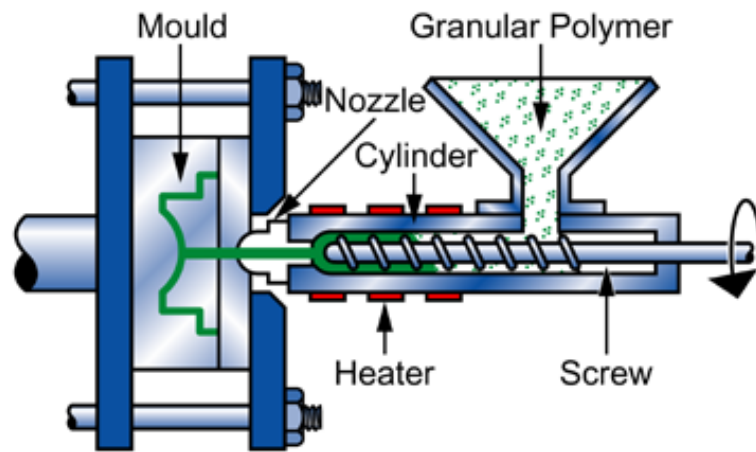


Fig 8. Ilustración proceso de inyección

## 2.2 PROCESOS SECUNDARIOS:

Donde el material cambia de forma gracias a la utilización de medios mecánicos o neumáticos, por ejemplo: Termoformado.

2.2.1 TERMOFORMADO: Proceso en el cual una lámina de cualquier polímero termoplástico es calentada hasta llegar a un estado ahulado, quedando apta para su deformación. Seguidamente esta lámina plástica se coloca sobre el molde con la forma deseada y se succiona con vacío contra éste, para que copie exactamente su forma, obteniendo la pieza plástica.

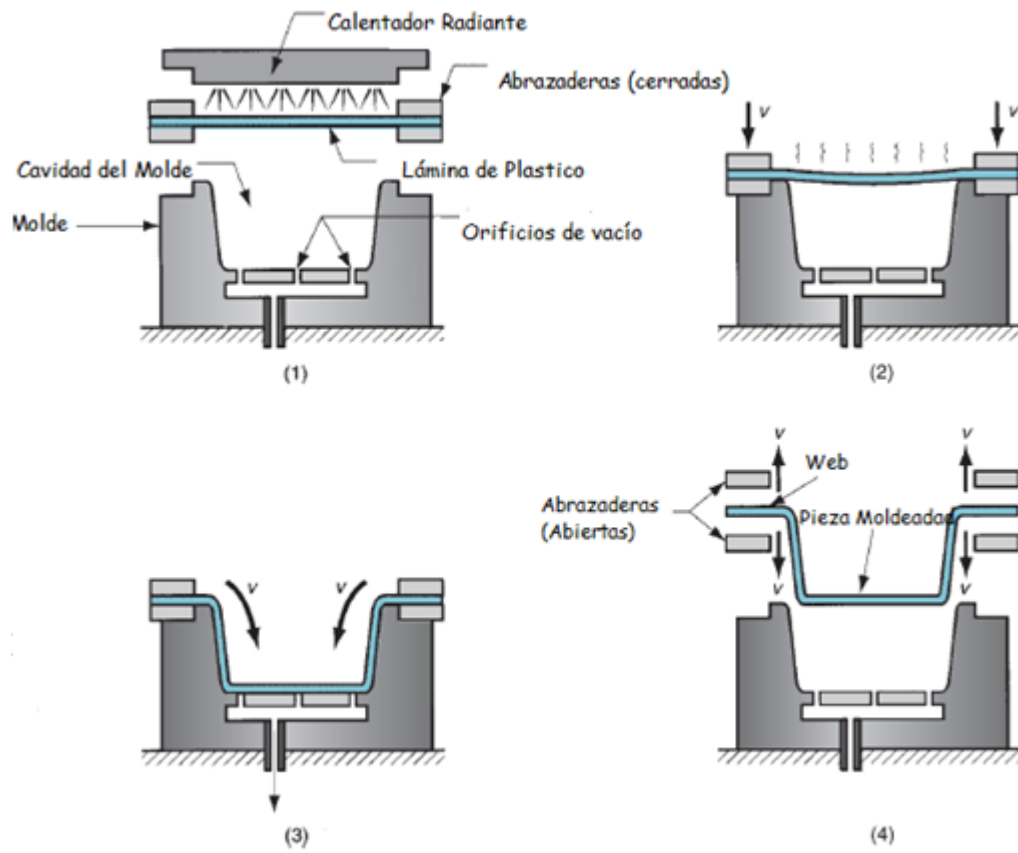


Fig 9. Ilustración proceso de termoformado

## VII. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 1. PASOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO



## 2. PLANTEAMIENTO: PIEZA PLÁSTICA

El pelador para alimentos, o conocido también como mondador, es un instrumento de cocina que se utiliza para pelar, quitar la piel, verduras con piel dura capaces de ser laminadas, como son los pepinos, zanahorias, papas y otras, así como a algunas frutas como las manzanas, peras, etc.

Su forma es especial, cuenta con una hoja de cortar móvil para que se adapte a los contornos de las frutas y verduras.

Tradicionalmente, el pelar frutas y verduras se realiza con cuchillos de hoja corta y algo curvada, siendo algo pesada y peligrosa, el pelador ha logrado incrementar la velocidad de pelado y disminuir el riesgo de corte de los dedos.

Este aparato fue inventado por Alfred Neweczeral, en la empresa Zena AG Swiss, construyendo el modelo “Rex”. Patentó este instrumento en 1947 y la producción de esta marca ha sido un éxito, ya que desde el año 1947 hasta el 2000 han logrado vender cerca de 60 millones de piezas.



Fig 10. Pelador “Rex”

### 3. PROCESO DE DISEÑO DE LA PIEZA PLÁSTICA: PELADOR PARA ALIMENTOS

Diseñar es pensar antes de hacer. Analizar, planificar y ejecutar para responder a las necesidades de los usuarios y clientes.

Un producto bien diseñado beneficia tanto a quien lo produce como a quien lo utiliza. Sus contribuciones pueden materializarse de diferentes formas:

- Innovación radical en conceptos, productos y procesos
- Organizar y diversificar la oferta de productos, diferenciándolo de sus competidores
- Generar nuevos productos con tecnología existente
- Mejorar función, estética y productividad en productos ya existentes
- Mejorar la experiencia de uso de el producto
- Optimizar costos de fabricación
- Adaptar productos a nuevos mercados
- Aportar valor de marca, ayudando a fidelizar clientes
- Desarrollo de imagen de un producto en su totalidad, como nombre, packaging, promoción, etc

Para el diseño de producto de este proyecto, se decidió mejorar un producto ya existente, como es el pelador para alimentos, además de buscar optimizar los costos de fabricación mediante el rediseño de la pieza.

#### 3.1 FASES PARA EL DESARROLLO DEL DISEÑO

Fase 1: Definición estratégica

Inicio del proceso de diseño. Definir ¿Qué se va a hacer? Sin avanzar en el ¿Cómo hacerlo?

En el proyecto presente se decidió rediseñar, es decir hacer algunos cambios en algún producto existente, seleccionando un pelador para alimentos, y mejorar costos de su producción.

## Fase 2: Diseño de concepto

Creatividad para dar forma a la idea de producto. Trazar los lineamientos del producto. En esta etapa se analizan distintas alternativas para luego seleccionar una de ellas para llegar al diseño de detalle.

Lineamientos para la pieza pelador para alimentos:

- Ergonómico; el pelador debe adecuarse a la mano del usuario y no el usuario al pelador
- Sencillo; fácil de usar, sirviendo para lo que fue creado, pelar alimentos
- Simple; que su forma utilice las formas geométricas básicas
- Económico; fácil acceso para el usuario y bajo costo de producción
- Ligero; menor cantidad de material posible
- Resistente; material que aguante las condiciones adecuadas en su uso
- Tamaño adecuado al promedio de mano de los usuarios
- Estética; agradable para los usuarios

## Fase 3: Diseño en detalle

Definir formalmente al producto. Desarrollo de la propuesta final.

### Diseño de la Pieza

El pelador de alimentos tendrá un espesor de 3mm. Las dimensiones generales 165 mm de largo, 40 mm de ancho y una altura de 10 mm. La pieza cuenta con un hueco en el mango de la pieza para la reducción de material, ergonomía y estética del mismo. El diseño de la pieza cuenta con unos pequeños orificios en la parte superior de la cabeza de la pieza que sirven para la colocación de la navaja que se le adecuará al pelador de alimentos.

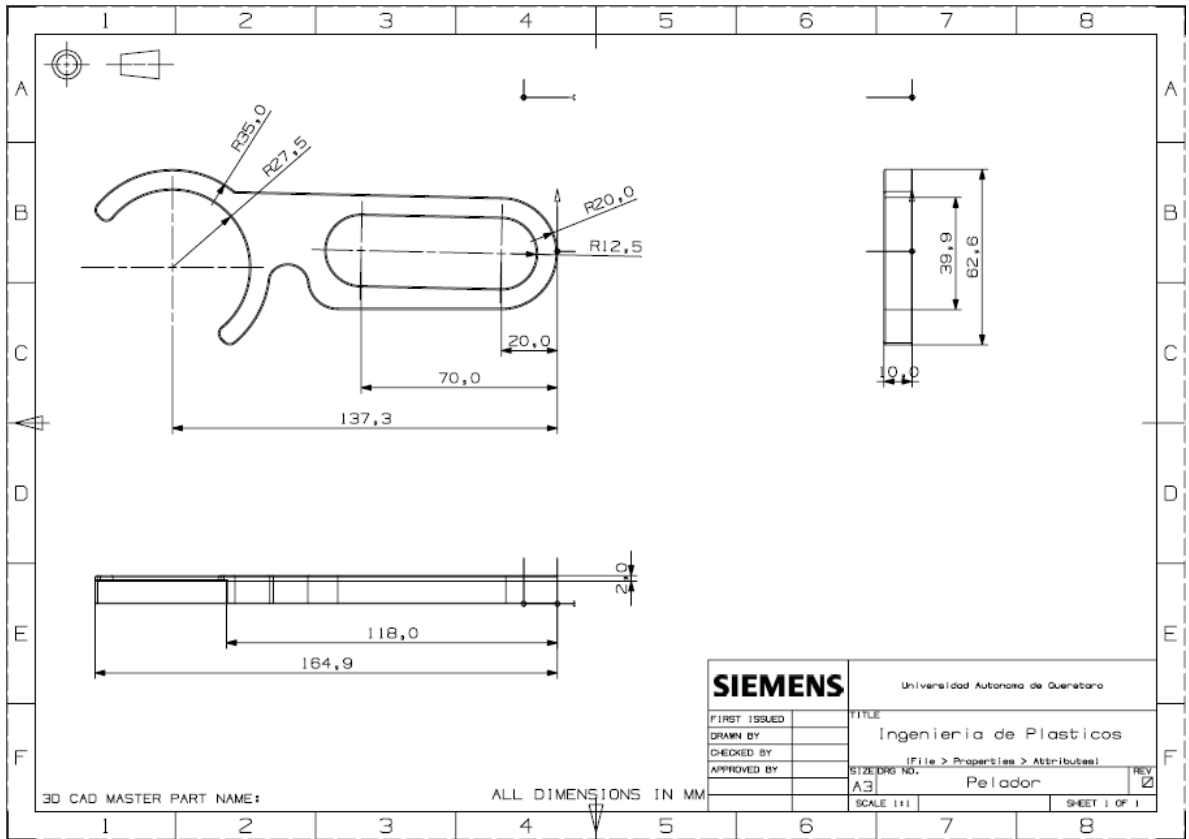


Fig 11. Plano pieza plástica: pelador de alimentos

## 4. CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE LA PIEZA

### 4.1 ESPESOR NOMINAL DE PARED

En la mayoría de los procesos de fundición de plástico, cuanto mas regulares sean los espesores de la pieza, menos problemas se tendrá en el proceso. Esta regularidad en el diseño ayuda a evitar turbulencias de flujo importantes que se pueden producir durante el llenado de la pieza, lo que podría provocar una dificultad en la ordenación entre las diferentes cadenas moleculares y provocar una orientación que no es la idónea para que la pieza trabaje al máximo rendimiento.

Durante el proceso de inyección de plásticos es mejor realizar un cambio de espesor de pared gradual para mejorar el flujo del material fundido.

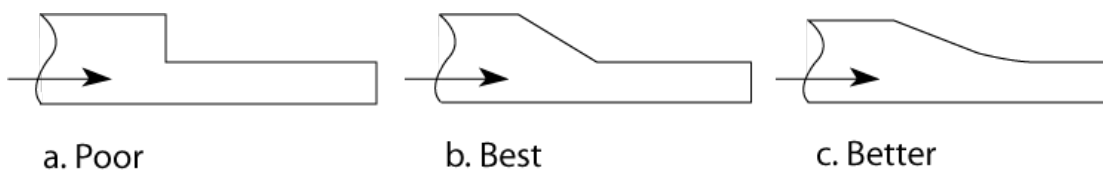


Fig 12. Mejor forma de realizar un cambio de espesor de pared

La selección de espesor nominal en una pieza plástica depende del plástico con el que se va a realizar la pieza, ya que en el llenado van a influir de manera decisiva las propiedades viscosas del material en estado fundido.

Tipo de Plástico	Espesor Mínimo (mm)	Espesor Medio (mm)	Espesor Máximo (mm)
Resina Acetática	0.38	1.6	3.2
ABS	0.76	2.3	3.2
Acrílicos	0.65	2.4	6.5
Poliamidas	0.4	1.6	9.0
Policarbonatos	1.0	2.5	9.5



Polietileno baja densidad	0.5	1.5	6.5
Polietileno alta densidad	0.9	1.5	6.5
Polipropileno	0.6	2.0	8.0
SAN	0.7	1.6	6.5
PVC	1.0	2.5	9.5

Tabla 4. Espesores recomendados

Para mantener el límite de espesor nominal de pared y una continuidad, se puede hacer un cambio de geometría, con lo que no sólo se mejora el ciclo, sino que también se optimiza el peso de la pieza.

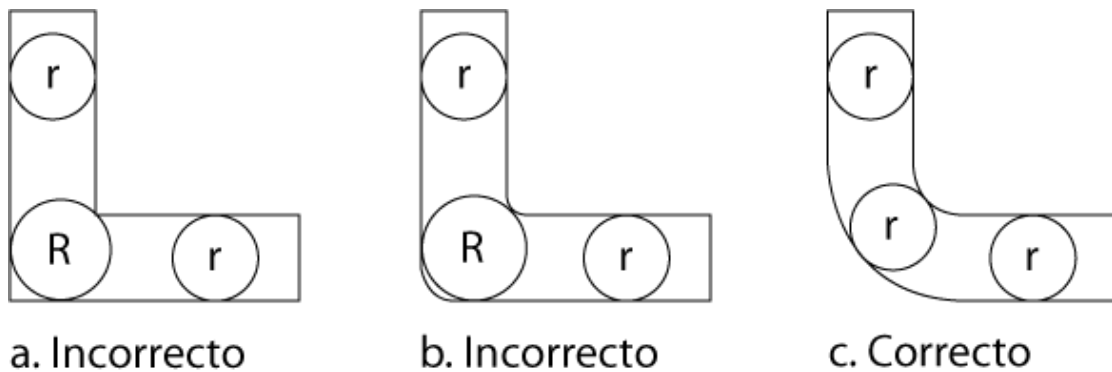


Fig 13. Cambio de geometría en las aristas de la pieza

Además el uso adecuado de radios durante el diseño de la pieza, reduce de un modo importante la concentración de tensiones en la pieza. Eliminar las esquinas, que son zonas donde se produce un elevado número de tensiones, permite realizar una pieza de constitución más fuerte y elimina posibles zonas de inicio de fractura. Eliminando ángulos agudos le damos una vida más larga a la pieza.

