



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO,
FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO
MAQUINADOS EN CNC**

Marco Tulio Monzón Tecún

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, enero de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO,
FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO
MAQUINADOS EN CNC”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

MARCO TULLIO MONZÓN TECÚN

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ENERO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Miltón De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paíz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO,
FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO
MAQUINADOS EN CNC,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 15 de enero de 2008.



Marco Tulio Monzón Tecún



Guatemala, 28 de octubre de 2008
REF.EPS. DOC.960.10.08.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

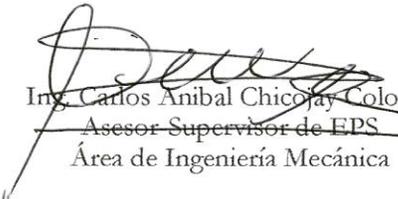
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **MARCO TULIO MONZÓN TECÚN** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200212180, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO MAQUINADOS EN CNC”**.

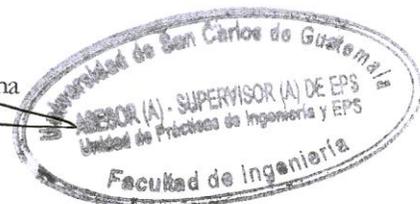
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Carlos Anibal Chicoj Coloma
Asesor Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EESZ/ra



Guatemala, 28 de octubre de 2008
REF.EPS. DOC.960.10.08

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

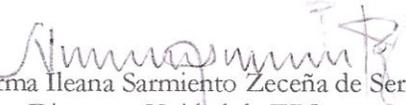
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO MAQUINADOS EN CNC"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **MARCO TULIO MONZÓN TECÚN** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado, al trabajo de graduación ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO MAQUINADOS EN CNC, del estudiante **Marco Tulio Monzón Tecún**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, octubre de 2008.

/behdei



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO, FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO MAQUINADOS EN CNC**, presentado por el estudiante universitario **Marco Tulio Monzón Tecún**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, enero de 2009

/gdech

DEDICATORIA A:

DIOS	Por iluminar mi camino
MIS PADRES	Adolfo Humberto Monzón Emma Luz de Monzón
MIS ABUELOS	Juana Tecún Enrique Monzón Clara Fuentes
MI NOVIA	Mildred Méndez y su familia.
MIS TIOS	Roberto Monzón Elena de Monzón Jorge Monzón Marta Monzón Obdulio Monzón Piedad Monzón
MIS AMIGOS	
En especial a:	Dalvin Bonilla Roberto Briones Rafael Briones Ervin Rodríguez

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS:** Por estar siempre conmigo, brindarme esta familia y esta vida.
- MIS PADRES:** Por su apoyo incondicional en todas mis decisiones y por la confianza y el amor que me han brindado siempre.
- MI NOVIA:** Por apoyarme día a día y compartir conmigo este logro en mi vida.
- MIS FAMILIARES:** Por todo el apoyo que recibí de ellos a lo largo de mi vida.
- USAC** Por abrir sus puertas para recibirme en sus aulas y convertirme en un profesional.
- FACULTAD DE INGENIERÍA** Por formarme a lo largo de mi carrera.
- MIS CATEDRATICOS:** Por compartir sus conocimientos conmigo a lo largo de la carrera.
- PLASTICOS ROSWER** Por permitirme realizar este proyecto de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. MARCO TEÓRICO

1.1	Historia y antecedentes de la empresa	1
1.2	Ubicación	2
1.3	Actividad a la que se dedica	2
1.4	Estructura organizacional	3
1.5	Visión y misión	4
1.6	Tipos de envases a fabricar	4
1.7	Programas de diseño	6
	1.7.1 Definición	6
	1.7.2 Tipos	6
	1.7.3 Aplicaciones	7
1.8	Control numérico computarizado (CNC)	7
	1.8.1 Definición	7
	1.8.2 Tipos	22
	1.8.3 Aplicaciones	22

2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA (Fase de Investigación)

2.1	Moldes de aluminio	23
2.1.1	Tipos	26
2.1.1.1	Cavidad simple	26
2.1.1.2	Cavidad doble	27
2.1.1.3	Cavidad triple	28
2.2	Volumen de cavidades.	29
2.2.1	Cálculo de volumen de la cavidad	30
2.3	Procesos actuales	30
2.4	Equipo que se utiliza	40
2.4.1	Equipo para CNC	40
2.4.2	Equipo para tornos	42
2.4.3	Equipo para fresadoras	45
2.5	Herramientas a utilizar	48

3. IMPLEMENTACIÓN DE MANUAL PARA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS (Fase Técnico Profesional)

3.1	Descripción de nuevos procesos	53
3.1.1	Descripción de componentes	55
3.1.2	Equipo necesario para la fabricación del molde	56
3.2	Incorporación de procesos de estandarización	57
3.2.1	Planificación de operaciones	57
3.2.2	Definición de la cantidad de operadores	59

3.3	Desarrollo de moldes	63
3.3.1	Diseño	63
3.3.2	Montaje de placas	65
3.3.3	Cavidades	66
3.3.4	Agujeros para pines y camisas	68
3.3.5	Sistema de enfriamiento	69
3.3.6	Fondos	71
3.3.7	Cortadores	73
3.4	Manual de operación	75
3.5	Manual de mantenimiento	81
3.6	Análisis de rendimiento	84
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA	91
	ANEXOS	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Precisión de una máquina de CNC	8
2.	Pantalla y panel entrada de datos.	11
3.	Teclado de edición	13
4.	Panel de control	14
5.	Panel de operación automática	16
6.	Panel de operación manual	19
7.	Control de velocidad y paro de emergencia	20
8.	Controles de funciones manuales	21
9.	CNC	21
10.	Molde aluminio cavidad simple	27
11.	Molde aluminio cavidad doble	28
12.	Molde aluminio cavidad triple	29
13.	Probeta para cálculo de volumen en una cavidad	30
14.	Planchas de aluminio	33
15.	Agujeros para sujetar material	34
16.	Placa sujetadora de material	34
17.	Cavidades de un molde	35
18.	Final de un molde con radio	36
19.	Final de un molde sin radio	36
20.	Área para inserto de rosca y guillotinas	37
21.	Pines y camisas	37
22.	Cortadores	38
23.	Sistema de refrigeración	38
24.	Fondo sin radio	39
25.	Fondo con radio	40

26.	Plato universal de 3 garras	41
27.	Mordaza manual	41
28.	Eje porta-fresas	42
29.	Plato de 4 garras	43
30.	Plato de 3 garras	43
31.	Taladro	44
32.	Torre de cambio rápido	44
33.	Mesa de una fresadora	45
34.	Mordaza	46
35.	Bridas	46
36.	Boquillas para fresadora	47
37.	Pinzas cónicas portaherramientas	47
38.	Tipos de fresas cilíndricas	48
39.	Tipos de fresas circulares	49
40.	Fresa de plato	50
41.	Herramienta de ranurar y segar	51
42.	Distintos tipos de brocas	51
43.	Brocas de centro	52
44.	Tipos de Buriles	52
45.	Diagrama de operaciones de proceso	60
46.	Material para ser sujetado, placa sujetadora y portaherramientas	65
47.	Cavidades maquinadas con cajuelas para insertos y guillotinas	67
48.	Cavidades con pines y camisas	68
49.	Vista de sistema de enfriamiento realizado en CNC	70
50.	Sistema de enfriamiento con conductos perpendiculares	70
51.	Fondos realizados en CNC	72
52.	Vista de un envase con mejoras para estabilidad	72
53.	Vistas de cortadores	74

TABLAS

I.	Panel de entrada de datos	11
II.	Teclas de edición	12
III.	Modos de selección de opciones	12
IV.	Fuente del programa	15
V.	Selección de la operación	15
VI.	Ejecución	16
VII.	Operación	17
VIII.	Multiplicador de avance	17
IX.	Dirección de los ejes	18
X.	Husillo	18
XI.	Refrigerante	18
XII.	Funciones Manuales	20
XIII.	Tiempo de operaciones de diseño	57
XIV.	Tiempo de operaciones de maquinado	58
XV.	Tiempo de operaciones de cierre de un molde	59
XVI.	Diferencias entre procesos actuales y procesos estandarizados	84
XVII.	Diferencia de tiempos para la elaboración de partes principales	85
XVIII.	Comparación de tiempos para realizar un molde	86

GLOSARIO

CNC Se considera de Control Numérico Computarizado, también llamado CNC a todo dispositivo capaz de dirigir el posicionamiento de un órgano mecánico móvil mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real. Para maquinar una pieza se usa un sistema de coordenadas que especificarán el movimiento de la herramienta de corte. Entre las operaciones de maquinado que se pueden realizar en una máquina CNC se encuentran las de torneado y de fresado. Sobre la base de esta combinación es posible generar la mayoría de las piezas de industria. Este es, sin duda, uno de los sistemas que ha revolucionado la fabricación de todo tipo de objetos, tanto en la industria metalúrgica como en muchos otros ámbitos productivos.

Polietileno El polietileno (PE) es químicamente el polímero más simple. Por su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo) es también el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química $\text{CH}_2=\text{CH}_2$), del que deriva su nombre. Es un polímero de cadena lineal no ramificada.

Policloruro El Policloruro de Vinilo (PVC) es un moderno, importante y conocido miembro de la familia de los termoplásticos. Es un polímero obtenido de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos.

Barreno Un barreno es un dispositivo o herramienta utilizado para desplazar sólidos o líquidos por medio de un tornillo helicoidal rotatorio. El material es desplazado a lo largo del sentido del eje de rotación. En algunos usos el tornillo helicoidal se encuentra contenido en un cilindro, mientras que para otros usos no se requiere este. El barreno es una parte integral de un taladro, el barreno de una mecha de un taladro, utiliza este mecanismo para remover las virutas del agujero que se está realizando.

Taladro Es la máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

Torno Se denomina torno a un conjunto de máquinas herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas.

Fresadora Es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener, desde superficies planas a otras más complejas.

Broca La broca es una herramienta mecánica de corte utilizada en conjunción a un taladro o máquina afín, para la creación de un hoyo o agujero durante la acción de taladrar. La gran diversidad de éstas, como la gran cantidad de industrias que emplean este tipo de herramienta, hace que cierta broca pueda ser muy común y corriente o altamente especializada, rara o cara. En el proceso de taladrado, la broca es dependiente de otra herramienta, instrumento o equipo de trabajo para el cumplimiento de su función primordial; esto puede determinar el tipo de broca a ser utilizada.

Fresa Se denomina fresa a una herramienta circular, de corte múltiple, usada en máquinas fresadoras para el mecanizado de piezas .Los dientes cortantes de las fresas pueden ser rectilíneos o helicoidales, y de perfil recto o formando un ángulo determinado. El número de dientes de una fresa depende de su diámetro, de la cantidad de viruta que debe arrancar, de la dureza del material y del tipo de fresa.

Buril Se denomina buril a una herramienta manual de corte o marcado formada por una barra prismática, terminada en una punta de forma variada de acero templado con un mango en forma de pomo que sirve fundamentalmente para cortar, ranurar o desbastar material en frío mediante el golpeo a que se somete al buril con martillo adecuado, o mediante presión.

Soplado Es un proceso por medio del cual se producen objetos de plástico huecos, como botellas. Es un proceso semicontinuo que incluye dos pasos, la extrusión del polímero fundido a través de un dado especial con un perfil tubular llamado párison y el inflado de este tubo en un molde, del cual toma la forma final el polímero extruido.

Probeta La probeta es un instrumento volumétrico, que permite medir volúmenes superiores y más rápidamente que las pipetas, aunque con menor precisión.

- Polímero** La reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Según el mecanismo por el cual se produce la reacción de polimerización para dar lugar al polímero, ésta se clasifica como polimerización por pasos o como polimerización en cadena. En cualquier caso, el tamaño de la cadena dependerá de parámetros como la temperatura o el tiempo de reacción, teniendo cada cadena un tamaño distinto y, por tanto, una masa molecular distinta, por lo que se habla de masa promedio para el polímero.
- Extrusión** La extrusión de polímeros es un proceso industrial, basado en el mismo principio de la extrusión general, sin embargo la ingeniería de polímeros ha desarrollado parámetros específicos para el plástico, de manera que se estudia este proceso aparte de la extrusión de metales u otros materiales.
- Husillo** Se denomina husillo, a un tipo de tornillo, generalmente largo, y de gran diámetro, metálico o de madera, el material más utilizado es acero templado, utilizado para accionar los elementos de apriete tales como prensas o mordazas, así como para producir el desplazamiento lineal de los diferentes carros de fresadoras y tornos.
- Guillotinas** Son piezas metálicas fabricadas de acero en forma circular, sirven para soplar el material a mayor presión.

- Mordaza** Es una herramienta que mediante un mecanismo de husillo o de otro tipo permite ejercer y mantener una fuerza de compresión sobre una pieza para sujetarla por fricción. Se utiliza en procesos de fabricación y reparación. Es un accesorio de sujeción de piezas en varios tipos de máquinas herramienta de mecanizado, como fresadoras o taladradoras.
- Brida** Es un elemento que sostiene las herramientas colocado en el portaherramientas del CNC.
- Pinzas cónicas** Son utilizadas para sujetar las fresas o brocas en el eje portaherramientas de la fresadora.
- Viruta** La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera o metales. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal; no obstante tiene variadas aplicaciones.
- Segado** Se llama segado a la operación de torneado que se realiza cuando se trabaja con barra y al finalizar el mecanizado de la pieza correspondiente es necesario cortar la barra para separar la pieza de la misma.

- Moldeo** En ingeniería, el moldeo es un proceso semicontinuo que consiste en soplar o inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.
- Termoplástico** Es un plástico el cual, a temperatura ambiente es plástico o deformable, se derrite a un líquido cuando es calentado y se endurece en un estado vítreo cuando es suficientemente enfriado. La mayoría de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular.
- Contracción** Es el porcentaje que se reduce un plástico después de que es soplado en la cavidad, hasta el momento de llegar a una temperatura ambiente.
- Cajuelas** En moldes plásticos se utilizan principalmente para alojar en ellas las guillotinas e insertos de rosca.
- Pines** Se utilizan para guiar la unión del molde, evitando así que se de un traslape entre las dos cavidades.
- Camisas** Se utilizan en el lado contrario de los pines y su función principal es guiar a estos cuando se unen las dos partes del molde.
- Traslape** Este se da cuando las dos cavidades no se logran uniformemente entre si, si no que una esta ligeramente movida de la otra.

Mecanizado Es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión. Se realiza a partir de productos semielaborados como lingotes u otras piezas previamente conformadas por otros procesos como moldeo o forja.

RESUMEN

La industria de los envases plásticos se ha desarrollado en la actualidad necesitando de constantes actualizaciones para lograr mantenerse en un mercado competitivo, por lo que se necesita la estandarización de los procesos para la elaboración de un molde de soplado, que no es mas maquinar cavidades en aluminio para dar forma a un envase, el primer paso para la elaboración de un molde de soplado es lograr hacer un diseño que agrade al cliente y sea producible en máquinas sopladoras. Para lograr esto se necesita encontrar un diseño que se pueda desmontar del molde sin sufrir daños, tomando en cuenta varios factores, entre los cuales encontramos, el volumen del envase, la forma, la cantidad a producir, el tipo de tapa que necesita, con estos datos se procede a calcular el número de cavidades para cada molde, material que debe utilizarse, factor de contracción del plástico, sistema de enfriamiento y la forma de los fondos para que el envase nuevo cuente con una buena estabilidad al momento de ponerlo de pie.

