



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

**EVALUACIÓN DEL MANEJO Y CONTROL DE MOLDES PARA LA FABRICACIÓN
DE ENVASES DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA (VIGUA)**

Rudy Salvador Alfonso López Rivera

Asesorado por el Ing. Rubén Darío Palma Barrera

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL MANEJO Y CONTROL DE MOLDES PARA LA FABRICACIÓN
DE ENVASES DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA (VIGUA)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RUDY SALVADOR ALFONSO LÓPEZ RIVERA

ASESORADO POR EL ING. RUBÉN DARÍO PALMA BARRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

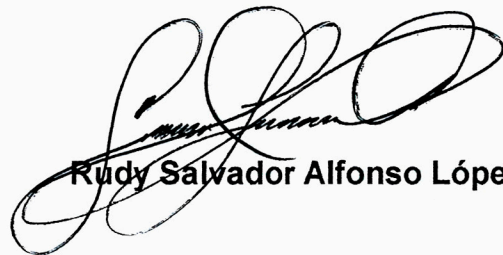
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

EVALUACIÓN DEL MANEJO Y CONTROL DE MOLDES PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA (VIGUA)

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 9 de abril de 2013.



Rudy Salvador Alfonso López Rivera

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



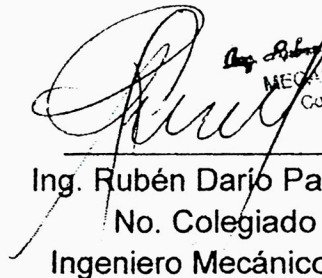
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 1 de Marzo de 2015

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Mecánica Industrial
Presente.

Por este medio, yo **RUBÉN DARÍO PALMA BARRERA**, Ingeniero **Mecánico Industrial** que me identifico con número de colegiado 9,269 hago constar que he realizado la revisión pertinente del trabajo de graduación "**EVALUACIÓN DEL MANEJO Y CONTROL DE MOLDES PARA LA FABRICACION DE ENVASES DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA (VIGUA)**" del estudiante universitario Rudy Salvador Alfonso López Rivera con carnet # **2004-12658** de la carrera de Ingeniería Industrial, por lo tanto doy aprobación del mismo.

Atentamente,


Ing. Rubén Darío Palma Barrera
MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 9,269

Ing. Rubén Darío Palma Barrera
No. Colegiado 9,269
Ingeniero Mecánico Industrial



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DEL MANEJO Y CONTROL DE MOLDES PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA (VIGUA)**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Salvador Alfonso López Rivera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

INGA. KARLA MARTÍNEZ
Colegiada 5,706

Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2015.

/mgp

**Universidad de San Carlos
De Guatemala**



Facultad de Ingeniería

REF.DIR.EMI.178.015

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación **EVALUACIÓN DEL MANEJO Y CONTROL DE MOLDES PARA LA FABRICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO EN VIDRIERA GUATEMALTECA (VIGUA)**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Salvador Alfonso López Rivera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2015.

/mgp

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por regalarme el don de la vida y la sabiduría.
Mi padre	Salvador López, por ser un ejemplo y guía para mi formación, a quien debo todo lo que soy.
Mi madre	Noelia Rivera de López, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.
Mi hermana	Lucrecia López, por su cariño y consejos de vida.
Mi novia	Diana Samayoa, por ser esa ayuda idónea y estar siempre a mi lado.
Mis sobrinos	Por sus muestras de cariño y comprensión al no estar presente, regalándome el espacio para cumplir mis objetivos.
Mis primos y primas	Con los que crecí y me han acompañado hasta el día de hoy en las buenas y en las malas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas hacia mi formación profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la sabiduría y conocimientos y ser una importante influencia en mi carrera.
Mis amigos de la Facultad	Alan Herrera, Andy Porón, Luis José Balcárcel, Mario de León, Paola Martínez, Peter Marroquín, Víctor Barrera y Zury Barrera, por su amistad y compañerismo brindado.
Ing. Rubén Darío Palma Barrera	Por ser valiosa su ayuda y colaboración en la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Vigua	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	1
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Política de calidad.....	2
1.1.6. Organización.....	3
1.1.6.1. Organigrama.....	3
1.1.6.2. Puestos y funciones.....	4
1.2. Fabricación de envases de vidrio	8
1.2.1. Materia prima.....	9
1.2.2. Tipos de vidrio	9
1.2.3. Proceso de elaboración de vidrio.....	9
1.2.3.1. Recepción de materia prima.....	9
1.2.3.2. Mezcla de materia prima	10
1.2.3.3. Fusión de la mezcla.....	10
1.2.3.4. Refinado del vidrio	11
1.2.4. Fabricación del envase	11