## 4.2 LÍNEAS DE PARTICIÓN Y EXPULSORES

La línea de partición es aquella que indica donde fue la apertura y cierre del molde. Para un buen diseño y rendimiento de la pieza, la línea de partición debe encontrarse en la dimensión mas grande de la pieza.

Lo ideal es que se encuentre en una superficie plana de la pieza, esto sirve para minimizar costos y mejorando la seguridad del cierre de el molde contra la presión de inyección, disminuyendo errores en la inyección de la pieza.

Las consideraciones para la línea de partición dependen del diseño y uso de la pieza, en algunas piezas plásticas no es importante que la línea de partición sea visible pero en algunas piezas con mayor calidad y por estética si es importante.

## 4.3 ÁNGULOS DE SALIDA

En el diseño de una pieza plástica se debe tener en cuenta que debe ser desmoldada con facilidad, por ello hay que considerar los ángulos de salida en todas las paredes de la pieza.

Las paredes, nervios, agujeros o cualquier detalle que se encuentre en la pieza plástica, deberán tener ángulos de salida con una inclinación mínima de  $0.5^\circ$ . Entre más larga sea la pieza, el ángulo de salida puede ser menor.

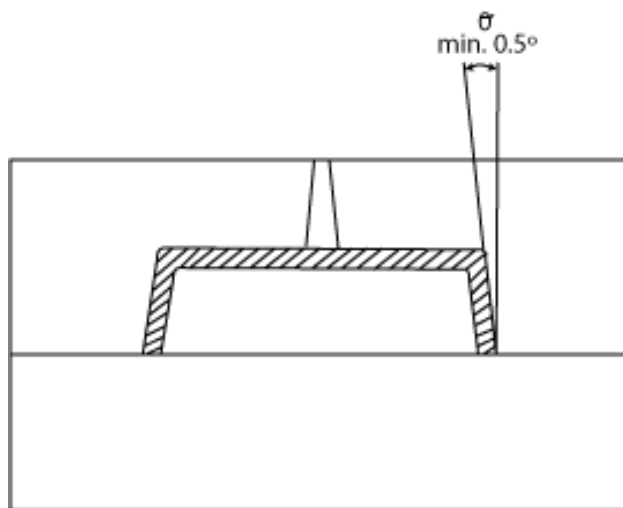


Fig 14. Ángulo de salida de la pieza

Los ángulos de salida facilitan la expulsión de la pieza, sin que esta se amarre al molde.

#### 4.4 DISEÑO DE COSTILLAS O VENAS DE SOPORTE

En el diseño de una pieza es importante utilizar espesores delgados tanto para el ahorro de material como para obtener mejores tiempos de ciclo de la pieza a inyectar. En muchos casos para aumentar la capacidad de carga y rigidez de la pieza se utilizan venas (nervios o costillas) con las cuales no se aumenta la masa ni el espesor.

En la mayor cantidad de casos, las venas son colocadas en partes de la pieza donde la estética no sea relevante como en la parte trasera de la misma.

Para máximo aprovechamiento de las mismas, se deben situar en zonas donde la estructura reciba solicitaciones máximas. Las venas también deben tener en consideración ángulos de salida y radios.

Para el diseño de venas o costillas debemos tener en cuenta que su espesor debe ser el 50% - 75% con respecto al espesor de la pieza. Para su altura se recomienda no exceder 2.5 - 3.0 veces de la altura de la pieza.

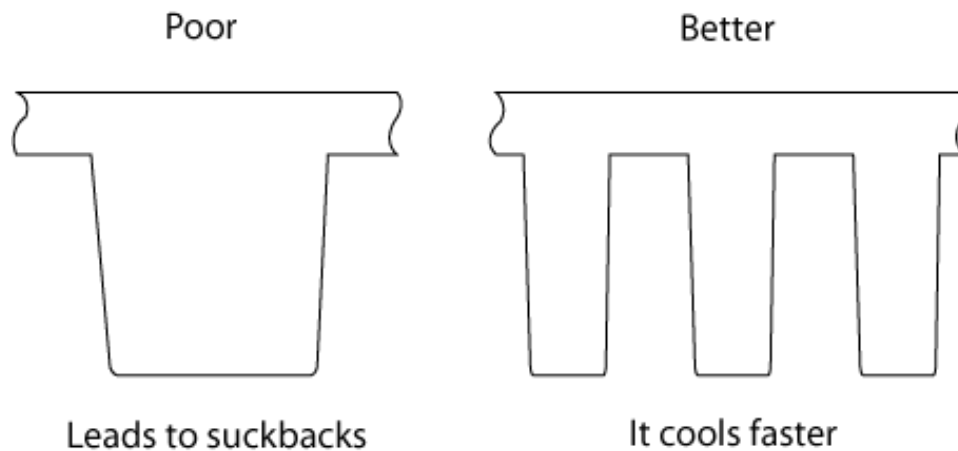


Fig 15. Diseño de venas

#### 4.5 DISEÑO DE AGUJEROS Y MAMELONES

La mayoría de los espesores de las paredes de una pieza plástica son insuficientes para resistir un tornillo o no poseen una sección para alojarlo.

Para dar lugar a los tornillos y reforzar las zonas donde van a ir ubicados, se diseñan mamelones. La mejor forma de diseñar los mamelones no es aumentando el espesor o adjuntando un mamelón a la pared, sino agregarlo a parte.

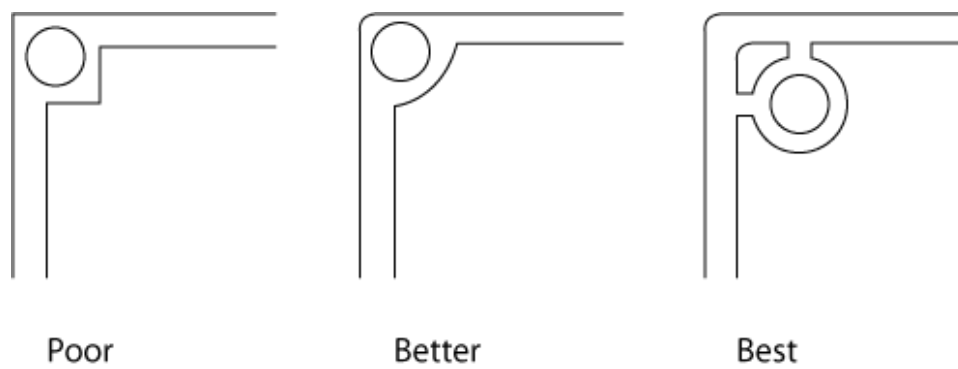


Fig 16. Diseño de mamelones

## 5. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Para una correcta selección de materiales plásticos es importante que el diseñador tenga un conocimiento general de los materiales, así como buena experiencia en el manejo de las características dentro de cada familia.

### 5.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Se debe tener un buen entendimiento de las funciones que va a realizar la pieza y una correcta identificación de las condiciones de trabajo a las que va a ser sometida.

- Determinar las condiciones de carga estructurales: Se calcula y enumeran las cargas que actuarán sobre la pieza, la duración, velocidad y frecuencia de aplicación de las mismas, considerando las posibilidades de mal uso que puedan ser realizadas sobre ella.
- Determinar el ámbito de trabajo de la pieza: Saber qué ambiente rodeará a la pieza durante su ciclo de vida, tanto sustancias químicas como radiaciones, humedad y temperatura de trabajo.
- Exigencias dimensionales: Determinar las dimensiones finales que va a tener la pieza, teniendo en cuenta las tolerancias que se le exigen al plástico y las posibilidades de ensamblado con otra pieza.
- Normativas existentes en el campo de aplicación: Tener en cuenta las normas existentes que rigen el uso y la aplicación de las resinas en ciertas aplicaciones o circunstancias.
- Especificaciones de mercado: Realizar un estudio de producción de la pieza; el coste por pieza, la vida de la pieza y las exigencias que le piden al material plástico.

Características más comunes a tener en cuenta al momento de seleccionar un material plástico:

- Propiedades mecánicas: Rigidez, resistencia al impacto, resistencia a la fatiga, resistencia a la tensión, elongación, dureza.
- Propiedades físicas: Densidad, contracción de moldeo, absorción de agua.

- Propiedades térmicas: Temperatura de ablandamiento (cuando se funde con otra pieza), temperatura de deflexión, resistencia al calor continuo, conductividad térmica, flamabilidad, calor específico.
- Propiedades eléctricas: Resistencia volumétrica, constante dieléctrica, resistencia al arco.
- Propiedades ópticas: Índice de refracción, transmitancia, brillo de la pieza, acabados superficiales.
- Propiedades químicas: Resistencia a productos químicos, solventes.
- Propiedades de resistencia a la intemperie: Resistencia a la humedad, resistencia a los rayos UV, a la oxidación.
- Precio de la materia prima: Precio que sea acorde al coste de la pieza.

## 5.2 POLIPROPILENO

Es un termoplástico que reúne una serie de propiedades que es difícil encontrar en otro material como son:

Su alta estabilidad térmica le permite trabajar durante mucho tiempo a una temperatura de 100°C en el aire.

También es resistente al agua hirviendo pudiendo esterilizarse a temperaturas de hasta 140°C sin temor a la deformación

PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
RESISTENCIA A TENSORES DEBILES A TEMP. AMBIENTE	gr/cm <sup>3</sup>	D-792	53479	0.91
RESISTENCIA A LA TRACC. (FLUENCIA / RANGOS)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-638	53455	300 / --
RESISTENCIA A ALCALIS DEBILES A TEMP. AMBIENTE				MUY BUENA
RESISTENCIA A COMPRESION ( 1 Y 2 % DEBES)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-695	53454	80 / 120
RESISTENCIA A PROD. QUIMICOS DEFINIDOS				CONSULTAR
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm <sup>2</sup>	D-790	53452	230
RESISTENCIA PARA SIN TIRAR CON ALIMENTOS	Kg/cm <sup>2</sup>	D-256	53453	NO ROMPE
COMPORTAMIENTO A LA ROTA POR COMBUSTION	%	D-638	53455	600
PROPAGACION DE LA LLAMA				MANTIENE LA LLAMA
TIEMPO PARA QUE SE QUEME	Kg/cm <sup>2</sup>	D-638	53457	11500
DUREZA DE LA LLAMA	Shore D	D-2240	53459	AMARILIZA - 74
ODOR AL QUEMARSE		D-1894	PARAFINA	--

RES. AL DESGASTE POR ROCE REGULAR

PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	C-351		0.48
TEMP. DE FLEXION B/CARGA (18.5Kg/cm <sup>2</sup> )	°C	D-648	53461	55
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			0 a 100
TEMP. DE FUSION	°C			160
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-696	52752	0.00018
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.19

PROPIEDADES ELECTRICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CONSTANTE DIELECTRICA A 60 HZ		D-150	53483	2,25
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 KHZ		D-150	53483	2,4
CONSTANTE DIELECTRICA A 1 MHZ		D-150	53483	2,4
ABSORCION DE HUMEDAD AL AIRE	%	D-570	53472	< 0.01
RESISTENCIA SUPERFICIAL	Ohm	D-257	53482	10 a la 16
RESISTENCIA VOLUMETRICA	Ohms-cm	D-257	53482	10 a la 15
RIGIDEZ DIELECTRICA	Kv/mm	D-149		50

**PROPIEDADES QUIMICAS** **OBSERVACIONES**  
 RESISTENCIA A HIDROCARBUROS REGULAR

Fig 17. Ficha técnica del Polipropileno (PP)

## 6. SELECCIÓN DE PROCESO

### 6.1 CRITERIOS DE LOS PROCESOS

Nombre del Proceso	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Película Tubular: Bolsa (comercial, supermercado), película plástica para uso diverso, película para arropado de cultivos, bolsa para envase de alimentos y productos de alto consumo</li> <li>- Tubería: Tubería para condición de agua y drenaje, manguera para jardín, manguera para uso médico, popotes</li> <li>- Recubrimiento: Alambre para uso eléctrico y telefónico, perfil</li> <li>- Hojas para persiana</li> <li>- Ventanería</li> <li>- Canales de flujo de agua</li> <li>- Raffia</li> <li>- Mantales para mesa</li> <li>- Cinta adhesiva</li> <li>- Flejes para embalaje</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta productividad</li> <li>- Su operación es de las más sencillas</li> <li>- Su costo es moderado en comparación con otros procesos como inyección y soplado</li> <li>- Buena flexibilidad a cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los productos obtenidos deben tener una sección transversal constante en cualquier punto de su longitud; excluyendo todos aquellos con formas irregulares o no uniformes</li> <li>- Se requiere de un proceso posterior con el fin de habilitar adecuadamente el artículo, como sellado y cortado</li> </ul>



	Monofilamento		
Rotomoldeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para transporte aéreo, marítimo y terrestre: camiones, motos, vehículos especiales</li> <li>- Equipos de limpieza</li> <li>- Juguetes</li> <li>- Juegos de jardín</li> <li>- Deportes</li> <li>- Recreo</li> <li>- Mobiliario urbano</li> <li>- Maquinaria agrícola</li> <li>- Maquinaria de construcción</li> <li>- Equipo pesado</li> <li>- Máquinas herramienta</li> <li>- Tinacos (Rotoplas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productos que no requieran grandes esfuerzos residuales y donde se buscan moldes baratos para corridas cortas</li> <li>- Proceso limpio, Higiénico y que permite la fabricación de una amplia gama de productos</li> <li>- Baja inversión inicial en moldes y maquinaria</li> <li>- Producción de piezas huecas sin costuras, de una sola pieza, de gran tamaño y con formas muy complejas o poco comunes</li> <li>- En relación a su tamaño, las piezas tienen paredes delgadas que permiten ahorros en materiales</li> <li>- Espesor de pared uniforme</li> <li>- Se pueden utilizar materiales reciclables</li> </ul>	
Calandrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lonas de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicable a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las</li> </ul>