Cuando se ha realizado el diseño del molde por medio de programas de computación, se procede a realizar este modelo en madera, con la madera lista se procede a la realización de un modelo en yeso, esto se realiza depositando yeso en forma líquida sobre la cavidad maquinada en madera y dejándolo secar, para luego desmoldarlo, con esto se observa las condiciones que tendrá el envase al momento de producirse, si se puede desmoldar con facilidad se procede a entregarlo a cliente para que apruebe el nuevo diseño y se comiencen a hacer los preparativos para maquinarlo en aluminio.

Cuando se cuenta con aprobación para fabricar el molde en aluminio se deben de llevar a cabo varios procesos, tales como, la preparación del material, la realización de agujeros y guías para montar el material en el CNC, los programas para el maquinado de cada una de las cavidades, la rectificación del lugar donde se va a maquinar la nueva cavidad, ya con todos esto se esta listo para comenzar a fabricar el nuevo molde, esto constara en realizar las cavidades del molde, las cajuelas para guillotinas e insertos de rosca, agujeros para pines y camisas, sistemas de enfriamiento, fondos para el envase, y cortadores.

El tiempo para la fabricación de los moldes varía un poco debido a que algunos son más complejos que otros en cuanto a su forma, pero con la estandarización de procesos que se han implementado se logra fabricar un molde en un tiempo de 2 a 3 semanas, para un molde de tres cavidades, después de la aprobación del cliente.

OBJETIVOS

- **General:**

- Estandarizar los procesos para el diseño, fabricación y reparación de moldes de soplado en el taller de CNC

- **Específicos:**

1. Capacitar al personal de operación y mantenimiento en los nuevos procesos de fabricación, así como del procedimiento que se lleva a cabo en un orden lógico, para que pueda ser aplicable por cualquier persona dentro del taller.
2. Identificar y proponer soluciones para los moldes que se encuentran pendientes de producir o los que necesiten ser reparados para volver a producción.
3. Analizar los resultados obtenidos, interpretarlos y buscar posibles mejoras que se puedan dar dentro del proceso de producción de los moldes.

INTRODUCCIÓN

En la industria de los plásticos actualmente se llevan a cabo varios procesos para la elaboración de un molde de soplado, que no es más que cavidades en aluminio para dar forma a un envase, el primer paso de la elaboración de un molde es el diseño del envase nuevo, este consiste básicamente en llegar a un diseño que agrade al cliente, sea producible y a la vez sea compatible en las máquinas de soplado. Para esto se necesita encontrar los ángulos adecuados para lograr sacar el envase sin que sufra daños, tomando en cuenta varios factores, entre los cuales están las curvas del diseño, el volumen del envase, la cantidad a producir, para poder determinar así el número de cavidades para cada molde, material a utilizar factor de contracción del plástico y tipo de enfriamiento entre otros.

Después de realizar el diseño del molde con los programas de computación, se procede a realizar el molde en madera para poder ver los detalles del mismo, seguido de esto se realizará un yeso para que sea un prototipo del envase a producir y una vez aprobado esto se comenzará con la realización del molde en aluminio.

Para la fabricación del molde en aluminio se debe de llevar a cabo varios procesos, la rectificación del material a utilizar, realización de agujeros en la plancha de aluminio para su posterior montaje en la mesa de sujeción en la CNC. Se realizaran los programas para el maquinado de cada una de las cavidades del molde, procediendo finalmente a la elaboración de los fondos para el nuevo molde, maquinándolos en la CNC.

En la actualidad todos estos procesos llevan de 6 a 8 semanas para un molde simple y de 8 a 12 semanas para un molde triple, siendo demasiado el tiempo de realización de cada uno de los moldes, en este período se pierde demasiado tiempo esperando trabajos de los tornos tales como la elaboración de cajuelas, insertos y guillotinas entre otros. De todos estos retrasos es que surge la idea de estandarizar e implementar algunos nuevos procesos en la elaboración del molde, para así poder reducir el tiempo de fabricación de cada uno de ellos.

Debido a la demanda se ha propuesto el siguiente manual con el que se espera poder reducir el tiempo de elaboración del molde simple a 2 a 3 semanas así como reducir también el tiempo de los moldes triples en 3 o 4 semanas, sabiendo de la importancia de este proyecto se desarrolla el manual para:

**“ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS PARA EL DISEÑO,
FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO MAQUINADOS
EN CNC”**

Este proyecto está basado en un diagnóstico preliminar, cuyo objeto es implementar nuevos procesos y procedimientos necesarios para la producción de moldes de soplado, en donde se describen conceptos de diseño de máquinas, trabajos en tornos, fresas, CNC, sistemas de enfriamiento y mecanismos para un mejor aprovechamiento de los recursos que nos da trabajar con CNC y así mejorar en la medida de lo posible el trabajo en la empresa de Plásticos Roswer ubicada en la 17 av. 50-08 zona 12.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Historia y antecedentes de la empresa

Desde 1994, Plásticos Roswer S.A. y Litoflex S.A., han aportado soluciones a diversos problemas de envases y empaque en la industria, transformando y convirtiendo termoplásticos en envases para cualquier tipo de productos, facilitando así su comercialización.

En el año 2000, fueron estrenadas las nuevas instalaciones, contando con un total de 4,200 metros cuadrados, existe suficiente espacio para futuras ampliaciones e incrementos en la capacidad instalada.

La sinergia de ambas empresas provee de un sin fin de posibilidades de empaque. Además simplifica la gestión de los departamentos de compra, ya que en vez de tratar con varios proveedores es como tratar con uno solo. Debido a que los costes de envío, procesamiento, etc., no se duplican, los precios de venta resultan ser muy competitivos.

La clave para el éxito de la empresa hasta el día de hoy ha sido una actitud única hacia el servicio y el compromiso con la calidad. En Plásticos Roswer se cree que el servicio significa mucho más que llevar una orden. Significa comprender las necesidades especiales de los clientes, y luego desarrollar soluciones que las satisfagan. En lugar de solo fabricar un tipo de envase o producto promocional, se fabrican productos hechos a la medida que cumplan con los requerimientos específicos del cliente.

1.2 Ubicación

Plásticos Roswer se encuentra ubicada actualmente en la 17 Ave. 50-08, de la zona 12, ciudad de Guatemala.

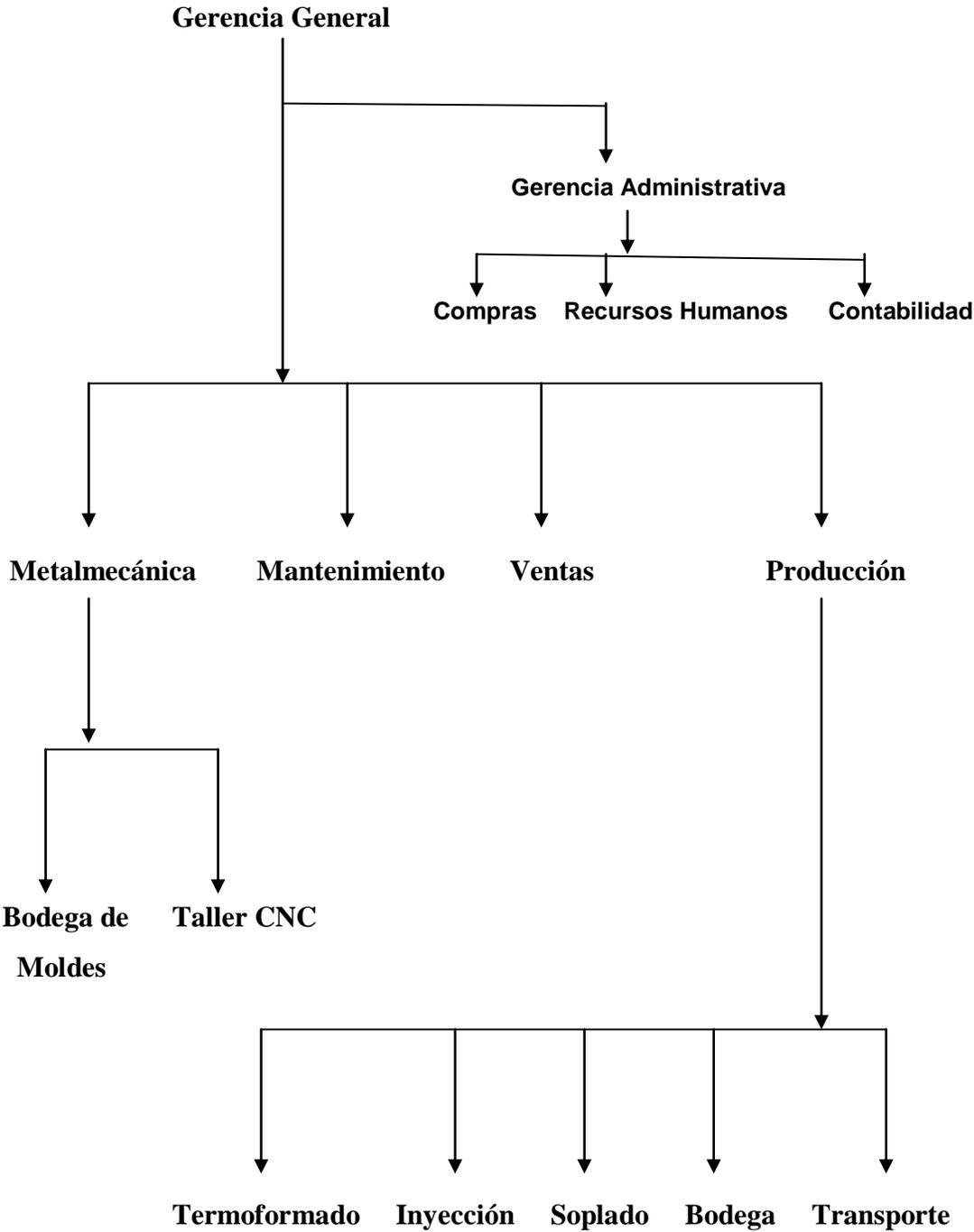
1.3 Actividad a la que se dedica

Plásticos Roswer es una empresa que se dedica a fabricación de envases de plástico para contener distintas sustancias, cambios en líneas de presentación de los productos para hacerlas más atractivas, dar orientación del tipo de envase mas recomendado y útil para los productos, es una empresa que esta en un proceso continuo de renovación de equipo, aumento en la producción e innovación.

Su enfoque principal es el servicio al clientes, esforzándose siempre por mantener la calidad de los productos, respetar los tiempos de entrega, proveer soluciones a problemas de empaque, etc.

La empresa brinda una gran variedad de envases plásticos en polietilenos, Pet, polipropileno, PVC y otros, así como asesoría en diseño, fabricación de moldes, tapas y piezas inyectadas en distintos materiales y medidas, metalizados para realzar la imagen del producto y termoformado que incluyen blister, plataformas, exhibidores, cajas plegables transparentes entre otras.

1.4 Estructura organizacional



1.5 visión y misión

Visión:

Nuestra visión es ser una empresa ejemplar a nivel centroamericano cuyos productos sean de clase mundial. Ejemplar en productividad, administración, calidad y servicio.

Misión:

En Plásticos Roswer nuestra misión es proveer a nuestros clientes de soluciones de empaques. Contando con diversos procesos, soplado de envases de extrusión continua, soplado estirado de envases en Pet, inyección soplo de envases, inyección de tapas y piezas plásticas, metalizado sobre diversas superficies, termoformado.

Manteniéndonos en un proceso continuo de renovación de equipo, aumento en la productividad e innovación.

1.6 Tipos de envases a fabricar:

Los tipos de envases que se fabrican dentro de la empresa son de plástico los cuales van desde un envase en forma de cilindro hasta diseños muy complejos con formas de animales, castillos, flores, etc.

Para definir el tipo de envase que va a fabricar se tiene que tomar en cuenta las necesidades que plantea el cliente.

El material que se utilizara, depende del producto que contendrá el envase el cual puede variar entre, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LLDPE) y poli cloruro de vinilo (PVC). Contando con la asesoría adecuada para determinar cual es el mejor material para la fabricación del envase.

El tipo de tapa que va utilizar el envase, el tipo de producto que va a contener, así como el volumen total que deberá contener el embase, al tener estos datos se comienza a elaborar un diseño para el producto.

Así mismo se debe de tomar en cuenta si el envase a de tener un área específica donde va a llevar algún tipo de serigrafía, calcomanía, manga termoencogible, grabados o relieves, para poder así trabajar el envase con estos datos y tomarlos en cuenta al momento de diseñarlos.

Las diversidades pueden ser:

Sector Cosméticos – Farmacéutico:

- Envases de tratamiento tipo ampollitas.
- Envases pequeños para muestras médicas.
- Recipientes para medicamentos en pastillas.
- Recipientes para jarabes, soluciones y suspensiones.
- Recipientes grandes para suero.
- Recipientes para shampoo y cremas.
- Recipientes para lociones y perfumes.

Sector de Alimentos:

- Botellas para aceite comestible.
- Botellas para agua potable.
- Botellas para bebida carbonatadas con o sin retorno.
- Botellas para bebidas alcohólicas.
- Envases pequeños para golosinas.
- Envases para bebidas refrescantes no carbonatadas.
- Envases para condimentos.
- Envases para bebidas en polvo

1.7 Programas de diseño

1.7.1 Definición

Un programa de diseño es el que se utiliza para la fabricación de moldes de aluminio, teniendo en cuenta que este nos debe permitir la creación de líneas, círculos, arcos hasta la generación de superficies en tres dimensiones, para posteriormente agregar sus operaciones de corte, como barrenos, corte de contornos, grabados, etc. Además de definir variantes como el tipo de herramientas a utilizar, la velocidad de giro y avance del router, generación de códigos, entre otras cosas más.

1.7.2 Tipos

Dentro los programas utilizados para el diseño de los moldes encontramos:

- Mastercam
- Power Shape
- Featurecam
- Autocad
- Rhinoceros

1.7.3 Aplicaciones

En la empresa actualmente se trabaja con los programas Mastercam y Power Shape

- Mastercam: Este programa nos permite la creación de líneas, arcos, curvas y rectángulos en cualquiera de los planos para formar el esqueleto del envase, y a partir de esto nos permite la creación de superficies o sólidos, los cuales serán los que se tendrán a disposición para fabricar, este programa también nos permite la creación de los programas de maquinado en 2D o 3D.
- Power Shape: Es un programa muy útil, ya que nos permite calcular el volumen de las cavidades diseñadas para poder así saber cuanto contendrá cada uno de los envases, este programa también nos permite variar dicho volumen sin afectar drásticamente al diseño original, si no que únicamente ajustando el volumen proporcionalmente en el eje X, eje Y, y eje Z respectivamente hasta conseguir el volumen deseado para cada diseño.

1.8 Control numérico computarizado (CNC)

1.8.1 Definición

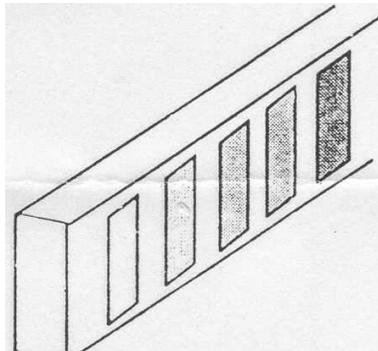
Las máquinas de control numérico son máquinas automáticas de corte. Si comparamos la estructura de una máquina de corte convencional y una de control numérico, observaremos las siguientes diferencias:

El sistema de medición para el control de la distancia que debe viajar el carro a lo largo de un eje consistía de una escala numérica, esta escala se encontraba grabada en un cilindro que al movimiento del eje giraba e indicaba la distancia recorrida. La máxima precisión que podía lograrse en un sistema de este tipo era de 0.01 mm.