1.2.4.1.	Procesos de fabricación	13
1.2.4.1.1.	Soplo-soplo	14
1.2.4.1.2.	Prensa-soplo	15
1.2.4.1.3.	Prensa-soplo boca angosta	16
1.2.4.1.4.	Templado	17
1.2.4.1.5.	Tratamiento del vidrio....	17
1.2.4.1.6.	Inspección	17
1.2.5.	Decorado.....	18
1.2.5.1.	Impresión.....	18
1.2.5.2.	Recocido	18
1.2.6.	Empaque.....	19
1.3.	Mantenimiento.....	19
1.3.1.	Definición de mantenimiento	19
1.3.2.	Tipos de mantenimiento	19
1.3.2.1.	Mantenimiento correctivo	20
1.3.2.2.	Mantenimiento preventivo	20
1.3.2.3.	Mantenimiento predictivo.....	20
2.	SITUACIÓN ACTUAL	21
2.1.	Distribución de planta.....	21
2.2.	Procedimiento de preparación de moldes	24
2.2.1.	Análisis	24
2.2.2.	Reparación.....	24
2.2.3.	Inspección	24
2.2.4.	Preparación de equipo	25
2.2.5.	Preparación de moldes.....	25
2.2.6.	Instalación en máquina I. S.	25
2.2.7.	Lavado.....	26

2.2.8.	Inspección postrabajo	26
2.2.9.	Lubricación	26
2.2.10.	Almacenaje	27
2.3.	Flujo de operaciones	27
2.3.1.	Diagrama de flujo fabricación de envases de vidrio	27
2.3.2.	Diagrama de flujo preparación de moldes	29
2.4.	Herramientas de diagnóstico	30
2.4.1.	Diagrama de Pareto del Departamento de Moldes	30
2.4.2.	Diagrama Ishikawa del Departamento de Moldes ..	34
2.5.	Hornos de precalentamiento.....	35
2.5.1.	Diagrama de funcionamiento	37
2.5.2.	Capacidad de horno	38
2.5.3.	Descripción de funcionamiento actual	39
2.6.	Evaluación histórica de moldes	40
2.6.1.	Clasificación de moldes por capacidad y proceso ..	46
2.6.2.	Comportamiento de tipos de moldes	48
3.	PROPUESTA DE PARA MEJORAR LA EVALUACIÓN, MANEJO Y CONTROL DE MOLDES.....	51
3.1.	Evaluación	51
3.1.1.	Hornos de precalentamiento.....	51
3.1.2.	Herramientas para reparación	53
3.1.3.	Equipo del taller de moldes.....	53
3.2.	Manejo de moldes	54
3.2.1.	Reparación de moldes	55
3.2.1.1.	Clasificación de moldura en reparación.....	55

3.2.2.	Trasiego de moldes	56
3.2.3.	En producción	57
3.3.	Control de moldes	57
3.3.1.	Almacenaje.....	57
3.3.2.	Inspección de moldes.....	58
3.4.	Sistema de calidad 5S en el almacén de moldes.....	60
3.4.1.	Clasificar (<i>seiri</i>).....	61
3.4.2.	Ordenar (<i>seiton</i>)	61
3.4.3.	Limpieza (<i>seiso</i>)	62
3.4.4.	Estandarización (<i>seiketsu</i>)	62
3.4.5.	Disciplina (<i>shitsuke</i>)	62
3.5.	Mantenimiento.....	63
3.5.1.	Mantenimiento preventivo	63
3.5.2.	Mantenimiento correctivo	63
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	65
4.1.	Horno de precalentamiento	65
4.1.1.	Rediseño de horno de precalentamiento.....	65
4.1.2.	Sistemas de control de temperatura.....	68
4.1.3.	Instalación de quemadores	68
4.1.4.	Calibración de termostato.....	69
4.1.5.	Costo remodelación hornos precalentamiento	69
4.1.6.	Mantenimiento.....	70
	4.1.6.1. Preventivo	70
	4.1.6.2. Correctivo	71
4.2.	Manejo de moldes	71
4.2.1.	Trasiego	71
4.2.2.	Inspección	72
4.2.3.	Mantenimiento.....	73