	<p>camión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laminados “banners”</li> <li>- Laminados de toldos</li> <li>- Sombrillas y cubiertas</li> <li>- Laminados para la fabricación de bolsas de sangre y suero</li> <li>- Geo-membranas: láminas de PVC o goma para recubrimiento e impedir contaminación, fosa séptica, rellenos sanitarios</li> <li>- Cintas transportadoras</li> </ul>	<p>materiales de alta viscosidad y que se degradan fácilmente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen acabado superficial</li> <li>- Alta precisión de calibración en la película</li> <li>- Productos no tóxicos</li> <li>- Posibilidad de obtener materiales planos con o sin brillo</li> <li>- Velocidades de producción altas</li> <li>- No hay desperdicio de materiales</li> </ul>	<p>instalaciones de calandrado son costosas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrecho control sobre temperaturas de los rodillo, presiones y velocidades de rotación</li> <li>- Degradación térmica, superficial e incluso de aire</li> <li>- Defectos superficiales provocan deficiente homogenización y bajo rendimiento del proceso</li> <li>- Solo se aplica en polímeros gomosos</li> </ul>
Soplado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envases para productos de cuidado personal</li> <li>- Envases para aceites</li> <li>- Botellas de agua</li> <li>- Frascos farmacéuticos</li> <li>- Tanques automotrices</li> <li>- Juguetes</li> <li>- Portafolios</li> <li>- Aplicaciones automotrices en general: tanques de gasolina, mangueras, fuelles</li> <li>- Envases para jugos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción de artículos de boca angosta (el diámetro de la boca siempre será menor al diámetro del cuerpo)</li> <li>- Moldes de costo moderado en comparación a otros procesos</li> <li>- Piezas con buenas propiedades mecánicas</li> <li>- Flexibilidad en cambios de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere generalmente de un molino</li> <li>- Sólo para artículos huecos</li> <li>- Se requieren de almacenes de gran capacidad</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Botes para basura</li> <li>- Hieleras</li> <li>- Contenedores para productos químicos</li> </ul>		
Inyección	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Artículos para el hogar</li> <li>- Cubetas</li> <li>- Palanganas</li> <li>- Recipientes para alimentos</li> <li>- Tapas</li> <li>- Aplicaciones automotrices: tableros, cofres y polveras</li> <li>- Dispositivos médicos</li> <li>- Dispositivos aeroespaciales</li> <li>- Juguetes</li> <li>- Aplicaciones para la construcción</li> <li>- Computadoras</li> <li>- Y un sin fin de aplicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máxima exactitud</li> <li>- Posibilidad de crear orificios</li> <li>- Obtención de superficies lisas</li> <li>- Buenas propiedades mecánicas en los productos</li> <li>- Producciones elevadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca flexibilidad en cambios de producción</li> <li>- Moldes de elevados costos en cambios de producción</li> <li>- Gastos energéticos altos en relación a otros procesos</li> <li>- Complejidad para producir paredes muy delgadas</li> </ul>
Termoformado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envases para alimentos</li> <li>- Vasos</li> <li>- Platos desechables</li> <li>- Contenedores</li> <li>- Bandejas</li> <li>- Embalaje de medicinas</li> <li>- Charolas</li> <li>- Protectores</li> <li>- Separadores de frutas</li> <li>- Protecciones de cosméticos, de fármacos, medio esféricas</li> <li>- Blister Pack</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta productividad</li> <li>- Uso de moldes muy sencillos en comparación con otros procesos</li> <li>- Sencillez relativa en la construcción de moldes que ofrece al proceso una mayor agilidad e inversiones bajas cuando cambia de diseño del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como se parte del uso de lámina en lugar de pellets, el costo de la materia prima es mucho mayor que para los procesos primarios</li> <li>- Existe un límite en las dimensiones ya que es un proceso basado en el estiramiento, la forma final esta</li> </ul>

	- Bubble pack - Piezas de superficies muy detalladas	producto	restringida por las propiedades mecánicas de la lámina y al espesor de la lámina
--	---	----------	--

Tabla 5. Aplicaciones, ventajas y desventajas de los procesos

## 6.2 PROCESO DE INYECCIÓN

La inyección, es un proceso adecuado para piezas de gran consumo. La materia prima se puede transformar en un producto acabado en un solo paso. Con la inyección se pueden obtener piezas de variado peso y con geometrías complicadas. Para la economía del proceso es decisivo el número de piezas por unidad de tiempo (producción).

Las características más importantes del proceso de inyección son las siguientes:

- La pieza se obtiene en una sola etapa.
- Se necesita poco o ningún trabajo final sobre la pieza obtenida.
- El proceso es totalmente automatizable.
- Las condiciones de fabricación son fácilmente reproducibles.
- Las piezas acabadas son de una gran calidad.

Para el caso de la inyección de plásticos, se han de tener en cuenta las siguientes restricciones:

- Dimensiones de la pieza. Tendrán que ser reproducibles y de acuerdo a unos valores determinados, lo que implicará minimizar las contracciones de la misma.
- Propiedades mecánicas. La pieza deberá resistir las condiciones de uso a las que esté destinada durante un tiempo de vida largo.
- Peso de la pieza. Es de gran importancia, sobre todo, porque está relacionada con las

propiedades de ella.

- Tiempo de ciclo. Para aumentar la producción será necesario minimizar, en lo posible, el tiempo de ciclo de cada pieza.
- Consumo energético. Una disminución del consumo energético implicará un menor coste de producción.

## 7. SIMULACIÓN 3D DE LA PIEZA: PELADOS PARA ALIMENTOS

El término gráficos 3D por computadora se refiere a trabajos de arte gráfico que son creados con ayuda de computadoras y programas especiales. Éste tipo de gráficos se originan mediante un proceso de cálculos matemáticos sobre entidades geométricas tridimensionales producidas en un ordenador. Los gráficos tridimensionales son similares a las escultura.

Modelado: En la etapa de modelado se da forma a objetos individuales por medio de gráficos, líneas base.

Rederizado: Proceso final de generar simulación 3D de un objeto, puede ser comprada a tomar una foto. Se busca que sean imágenes de calidad fotorrealista.

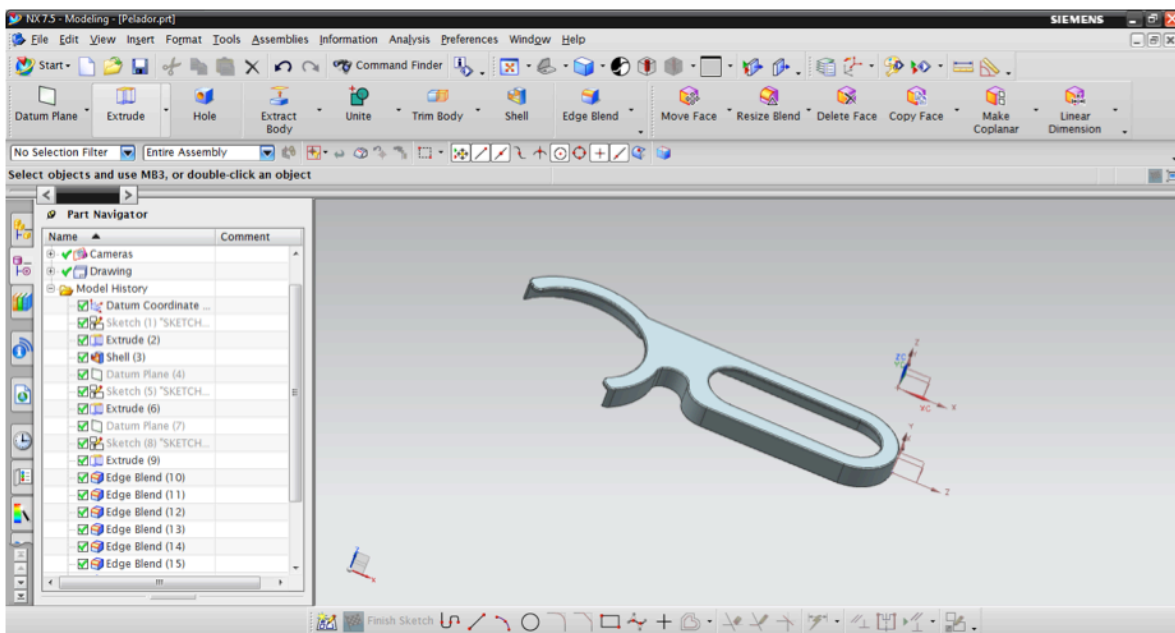


Fig 18. Modelado de la pieza plástica

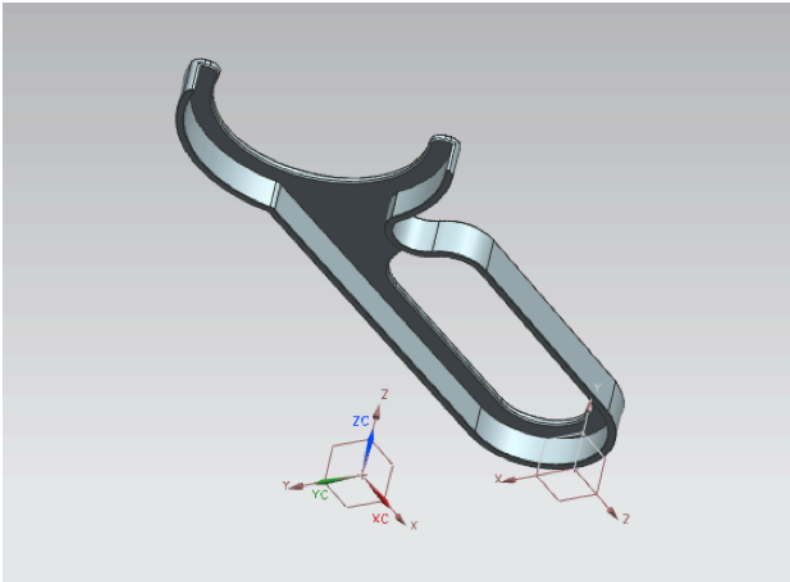


Fig 19. Modelado de la pieza plástica vista trasera

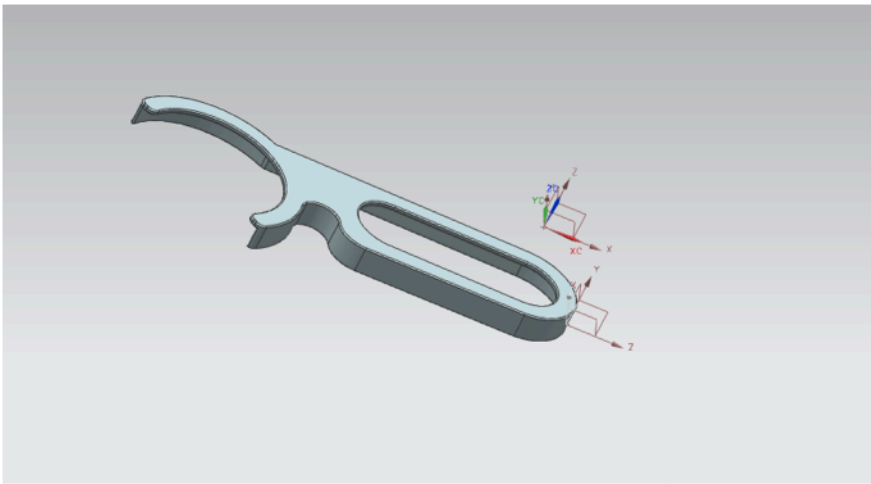


Fig 20. Modelado de la pieza plástica vista delantera

## 8. INGENIERÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA: MOLDFLOW

Autodesk Moldflow es el software líder de simulación para inyección de plástico, que forma parte de la solución de Autodesk para Prototipos Digitales, proporciona herramientas que ayudan a los fabricantes a validar y optimizar el diseño de piezas de plástico, moldes de inyección y estudiar el proceso de moldeo por inyección de plástico. Ayuda a reducir la necesidad de costosos prototipos físicos, evita posibles defectos de fabricación y obtiene productos innovadores en mercado en menos tiempo.

### 8.1 SIMULACIÓN DE INYECCIÓN POR MOLDFLOW

#### 8.1.1 ANÁLISIS EN MOLDFLOW

Para ejecutar un análisis en el programa, la pieza debe ser dividida en una malla de elementos finitos. Éstos elementos dividen la geometría de la pieza y son definidos por pequeños componentes que se definen mediante nodos (coordenadas) y se utilizan para los cálculos dentro del Moldflow.

Existen tres categorías de éstos pequeños componentes:

- Manga: Elemento de dos nodos que se utiliza para describir el sistema de alimentación, canales de refrigeración, etc.
  
- Triángulo: Elemento de tres nodos y se utiliza para describir la pieza, insertos de molde, entre otras.
  
- Tetraedro: Elemento de cuatro nodos utilizado para describir las partes, los núcleos, etc.



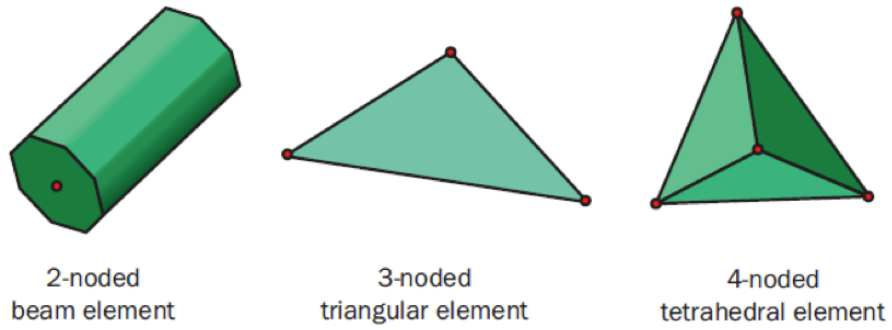


Fig 21. Componentes Moldflow

Mediante éste análisis y con éstos elementos se analizó la pieza con la que se trabaja en este proyecto:

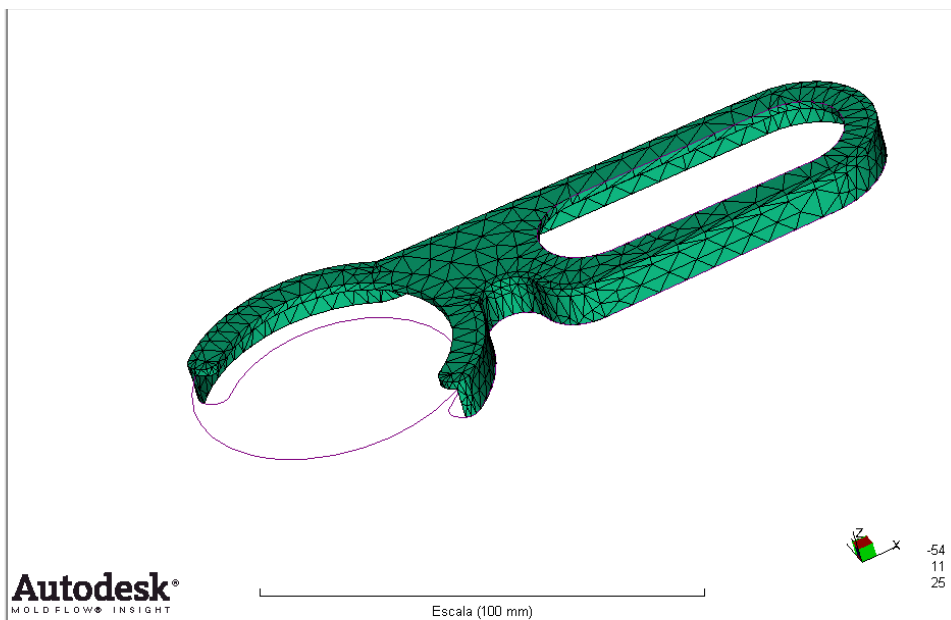


Fig 22. Análisis de componentes pieza plástica

### 8.1.2 FREE EDGES

Se refiere a los bordes libres o encimados en cualquier malla, bordes que no están unidos a ningún otro y para continuar con el análisis, éstos deben ser corregidos en su máxima expresión.

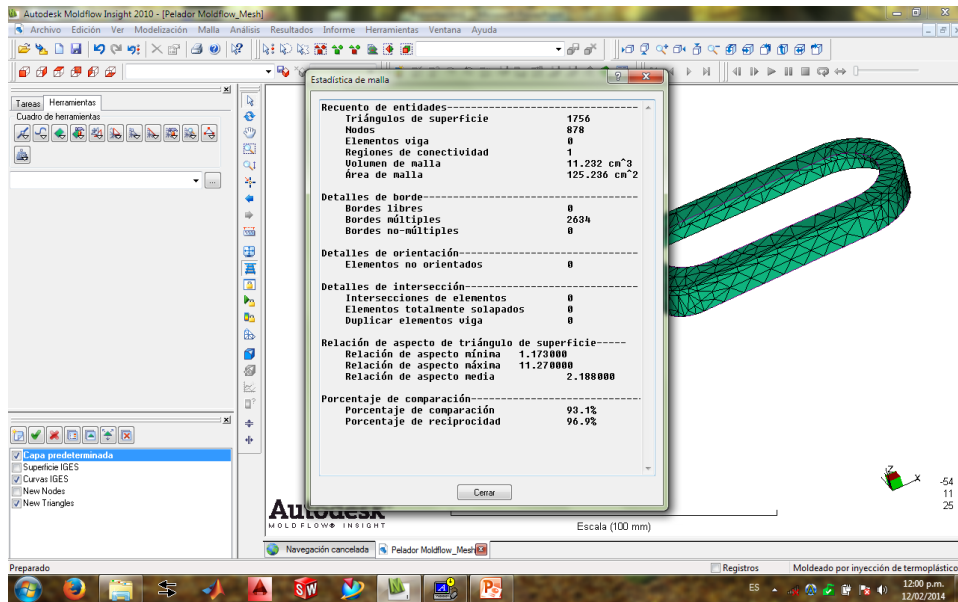


Fig 23. Free edges pieza plástica

### 8.1.3 ASPECT RADIO

Esta definido como el radio de el lado más largo de el elemento con respecto a la altura perpendicular de ese lado. La relación de aspecto de triángulo de superficie puede afectar en la precisión de los resultados y debe ser corregida para mantener el aspecto de radio máximo por debajo de un valor de 10.