En las máquinas de control numérico la escala se ha sustituido por un sistema de medición lineal que se encuentra acoplado a las guías e indica la distancia recorrida en forma analógica (variación de voltaje) basado en el principio de fotocelda, esta celda recibe energía luminosa de una fuente acoplada al sistema. La celda y fuente luminosa tienen posiciones fijas y la guía se desplaza en forma conjunta con el carro. La guía se compone de diferentes tonos de gris que ocasionan diferentes niveles de voltaje en la salida de la celda lectora. Estos niveles de voltaje se asocian a distancias mediante un sistema de Hardware y Software acoplado a la máquina. La precisión que se logra en la colocación usando esta tecnología es del orden de 0.001 mm.

Figura 1. Precisión de una máquina de CNC.

Precisión: 0.001 mm



El sistema de transmisión de las máquinas convencionales consistía del accionamiento del tipo tornillo-tuerca. El juego que existía entre estos elementos no permitía una colocación más precisa que la especificada (0.01 mm).

El sistema de transmisión utilizado en las máquinas de control numérico consiste de la transmisión del tipo de tornillo-tuerca de bolas. En este mecanismo un conjunto de balines se introducen entre el tornillo y la tuerca lo que resulta en una disminución del juego existente entre los elementos mecánicos, lográndose una colocación más exacta, (del orden de 0.001 mm).

Los motores en las máquinas tradicionales de corte eran motores de corriente alterna trifásicos. Los motores utilizados en las máquinas herramienta de control numérico son motores de corriente directa. Estos motores son controlados por dispositivos electrónicos. En una máquina tradicional el movimiento de los carros a lo largo de los ejes se realizaba por manipulación de manivelas. El operador giraba la manivela y el carro se desplazaba una distancia dada. Una escala asociada a la manivela indicaba la distancia recorrida por el carro.

Las máquinas herramienta de control numérico cuentan con un panel de control, este panel funciona como interfase entre la máquina y el usuario y a través de él se introduce el programa de control numérico, este programa es un conjunto de instrucciones que son convertidas en órdenes (voltajes), y accionan mediante las tarjetas de control, el movimiento de los carros.

La secuencia del programa sigue una lógica que va de acuerdo a la trayectoria de la herramienta de corte. Las trayectorias de la herramienta están basadas en el análisis de fabricación que se realiza antes de la generación del programa. El desplazamiento de la herramienta produce superficies maquinadas. El conjunto de superficies constituye la pieza maquinada.

De las anteriores afirmaciones podemos concluir que el control numérico es un lenguaje de manufactura. La estructura del lenguaje y su semántica se han definido de acuerdo a la generación tradicional de superficies maquinadas utilizando máquinas convencionales. La semántica y estructura se encuentran establecidas en normas internacionales. Los pasos a seguir para la programación en control numérico son similares a aquellos establecidos en la manufactura.

1. Entendimiento del dibujo de definición de la pieza, el cual debe contener:

- La información dimensional.
- Las tolerancias dimensionales y de forma permitidas.
- El acabado superficial de la pieza
- El material de la pieza

Del análisis de este dibujo el programador obtiene el conjunto de superficies que van a ser maquinadas, las dimensiones de la pieza en bruto y las herramientas de corte que van a utilizarse en el proceso.

2. Una vez conocidos:

- El conjunto de superficies a maquinar en el proceso
- Las herramientas de corte.
- Los parámetros de corte
- Las dimensiones de la pieza en bruto.
- Las dimensiones y tolerancias de la pieza terminada, el programa de control numérico puede ser escrito.

3. Una vez generado el programa de control numérico es necesario introducirlo a la memoria de la 'maquina. En este proceso se utiliza el panel de control.

4. Cuando la introducción del programa ha terminado la manufactura de la pieza puede iniciarse. Las herramientas deben estar colocadas en sus posiciones. El sistema de referencia utilizado en la programación definido. Los compensadores de herramienta introducidos en la memoria correspondiente de la máquina y el refrigerante contenido en el depósito correspondiente.

Tabla I. Panel de entrada de datos

TECLAS DE DESPLAZAMIENTO Y ALFANUMÉRICAS	
TECLA RESET	Restablece cualquier mensaje de alarma.
TECLAS DEL CURSOR	Desplaza el cursor a través de los bloques del programa.
TECLAS DE PAGINA	Desplaza el cursor a través de las páginas del programa.
TECLAS DE CARACTERES ALFANUMÉRICOS	Utilizados para introducir la información necesaria en un programa de control numérico.

Figura 2. Pantalla y panel entrada de datos.

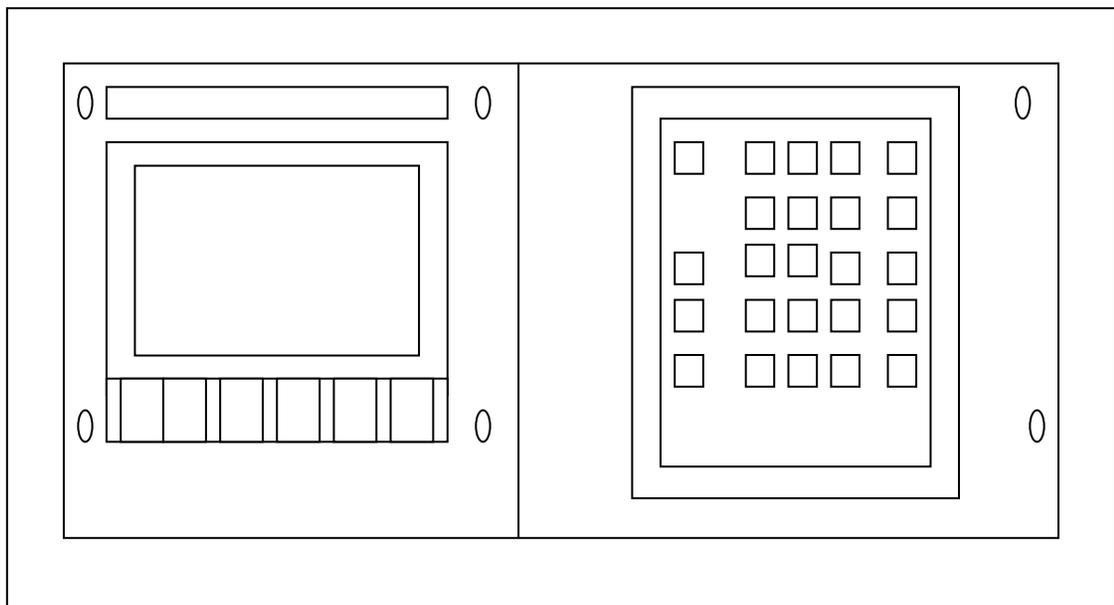


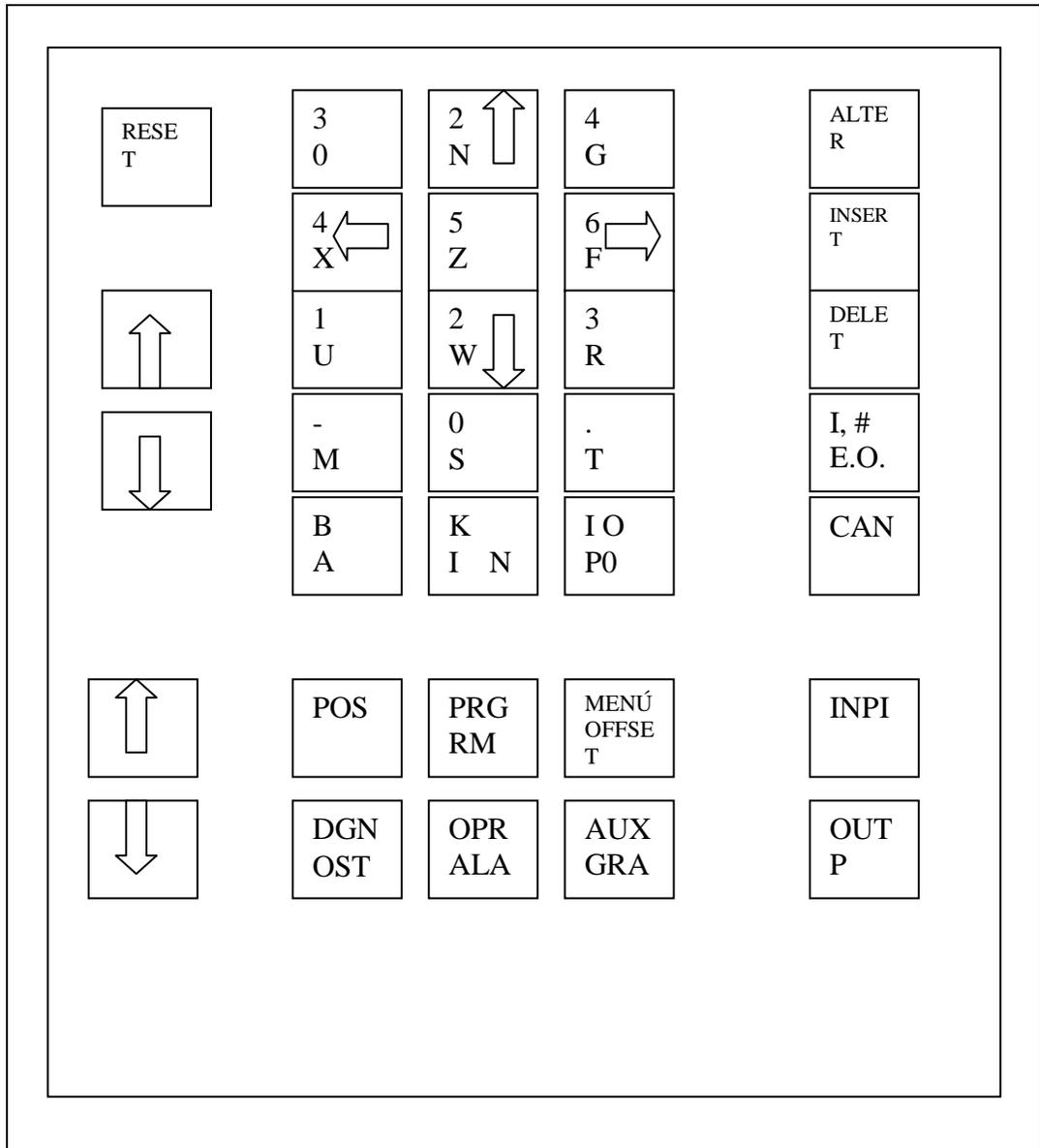
Tabla II. Teclas de edición.

TECLAS DE EDICIÓN	
ALTER	Utilizada para alterar los valores de las palabras.
INSERT	Utilizada para insertar las palabras en un bloque.
DELET	Utilizada para borrar palabras.
I, #, E. O. B.	Introduce carácter de final de bloque.
CAN	Cancela una palabra antes de que la instrucción E.O.B es introducida.
INPUT	Permite la introducción de información a la maquina. Por ejemplo permite la introducción de un programa desde una fuente externa (una computadora)

Tabla III. Modos de selección de opciones.

MODOS DE SELECCIÓN DE OPCIONES	
POS	Posición de la herramienta sobre los diferentes ejes.
PRGRM	Selección Del programa a ejecutar.
MENÚ OFFSET	Compensadores de herramienta (radio y longitud)
DGNOST-PARAM	Diagnostico de la máquina y parámetros de software.
OPR-ALARM	Muestra los mensajes de alarma al operador.
AUX-GRAPH	Esta máquina no cuenta con esta opción.

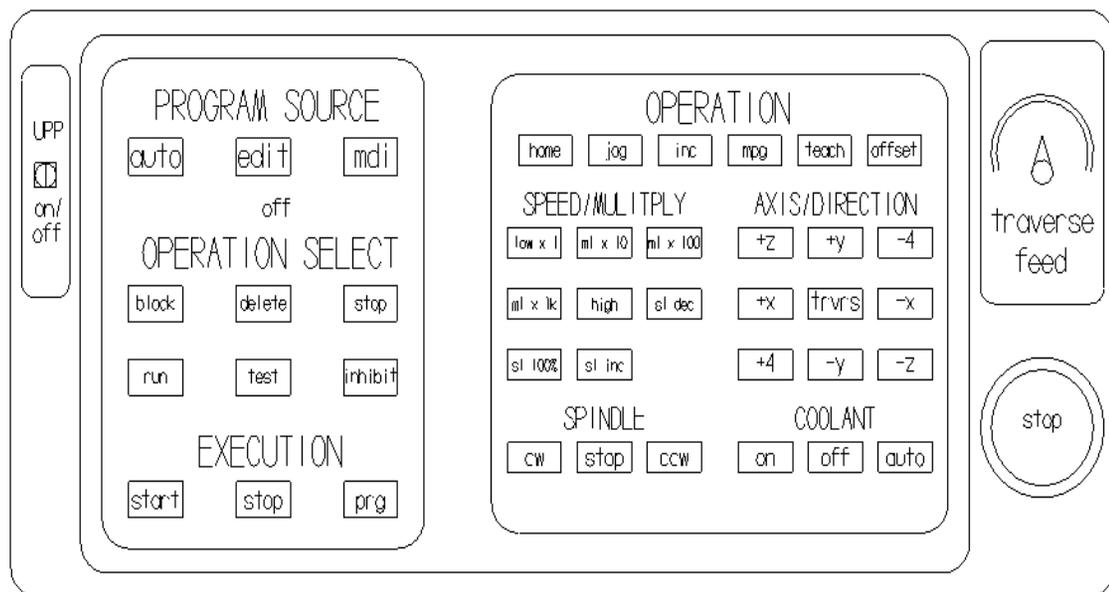
Figura 3. Teclado de edición.



A continuación tenemos el esquema del panel de operación, el cual está dividido en cuatro secciones, las cuales son: unidad de protección de programas, panel de operación automática, panel de operación manual y paro de emergencia y sobre recorrido de avance manual.

La unidad de protección de programas tiene la función de proteger contra borrado accidental a los programas almacenados en la máquina.

Figura 4. Panel de control



1. Unidad de protección de programas

Cuando se encuentra en la posición **ON**, protege los programas. Cuando se encuentra en posición **OFF**, permite la edición completa de programas.