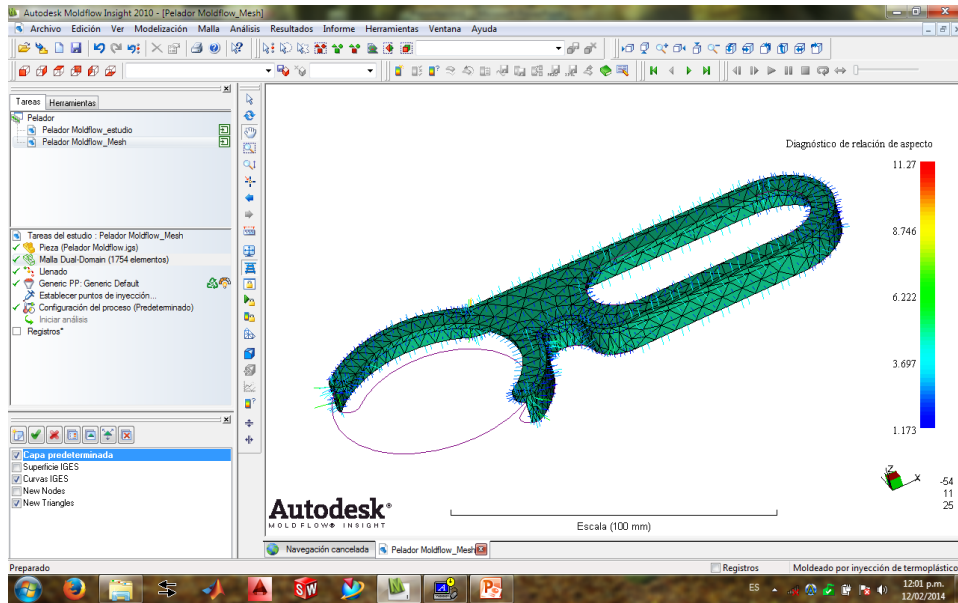


Fig 24. Aspect ratio pieza plástica

#### 8.1.4 MEJOR UBICACIÓN DEL PUNTO DE INYECCIÓN

El punto de inyección de una pieza depende del diseño de la misma, el programa realiza un análisis para determinar la zona donde es más favorable colocar el punto de inyección con respecto al flujo del material, tiempo de llenado, líneas de soldadura, presión que ejercerá, entre muchas otras condiciones de la pieza y su proceso de inyección.

Orientación en superficie  
= 2.000

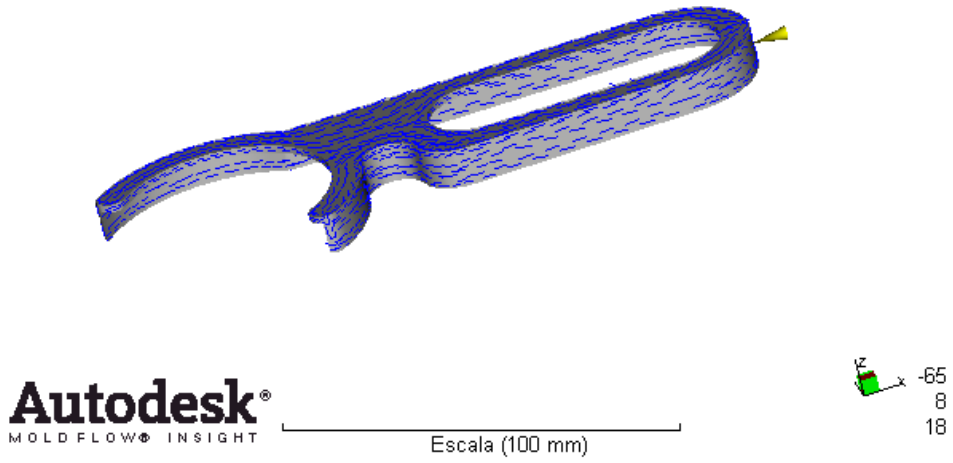


Fig 25. Mejor ubicación punto de inyección pieza plástica

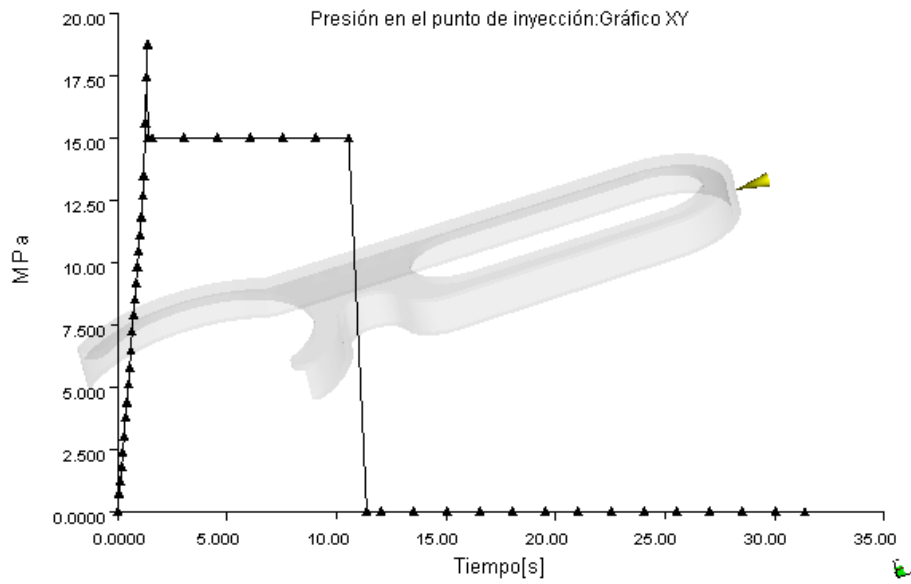


Fig 26. Presión en el punto de inyección pieza plástica

### 8.1.5 TIEMPO DE LLENADO

Tiempo de llenado es el tiempo que se tarda el molde en ser llenado. El plástico fundido es comprimido por las presiones utilizadas en el proceso de inyección. El material fluye a medida que el husillo se mueve hacia delante desplazando el plástico fundido por el punto de inyección hacia el molde para ser llenado y formar la pieza.

En el tiempo de llenado influye principalmente el tipo de resina que se utiliza y ésta debe ser considerada en los parámetros del proceso de inyección como temperatura, presión y tiempo de llenado.

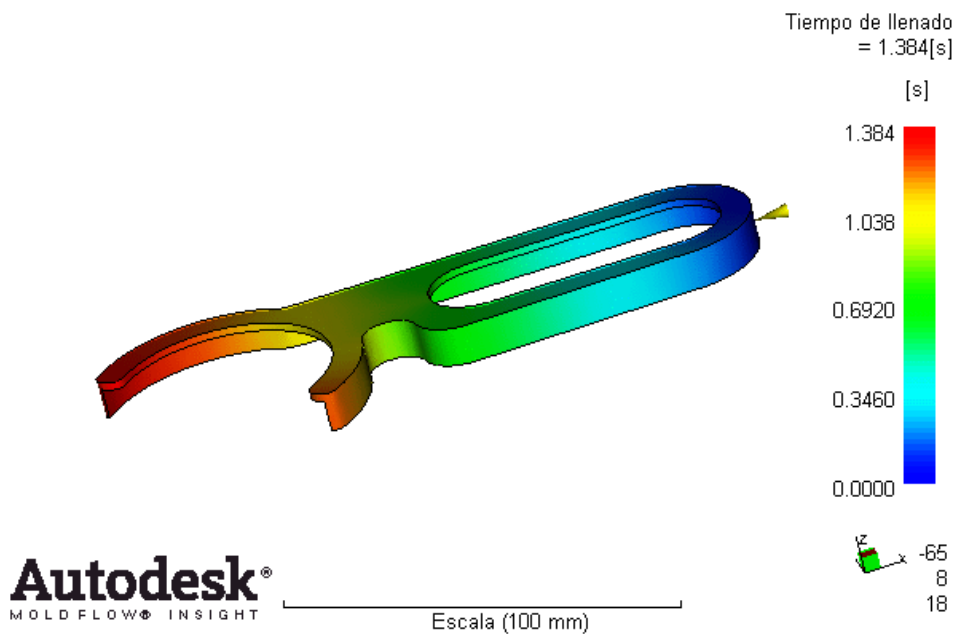


Fig 27. Tiempo de llenado pieza plástica

### 8.1.6 AIRE ATRAPADO

Como su nombre lo dice, es el aire atrapado dentro de la cavidad del molde. Se produce por la convergencia de plásticos fundidos o porque no pudo escapar del molde. Los lugares donde podemos encontrar aire atrapado son por lo general en las áreas de llenado final y puede causar defectos en los resultados como dejar huecos o

burbujas en la pieza, un llenado incompleto o hasta dejar defectos superficiales que pueden dejar manchas o llegar a quemar la pieza.

Para corregir o mitigar este inconveniente se recomienda la colocación de orificios de salida de gases (vents).

Atrapamientos de aire

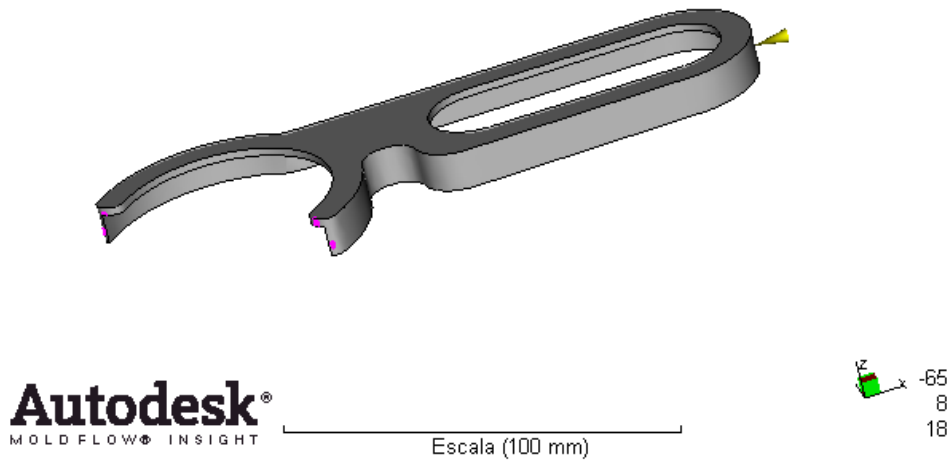


Fig 28. Aire atrapado pieza plástica

### 8.1.7 CLAMP FORCE (FUERZA DE CIERRE)

Es la presión que se requiere para cerrar el molde. La correcta presión que se debe ejercer en el cierre del molde debe ser distribuida, ejerciendo la mayor fuerza durante el tiempo de llenado del molde para evitar rebabas en la pieza final, si la fuerza de cierre durante el llenado no es la suficiente, entonces el material fundido puede escurrirse por la línea de partición.

Centroide fuerza de cierre

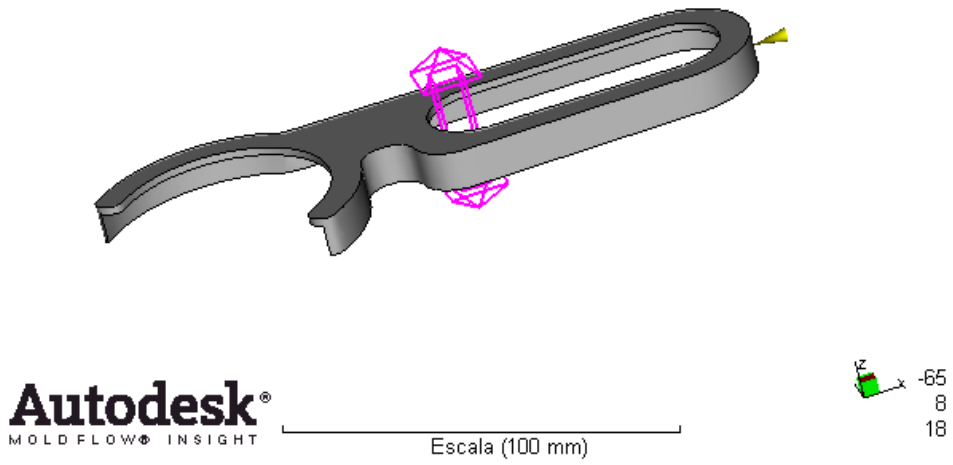


Fig 29. Lugar ejerce fuerza de cierre pieza plástica

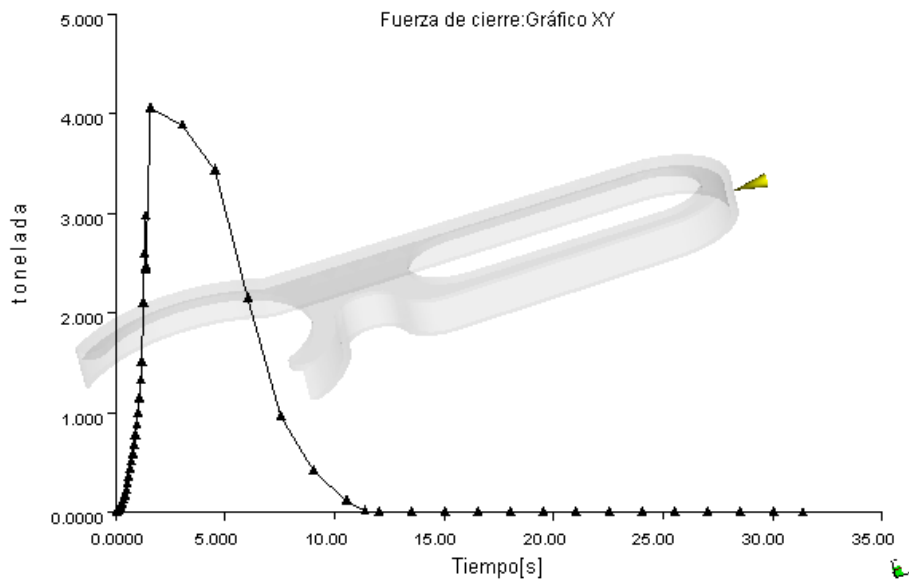


Fig 30. Fuerza de cierre pieza plástica gráfica

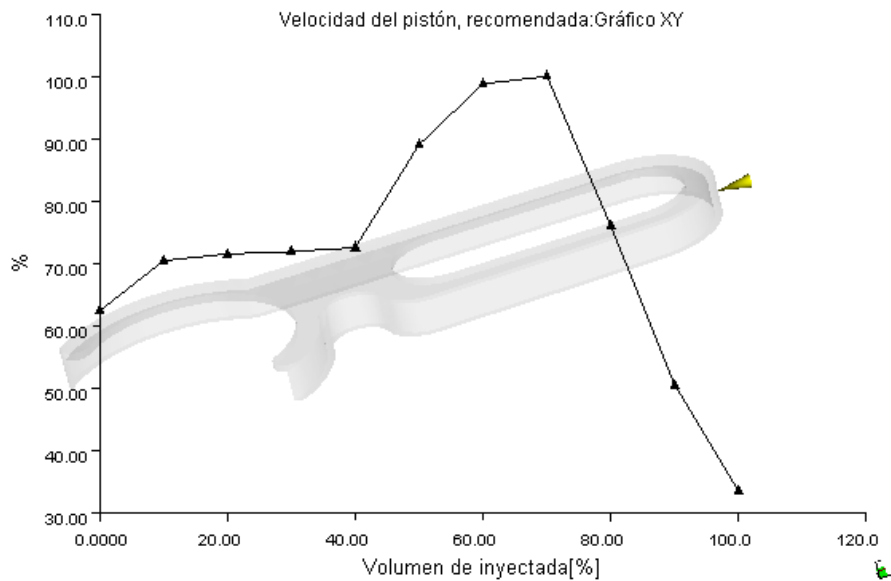


Fig 31. Velocidad pistón ejerce pieza plástica gráfica

### 8.1.8 LÍNEAS DE SOLDADURA

Se forman cuando se encuentran dos frentes de flujo debido a la geometría de la pieza y la dirección de fluido del material. Son líneas que muchas veces son inevitables y son zonas donde existen más posibilidades de inicio de la rotura que en el resto de la pieza.

Las líneas de soldadura pueden evitarse con una alta temperatura del molde cuando se este fundiendo el plástico, una alta temperatura del material durante la inyección y adecuadas velocidades de inyección.



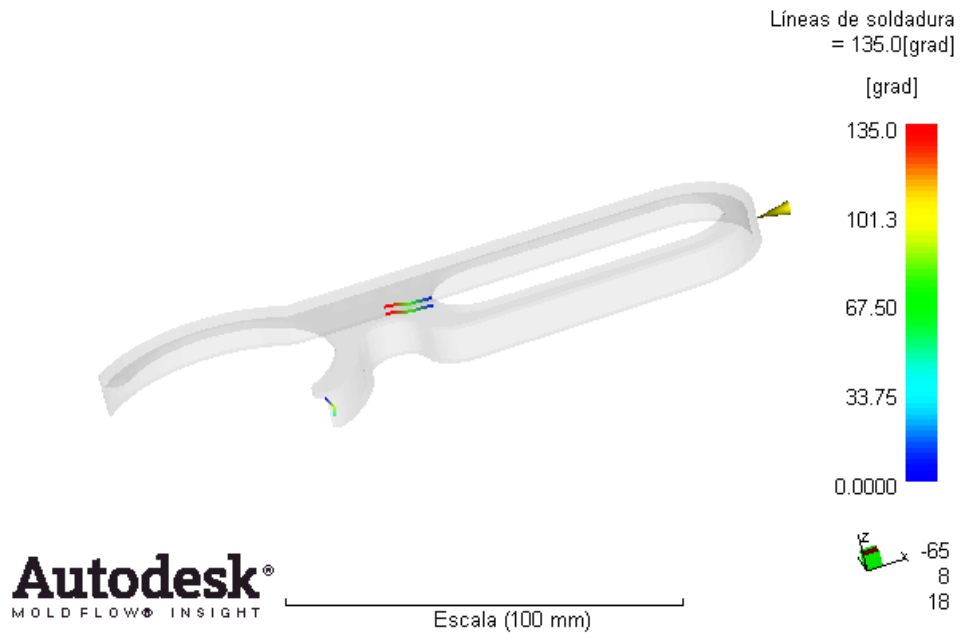


Fig 32. Lugar líneas de soldadura pieza plástica

## 9. FLOW ANALYSIS

Resumen de resultados

-----  
Flow  
-----

Copyright Autodesk, Inc. Reservados todos los derechos.

Análisis de flujo

Versión: ami2010-main (compilación 09034-001)

Compilación de 64 bits

Análisis ejecutándose en el host: Usuario-PC

Sistema operativo: Windows Vista Service Pack 1

Tipo de procesador: GenuineIntel Intel64 Family 6 Model 23 Stepping 10  
~1995 MHz

Número de procesadores: 2

Memoria física total: 3963 MBytes

Fecha: FEB12-14

Hora: 12:30:11

Nombre de archivo: pelador\_moldflow\_mesh~2

**\*\* ADVERTENCIA 98780 \*\*** No se ha especificado ningún canal de refrigeración.

No se ha encontrado ninguna malla para los machos.

Análisis de desplazamiento del macho desactivado.

Resumen de entradas del análisis:

-----

Parámetros del solucionador:

Nº de láminas a través del espesor	=	12
Opciones de salida intermedia para fase de llenado		
Nº de resultados a intervalos constantes	=	20
Nº de resultados con perfil a intervalos constantes	=	0
Opciones de salida intermedia para fase de compactación		
Nº de resultados a intervalos constantes	=	20
Nº de resultados con perfil a intervalos constantes	=	0
Tolerancia de convergencia de velocidad de flujo	=	0.5000 %
Tolerancia de convergencia de la temperatura de masa fundida	=	0.0200 C
Coeficiente de transferencia de calor de masa fundida-molde		
Llenado	=	5000.0000 W/m <sup>2</sup> -C
Compactación	=	2500.0000 W/m <sup>2</sup> -C
Suelto, en la cavidad	=	1250.0000 W/m <sup>2</sup> -C
Suelto, en el macho	=	1250.0000 W/m <sup>2</sup> -C
Nº máximo de iteraciones de velocidad de flujo	=	125
Nº máximo de iteraciones de temperatura de masa fundida	=	200
Mecanismo de crecimiento nodal	=	Múltiple
Opción de tarea de presión	=	1

-----

Datos de materiales:

Polímero : Polypro J2000G : Idemitsu Petrochemical Co Ltd

-----

Modelo PVT: coeficientes Tait modificados de

$$\text{Dual Domain: } b_5 = 449.1500 \text{ K}$$

$$b_6 = 6.2500\text{E-}08 \text{ K/Pa}$$

Fase líquida      Fase sólida

-----

$$b_{1m} = 0.0012 \quad b_{1s} = 0.0012 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$b_{2m} = 8.7340\text{E-}07 \quad b_{2s} = 5.9900\text{E-}07 \text{ m}^3/\text{kg-K}$$

$$b_{3m} = 8.1387\text{E+}07 \quad b_{3s} = 1.1506\text{E+}08 \text{ Pa}$$

$$b_{4m} = 0.0050 \quad b_{4s} = 0.0047 \text{ 1/K}$$

$$b_7 = 7.6000\text{E-}05 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$b_8 = 0.0888 \text{ 1/K}$$

$$b_9 = 9.9380\text{E-}09 \text{ 1/Pa}$$

$$\text{Calor específico (Cp)} = 2730.0000 \text{ J/kg-C}$$

$$\text{Conductividad térmica} = 0.1450 \text{ W/m-C}$$

Modelo de viscosidad:      Cross-WLF

$$\text{coeficientes: } n = 0.3337$$

$$\text{TAUS} = 2.1555\text{E+}04 \text{ Pa}$$

$$D_1 = 6.6600\text{E+}15 \text{ Pa-s}$$

$$D_2 = 263.1500 \text{ K}$$

$$D_3 = 0.0000 \text{ K/Pa}$$

$$A_1 = 36.5400$$

$$A_{2T} = 51.6000 \text{ K}$$

$$\text{Temperatura de transición} = 135.0000 \text{ C}$$

$$\text{Datos de las propiedades mecánicas: } E_1 = 1340.0000 \text{ MPa}$$

$$E_2 = 1340.0000 \text{ MPa}$$

$$\nu_{12} = 0.3920$$

$$v_{23} = 0.3920$$

$$G_{12} = 481.3000 \text{ MPa}$$

Coefficiente isotrópico transversal de

los datos de expansión térmica (CTE):  $\text{Alpha1} = 9.0500\text{E-}05 \text{ 1/C}$

$$\text{Alpha2} = 9.0500\text{E-}05 \text{ 1/C}$$

Modelo de tensión residual sin CRIMS

---

Configuración del proceso:

Parámetros de la máquina:

-----

Fuerza máxima de cierre de la máquina =  $7.0002\text{E}+03$  tonelada

Presión máxima de inyección =  $1.8000\text{E}+02$  MPa

Régimen de inyección máximo de la máquina =  $5.0000\text{E}+03 \text{ cm}^3/\text{s}$

Tiempo de respuesta hidráulica de la máquina =  $1.0000\text{E-}02$  s

Parámetros del proceso:

-----

Tiempo de llenado = 1.2000 s

Se ha determinado el tiempo de inyección por cálculo automático.

Determinación del volumen de la carrera = Automática

Tiempo de refrigeración = 20.0000 s

Conmutación de velocidad/presión por = Automática

Tiempo de compactación/mantenimiento = 10.0000 s

Perfil de velocidad del pistón (rel):

% volumen de inyectada      % velocidad del pistón

-----  
 0.0000      100.0000  
 100.0000      100.0000

Perfil de presión de compactación/mantenimiento (rel):

duración % presión de llenado

-----  
 0.0000 s      80.0000  
 10.0000 s      80.0000  
 20.0000 s      0.0000

Temperatura ambiente = 25.0000 C

Temperatura de masa fundida = 230.0000 C

Temperatura ideal del molde del lado de la cavidad = 50.0000 C

Temperatura ideal del molde del lado del macho = 50.0000 C

NOTA: los datos de temperatura de la pared del molde del análisis de refrigeración no están disponibles

-----  
 Detalles del modelo:

Tipo de malla = Dual Domain

Porcentaje de coincidencia de malla = 93.1 %

Número total de nodos = 874

Número total de nodos de puntos de inyección = 1

Las etiquetas de los nodos de puntos de inyección son:

786

Número total de elementos = 1748

Número de elementos de pieza = 1748

Número de elementos de bebedero/canal/entrada = 0

Número de elementos de canal	=	0
Número de elementos de conector	=	0
Relación de aspecto media de elementos triangulares	=	2.1617
Relación de aspecto máxima de elementos triangulares	=	6.7549
Relación de aspecto mínima de elementos triangulares	=	1.1733
Volumen total	=	11.2337 cm <sup>3</sup>
Volumen de llenado inicial	=	0.0000 cm <sup>3</sup>
Volumen que se llenará	=	11.2337 cm <sup>3</sup>
Volumen de bebedero/canal/entrada que se llenará	=	0.0000 cm <sup>3</sup>
Área proyectada total	=	29.7913 cm <sup>2</sup>

Resumen de resultados de la fase de llenado:

Presión máxima de inyección (a 1.3643 s) = 18.7015 MPa

Resumen de resultados del final de la fase de llenado:

Hora al terminar el llenado = 1.3851 s  
 Peso total (pieza + canales) = 9.0901 g  
 Fuerza máxima de cierre: durante el llenado = 2.9677 tonelada

Perfil de velocidad del pistón recomendado (rel):

%Volumen de inyectada	%Velocidad de flujo
0.0000	62.4240
10.0000	70.4811
20.0000	71.5514
30.0000	71.9325
40.0000	72.5571
50.0000	89.0697
60.0000	98.7889
70.0000	100.0000

80.0000	76.0404
90.0000	50.5823
100.0000	33.5765

El frente de la masa fundida está totalmente en la cavidad con % llenado = 0.0000 %

Resumen de resultados de la fase de llenado para la pieza:

Temperatura de la masa: máxima	(a 1.364 s) =	232.2666 C
Temperatura de la masa: percentil 95	(a 0.062 s) =	229.8406 C
Temperatura de la masa: percentil 5	(a 1.383 s) =	219.6173 C
Temperatura de la masa: mínima	(a 1.383 s) =	219.1254 C

Esfuerzo de cizalla de la pared: máximo	(a 1.364 s) =	0.1235 MPa
Esfuerzo de cizalla de la pared: percentil 95	(a 1.364 s) =	0.1010 MPa

Velocidad de cizalla: máxima	(a 1.321 s) =	1765.7913 1/s
Velocidad de cizalla: percentil 95	(a 0.062 s) =	1536.6918 1/s

Resumen de resultados del final de la fase de llenado para la pieza:

Peso total de la pieza (excluidos los canales)	=	9.0901 g
Temperatura de la masa: máxima	=	231.7271 C
Temperatura de la masa: percentil 95	=	228.9311 C
Temperatura de la masa: percentil 5	=	219.6362 C
Temperatura de la masa: mínima	=	219.1450 C
Temperatura de la masa: media	=	223.3677 C
Temperatura de la masa: desviación raíz-media-cuadrada	=	3.1312 C
Esfuerzo de cizalla de la pared: máximo	=	0.0986 MPa



Esfuerzo de cizalla de la pared: percentil 95 = 0.0799 MPa  
Esfuerzo de cizalla de la pared: medio = 0.0597 MPa  
Esfuerzo de cizalla de la pared: desviación raíz-media-cuadrada = 0.0197 MPa

Fracción de capa solidificada: máxima = 0.2057  
Fracción de capa solidificada: percentil 95 = 0.1989  
Fracción de capa solidificada: percentil 5 = 0.0587  
Fracción de capa solidificada: mínima = 0.0000  
Fracción de capa solidificada: media = 0.1512  
Fracción de capa solidificada: desviación raíz-media-cuadrada = 0.0481

Velocidad de cizalla: máxima = 1292.3186 1/s  
Velocidad de cizalla: percentil 95 = 438.5345 1/s  
Velocidad de cizalla: media = 221.9259 1/s  
Velocidad de cizalla: desviación raíz-media-cuadrada = 129.2214 1/s

#### Resumen de resultados de la fase de compactación:

Pico de presión: mínimo (a 1.590 s) = 12.2406 MPa  
Fuerza de cierre: máxima (a 1.795 s) = 4.0628 tonelada  
Peso total: máximo (a 12.024 s) = 9.8687 g

#### Resumen de resultados del final de la fase de compactación:

Hora al terminar la compactación = 31.3644 s  
Peso total (pieza + canales) = 9.8687 g

#### Resumen de resultados de la fase de compactación para la pieza:

Temperatura de la masa: máxima (a 1.590 s) = 230.6369 C  
Temperatura de la masa: percentil 95 (a 1.590 s) = 226.8213 C

Temperatura de la masa: percentil 5	(a 31.364 s) =	52.3403 C
Temperatura de la masa: mínima	(a 31.364 s) =	50.8380 C
Esfuerzo de cizalla de la pared: máximo	(a 9.045 s) =	0.0793 MPa
Esfuerzo de cizalla de la pared: percentil 95	(a 6.045 s) =	0.0469 MPa
Contracción volumétrica: máxima	(a 1.590 s) =	13.6972 %
Contracción volumétrica: percentil 95	(a 1.590 s) =	13.2669 %
Contracción volumétrica: percentil 5	(a 12.024 s) =	3.8521 %
Contracción volumétrica: mínima	(a 12.024 s) =	3.6316 %
Peso total de la pieza: máximo	(a 12.024 s) =	9.8687 g

Resumen de resultados del final de la fase de compactación para la pieza:

Peso total de la pieza (excluidos los canales)	=	9.8687 g
Temperatura de la masa: máxima	=	55.3998 C
Temperatura de la masa: percentil 95	=	54.3815 C
Temperatura de la masa: percentil 5	=	52.3403 C
Temperatura de la masa: mínima	=	50.8380 C
Temperatura de la masa: media	=	53.3776 C
Temperatura de la masa: desviación raíz-media-cuadrada	=	0.6243 C
Fracción de capa solidificada: máxima	=	1.0000
Fracción de capa solidificada: percentil 95	=	1.0000
Fracción de capa solidificada: percentil 5	=	1.0000
Fracción de capa solidificada: mínima	=	1.0000
Fracción de capa solidificada: media	=	1.0000
Fracción de capa solidificada: desviación raíz-media-cuadrada	=	0.0000

Contracción volumétrica: máxima = 7.8678 %  
Contracción volumétrica: percentil 95 = 7.1936 %  
Contracción volumétrica: percentil 5 = 3.8521 %  
Contracción volumétrica: mínima = 3.6316 %  
Contracción volumétrica: media = 5.3605 %  
Contracción volumétrica: desviación raíz-media-cuadrada = 1.1777 %

Índice de rechupes: máximo = 0.0000 %  
Índice de rechupes: percentil 95 = 0.0000 %  
Índice de rechupes: mínimo = -0.1228 %  
Índice de rechupes: desviación raíz-media-cuadrada = 0.1973 %

#### Tiempo de ejecución

Análisis comenzado a Wed Feb 12 12:30:11 2014

Análisis terminado a Wed Feb 12 12:30:46 2014

Tiempo de uso de CPU 30.93 s

-----  
Warp  
-----

Copyright Autodesk, Inc. Reservados todos los derechos.