2. Panel de operación automática

Tabla IV. Fuente del programa

FUENTE DEL PROGRAMA	
AUTO	Se selecciona para ejecutar un programa
EDIT	Se selecciona para editar un programa
MDI	Se selecciona para introducir y ejecutar un solo bloque de información

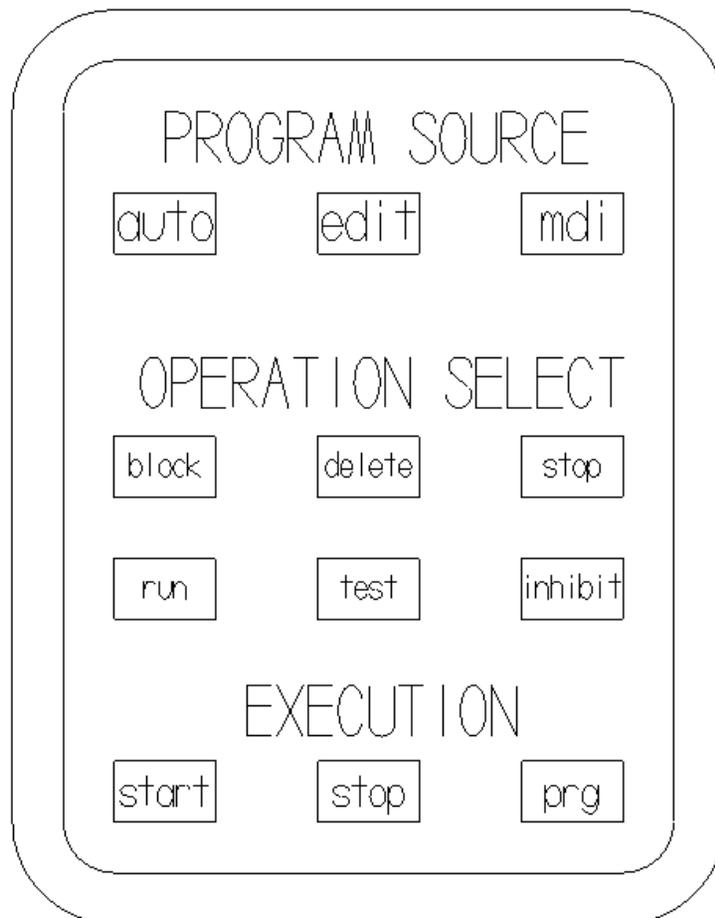
Tabla V. Selección de la operación

SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN	
BLOCK	Permite la ejecución del programa bloque por bloque
DELETE	Cuando se ejecuta un programa se ignoran aquellos bloques que incluyan el signo / al inicio del bloque
STOP	Se usa conjuntamente con la instrucción M01 para programar un paro opcional del programa
RUN	Prueba del programa. Esta prueba consiste en ejecutar el programa a una velocidad constante
TEST	Prueba del programa. Esta prueba consiste en ejecutar el programa ignorándose todas las funciones M.
INHIBIT	Prueba del programa. Esta prueba consiste en ejecutar el programa inhibiendo todos los ejes

Tabla VI. Ejecución

EJECUCIÓN	
START	Inicia la ejecución de un programa o un bloque
STOP	Paro del programa
PRG	Paro del programa después de ejecutarse el bloque donde el paro ha sido ordenado

Figura 5. Panel de operación automática



3. Panel de operación manual

Tabla VII. Operación

OPERACIÓN	
HOME	Es lo que se conoce como “cero máquina”, es decir, manda la herramienta hacia esa posición.
JOG	Mueve los ejes al avance colocado en el VERRIDE
INC	Mueve los ejes en incremento de 0.001, 0.01 y 1
MPG	Generador de pulso manual (Control manual electrónico)
TEACH	Introduce la posición actual de la máquina dentro del programa
OFFSET	Registra la posición actual de desplazamiento para introducir los OFFSET's de la herramienta

Tabla VIII. Multiplicador de avance

MULTIPLICADOR DE AVANCE	
LOW X 1	Selecciona para modificar el modo incremental en modo INC JOG o de la manivela
ML x 10	Aumenta el avance al 10%
ML x 100	Aumenta el avance al 100%
ML x 1k	Multiplicador para el modo INC JOG
HIGH	Multiplicador a máxima velocidad
SL DEC	Disminuye la velocidad del husillo (100%)
SL 100%	Regresa la velocidad del husillo al valor programado
SL INC	Incrementa la velocidad del husillo (100%)

Tabla IX. Dirección de los ejes

DIRECCIÓN DE LOS EJES	
- X	Movimiento en dirección negativa en X
- Y	Movimiento en dirección negativa en Y
- Z	Movimiento en dirección negativa en Z
TRVRS	Movimiento rápido
+ X	Movimiento en dirección positiva en X
+ Y	Movimiento en dirección positiva en Y
+ Z	Movimiento en dirección positiva en Z

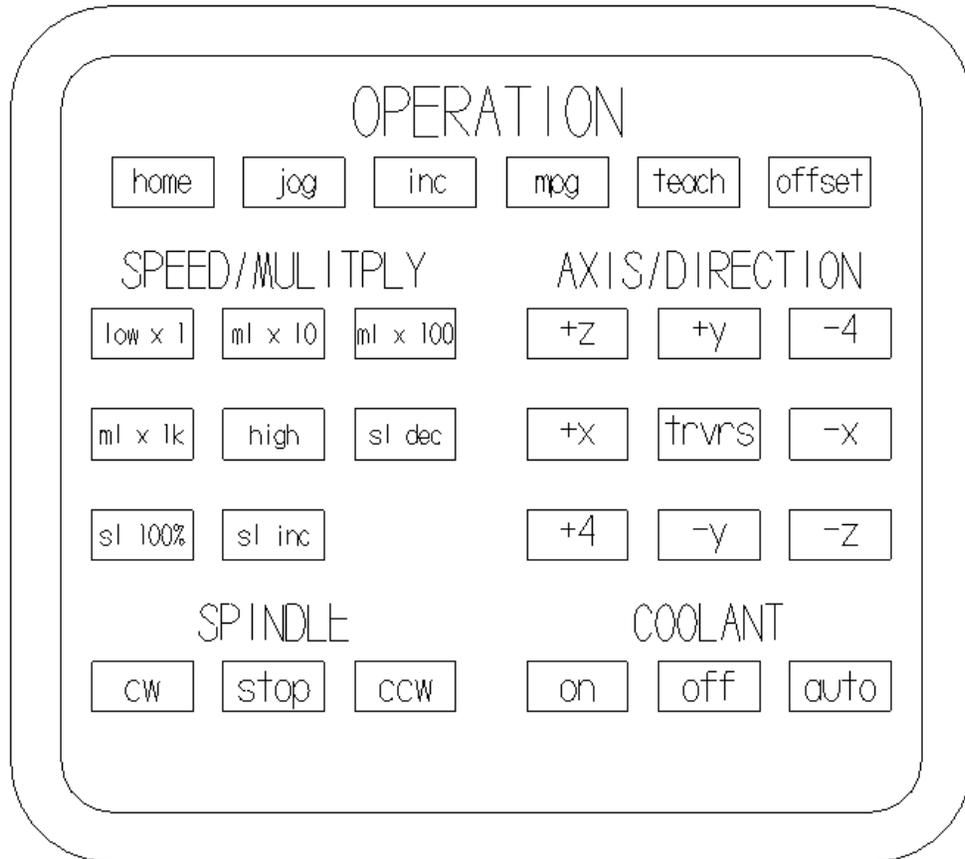
Tabla X. Husillo

HUSILLO	
CW	Giro del husillo en sentido horario
STOP	Detiene el giro del husillo
CCW	Giro del husillo en sentido antihorario

Tabla XI. Refrigerante

REFRIGERANTE	
ON	Refrigerante activado
OFF	Refrigerante desactivado
AUTO	Refrigerante operado automáticamente por el programa

Figura 6. Panel de operación manual



4. Control de velocidad y paro de emergencia

Sobre recorrido de avance manual

Sobre recorrido manual del avance del programa y movimiento rápido.

Sobre recorrido de rangos de avance y dirección de los ejes

Paro de emergencia de los motores

Corta toda la energía eléctrica de todos los motores.

Figura 7. Control de velocidad y paro de emergencia

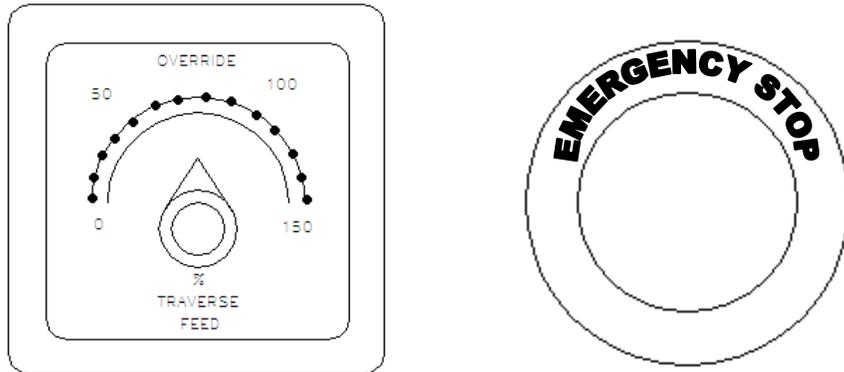
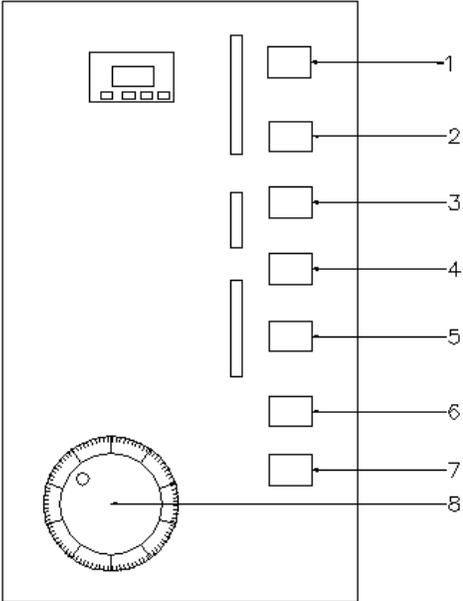


Tabla XII. Funciones manuales

FUNCIONES MANUALES	
1. Encendido	Enciende la fresa del cnc
2. Apagado	Apaga la fresa del cnc
3. Liberar herramienta	Suelta manualmente herramienta del porta herramientas
4. Giro en sentido contrario a la manecilla del reloj	Realiza un avance en el carrusel de herramientas en dicho sentido
5. Giro en sentido a las manecillas del reloj	Realiza un avance en el carrusel de herramientas en dicho sentido
6. Axis limit override	Permite sobrepasar los limites de los ejes
7. Guard override	Quita la protección de sobrepaso de los ejes
8. Manivela	Mueve algunos de los ejes de forma similar a una manivela de una maquina convencional

Figura 8. Controles de funciones manuales



NOTA: Antes de encender una máquina CNC se tiene que verificar si tiene las condiciones necesarias para trabajar, presión y niveles de aceite.

Figura 9. CNC



1.8.2 Tipos

- Tornos
- Fresadoras
- Centros de Maquinado
- Taladradoras

1.8.3 Aplicaciones

El CNC se utiliza para controlar los movimientos de los componentes de una maquina por medio de números. Las maquinas y herramientas con control numérico se clasifican de acuerdo al tipo de operación de corte.

Un nuevo enfoque para optimizar las operaciones de maquinado es el control adaptativo, mientras el material se esté maquinando, el sistema detecta las condiciones de operaciones como la fuerza, temperatura de la punta de la herramienta, rapidez de desgaste de la herramienta y acabado superficial. Convierte estos datos en control de avance y velocidad que permita a la maquina a cortar en condiciones óptimas para obtener máxima productividad. Se espera que los controles adaptativos, combinados con los controles numéricos y las computadoras, produzcan una mayor eficiencia en las operaciones de trabajos con los metales.

2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA (Fase de Investigación)

2.1 Moldes de aluminio

Los moldes para plásticos se construyen de diversas maneras, en función de la forma de la pieza que se quiere obtener, por lo general son moldes partidos, si la pieza es de revolución y simétrica, lo más común es que sea de macho (núcleo) y hembra (matriz), de lo contrario tendrá múltiples partes que se ensamblan para el cierre y llenado del molde y se abren para el desmolde de la pieza.

Para la elaboración de envases de plásticos se hace uso del método de Soplado, A continuación se describen detalladamente haciendo uso de la Máquina Sopladora. El moldeo por soplado es un proceso discontinuo de producción de recipientes y artículos huecos, en donde una resina termoplástica es fundida, transformada en una preforma hueca y llevada a un molde final en donde, por la introducción de aire a presión en su interior, se expande hasta tomar la forma del molde, finalmente es enfriada y expulsada como un artículo terminado. Para la producción de la preforma, se puede considerar la mitad del proceso como conjunto utilizando el proceso de extrusión, permitiendo que el proceso de Soplado se divida en dos grupos distintos: inyección o Soplado y Extrusión.

El proceso tiene la ventaja de ser el único para la producción de recipientes de boca angosta. Para el proceso Extrusión-soplo, la producción de la pieza final no requiere de moldes muy costosos. Otra ventaja es la obtención de artículos de paredes muy delgadas con gran resistencia mecánica.

Operativamente permite cambios en la producción con relativa sencillez, tomando en cuenta que los moldes no son voluminosos ni pesados. Prácticamente el moldeo de cualquier recipiente se puede lograr por medio del proceso de Soplado, siendo el único para la producción de recipientes de cuello angosto de alto consumo en industrias como la alimenticia, cosmética y química. El proceso se encuentra en franco crecimiento, bajo la necesidad de abastecer a un mercado de alimentos también en constante auge.

Para la obtención de artículos huecos por esta vía, la resina polimérica es alimentada a la Tolva de un extrusor; de ahí pasar al interior del Cañón, se plastifica y homogeneiza por medio del Husillo con los pigmentos y otros aditivos que también hayan sido alimentados, siendo únicamente restringido el uso de cargas o refuerzos, ya que estos últimos generalmente provocan la ruptura de las paredes del artículo cuando está en la etapa de Soplado.

El material ya homogéneo y completamente plastificado, pasa al dado que, de manera similar a la Extrusión de tubería, produce una preforma tubular con dimensiones de pared controladas para la pieza final cumpla con las dimensiones de espesor requeridas.

La producción de esta preforma debe ser invariablemente vertical y descendente, ya que no existe ninguna guía que pueda ofrecerle alguna otra orientación, mientras que el tiempo empleado desde que comienza a salir del dado hasta que tiene la dimensión precisa para continuar con el ciclo, está limitado al momento en que la primera porción de plástico extruido se enfríe, perdiendo características para ser moldeado. Llegando a la longitud de preforma óptima, que es ligeramente mayor a la longitud del molde que forma la pieza final, entra en acción el mecanismo que cierra las dos parte del molde para dejar confinado la preforma en éste.

Durante su movimiento, el molde además de rodear la preforma, lo prensa por uno de sus extremos provocando el sellado de las paredes del tubo, debido a que el plástico se encuentra aún arriba de su temperatura de reblandecimiento. El diseño del molde puede incluso cortar el material sobrante por debajo de éste, formando así, la característica línea o costura en la base de todo recipiente obtenido por Extrusión-soplo.

El otro extremo de la preforma permanece abierto, pues es necesario para las etapas posteriores.

En la tercera fase del proceso se introduce una boquilla por el extremo abierto del molde y en el interior de la preforma, se inyecta aire a presión, obligando a la preforma a extenderse hasta alcanzar las paredes del molde, donde se enfría y conserva la forma interior del molde. La boquilla de inyección del aire crea al mismo tiempo la estructura final de la boca y cuello del recipiente.

Es importante señalar que durante el proceso de expansión de la preforma hacia las paredes del molde, el espesor de la pared sufre una reducción por el aumento del área superficial.

En la última fase del ciclo de Soplado, el molde se separa exponiendo al recipiente terminado a una temperatura en que es estable dimensionalmente, para ser entonces expulsado por su propio peso o por el aire a presión que aún se encuentra en su interior. Generalmente, el tiempo invertido en la dos últimas etapas tarda lo suficiente para que en el dado haya extruído y Soplado una nueva preforma, siendo necesario que el molde recién liberado del producto tenga que moverse hacia la recepción del nuevo material, para iniciar un nuevo ciclo productivo.

2.1.1 Tipos

El moldeo de los plásticos consiste en dar las formas y medidas deseadas a un plástico por medio de un molde. El molde es una pieza hueca en la que se vierte el plástico fundido para que adquiera su forma. Para ello los plásticos se introducen a presión en los moldes, el tipo de molde a fabricar varia dependiendo del numero de cavidades deseadas, este numero se establece en base a la producción que se desea realizar, pudiendo ser simple, doble o triple. Estos moldes están compuestos de elementos adicionales al momento de terminar de maquinarlos en el CNC, estos componentes adicionales que se deben de fabricar son los pines para unir las dos cavidades del molde (macho y hembra), así como también insertos de rosca, y guillotinas, haciendo variar así el tiempo de producción de cada uno de los moldes que se fabrican.

2.1.1.1 Cavidad Simple

Un molde se puede fabricar de una cavidad cuando la cantidad de unidades a producir es baja. Siendo los más rápidos de fabricar debido la corta duración del maquinado en el CNC, así como el número partes auxiliares que necesita, ya que solo se deberá de fabricar un inserto de rosca una guillotina y cuatro pines para su cierre final.