#### Análisis de la deformación

Versión: ami2010-main (compilación 09034-001)

Compilación de 64 bits

Análisis ejecutándose en el host: Usuario-PC

Sistema operativo: Windows Vista Service Pack 1

Tipo de procesador: GenuineIntel Intel64 Family 6 Model 23 Stepping 10

~1995 MHz

Número de procesadores: 2

Memoria física total: 3963 MBytes

Nombre del archivo del modelo: pelador\_moldflow\_mesh.udm

Estadística de malla Dual Domain:

Porcentaje de elementos del borde (por recuento) 20.6 %

Porcentaje de elementos del borde (por área) 10.6 %

Porcentaje de elementos comparados 93.3 %

Porcentaje de elementos comparados recíprocos 97.1 %

Modelo de análisis: tensión residual sin CRIMS.

Número de cavidades separadas = 1

Usando solucionador de matrices directo

Desplazamientos mínimo/máximo en el último paso (unidad: mm):

	Nodo	Mín.	Nodo	Máx.
Trans-X	785	0.0000E+00	14	2.1440E+00
Trans-Y	111	-6.4616E-01	196	2.9150E-01
Trans-Z	301	-5.1639E-01	711	1.7884E-01

Reacciones compatibles en el último paso (unidad: N)

(G = Global, L = Local)

	Nodo	G/L	Trans-X	Trans-Y	Trans-Z
	4	L	0.0000E+00	1.1590E-05	1.2707E-06
	172	L	0.0000E+00	0.0000E+00	-2.3715E-06

785 L -1.8276E-10-1.1590E-05 1.1007E-06

La transformación de ajuste perfecto se usará para mostrar deflexiones de deformación si no se ha definido ningún plano de anclaje.

Tiempo de ejecución

Análisis comenzado a Wed Feb 12 12:30:47 2014

Análisis terminado a Wed Feb 12 12:30:49 2014

Tiempo de uso de CPU 1.01 s

## 10. DISEÑO DEL MOLDE DE LA PIEZA PLÁSTICA: PELADOS PARA ALIMENTOS

### Características del Molde

- Molde de dos placas
- No. de cavidades 2
- Configuración de canal en línea
- Colada fría
- Canal de Alimentación diámetro 4mm
- Tipo de bebedero submarino
- Placa con sistema de expulsión

### 10.1 MODELADO 3D Y RENDERIZADO DEL MOLDE

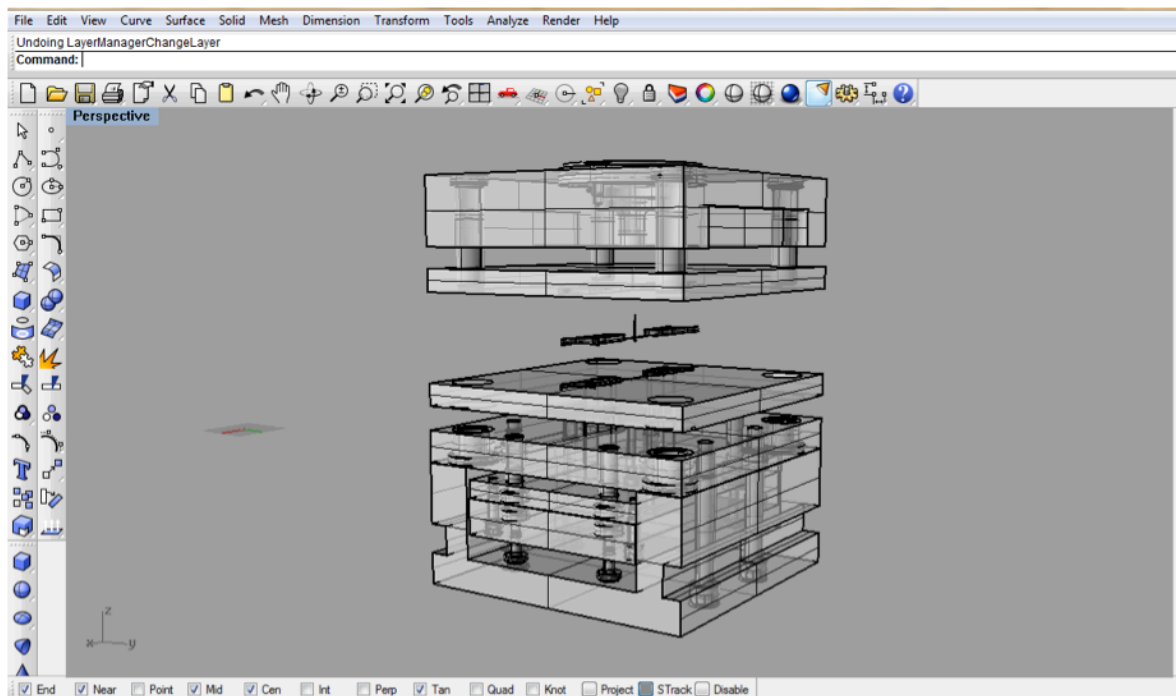


Fig 33. Modelado 3D del molde visualización transparente

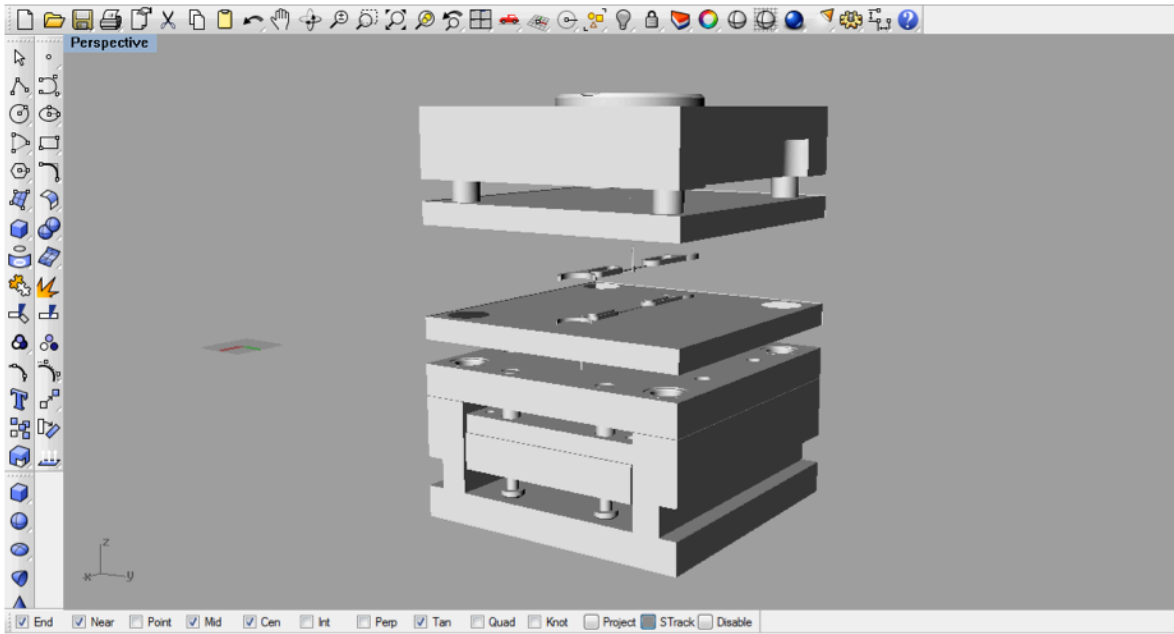


Fig 34. Modelado 3D del molde visualización sólida



Fig 35. Renderizado del molde explotado

## 10.2 MOLDE DE DOS PLACAS

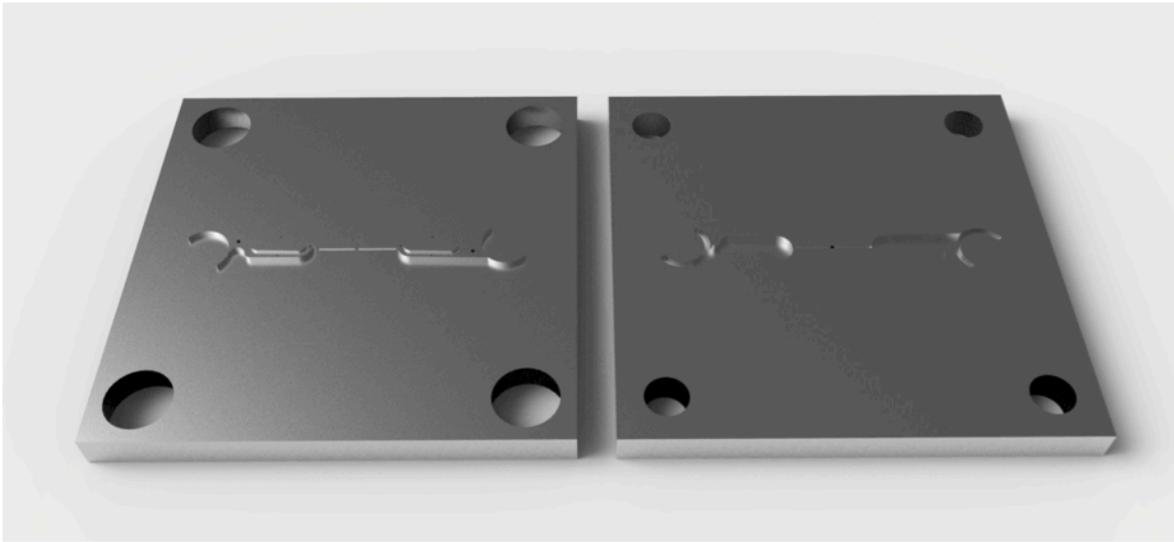


Fig 36. Placas de Cavidades

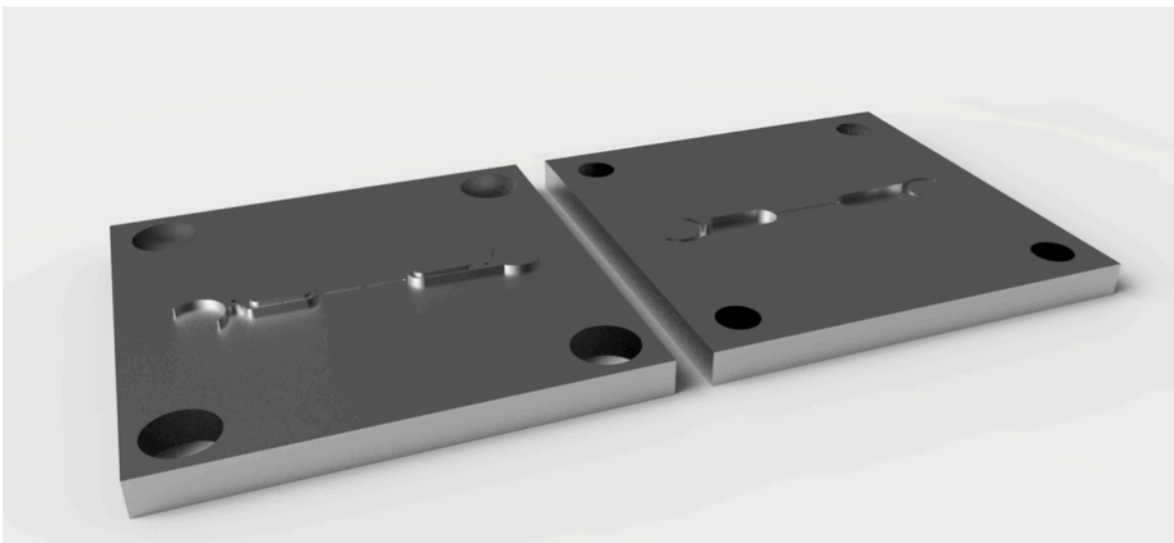


Fig 37. Placa de núcleo y cavidad



### 10.3 PARTES DEL MOLDE

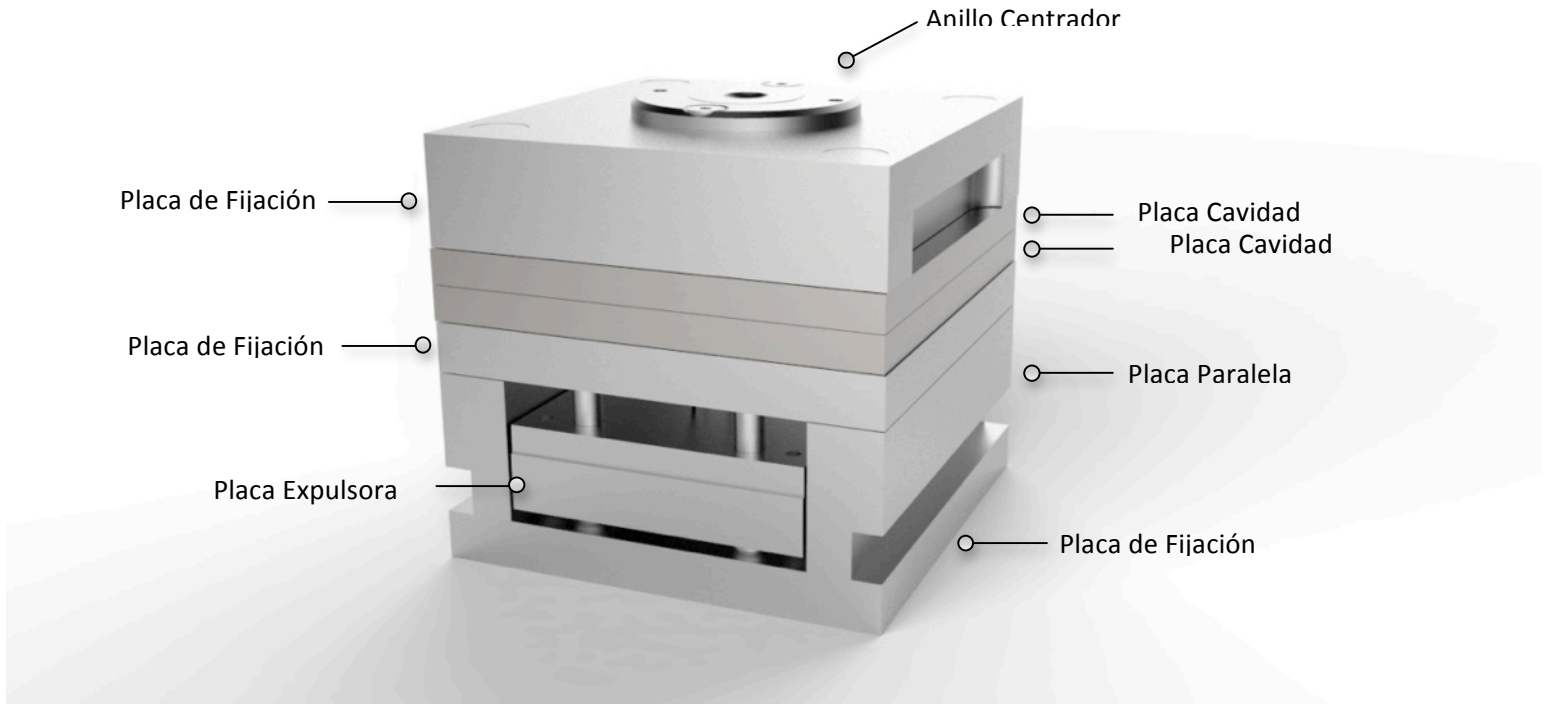


Fig 38. Partes básicas del molde

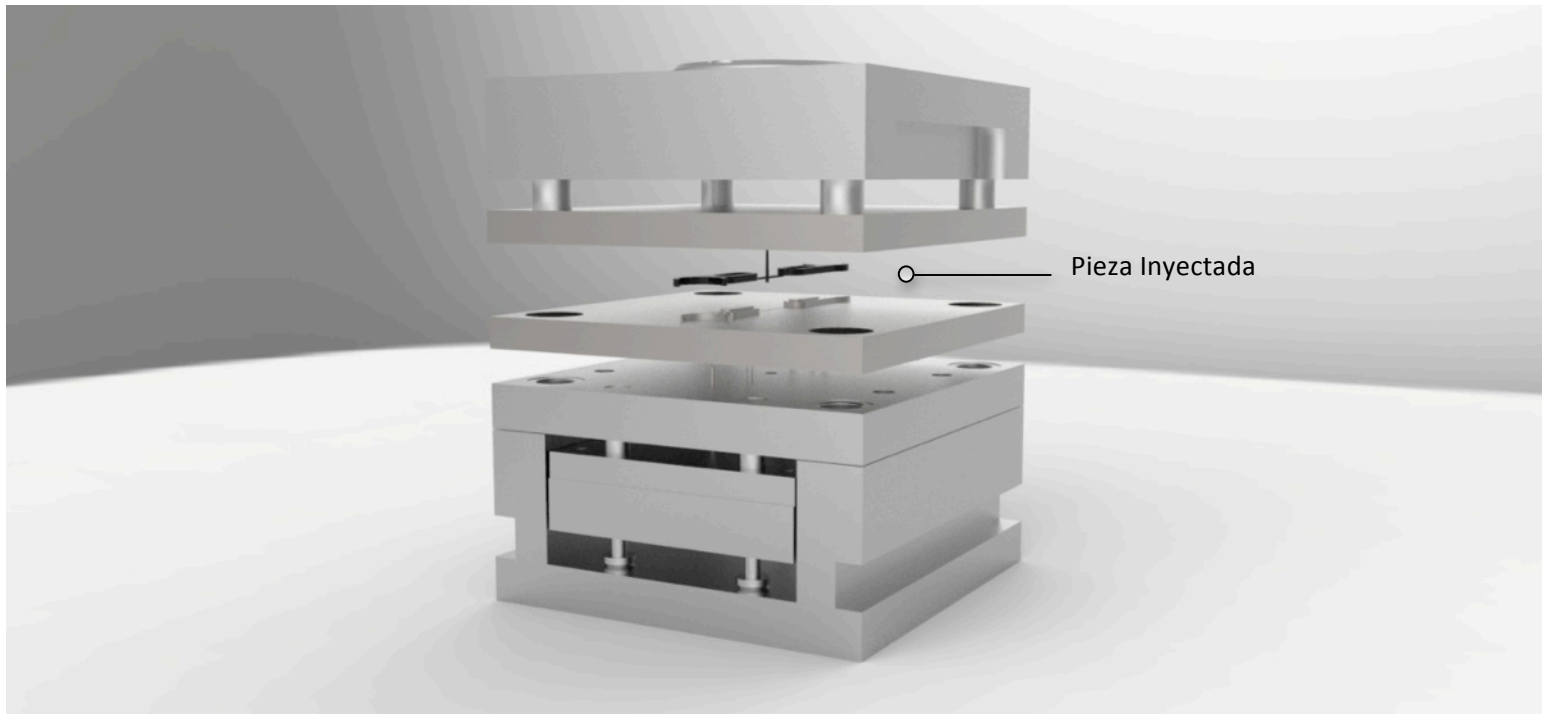


Fig 39. Molde abierto con pieza inyectada

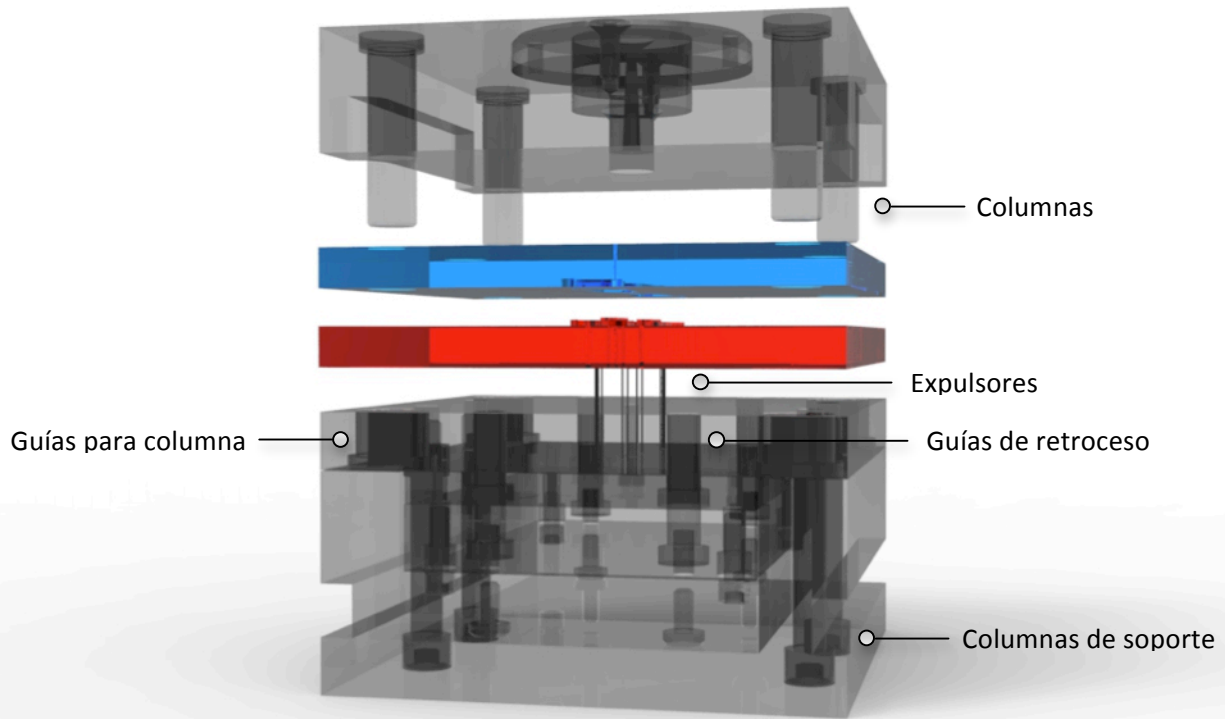


Fig 40. Piezas internas del molde visualización transparente

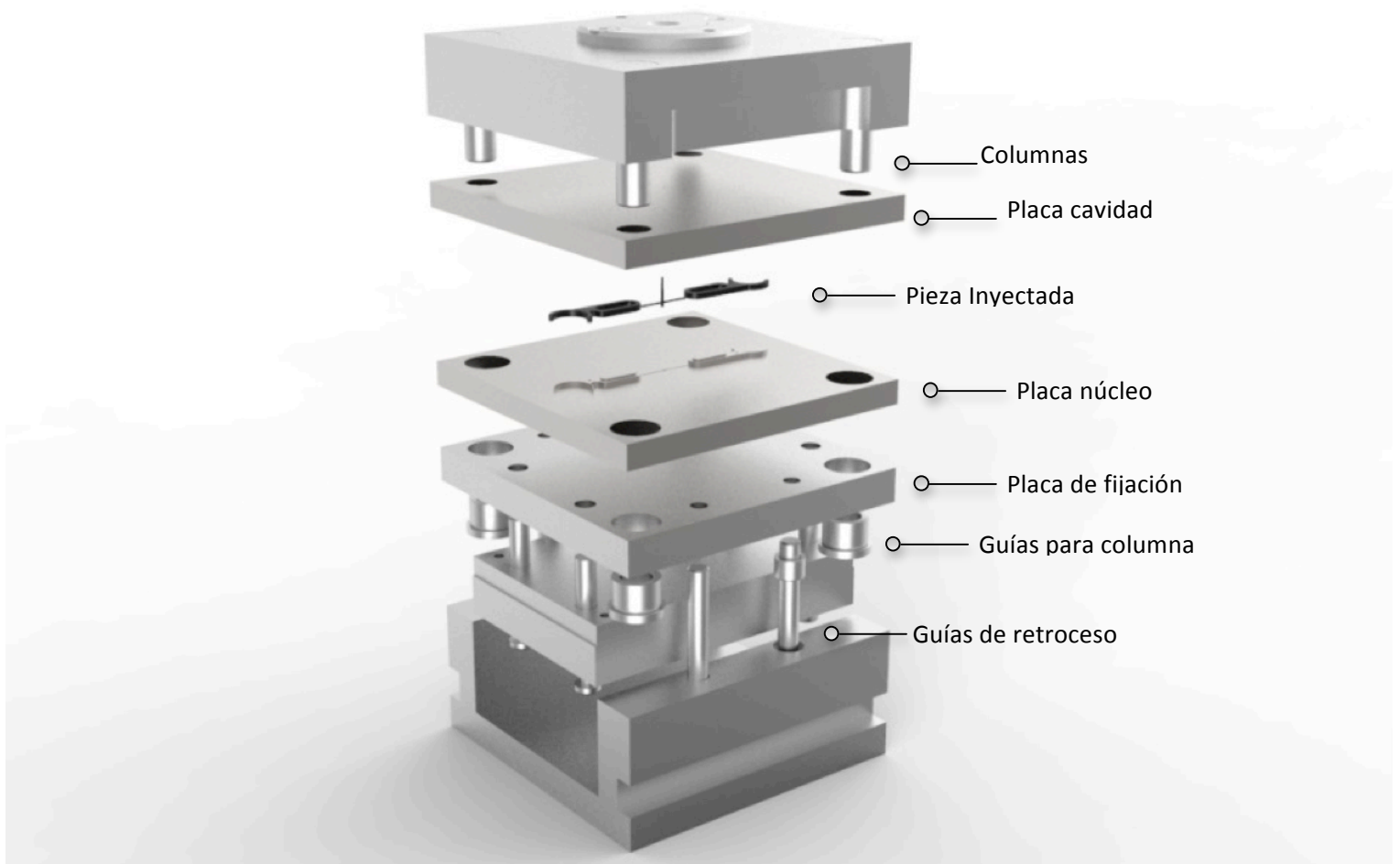


Fig 41. Piezas del molde

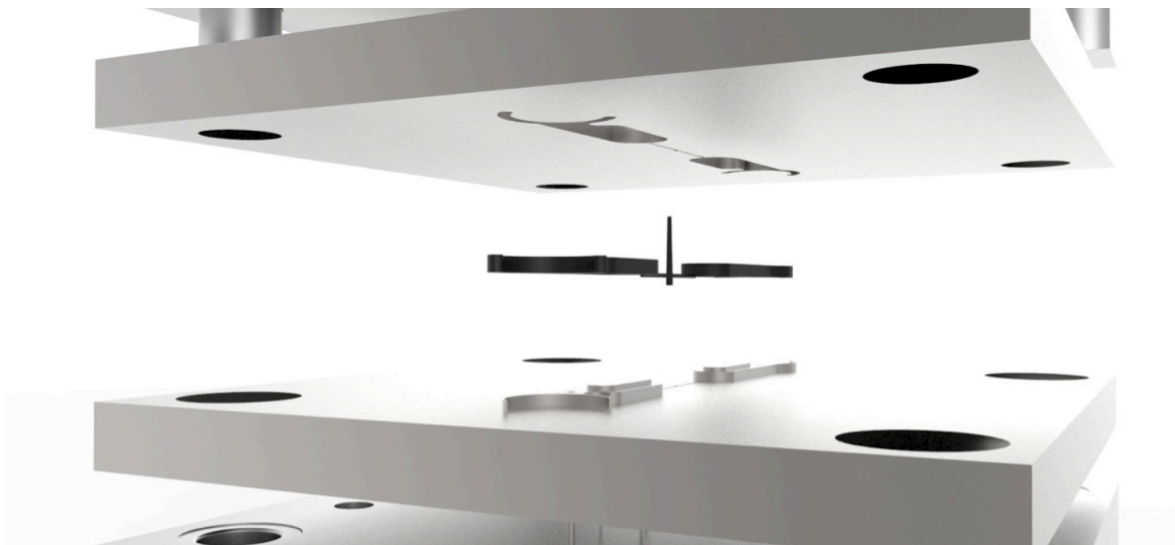


Fig 42. Acercamiento de las cavidades del molde con pieza inyectada

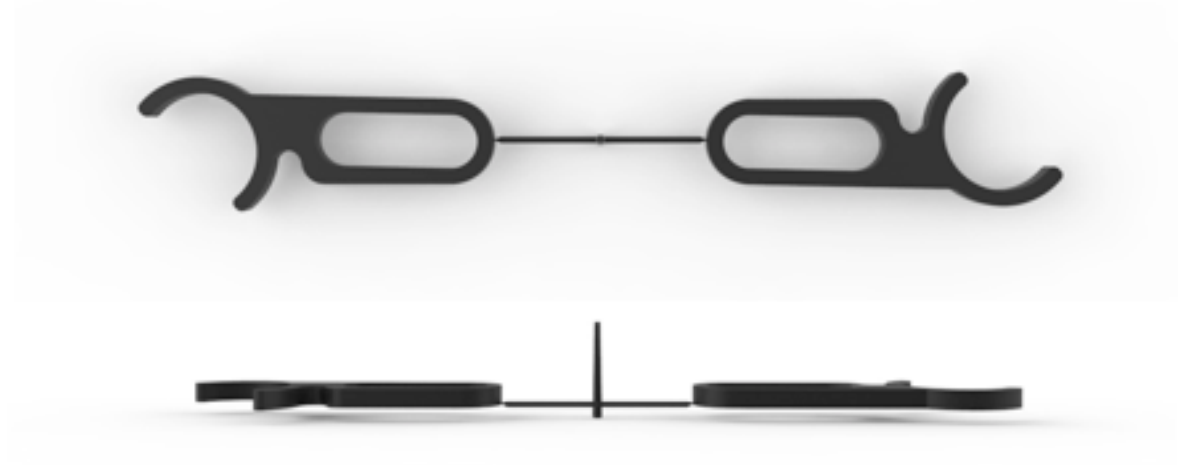


Fig 43. Vista superior y vista frontal de pieza inyectada

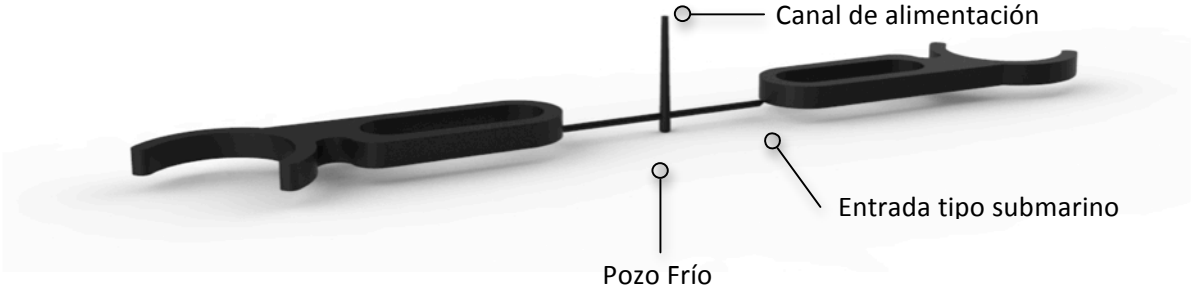


Fig 44. Características de la pieza inyectada

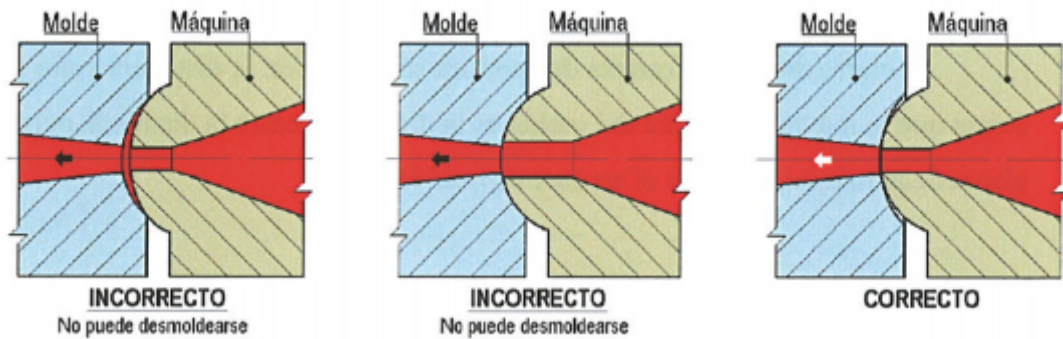


Fig 45. Aplicación correcta del bebedero

#### 10.4 ACEROS RECOMENADOS PARA LA FABRICACIÓN DEL MOLDE

<b>Acero para moldes</b> <i>IMPAX<sup>®</sup> SUPREME</i> (1.2738)	Acero pretemplado al Ni-Cr-Mo que se suministra a 290–330 Brinell, cuenta con excelentes propiedades de pulido y fotograbado. Adecuado para una amplia gama de moldes de inyección, soplado y extrusión.
<i>CALMAX GRANE</i>	Acero de temple al Cr-Mo-V que cuenta con buena combinación de tenacidad y resistencia al desgaste. Recomendado en moldes para largas series de fabricación y para moldeo de plásticos reforzados.
<i>STAVAX<sup>®</sup> ESR</i> (1.2083)	Acero inoxidable de temple para moldes con buena resistencia a la corrosión y muy buena pulibilidad.
<i>POLMAX<sup>™</sup></i> (1.2083)	Acero inoxidable de temple para moldes con buena resistencia a la corrosión y pulibilidad extremadamente buena.
<i>CORRAX</i>	Acero de temple por precipitación que cuenta con una excepcional resistencia a la corrosión, fácil tratamiento térmico y buena capacidad de soldadura.
<i>ORVAR<sup>®</sup> SUPREME</i> (1.2344)	Acero de temple muy versátil al 5% de Cr para moldes y trabajo en caliente, con buena resistencia al desgaste y buena pulibilidad.
<i>RIGOR<sup>®</sup></i> (1.2363)	Acero de temple recomendado para largas series de producción de piezas pequeñas con diseño complicado.
<i>ELMAX<sup>™</sup></i> <i>VANADIS 4</i> <i>VANADIS 6</i> <i>VANADIS 10</i>	Aceros para moldes fabricados pulvimetalúrgicamente que se caracterizan por su buena estabilidad dimensional, buena pulibilidad y resistencia al desgaste. ELMAX es resistente a la corrosión, VANADIS 4 cuenta con la más alta tenacidad y VANADIS 10 tiene la mejor resistencia al desgaste. Recomendados para complicadas y/o plásticos abrasivos.
<b>Acero para portamoldes y placas</b> <i>HOLDAX<sup>®</sup></i> (1.2312)	Acero pretemplado con muy buena mecanibilidad y alta resistencia a la tensión.
<i>RAMAX<sup>®</sup> S</i> (1.2085)	Acero pretemplado inoxidable para placas soporte con excelente mecanibilidad, alta resistencia a la tensión y buena resistencia a la corrosión.
<b>Aluminio</b> <i>ALUMEC</i>	Aleación de aluminio de alta resistencia suministrada a 160 HB. Recomendada para prototipos y series cortas de fabricación con bajos requisitos en resistencia y resistencia al desgaste.
<b>Aleación de Cobre</b> <i>MOLDMAX<sup>®</sup> HH</i> <i>MOLDMAX<sup>®</sup> XL</i>	Aleación de cobre de alta resistencia para moldes con alta conductividad térmica. Para aplicaciones como noyos, insertos, boquillas de inyección y piezas para sistemas de cámaras calientes.
<b>Aleación de Cobre Berilio</b> <i>...</i>	Aleación de cobre berilio de alta conductividad para moldes. Para aplicaciones donde se requiere muy...

Propiedad	IMPAX SUPREME	CALMAX	GRANE	ORVAR SUPREME	STAVAX ESR	POLMAX	CORRAX	ELMAX	RIGOR	VANADIS 4	VANADIS 6	HOLDAX	RAMAX S
Dureza normal HRC (HB)	(~310)	58	56	52	52	52	46	58	60	58	62	(~310)	(~340)
Resistencia al desgaste	3	8	7	7	7	7	5	9	9	9	10	3	4
Tenacidad	9	5	5	6	5	5	7	4	3	5	4	7	7
Resistencia a la compresión	4	8	7	7	7	7	6	9	9	9	10	4	5
Resistencia a la corrosión	2	3	3	3	9	9	10	7	2	2	2	2	8
Mecanibilidad	5**	8	8	9	8	8	3	3	4	3	4	7**	6**
Pulibilidad	8	8	8	8	9	10	8	8	7	8	8	4	4
Soldabilidad	6	4	4	4	4	4	6	2	2	2	2	6	5
Capacidad de nitrurado	6	8	6	10	-	-	-	8	8	8	5	-	-
Capacidad de fotograbado	9	8*	8	8*	8*	8*	8*	8*	5	8	5	3	4

Proceso/Material	Calidad	Dureza HRC (HB)
<b>Moldeado por inyección</b>	Termoplásticos	
	– Acero pretemplado para moldes	ALUMEC (~160)
	– Acero de temple para moldes	IMPAX SUPREME 33 (~310)
	– Acero de temple para moldes	CALMAX 45–58 GRANE 45–56 ORVAR SUPREME 45–54 STAVAX ESR, POLMAX 45–54 CORRAX 34–48 ELMAX, VANADIS 4 58–60 VANADIS 6 60–64
	Plásticos termoestables	CALMAX 52–58 GRANE 52–56 RIGOR, ELMAX, VAN. 4 58–60 VANADIS 6 60–64
<b>Compresión/ Moldeado por transferencia</b>	Plásticos termoestables	CALMAX 56–58 GRANE 54–56 STAVAX ESR 45–54 CORRAX 46–48 ELMAX, VANADIS 4 58–60 VANADIS 6 60–64
<b>Moldeado por soplado</b>	General	ALUMEC (~160) IMPAX SUP. 33 (~310)
	PVC	STAVAX ESR 45–54 RAMAX S 37 (~340) CORRAX 33 (~310)
<b>Extrusión</b>	General	IMPAX SUPREME 33 (~310)
	PVC	STAVAX ESR 45–54 RAMAX S 37 (~340) CORRAX 34–48
<b>Portamoldes</b>	1. Alta resistencia al desgaste, pretemplado, sin mecanizado	HOLDAX 33 (~310)
	2. Igual al punto 1 más resistencia a la corrosión para series de producción con escaso mantenimiento. También para operaciones en condiciones «higiénicas». No se requiere recubrimiento.	RAMAX S 37 (~340)

Fig 46. Recomendaciones generales de aceros para moldes

## VIII. CONCLUSIÓN

Al realizar el diseño de un molde de inyección se presentaron las distintas características que se deben cumplir para llevar a cabo el mejor resultado; principalmente se verificó el diseño de la pieza a inyectar, ya que para poder obtener una buena pieza inyectada es importante contar con un correcto diseño de ésta, para que aunado a esto, el molde de inyección tenga el punto de partida hacia su elaboración. En el desarrollo se da a conocer el diseño de la pieza plástica a inyectar, así también con los elementos y características técnicas necesarias para la elaboración del molde de inyección.

Con el uso de programas informáticos como los software's nos permiten tener una mejor perspectiva para el diseño, planificación y realización del molde, además que actualmente son necesarias, herramientas básicas, en la ingeniería concurrente para optimizar tiempos y dinero al momento de implementarlos.