Figura 10. Molde aluminio cavidad simple



2.1.1.2 Cavity doble

Los moldes dobles, se utilizan con frecuencia para producciones medias, o las que son grandes pero no continuas, ya que facilita lograr el número de unidades requeridas, y se puede almacenar con facilidad sin que ocupe demasiado espacio. El tiempo de maquinado es mayor que el de una cavidad, así como el número de partes auxiliares que se requiere será de dos insertos de rosca, dos guillotinas y cuatro pines, por lo que el tiempo para su cierre final aumentara.

Figura 11. Molde aluminio cavidad doble



2.1.1.3 Cavidad triple

Estos moldes son los utilizados para las producciones más grandes, debido a que ahorra una gran cantidad de tiempo al elaborar tres envases al mismo tiempo, su elaboración es la más complicada y trabajosa, el tiempo que toma maquinarlo en el CNC es mayor al de los otros dos tipos de moldes, y se requiere de un mayor número de partes auxiliares entre las cuales esta para este caso tres insertos de rosca, tres guillotinas y cuatro pines, así como también por su estructura se extiende el tiempo necesario para el cerrado final.

Figura 12. Molde aluminio cavidad triple



2.2 Volumen de cavidades

Además de masa, los cuerpos tienen una extensión en el espacio, ocupan un volumen, el volumen de un cuerpo representa la cantidad de espacio que ocupa su materia y que no puede ser ocupado por otro cuerpo, ya que los cuerpos son impenetrables, el volumen también es una propiedad general de la materia y, por tanto, no permite distinguir un tipo de materia, una sustancia, de otra, ya que todas tienen un volumen. El volumen que se medirá en las cavidades servirá para saber exactamente cuanto contendrá cada uno de los embases que van a ser producidos con el molde para soplado, siendo este uno de los datos mas importantes que se necesita para la elaboración tanto del diseño inicial de un molde, como para el maquinado del mismo.

2.2.1 Cálculo de volumen de la cavidad

Para el cálculo del volumen de una cavidad se utilizan dos métodos, siendo estos el cálculo del volumen por medio de programas de computadora y la utilización de una probeta, el cálculo de volumen por programas de computadora consiste en que después de tener la pieza diseñada se utilizan comandos para seleccionar todas las superficies que contiene el diseño y calcular el volumen que contendrá sobre ellas, tomando en cuenta para esto el factor de contracción que tendrá el plástico que se utilizará para la fabricación del envase.

Figura 13. Probeta para cálculo de volumen en una cavidad.



2.3 Procesos actuales

En la empresa se han desarrollado moldes para soplado de aluminio durante mucho tiempo, y conforme ha ido transcurriendo el mismo se han logrado mejoras en los procesos de diseño y fabricación en los moldes.

El proceso para la fabricación de un molde comienza con la necesidad de un nuevo modelo ya sea para lanzar un producto nuevo al mercado o para sustituir una línea existente de algún producto, este paso lleva a la realización de un diseño nuevo, o modificación del existente.

A continuación se describen los procesos existentes en la empresa para la elaboración de un molde de soplado:

Este procedimiento se elaboro con el propósito de crear un orden para las diferentes actividades que se realizan en la fabricación de un molde de soplado, desde su diseño y maquinado hasta la entrega del molde a el departamento de producción.

- Se debe de tener una ficha técnica con todos los datos que el cliente solicita en el diseño, principalmente, volumen contenido dentro del envase, peso que se necesita para el envase, material con el que será fabricado el envase, así como también el tipo de tapa que utilizara y si llevara serigrafía o etiqueta.
- Con base a los datos anteriores y con ayuda de una muestra física de un envase o una imagen se procede a la realización del diseño, tomando en cuenta que para calcular el volumen del envase se debe de tomar en cuenta el peso del envase, sumándole al volumen solicitado por el cliente el peso del envase, tomando cada gramo de peso del envase como un mililitro (por ejemplo, si el volumen solicitado es de 250 mililitros y el peso del envase es de 25 gramos, entonces, el volumen que debe de poseer el envase en su totalidad será la suma de $250 + 25$ lo que nos dará como resultado un volumen total de 275 mililitros).
- Cuando el diseño se encuentra terminado se procede a enviar fotografías al cliente para darle muestras del nuevo producto, las cuales el cliente examinara y decidirá si aprueba o no el diseño.

- Aprobado el diseño por parte del cliente se procede a realizar una modelo en madera el cual se fabricara en el CNC.
- Después de terminar de maquinar la cavidad en madera se procede a la realización de un yeso para dar una presentación física al cliente, la cual no es mas que rellenar la cavidad que se ha maquinado en el CNC con una mezcla de yeso en polvo y agua, que al secar mostrara exactamente la forma del diseño.
- Cuando se da la aprobación del nuevo diseño en yeso se procede a complementar el diseño, para poder fabricarlo en aluminio.

Para realizar un molde en aluminio se deben de tener varias consideraciones que servirán para que al momento de maquinarlo en el CNC se asegure que no variara su forma con respecto al modelo presentado en yeso.

1. Factor de contracción, con este se asegura que no cambiara de tamaño del diseño al momento producir el molde, debido a que el plástico pasa a forma liquida y es ingresado a las maquinas para que después sea soplado hacia el molde, durante este proceso el plástico hace cambios en su temperatura, al momento de ser soplado el plástico se adhiere a las paredes del molde, enfriándose rápidamente toma la forma que posee el molde y en este cambio de temperatura sufre una contracción que debe ser calculada para evitar cambios drásticos en el volumen, tomando en cuenta que cada uno de los materiales con que se trabajan los envases es distinto se toman en cuenta estos distintos parámetros por cada tipo de material

- hdpe: 1.8 - 2 %
- p.p. 1.2 - 1.5 %
- pvc. 0%

2. Cavidades, las cavidades se realizaran en base al diseño que se solicito para la realización de estas se comienza con la selección del tamaño del material, el cual se cortará de una plancha de aluminio, según se necesite.

Figura 14. Planchas de aluminio



Después de contar con el material necesario para la fabricación del molde se procede a la realización de agujeros para sujetarlo a placa del CNC, esto consta de realizar dos agujeros para guías y dos para tornillos, en las guías se colocan dos pines que se introducirán en los agujeros guías de la placa sujetadora.

Figura 15. Agujeros para sujetar material



Contando con la pieza de material de las medidas deseadas, y con los agujeros listos se procede a montar la plancha de aluminio en la placa sujetadora montada en el CNC.

Figura 16. Placa sujetadora de material



Realizadas estas operaciones se procede a maquinar las cavidades para el nuevo molde de soplado.

Figura 17. Cavidades de un molde



3. Diseño del área donde se ajustara el fondo el envase, por su tipo de fondo puede ser:

- Final de molde con radio:

Cuando es un final de molde con radio el fondo a diseñar debe de empezar con una parte plana y se de de hacer una boca en 0.250 a 0.500 plg., de largo, esto con el fin de generar un área de ajuste del molde, esta superficie de debe de rectificar posteriormente.

Figura 18. Final de un molde con radio



- Final de molde sin radio:

Cuando es un final de molde sin radio, en el fondo se debe de fabricar el radio completo.

Figura 19. Final de un molde sin radio



4. Diseño para la cajuela de inserto de rosca y cajuela de guillotina, este consiste en dejar un área en la salida del cuello del envase, el cual será trabajado después en el área de torno y fresa para poder dar la forma necesaria a la salida del molde.

Figura 20. Área para inserto de rosca y guillotinas



5. Pines y camisas, estos son los encargados de alinear los moldes al momento de unir ambas partes para cerrar por completo el envase, su función principal es evitar traslapes entre las dos partes del molde. Se hacen a una distancia considerada de las cavidades en la fresa.

Figura 21. Pines y camisas



6. Cortadores, se fabrican en el área superior e inferior de la cavidad en el molde donde se tendrá presencia del macarrón, los cortadores cumplen la doble función de enfriar y la de cortar los excesos de material, se fabrican en la fresa.

Figura 22. Cortadores



7. Sistema de refrigeración, el sistema de refrigeración es el encargado de mantener el molde fríos cuando esta en operación, la refrigeración ayuda a que el envase contraiga de manera adecuada y ayuda a disminuir el ciclo de producción del envase, además de evitar la deformación de la cavidad del molde, estos conductos se realizan en la fresadora.

Figura 23. Sistema de refrigeración



Después de elaborar todos los procesos anteriores se obtiene finalmente las cavidades donde se producirá el envase luego se procede a la elaboración de los fondos del molde en el CNC, estos fondos podrán variar al poder ser con radio (para el final del sin radio) y sin radio (para el final del molde con radio), dependiendo de las necesidades que se tenga para cada uno de los casos, la gran diferencia entre estos dos tipos de fondo es que el fondo con radio es una cavidad, mientras que el fondo sin radio es todo lo contrario.

- Fondo sin radio:

Los fondos sin radio se utilizaran cuando la cavidad del envase ya la posea, es decir si la cavidad cuenta con un radio en su final el fondo ya no lo deberá de incluir para que puedan casar el uno con el otro.

Figura 24. Fondo sin radio



- Fondo con radio:

Los fondos con radio se utilizaran cuando la cavidad del envase no posea los mismos, es decir si la cavidad no cuenta con un radio en su final entonces se fabricara el fondo con el radio necesario para el envase.

Figura 25. Fondo con radio



2.4 Equipo que se utiliza

El equipo que se utiliza actualmente se divide en el área de CNC, el área de fresadora, y el área de torno, a continuación se describe el equipo utilizado en cada una de las áreas por separado para la elaboración de moldes.

2.4.1 Equipo para CNC

En esta sección se describen los equipos que utiliza el CNC para la fabricación de un molde de soplado.

- Dispositivos para sujeción de piezas: plato universal de 3 garras con contraplato; contrapunto y lunetas; mordaza manual.

Figura 26. Plato universal de 3 garras

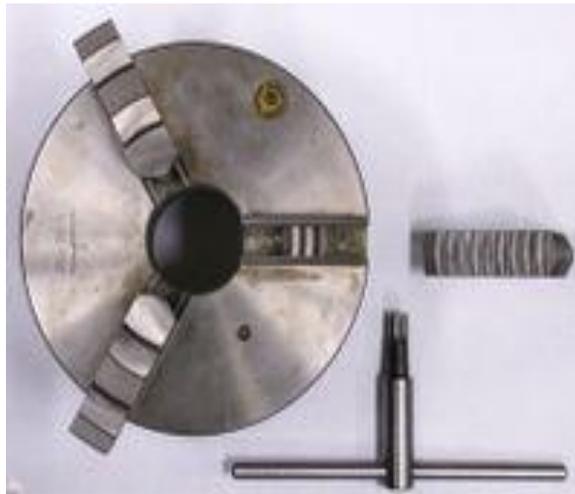


Figura 27. Mordaza manual



- Dispositivos para sujeción de herramientas: ejes porta-fresas largos y cortos, eje porta-pinzas y juego de pinzas.

Figura 28. Eje porta-fresas



Para la fijación de las piezas y los dispositivos que se utilizan, las mesas disponen de unas ranuras en forma de T en las cuales se introducen los tornillos que fijan los utillajes y dispositivos utilizados. También es posible utilizar dispositivos magnéticos que utilizan imanes.

2.4.2 Equipo para tornos

Es todo el equipo que se requiere para fabricar ciertas partes del molde que se deben de trabajar en el torno.

- Plato de Garras: Sujeta la pieza de trabajo en el cabezal y transmite el movimiento, este plato puede ser de 3 ó 4 garras, dependiendo de las aplicaciones.

Figura 29. Plato de 4 garras



Figura 30. Plato de 3 garras



- Taladro: Muchas piezas que son torneadas requieren ser taladradas con brocas en el centro de sus ejes de rotación. Para esta tarea se utilizan brocas normales, que se sujetan en el contrapunto en un porta brocas o directamente en el alojamiento del contrapunto si el diámetro es grande.

Figura 31. Taladro



- Torre de cambio rápido: Es la pieza en donde se sujetan los buriles, u otro tipo de herramienta para realizar distintos tipos de cortes o formas, se desliza transversalmente sobre el carro principal.

Figura 32. Torre de cambio rápido



2.4.3 Equipo para fresadoras

Son todos aquellos equipos o partes que se requieren para fabricar o darle forma a ciertas partes del molde que se deben de trabajar en la fresadora.

- Mesa: La mesa tiene una superficie ranurada sobre la que se sujeta la pieza a conformar. La mesa se apoya sobre dos carros que permiten el movimiento longitudinal y transversal de la mesa sobre la consola.

Figura 33. Mesa de una fresadora



- Eje portaherramientas: El portaherramientas o portafresas es el apoyo de la herramienta y le transmite el movimiento de rotación del mecanismo de accionamiento alojado en el interior del bastidor. Este eje suele ser de acero aleado al cromo-vanadio para herramientas.

- Mordazas y bridas: Para conseguir una correcta fijación de las piezas en la mesa de trabajo de una fresadora se utilizan diversos dispositivos. El sistema de sujeción que se adopte debe permitir que la carga y la descarga de las piezas en la mesa de trabajo sean rápidas y precisas, garantizar la repetibilidad de las posiciones de las piezas y su amarre con una rigidez suficiente. Además, el sistema de sujeción empleado debe garantizar que la herramienta de corte pueda realizar los recorridos durante las operaciones de corte sin colisionar con ningún utillaje. Existen dos tipos principales de dispositivos de fijación: las bridas de apriete y las mordazas, siendo estas últimas las más usuales. Las mordazas empleadas pueden ser de base fija o de base giratoria.

Figura 34. Mordaza



Figura 35. Bridas



- Boquillas y pinzas cónicas portaherramientas: Son utilizadas para sujetar las fresas o brocas en el eje portaherramientas de la fresadora, asegurando así que no haya ningún tipo de juego y exista una mayor precisión y exactitud al momento de trabajar sobre el material.

Figura 36. Boquillas para fresadora



Figura 37. Pinzas cónicas portaherramientas



2.4 Herramientas a utilizar

En este inciso se describen los distintos tipos de herramientas que se utilizan para la fabricación de un molde, en el CNC, la fresadora y el torno.

- Fresas: Se denomina fresa a una herramienta circular, de corte múltiple, usada en máquinas fresadoras para el mecanizado de piezas. Los dientes cortantes de las fresas pueden ser rectilíneos o helicoidales, y de perfil recto o formando un ángulo determinado. El número de dientes de una fresa depende de su diámetro, de la cantidad de viruta que debe arrancar, de la dureza del material y del tipo de fresa. Con la implantación masiva de Controles Numéricos Computarizados, se han diseñado fresas de una gran calidad y variedad para todo tipo de mecanizados.
- Fresas cilíndricas: Su mango es cilíndrico y se cogen a la máquina mediante pinzas especiales de apriete de acuerdo al diámetro que tenga el mango. Su forma de trabajar es parecido a la broca, no hacen agujeros sino que mecanizan ranuras. Las más empleadas de este tipo de brocas tienen 2 ó 4 labios.

Figura 38. Tipos de fresas cilíndricas



- Fresas circulares: Estas fresas tienen forma de disco con un agujero central que se acopla al eje portafresas, que le imprime el movimiento circular que tienen, suelen ser de acero rápido y la forma de los dientes les permite que sean capaces de cortar de forma frontal y lateral al mismo tiempo. Su poder de corte es mayor que el de las cilíndricas, porque tienen muchos más dientes y es más fuerte su sujeción en el eje portafresas.

Figura 39. Tipos de fresas circulares



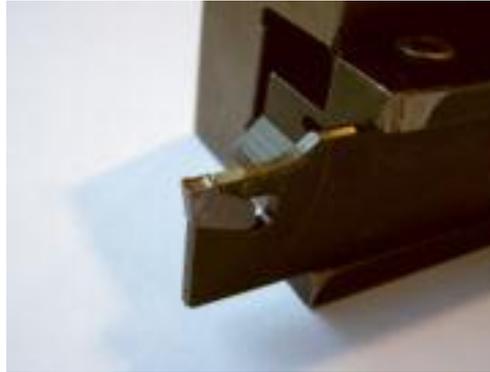
- Fresas de plato: Las fresas de plato son las fresas más populares en las fresadoras porque se emplean en las tareas de cubricaje de las piezas cúbicas, es decir la mecanización y planeado de las caras que componen las piezas cúbicas. Estas piezas a veces son de grandes dimensiones y tienen grandes superficies que tienen que ser planeadas. Para mecanizar estas piezas de gran tamaño se utilizan fresadoras con cabezal vertical, a las cuales se les acopla una fresa de plato tan grande como sea posible para mecanizar la pieza deseada de una sola pasada. Estas fresas de plato son de plaquetas de metal duro porque permiten su reposición de una forma rápida y porque pueden trabajar a velocidades de corte elevadas.

Figura 40. Fresa de plato



- Herramienta para segar Y ranurar: Se llama segado a la operación de torneado que se realiza cuando se trabaja con barra y al finalizar el mecanizado de la pieza correspondiente es necesario cortar la barra para separar la pieza de la misma. Para esta operación se utilizan herramientas muy estrechas con un saliente de acuerdo al diámetro que tenga la barra y permita con el carro transversal llegar al centro de la barra.

Figura 41. Herramienta de ranurar y segar



- Brocas: Las brocas tienen diferente geometría dependiendo de la finalidad con que hayan sido fabricadas. Diseñadas específicamente para quitar material y formar, por lo general, un orificio o una cavidad cilíndrica, la intención en su diseño incluye la velocidad con que el material ha de ser removido y la dureza del material y demás cualidades características del mismo ha de ser modificado.

Figura 42. Distintos tipos de brocas



Figura 43. Brocas de centro



- Buriles: Es una herramienta de corte o marcado formada por una barra prismática, terminada en una punta de forma variada de acero templado con un mango en forma de pomo que sirve fundamentalmente para cortar, ranurar o desbastar material en frío mediante presión.

FIGURA 44. Tipos de Buriles



3. IMPLEMENTACIÓN DE MANUAL PARA ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS (Fase técnico profesional)

3.1 Descripción de nuevos procesos

Los procesos para la fabricación de un molde de soplado se han descrito anteriormente, con la necesidad de reducir tiempos para la fabricación de estos moldes se lleva a cabo la estandarización de los procesos, para mejorar algunos y lograr un mejor rendimiento al momento de realizar el molde.

A continuación se describe cada uno de los nuevos procesos para la fabricación de los moldes así como las mejoras en los procesos actuales:

- **Diseño:** El diseño para la realización de un envase se realizara con la modificación de llevar incluido el espacio para el inserto de rosca y la guillotina, así como también los agujeros para los pines y camisas los cuales se realizaran después de las cavidades pero sin desmontar el material.
- **Montaje de las Placas:** En el montaje de las placas se realizara mediante la colocación en primer lugar de la placa sujetadora que será la que va a ir centrada para lograr así una mayor exactitud al momento de comenzar a maquinar las cavidades del molde.

- Cavidades: Para el maquinado de las cavidades se estandariza que antes comenzar a trabajarlas se rectificara completamente el material, así como que se trabajará únicamente con fresas de bola de ½ plg, 5/16 de plg, y 3/16 de plg para lograr así un mejor acabado y evitar tener que hacer cambios constantes de herramientas.
- Agujeros para pines y camisas: Los agujeros para pines y camisas se realizaran con el material en la misma posición que tiene al momento de ser maquinado, utilizando únicamente broca de centro, broca de 3/8 de plg, fresa de bola ½ plg, y fresa plana de 5/8 de plg.
- Sistema de enfriamiento: El sistema de enfriamiento para los moldes de soplado se hará mediante el montaje de una escuadra la cual posicionara el material para el molde en forma vertical y utilizando únicamente broca de centro, y fresa de 3/8 de plg de diámetro y largo de 6 plg, se realizaran los agujeros en forma vertical por toda la parte de atrás de las cavidades, haciéndose 4 conductos por cada una de las cavidades existentes en el molde.
- Fondos: Los fondos de los moldes se pueden realizar con radio o sin radio dependiendo de las necesidades o forma que deberá llevar el envase, para la realización de los fondos se debe primero rectificar el material, y en el diseño de estos se realizaran mejoras para la estabilidad de los envases al momento de ponerlos de pie.
- Cortadores: Se fabricaran al terminar de colocar insertos de rosca y guillotinas en el molde y se trabajaran en el CNC para ahorrar así tiempo en su fabricación.

3.1.1 Descripción de componentes

Dentro de los componentes para realizar un molde se soplado encontramos:

- **Duraluminio:** Los duraluminios son un conjunto de aleaciones de forja de aluminio, cobre (0,45%-1,5%) y magnesio (0,45%-1,5%) así como manganeso (0,6%-0,8%) y silicio (0,5%-0,8%) como elementos secundarios. Pertenecen a la familia de las aleaciones aluminio-cobre. Presentan una elevada resistencia mecánica a temperatura ambiente, sin embargo, su resistencia a la corrosión, soldabilidad y aptitud para el anodizado son bajas.
- **Acero K-100:** Este acero presenta excelente tenacidad, lo cual hace que tenga un excelente rendimiento en la fabricación de herramientas de corte, herramientas para la técnica de estampado, fresas para madera altamente exigidas, cuchillas de guillotinas para corte en frío de chapas, cuchillas y mandíbulas para la fabricación de clavos, herramientas para laminar roscas, herramientas para estirar, para embutición profunda, para extrusión en frío, de prensar en la industria farmacéutica y cerámicas, para medición, para moldes de material plástico y cilindros de trabajos en la industria de cubiertos.
- **Acero DF-2:** Por su gran diversidad de aplicaciones es considerado de uso general para la fabricación de herramientas de corte y conformado. Buena dureza superficial y resistencia al desgaste, maquinabilidad y fácil templabilidad.

- Cold Rolled: Acero para usos diversos en la construcción de maquinaria y partes, diferentes acabados y características para tratamientos térmicos y cementación. Acero al 0.18% de carbono, estirado en frío para usos generales.
- Barra perforada: Tubo de acero al carbono sin soldadura laminado en caliente, para uso mecánico y estructural.

3.1.2 Equipo necesario para la fabricación del molde

Dentro de los equipos necesarios para la fabricación de un molde se consideran los mencionados con anterioridad para CNC, torno y fresadora, estandarizando los siguientes:

- Fresa de bola de $\frac{1}{2}$ plg de diámetro, para desbaste de cavidades.
- Fresa de bola de $\frac{5}{16}$ plg de diámetro para semiacabado de cavidades.
- Fresa de bola de $\frac{3}{16}$ plg de diámetro para acabado de cavidades.
- Fresa de plato de $2 \frac{1}{2}$ plg de diámetro para rectificar material.
- Fresa de $\frac{1}{2}$ plg, con un ángulo de 45° para hacer cortadores.
- Broca de centro para marcar agujeros.
- Broca de $\frac{3}{8}$ para perforar sistema de refrigeración.

3.2 Incorporación de procesos de estandarización

La incorporación de los procesos de estandarización se produce por la fuerte demanda del mercado y la necesidad de hacer mas productivos ciertos puntos de la empresa para poder llevar a cabo una mayor cantidad de producción en el menor tiempo posible, todos estos nuevos procesos y secuencias de los mismo se llevaran a cabo en un orden lógico para que la elaboración del molde se vuelva mas sencilla y eficaz.

3.2.1 Planificación de operaciones

La planificación de operaciones se separa en tres partes principales, primero operaciones del diseño, segundo operaciones de maquinado del molde, y tercero las operaciones de cierre del molde.

- Diseño: Aquí se describen los procesos que se llevan a cabo desde que se recibe la solicitud por parte del cliente para elaborar un envase nuevo, hasta el momento en que se le solicita que lo apruebe para su elaboración en aluminio, tomando el tiempo en días.

Tabla XIII. Tiempo de operaciones de diseño

ACTIVIDAD	TIEMPO EN HORAS
1. Recepción de ficha de trabajo	1
2. Elaboración del diseño	40
3. Aprobación del diseño	Indefinido
4. Elaboración de madera	20
5. Elaboración de yeso	6
6. Aprobación de yeso	Indefinido

- Maquinado: En esta parte se indican los tiempos que se necesitan desde que el cliente aprueba el modelo en yeso hasta el momento de entregar todas las partes del molde que se pueden trabajar en el CNC, describiendo el tiempo necesario para realizar cada una de las operaciones en días, este es el segundo paso antes de proceder al cierre del molde.

Tabla XIV. Tiempo de operaciones de maquinado

ACTIVIDAD	TIEMPO EN HORAS
7. Elaboración de programas de maquinado	3
8. Preparación de material para cavidades	6
9. Maquinado de cavidades	25
10. Maquinado de agujeros para pines y camisas	1
11. Maquinado de sistema de enfriamiento	1
12. Maquinado de Fondos	16

- Cierre del molde: Después de haber concluido con todas las partes maquinadas en el CNC, cavidades con cajuelas, agujeros para pines y camisas, sistema de enfriamiento y fondos, se procede a la entrega de todas estas al personal de torno y fresadora los cuales se encargaran de cerrar el molde, lo que consiste en colocar todas las partes adicionales al molde, desde los tornillos que sujetan partes como fondos, hasta pulirlo y arenarlo y armarlo completamente, para entregarlo al departamento de producción en un estado optimo para ingresar en las sopladoras, estos tiempos se calcula en horas.

Tabla XV. Tiempo de operaciones de cierre de un molde

ACTIVIDAD	TIEMPO EN HORAS
13. Ajuste de agujeros de pines y camisas	4
14. Colocación de pines falsos	2
15. Preparación de material para guillotinas	8
16. Colocación de pines y camisas	2
17. Escuadre del molde	4
18. Rectificación en cajuelas e insertos de rosca	6
19. Fabricación de insertos de rosca y guillotinas	10
20. Comunicación del sistema de enfriamiento	16
21. Ajuste de fondos	12
22. Comprobación del sistema de enfriamiento	4
23. Colocación y ajuste de guillotinas e insertos de rosca	8
24. Elaboración de roscas	24
25. Rectificación del molde	4
26. Salidas de Aire	2
27. Armado parcial del molde	4
28. Temple y revenido de pines, camisas y guillotinas	6
29. Realización de cortadores	3
30. Armado final del molde	4
31. Inspección final	4

3.2.2 Definición de la cantidad de operadores

El número de operadores, se define haciendo un diagrama de las operaciones, basado en la planificación de operaciones. Las operaciones realizadas por el técnico 1 son en el torno, técnico 2 en la fresadora, técnico 3 en CNC, diseñador en computadora.

Figura 45. Diagrama de operaciones de proceso

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Empresa: Plásticos Roswer S.A.
Proceso: Diseño, maquinado y cierre de moldes
Inicia: Recepción y diseño de ficha de trabajo
Termina: Inspección final del molde

Método: Actual
Analista: Marco Monzón
Fecha: 10 de marzo del 2008
Página: 1/3



DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Empresa: Plásticos Roswer S.A.
Proceso: Diseño, maquinado y cierre de moldes
Inicia: Recepción y diseño de ficha de trabajo
Termina: Inspección final del molde

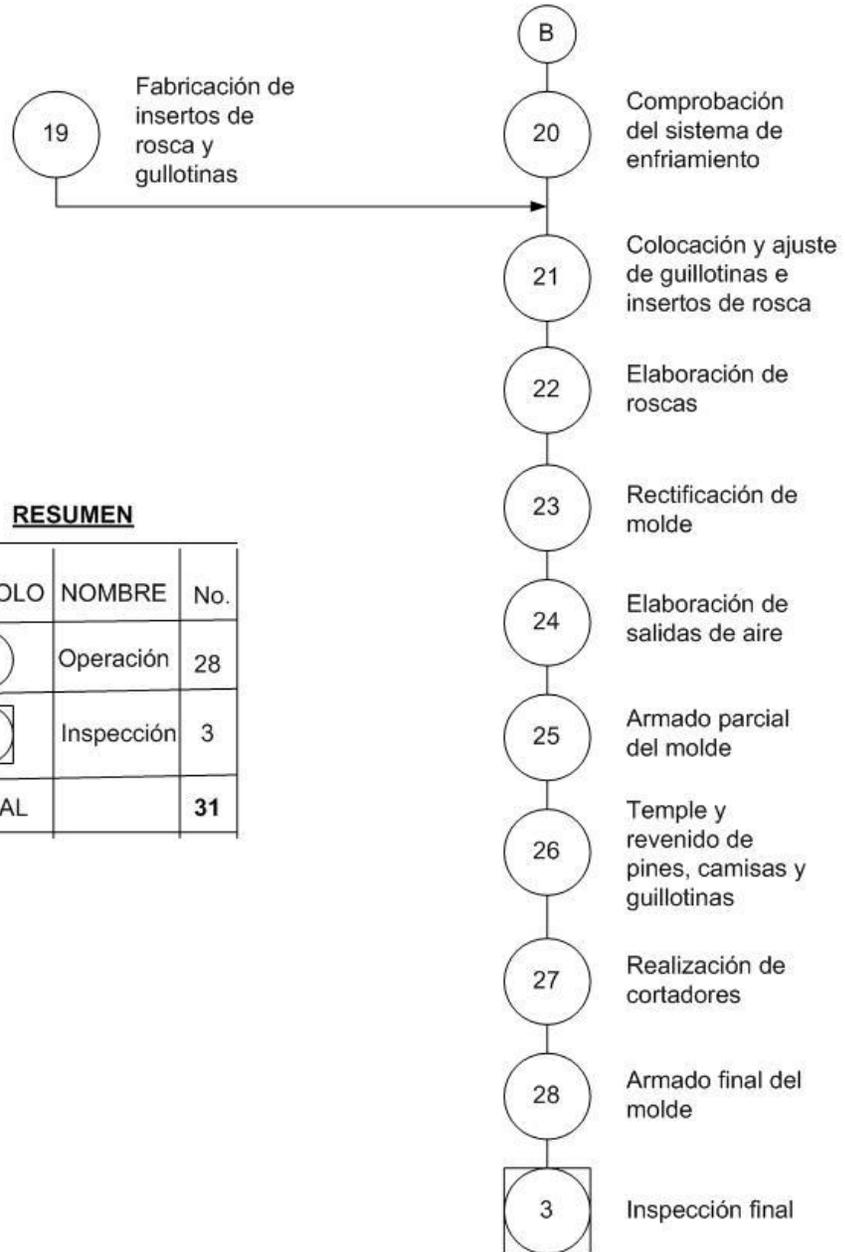
Método: Actual
Analista: Marco Monzón
Fecha: 10 de marzo del 2008
Página: 2/3



DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

Empresa: Plásticos Roswer S.A.
 Proceso: Diseño, maquinado y cierre de moldes
 Inicia: Recepción y diseño de ficha de trabajo
 Termina: Inspección final del molde

Método: Actual
 Analista: Marco Monzón
 Fecha: 10 de marzo del 2008
 Página: 3/3



3.3 Desarrollo de moldes

3.3.1 Diseño

Para el diseño del molde se debe de considerar el color de la pieza, adornos, insertos metálicos, espesor de las paredes, conicidad de las paredes para facilitar el desmolde, conviene evitar bordes y salientes agudos, las curvas irregulares son difíciles de mecanizar, las superficies planas o grandes tienen el inconveniente de presentar alabeos por la contracción, lo que da a lugar a superficies irregulares y acabados rugosos, para evitar esto se deben reforzar las paredes con salientes suaves, nervios, filetes en el encuentro de las paredes.