Un buen diseño será la relación principal para que en el diseño del molde se vinculen todos los aspectos a considerar y así obtener el mejor resultado en el diseño de un molde de inyección a partir de una nueva pieza plástica.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.plasticosdegradables.com.mx/corp3.html>
2. [http://www.ingenieriaplastica.com/novedades\\_ip/instituciones/cipres\\_historia.html](http://www.ingenieriaplastica.com/novedades_ip/instituciones/cipres_historia.html)
3. <http://www.nuevatierra.com/plasticos.htm>
4. <http://www.utp.edu.co/~publio17/plasticos.htm>
5. <http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/PLASTICOS/PPLASTICOS.htm>
6. <http://www.termoformado.info/>
7. <http://www.losadhesivos.com/elastomero.html>
8. <http://jennyosorio15.blogspot.mx/2012/10/introduccion-los-de-de-varios-aditivos.html>
9. <http://www.zena-swiss.com/en/products/rex>
10. [http://www.inti.gob.ar/prodiseno/pdf/n141\\_proceso.pdf](http://www.inti.gob.ar/prodiseno/pdf/n141_proceso.pdf)
11. <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3497-Moldes-de-inyeccion-en-linea.html>
12. [http://tdd.elisava.net/coleccion/20/gonzalez-de-cabanes\\_gonzalez-mestre--es](http://tdd.elisava.net/coleccion/20/gonzalez-de-cabanes_gonzalez-mestre--es)
13. <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sistema%20de%20inyeccion%20con%20colada%20caliente.pdf>
14. [http://www.mater.upm.es/polimeros/Documentos/Cap6\\_5MoldeoInyeccion.pdf](http://www.mater.upm.es/polimeros/Documentos/Cap6_5MoldeoInyeccion.pdf)
15. <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.MOLDEO.POR.INYECCION.pdf>
16. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/303/3/15T00440.pdf>
17. <http://alejandrarios.files.wordpress.com/2012/02/plasticos-y-su-proceso-de-transformacioncc81n.pdf>



18. <http://boj.pntic.mec.es/~lalbuern/Plasticos.htm>

19. [http://www.axxocol.com/\\_Axxocol/\\_DwPortal/Documents/Aceros%20para%20moldes.pdf](http://www.axxocol.com/_Axxocol/_DwPortal/Documents/Aceros%20para%20moldes.pdf)

20. <http://www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/Polipropileno/PoliProp/dtecnicos.htm>

## FIGURAS Y TABLAS

Fig 1. Estructura de un polímero lineal

Fig 2. Estructura de un polímero ramificado

Fig 3. Estructura de un polímero entrecruzado

Fig 4. Ilustración proceso de extrusión

Fig 5. Ilustración proceso de rotomoldeo

Fig 6. Ilustración proceso de calandrado

Fig 7. Ilustración proceso de soplado

Fig 8. Ilustración proceso de inyección

Fig 9. Ilustración proceso de termoformado

Fig 10. Pelador “Rex”

Fig 11. Plano pieza plástica: pelador de alimentos

Fig 12. Mejor forma de realizar un cambio de espesor de pared

Fig 13. Cambio de geometría en las aristas de la pieza

Fig 14. Ángulo de salida de la pieza

Fig 15. Diseño de venas

Fig 16. Diseño de mamelones

Fig 17. Ficha técnica del Polipropileno (PP)

Fig 18. Modelado de la pieza plástica

Fig 19. Modelado de la pieza plástica vista trasera

Fig 20. Modelado de la pieza plástica vista delantera

Fig 21. Componentes Moldflow

Fig 22. Análisis de componentes pieza plástica

Fig 23. Free edges pieza plástica

Fig 24. Aspect radio pieza plástica

Fig 25. Mejor ubicación punto de inyección pieza plástica

Fig 26. Presión en el punto de inyección pieza plástica

Fig 27. Tiempo de llenado pieza plástica

Fig 28. Aire atrapado pieza plástica

Fig 29. Lugar ejerce fuerza de cierre pieza plástica

Fig 30. Fuerza de cierre pieza plástica gráfica

Fig 31. Velocidad pistón ejerce pieza plástica gráfica

Fig 32. Lugar líneas de soldadura pieza plástica

Fig 33. Modelado 3D del molde visualización transparente

Fig 34. Modelado 3D del molde visualización sólida

Fig 35. Renderizado del molde explotado

Fig 36. Placas de Cavidades

Fig 37. Placa de núcleo y cavidad

Fig 38. Partes básicas del molde

Fig 39. Molde abierto con pieza inyectada

Fig 40. Piezas internas del molde visualización transparente

Fig 41. Piezas del molde

Fig 42. Acercamiento de las cavidades del molde con pieza inyectada

Fig 43. Vista superior y vista frontal de pieza inyectada

Fig 44. Características de la pieza inyectada

Fig 45. Aplicación correcta del bebedero

Fig 46. Recomendaciones generales de aceros para moldes

Tabla 1. Propiedades y aplicaciones de los termoplásticos

Tabla 2. Propiedades y aplicaciones de los termofijos

Tabla 3. Propiedades y aplicaciones de los elastómeros

Tabla 4. Espesores recomendados

Tabla 5. Aplicaciones, ventajas y desventajas de los procesos



Centro Universitario, Marzo 2014.

**A QUIEN CORRESPONDA:**

Hago constar que el (os) pasante (s) de la Licenciatura de Ingeniería en Diseño Industrial C. **MARÍA FERNANDA CORTÉS SALAZAR** y **MARIANA VILLASEÑOR GUTIÉRREZ**, aprobó (n) la TESINA del **DIPLOMADO DE INGENIERÍA EN PROCESOS PLÁSTICOS** impartido por el Centro de Educación Continua para lo cual presenta (n) el trabajo titulado: "DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO DE UN PELADOR PARA ALIMENTOS"

Aprobada con fines de Titulación.

**MC. GUILLERMO HIYANE NASHIRO**  
ASESOR DE TESINA





Centro Universitario, Enero 09, 2014.

C. MARIANA VILLASEÑOR GUTIÉRREZ, y  
 C. MARÍA FERNANDA CORTÉS SALAZAR,  
 Pasante (s) del área de Ingeniería en Diseño Industrial,  
**PRESENTE .**

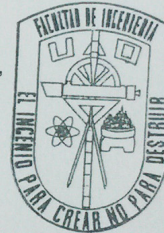
En respuesta a la solicitud que Usted (es) plantea (n) sobre la ASIGNACIÓN de ASESOR, necesario para la elaboración de la TESINA, y requisito para la acreditación del **DIPLOMADO EN INGENIERÍA DE PROCESAMIENTOS PLÁSTICOS** se le (s) designa al (la) **MC. GUILLERMO HIYANE NASHIRO**, para desarrollar el tema: **“DISEÑO DE MOLDE PARA INYECCIÓN DE PLÁSTICO DE UN PELADOR PARA ALIMENTOS”** por lo que deberá (n) dirigirse al catedrático para ponerse de acuerdo y realizar el trabajo correspondiente tomando en cuenta los lineamientos que para su elaboración otorga el Centro de Educación Continua.

Por lo anterior me permito hacer de su conocimiento que la tesina deberá entregarse debidamente empastada y en disco compacto; aprobada por su asesor y la coordinación del área a más tardar el día 10 de marzo del 2014.

**ATENTAMENTE**

“El ingenio para crear, no para destruir”

M. en I. RUBÉN RAMÍREZ JIMÉNEZ,  
 COORDINADOR



CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA

FIRMA DE ACEPTACIÓN DEL ASESOR  
 MC. GUILLERMO HIYANE NASHIRO

Nombre: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: 11 Enero 2014

De enterado



Cp. Archivo.  
 Cpr\*