Las paredes no deben de ser muy delgadas que puedan romperse. Los plásticos se pueden moldear teniendo en cuenta la no existencia de cambios brusco de espesores para evitar concentraciones de tensiones. Paredes de casi igual espesor curan de manera uniforme. Es recomendable en las paredes largas o altas, que el fondo, por donde generalmente se inicia el llenado sea más grueso que la parte superior, para facilitar el desmolde y evitar la concentración de tensiones.

El diseño, construcción de moldes para plásticos y el moldeo requiere cierta experiencia y constituye una técnica, a lo que debemos agregar ingenio, sentido común y el conocimiento teórico cuando es necesario resolver impases. Para producir agujeros en la pieza a moldear es conveniente emplear pasadores desmontables, en lugar de construir el molde con los machos fijos, por la dificultad de construcción por mecanizado. Es común ubicar insertos metálicos para roscas interiores, espárragos, soportes, etc. Se deberá de tener cuidado en el anclaje de los mismos mediante ranuras, recalcados o agujeros, se debe de evitar masas de metal excesivamente grandes.

En el moldeo por soplado para la elaboración de altos volúmenes de producción con una excelente calidad, es indispensable un molde de buenas cualidades, con una elaboración muy precisa, y duración aceptable. Los dos pasos más importantes en la producción de una pieza plástica son el diseño de la pieza y el diseño del molde. La tarea principal del molde para soplado es recibir y distribuir el material plástico fundido, para ser formado y enfriado y posteriormente expulsar la parte moldeada.

Al diseñar el molde para soplado conviene tener en cuenta las consideraciones siguientes a parte de las consideraciones antes mencionadas:

- Conocer perfectamente el plano de la pieza a moldear, establecer las líneas de partición, zona de entrada, lugar de los cortadores y detalles del molde que puedan facilitar su construcción.
- A partir de las especificaciones del termoplástico, hay que tener en cuenta su contracción, las características de flujo y abrasión y los requisitos de calentamiento y enfriamiento.

Son muchos los puntos que deben de ser tomados en cuenta para la construcción de un molde, los cuales nos sirven para determinar el mejor diseño para cada envase, tomando en cuenta la modificación de trabajar el área para inserto de rosca y guillotina como parte de la cavidad se debe realizar según las dimensiones que se necesiten para cada uno de los moldes según el tipo de tapa que necesiten, así como los conductos del sistema de enfriamiento y los cortadores necesarios para el molde. Una vez determinado el diseño y aprobado se procura a determinar las dimensiones del material que se necesitara para el molde nuevo el cual deberá ser cortado y preparado para ser montado en el CNC.

3.3.2 Montaje de placas

El montaje de placas se debe realizar en el CNC, como se describió anteriormente se cuenta con una placa sujetadora del material la cual se coloca en el CNC, y se precede a centrarla, el método que se utiliza para centrar la placa sujetadora es muy sencillo, ya que cuenta con agujero de 0.5 plg., de diámetro en el centro, con esto se coloca una barra de 0.5 plg., de diámetro en el portaherramientas del CNC y se coloca exactamente sobre el agujero, al momento de que la barra logra ingresar en el agujero de la placa sujetadora se ha logrado centrar la misma. Después de centrar la placa sujetadora se procede a sujetar el material que se ha de trabajar en el CNC, sujetado por medio de tornillos.

Figura 46. Material para ser sujetado, placa sujetadora y portaherramientas



3.3.3 Cavidades

Las cavidades es la parte mas importante de un molde, ya que dará la forma del envase, así como su volumen, los moldes se pueden fabricar de una, dos o tres cavidades, dependiendo de las necesidades de producción para las que se fabrique cada molde, estas necesidades van a depender del numero de envases requeridos por el cliente y de cada cuanto tiempo los solicite. La cavidad es el primer paso después de realizar un nuevo diseño para algún envase, comenzando así con la fabricación del nuevo molde ya que con va se a estas cavidades se acondicionan los fondos y el sistema de enfriamiento antes de entregarlo para realizar la producción.

Antes de comenzar a maquinar las cavidades se debe de rectificar el material para conseguir así que la cavidad sea uniforme en cada todos su contorno, la realización se realiza después de que el material se a colocado en las placas sujetadora, se coloca una fresa de plato en un eje portafresas poniendo en funcionamiento el CNC por medio de los controles manuales, posicionándose sobre el material se procede a reducir la parte superior del mismo a razón de 0.05 plg., hasta que el material quede completamente liso en toda la superficie donde se maquinaran las cavidades.

Las cavidades se comenzaran maquinar con fresa de bola de $\frac{1}{2}$ plg, de diámetro, para hacer un desbaste en el material, siguiendo un semiacabado con una fresa de bola de $\frac{5}{16}$ plg., de diámetro y terminando con un acabado que se realizara con una fresa de bola de $\frac{3}{16}$ plg., de diámetro, dentro de las consideraciones que se deben de tomar al momento de poner en funcionamiento el CNC están, que se debe comenzar con una velocidad de funcionamiento para que las fresas ingresen en el material y se va aumentando gradualmente hasta llegar a la velocidad normal de maquinado.

Figura 47. Cavidades maquinadas con cajuelas para insertos y guillotina



3.3.4 Agujeros para pines y camisas

Los pines y camisas sirven como guía para unir las dos partes del molde, agujeros para los pines y camisas se incluirán en el diseño de las cavidades siendo de un diámetro máximo de 5/8 de plg., se hará un programa para ingresarlo en el CNC, para estos agujeros se utilizará una broca de centro que debe de bajar 0.125 de plg., en el material, luego utilizara una broca de 3/8 de plg., de diámetro que baja 1.750 plg., de 0.1 plg en 0.1 plg., se utiliza una fresa de bola de 1/2 plg., para bajar una profundidad de 1 plg., y se finaliza con una fresa plana de 5/8 de plg., la cual baja 1 plg., con esto se termina de hacer el agujero donde se colocaran los pines y camisas para los moldes.

Figura 48. Cavidades con pines y camisas



3.3.5 Sistema de enfriamiento

Este sistema es el encargado mantener frío el moldes durante el proceso de producción, este sistema constara de 4 conductos para la circulación del agua colocados en forma paralela, y conectados entre si por conductos perpendiculares, su elaboración será realizada en el CNC, mediante el montaje de una escuadra que se colocara después de terminadas las cavidades en lugar de la placa sujetadora, con lo que se podrá colocar el molde en forma vertical.

Se utiliza una broca de centro y seguidamente una broca de 3/8 de diámetro y de 6 plg., de largo para perforar los conductos a lo largo del molde, los agujeros se colocan alrededor de la cavidad a una separación máxima de 0.750 plg., al centro de la broca.

En el programa de diseño, se programa la profundidad de los agujeros, la cual depende de la altura del molde, generalmente el agujero debe llegar a la altura de la cajuela del inserto de la rosca, los conducto de agua se maquinan por la parte inferior de las cavidades de los dos lados del molde.

Se programa primero una broca de centro, que profundice -0.125 plg., respecto al cero del eje Z, después de programa la broca de 3/8 plg., la cual a través de la función drill, deberá bajar la profundidad determinada, a razón de 0.1 plg., en 0.1 plg., hasta dar la profundidad estipulada, para los diferentes tipos de moldes a producir, así como de las necesidades que cada uno de ellos tenga.

Figura 49. Vista de sistema de enfriamiento realizado en CNC

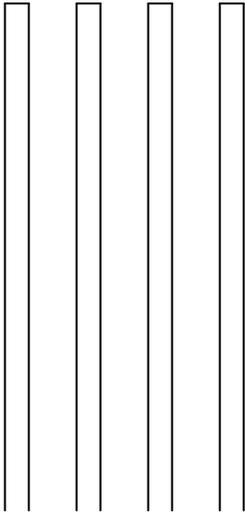
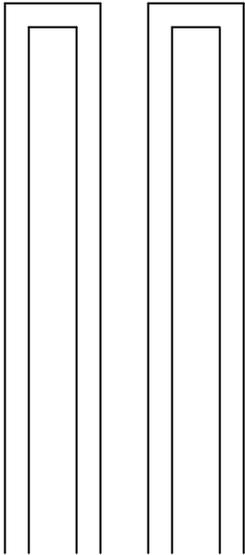


Figura 50. Sistema de enfriamiento con conductos perpendiculares



3.3.6 Fondos

Después de terminadas las cavidades con sus respectivas cajuelas y sistema de enfriamiento, se procede a la realización de los fondos, para esto se vuelve amontar la placa sujetadora y se colocara el material para los fondos que cuenta con los mismo agujeros y espacio para poner que la plancha de aluminio con la que fabricaron las cavidades, de la misma forma que el material para las cavidades se procede a rectificarlo con una fresa de plato antes comenzar a maquinarlo.

Para la realización de los fondos se desarrolla un diseño, teniendo en cuenta que estos pueden ser con radio o sin radio dependiendo de la forma de la cavidad así como de las necesidades que tenga el envase para ponerse en pie, en base a las modificaciones para los moldes, en el diseño se realiza un desnivel en la parte donde el envase se pondrá de pie, con esto se logra una mejor estabilidad en los envases, esto consta de hacer que en las partes donde se van a unir las dos partes del molde se encuentre un desnivel el cual al momento de soplar el molde haga que el fondo no sea plano si que tenga una pequeña curvatura, después se realizara un programa el cual es ingresado en el CNC.

Para maquinar el fondo se utilizara la misma secuencia de fresas que para las cavidades comenzando con un desbaste con una fresa de bola de $\frac{1}{2}$ plg., de diámetro, siguiendo con un semiacabado con una fresa de bola de $\frac{5}{16}$ plg., y terminando con un acabado que se realiza con la fresa de $\frac{3}{16}$ plg., después de eso se precederá a enumerar cada uno de los fondos para un mejor control de las cavidades.

Figura 51. Fondos realizados en CNC



Figura 52. Vista de un envase con mejoras para estabilidad



3.3.7 Cortadores

Los cortadores se deben de fabricar en el área del molde donde se tendrá presencia del macarrón, estos cumplirán la doble función de enfriar y la de cortar los excesos de material. Para realizar este trabajo los cortadores por ningún motivo deben se tocar la cavidad ya que generarías una falla al momento de soplar el envase.

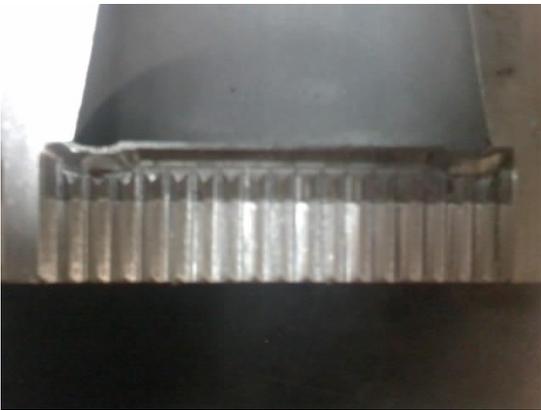
Se deben de crear líneas y realizar un programa que realice un contorno sobre ellas alrededor del molde a 0.250 plg., en la parte del fondo y en la parte superior del envase abarcando guillotina, inserto de rosca y hombros del envase de ser necesario.

Se coloca una línea vertical en el centro de la cavidad y se crean líneas paralelas a 0.200 plg., entre ellas a ambos lados hasta cubrir el fondo, luego. Estos de igual manera se realizan en la parte superior del molde. Esto se realiza en una de las dos placas.

En la segunda placa se generar los contornos del molde, se genera la línea vertical en le centro de la cavidad, pero la primer línea paralela se coloca a 0.100 plg., del centro del molde una a la derecha y una a la izquierda, y posteriormente se generar líneas paralelas a 0.200 plg.

La profundidad de los cortadores debe de ser de 0.075 plg., y se debe programar para que baje de 0.025 plg., en 0.025 plg., utilizando la función contorno de los programas de diseño, lo que permite que el programa haga pasar la fresa sobre el centro de la línea.

Figura 53. Vistas de cortadores



3.4 Manual de operación

Este manual se realiza debido a la necesidad de establecer un orden lógico de trabajo, con el objetivo de establecer de manera clara las actividades que se deben de realizar así como los controles o revisiones a realizar, lo cual nos permitirá obtener moldes de excelente calidad y nos ayudara a establecer los tiempos mínimos y máximos para la fabricación de moldes de 1, 2 y 3 cavidades.

Para la iniciar el cierre del molde, tiene que ser maquinado en el CNC, debiendo de comprobar el estado de las cavidades (que no tengan golpes, rayones, picaduras, etc.), que posean los agujeros para los pines y camisas, así como que la cavidad posea las cajuelas para la colocación de inserto (s) de rosca y guillotina (s).

Procedimiento:

- Ajuste de agujeros de pines y camisas: Se debe de corroborar la medida y que estos agujeros tengan una forma cilíndrica para facilitar la colocación de los pines y camisas.
- Colocación de pines falsos: Su objetivo de verificar si existe algún traslape en el molde, colocándolos en los agujeros y cerrando el molde para ver si necesita algún tipo de corrección, si llegara a ver algún traslape este se corrige por medios manuales, si no llegara a existir traslape, se ordena la realización de los pines y camisas nuevos.
- Escuadre del molde: Se realiza con el molde cerrado con los pines y camisas falsos se procede a realizar un escuadre de ser necesario, en el se rectificaran las caras laterales así como la inferior y superior del molde.

- Rectificación en cajuelas para guillotinas e insertos de rosca: Con el molde cerrado aun, y ya rectificado se procede a rectificar las cajuelas de los insertos de rosca y de las guillotinas, esto con el fin de eliminar el radio generado por la fresa de bola que se utiliza para la realización de las cavidades, esto permitirá que asienten correctamente los insertos de rosca y las guillotinas evitando que se tenga que realizar algún tipo de trabajo especial a los insertos de rosca y a las guillotinas.

- Fabricación de insertos de rosca y guillotina: Para la fabricación de inserto de rosca se deben de tomar varios factores en cuenta:
 - Se debe de tener una tapa de muestra, a la cual se le mide el diámetro interno de la rosca y ese valor servirá para el diámetro interno del inserto.

 - El diámetro exterior del inserto se obtiene del diámetro realizado al molde, este diámetro se debe de medir después de haber rectificado las cajuelas.

 - El valor de la altura del inserto debe de ser igual a la altura medida en la tapa, 4 mm de cuello en el molde menos 1.5 mm de altura de la guillotina, mas 0.5 mm de altura, este valor debe de coincidir con la altura de la cajuela para los insertos de rosca y guillotinas en el moldes.

 - Los insertos y guillotinas son dobles por lo que se fabrican en dos de cada uno para cada cavidad ya que se utiliza una en cada lado del molde.

- Para la fabricación de la guillotina se deben de tener en cuenta que el diámetro externo es el de la cajuela del molde, este diámetro no debe de ser mayor a 2.5 plg., y a un espesor de ½ plg., el diámetro interno debe de ser de 2 décimas de pulgada menor que el diámetro interno del inserto de rosca y la parte plana de la guillotina debe de ser de 1 mm.
- Comunicación del sistema de enfriamiento: Se deben de conectar los conductos maquinados en el CNC que conducirán el agua fría a través del molde, la forma de conectar los conductos tiene total libertad. Pero se deben de definir o tener la forma de un serpentín, la forma más común es por medio de conductos perpendiculares unidos entre los que se maquinaron en el CNC. Además de conectar los conductos del sistema de enfriamiento estos se deben de sellar los lugares donde se perforo para hacer los conductos perpendiculares con tapones de aluminio y rectificarlos para evitar cualquier tipo de imperfección en la superficie del molde.
- Ajuste de fondos: El ajuste del fondo en la cavidad se realiza desplazando los fondos sobre el final del molde para verificar un buen ajuste, si el ajuste no fuera el correcto debido a la altura, se tendría que rectificar nuevamente la parte inferior del molde. Posterior a la verificación del ajuste adecuado del fondo se procede a conectar los conducto del sistema de enfriamiento, utilizando azul de Prusia o algún otro tipo de pintura para señalar en el fondo donde comenzara los nuevos conductos, después se comunica de comunicar el sistema de enfriamiento se procede a colocar tapones de aluminio, rectifica y atornillar los fondos al molde.

- Comprobación del sistema de enfriamiento: Después de haber realizado todos los pasos anteriores el molde debe pasar por la revisión del sistema de enfriamiento por tal razón se procede a armar el molde de manera definitiva. Se debe de comprobar que no exista fuga de agua o aire en el molde, para eso se utiliza aire a lata presión y agua con colorante. Además se debe de verificar que el agua circule adecuadamente dentro del molde. Si llegara existir algún tipo de fuga o mala circulación del agua se revisa y soluciona el problema, para después comprobar nuevamente el sistema.
- Colocación y ajuste de guillotinas e insertos de rosca: Antes de la colocación de las guillotinas e insertos de rosca se deben de verificar las medidas de acuerdo a lo solicitado. Las guillotinas son las primeras en ser colocadas y atornilladas adecuadamente al molde, posteriormente se deben de colocar los insertos de rosca y apretarlos con las guillotinas (esto se consigue apretando la guillotina), después se procede a rectificar el inserto de la rosca, esto se debe de realiza con gran precaución, ya que la fresa se debe de estar en la parte plana del molde, el objetivo es que el inserto de rosca quede al mismo nivel que la guillotina y que la cavidad del molde, por ningún motivo se debe de desgastar la cavidad del molde..
- Elaboración de roscas: Es un trabajo externo al taller por lo que se envía a un proveedor con 24 horas de anticipación para que al momento de terminar de armar el molde se encuentren listas
- Rectificación del molde: Cuando se a verificado el sistema de enfriamiento, los insertos de rosca y guillotinas se encuentran colocados, se procede a rectificar el molde completamente para garantizar que todos sus lados se encuentren a 90° entre si.

- Salidas de aire: La función de las salidas de aire es permitir que el aire atrapado entre la cavidad del molde y el plástico pueda salir, las salidas de aire son hechas con fresas planas y tienen dos secciones la primera se realiza con una fresa plana de 5/8" debe de tener una profundidad de 0.06 plg., y comienza en el borde del molde y termina a 0.06 plg., del borde la cavidad, lo que nos indica que este canal no llega a estar en contacto con la cavidad, la segunda sección se realiza con una fresa de 1/2" y debe de tener un profundidad entre 0.0002 plg., y 0.002 plg., inicia donde se termina la primera sección de la salida de aire y termina cuando tiene contacto total con la cavidad.
- Armado parcial del molde: Después de estar los insertos de rosca terminados proceder a armar el molde para verificar si con todos sus componentes se encuentra en condiciones optimas, de ser así vuelve a desarmar para los últimos acabados.
- Temple y revenido de pines, camisas y guillotinas: Tanto guillotinas como pines y camisas deben de ser sometidos a un tratamiento térmico (Temple y Revenido). El primer paso es el temple de las piezas, el temple se realiza a la flama con acetileno y oxígeno, la pieza es calentada hasta tomar un color rojo cereza, al momento de alcanzar la pieza ese color, el sumergido en aceite a temperatura ambiente y se deja sumergido hasta que este se enfrié. Después del temple se realiza el revenido, para esto las piezas templadas ya fueron pulidas. El segundo paso es el revenido, este se realiza calentando la piezas con oxígeno y acetileno para después dejarlas enfriar a temperatura ambiente, una vez las piezas se encuentren frías se procede a pulirlas para ser colocadas en nuevamente en el molde.

- Realización de cortadores: Son los encargados de quitar los excesos de material, estos se maquinan sobre las cavidades contando ya con los insertos de roca, guillotinas y fondos, dependiendo del tiempo y disponibilidad de la máquina se recomienda la fabricación de los cortadores en el CNC. Los cortadores para las pruebas del molde no se colocan a la distancia exacta por cualquier modificación que se deba de realizar, después de la primera producción se acercan si todo está bien para considerar que los cortadores están a la distancia adecuada estos deben tener un espesor de 0.035 plg.
- Armado final de molde: Al terminar de verificar todas las piezas del molde se procede a la realización del armado final, este armado se debe de realizar con todas las partes originales del molde omitiendo los pines falsos que se utilizaron para el primer escuadre del molde, este se realiza con el molde rectificado y formando un rectángulo con ángulos de 90° entre cada una de sus caras, sistema de enfriamiento probado, insertos de rosca terminados, pines, camisas y guillotinas templadas y revenidas, después de colocar todos estos elementos se garantiza que el molde está en óptimas condiciones para producir el nuevo envase.
- Inspección final: Esta inspección sirve para certificar la calidad del molde nuevo se debe de verificar que no exista traslape entre las dos partes del molde, fugas en el sistema de enfriamiento, numeración de cavidades, estabilizadores en los fondos, verificar que no exista separación entre las dos partes del molde, corroborar los diámetros de rosca y guillotinas, finalmente se hace entrega del molde terminado al cuarto de molde, donde se encargaran de ajustar el molde a las placas para la máquina en la que se montará y se unirá con el herramental que usará para comenzar a producir cuando sea necesario.

3.5 Manual de mantenimiento

El manual de mantenimiento indica cada uno de los pasos que deben de seguirse al momento de recibir el molde por parte del área de producción para que se le realice el mantenimiento respectivo, el mantenimiento que se le realiza a los moldes es una combinación entre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, debido a las necesidades del molde.

Los moldes son enviados del departamento de producción al área del taller en después de la producción de envases donde se realiza el siguiente proceso de mantenimiento:

- Revisión completa del molde: Al momento de recibir el molde se debe de revisar si existe algún tipo de golpe o de abolladura dentro de las cavidades, el estado de los pines y camisas, guillotinas, insertos de rosca y tornillos del molde.
 - Golpes en cavidades: Cuando al recibir el molde se encuentran golpes o abolladuras se determina que si el golpe es leve, el molde se lijara hasta que esta abolladura desaparezca, en el caso de que el golpe sea muy profundo se procede a la realización de un agujero sobre el desperfecto para insertar un tapón de aluminio y moldear en el manualmente la forma que necesite el molde.
 - Pines y camisas: Se verifica si no poseen grietas, deformaciones o si se encuentran quebrados, estos no son posibles de reparar debido a la exactitud que requieren por lo que al momento de presentar cualquier síntoma se fabricaran e instalaran pines y/o camisas nuevos. .

- Guillotinas: Estas solo requieren verificación visual, ya que pueden quebrarse durante la producción del envase, no pueden ser reparadas por lo que al momento de quebrarse se deben de fabricar e instalar nuevas.
- Insertos de rosca: En los insertos se verifica únicamente la profundidad a la cual están dejando la rosca en los envases nuevos, únicamente necesitan limpieza, y al momento de que sufran deformación deberán de sustituirse por nuevos inmediatamente.
- Tornillos: Se debe de inspeccionar que todos los tornillos del molde se encuentren en perfecto estado, ya que el molde no puede desajustarse durante su funcionamiento debido a la precisión que necesita un envase para evitar traslape, si un tornillo se encuentra sobado se sustituye inmediatamente por uno en buen estado de ser la rosca donde se introduce el tornillo se procede a realizar un agujero un poco mas grande y hacer una rosca nueva.
- Cambio de empaques: Al concluir con la revisión y cambio de piezas necesarias en el molde y antes de volver a armarlo se deben de cambiar los empaque se encuentran en la unión entre las cavidades del molde con el fondo del mismo, estos empaques son orings de 5/8 de diámetro los cuales tiene la función de evitar fugas en la unión de los conductos del sistema de enfriamiento.
- Rearmado del molde: Consiste en volver a armar el molde después de haber echo todos los cambios necesarios para que el molde vuelva a entrar al departamento de producción.

- Rectificación de las caras del molde: Después de todos los procedimientos anteriores se procede a rectificar el molde totalmente de la cara principal, donde se encuentran las cavidades y de la parte posterior que es donde va montada en las placas de la sopladora, esto con el fin de que mantenga un cierre perfecto entre las dos partes del molde, esta rectificación se realiza únicamente si existiera algún tipo de imperfección en el cierre del molde ya que no se deben rectificar demasiadas veces para mantener su forma original.
- Pulido del molde: El molde debe de ser pulido a mano para quitar cualquier tipo de imperfección o suciedad que pudiere haber adquirido durante las reparaciones, con esto se asegura que no habrá ninguna imperfección en el envase nuevo.
- Empapelado: Consiste en cubrir todas las partes del molde a excepción de las cavidades, esto se realiza antes de arenarlo para que únicamente las cavidades sean arenadas.
- Arenado del molde: Este puede ser de dos formas dependiendo de la textura que se necesite para el envase:
 - Textura lisa: Esta se realiza con arena fina cuando se necesita que el envase sea completamente liso.
 - Textura granulada: Se realiza con arena ordinaria cuando el envase necesita un acabado un poco rústico o granulado.

Terminados todos los procedimientos de mantenimiento en el molde se encuentra listo para ingresar nuevamente a producción.

3.6 Análisis de rendimiento

Tabla XVI. Diferencias entre procesos actuales y procesos estandarizados

PROCESOS ORIGINALES	PROCESOS ESTANDARIZADOS
Diseño: Se realiza el diseño de cavidades y fondos	Diseño: Se realiza el diseño de las cavidades incluyendo las cajuelas para guillotinas e insertos de rosca y los agujeros para pines y camisas.
Preparación de material: Se corta el material haciendo los agujeros para tornillos y pines guías y se rectifica en la fresadora	Preparación de material: Se corta el material haciendo los agujeros para tornillos y pines guías y se rectifica ya montado en el CNC
Maquinado de cavidades: Se realiza sin las cajuelas para guillotinas e insertos de rosca, estas se realizan después en la fresadora.	Maquinado de cavidades: Se realiza con las cajuelas para guillotina e insertos de rosca únicamente con tres tipos de fresas de 1/2, 5/16 y 3/16 plg., respectivamente.
Agujeros para pines y camisas: Se realizaban después de las cavidades en la fresadora	Agujeros para pines y camisas: Se realizan en el CNC inmediatamente después de las cavidades.
Sistema de enfriamiento: Se realiza después de haber echo las cajuelas y los agujeros, en la fresadora.	Sistema de enfriamiento: Se maquinara en el CNC, necesitando de una escuadra para posicionar el molde en forma vertical
Fondos: Se realizan en el CNC, luego se enumeran y se les realiza una concavidad para mejorar su estabilidad por medios manuales.	Fondos. Se diseñan con una cavidad en el lugar donde unirán las dos partes del molde con lo que se mejora la estabilidad del envase, todo se realiza en el CNC.
Cortadores: Se realizaban en la fresadora después de armar el molde.	Cortadores: Se realizan en el CNC después de armar el molde

Tabla XVII. Diferencia de tiempos para la elaboración de partes principales del molde

PROCESOS ORIGINALES	TIEMPO/ HORAS	PROCESOS ESTANDARIZADOS	TIEMPO/ HORAS
Diseño	40	Diseño	40
Preparación de material	24	Preparación de material	6
Maquinado de cavidades	24	Maquinado de cavidades	25
Agujeros para pines y camisas	16	Agujeros para pines y camisas	1
Sistema de enfriamiento	40	Sistema de enfriamiento	1
Fondos	40	Fondos	16
Cortadores	16	Cortadores	3
Tiempo para fabricar las partes principales de un molde	200 horas	Tiempo para fabricar las partes principales de Un molde	92 horas

Tabla XVIII. Comparación de tiempos para realizar un molde

PROCESOS ORIGINALES	TIEMPO/ HORAS	PROCESOS ESTANDARIZADOS	TIEMPO/ HORAS
Tiempo partes principales	200 horas	Tiempo partes principales	92 horas
Tiempo para el cierre del molde	60 horas	Tiempo para el cierre del molde	20 Horas
<i>TIEMPO TOTAL PARA ENTREGA DE UN MOLDE</i>	<i>260 HORAS</i>	<i>TIEMPO TOTA PARA ENTREGA DE UN MOLDE</i>	<i>112 HORAS</i>

NOTA: Estos datos son elaborados para un molde simple, tomando jornadas de trabajo de 8 horas diarias, por lo que con los **procesos originales el tiempo de fabricación es de 260 horas equivalente a 32.5 días ó 6.5 semanas de trabajo**., Mientras que con los **procesos estandarizados el tiempo de fabricación es de 112 horas lo que equivale a 14 días ó 2.8 semanas de trabajo**.

Con estos datos se refleja la rebaja en el tiempo de elaboración de cada molde logrando así optimizar los procesos para poder cubrir la gran demanda actual en el mercado.

CONCLUSIONES

1. Se logró crear un proceso con el cual se estandarizaron los procesos para la fabricación de moldes de soplado, logrando así, reducir el tiempo de producción de cada uno de ellos, así como mejorando su calidad, para que sean más eficientes al momento de estar realizando una producción.
2. Se realizó la capacitación entregando una manual de operaciones a cada uno de los operarios, para que tengan una base de los procedimientos que deben de seguir al momento de realizar trabajos en los distintos moldes de soplado.
3. Se identificaron y propusieron soluciones para cada uno de los casos existentes de moldes, con defectos o pendientes de fabricar, para solucionarlos lo más pronto posible, logrando así tener un mejor control de cada una de las necesidades dentro de la empresa.
4. Se analizaron los resultados al finalizar de implementar los procesos de estandarización, con los que se han logrado los objetivos planteados, ya que se logro reducir los tiempos de fabricación se establecieron, materiales y herramientas específicos a utilizar.

RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis continuos en los procesos de estandarización implementados para establecer si se le pueden realizar mejoras o cambios que ayuden a optimizar aún más los procesos de fabricación de los moldes.
2. Realizar actualizaciones constantes de nuevos métodos y técnicas de utilizar el CNC para adaptarlos a la fabricación de los moldes de soplado.
3. Buscar cursos especializados para los operarios del CNC, tornos y fresadoras, ya que con estos se podrá aprender nuevas técnicas que permitan innovar procesos en la fabricación de un molde de soplado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Installation, operation, parts breakdown and maintenance manual, Bridgeport Machine, Inc. 1995
2. Manual Mastercam, Multimedia, CNC software, inc. 2002, Versión 8.1.1
3. Manual Mastercam, Multimedia, CNC software, inc. 2005, Versión X
4. Manual Mastercam, Multimedia, CNC software, inc- 2007, Versión XII
5. Manual Power Shape, delcam PLC. 2003, Version 5.4.40
6. Manuales de Formación de Rhino Nivel I y II de Rhino 4.0, 2002
7. Manual del Ingeniero Mecánico. 9na edición, 2002, Eugene A. Avallone Editorial McGraw-Hill
8. www.delcam.com (febrero del 2008)
9. www.frs-cnc.com (febrero del 2008)
10. www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/controlnumericocnc (marzo del 2008)
11. www.featurecam.com (abril del 2008)

12. www.es.rhino3d.com/tutorials.htm (abril del 2008)

13. www.wikipedia.com/cnc (mayo del 2008)

14. Blow Molding Handbook, Rosato/Rosato Eds., Hanser Publishers, Munich
Vienna