	4.2.3.1.	Preventivo.....	73
	4.2.3.2.	Correctivo	74
4.3.		Aplicar 5S en almacén de moldes	75
	4.3.1.	Clasificar (<i>seiri</i>)	75
	4.3.2.	Ordenar (<i>seiton</i>).....	76
	4.3.3.	Limpieza (<i>seiso</i>).....	78
	4.3.4.	Estandarización (<i>seiketsu</i>).....	79
	4.3.5.	Disciplina (<i>shitsuke</i>).....	80
4.4.		Instalación de <i>rack</i> moldes en espera	80
5.		SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	81
	5.1.	Verificación de funcionamiento de hornos de precalentamiento	81
	5.2.	Verificación del cumplimiento de las 5S	83
	5.3.	Verificación del manejo y control de moldes.....	84
	5.4.	Nuevas tecnologías	90
	5.5.	Beneficio/costo	92
	5.6.	Auditorías	96
		5.6.1. Internas.....	96
		5.6.2. Externas	97
		CONCLUSIONES	99
		RECOMENDACIONES.....	101
		BIBLIOGRAFÍA.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	4
2.	Diagrama de etapas de fabricación de botellas de vidrio	12
3.	Partes de envase boca angosta	13
4.	Partes de envase boca ancha	13
5.	Proceso de soplo-soplo	14
6.	Proceso de prensa-soplo	15
7.	Proceso de prensa-soplo boca angosta (PSBA)	16
8.	Distribución de planta	22
9.	Distribución del taller de moldes y almacén de moldes	23
10.	Diagrama de flujo de fabricación de envases de vidrio	28
11.	Diagrama de flujo de preparación de moldes	29
12.	Diagrama de Pareto de moldura sin rebaje <i>Wiegan</i>	33
13.	Diagrama de Pareto de moldura con rebaje <i>Wiegan</i>	33
14.	Diagrama Ishikawa del Departamento de Moldes	34
15.	Horno precalentamiento taller	35
16.	Diagrama del horno válvula cerrada	37
17.	Diagrama del horno válvula abierta	38
18.	Diagrama de distribución de moldes dentro de horno	39
19.	Diagrama de dispersión vida útil velas y vida útil física de moldura sin rebaje <i>Wiegan I</i>	45
20.	Diagrama de dispersión vida útil velas y vida útil física de moldura con rebaje <i>Wiegan II</i>	46
21.	Diferencias de moldes con rebaje <i>Wiegan</i>	49

22.	Lubricación moldura.....	60
23.	Diseño actual del horno de precalentamiento	66
24.	Diseño propuesto del horno de precalentamiento	67
25.	Estructura de la bandeja de carga	67
26.	Diseño del quemador multitubular	69
27.	Comparación de la lubricación y empaque de la moldura	72
28.	Área de moldura desechada.....	76
29.	Reubicación de coronas y embudos.....	77
30.	Guía de altura en estantería	78
31.	Proceso limpieza.....	79
32.	Diagrama de instalación <i>rack</i> de moldes en espera	80
33.	Lista de embarque de molduras.....	85
34.	Programa Excel para ingreso de datos de lista de embarque	86
35.	Etiqueta e identificación de caja trasiego.....	87
36.	Ingreso y egreso moldura	88
37.	Horno precalentamiento Vidromecánica	91

TABLAS

I.	Formato de evaluación de daños en moldura completa	30
II.	Tabla de evaluación de daños en moldura sin rebaje <i>Wiegand</i>	31
III.	Tabla de evaluación de daños en moldura con rebaje <i>Wiegand</i>	32
IV.	Tabulación de vidas útiles de moldura sin rebaje <i>Wiegand</i>	41
V.	Tabulación de vidas útiles de moldura con rebaje <i>Wiegand</i>	43
VI.	Características del horno de precalentamiento.....	51
VII.	Equipo de reparación del taller de moldes.....	54
VIII.	Comparación de tiempos de lubricación de moldura	59
IX.	Descripción de 5S de calidad	61
X.	Calculo de inversión hornos de precalentamiento	70

XI.	Cronograma de mantenimiento del taller de moldes.....	74
XII.	Disponibilidad de ubicación de estantería	75
XIII.	Verificación del funcionamiento de hornos de precalentamiento	82
XIV.	Ingreso y egreso de moldura y equipo Vigua	89
XV.	Programa de registro mensual de reparación de molduras.....	89
XVI.	Carreras por mes	93
XVII.	Costo de reparación de moldura por tipo de clase	94
XVIII.	Inversión de hornos de precalentamiento	96

GLOSARIO

Almacén de moldura	Área encargada de la custodia, mantenimiento y control de inventario de los componentes de la moldura.
Boca	Parte superior de la cavidad del molde y bombillo, las cuales tienen contacto con la corona en las distintas etapas del formado de la botella.
Bombillo	Pieza de moldura que unido al obturador y corona sirve para dar preforma al envase.
Cabeza de sople	Pieza del equipo, que hace el sople final en el lado molde, para formar la botella.
Cambios de moldura	Proceso de cambios de moldura en máquina I. S. para fabricar un nuevo envase.
Cavidad	Forma del molde o bombillo donde se trabaja el vidrio durante el proceso de fabricación.
Cervecera	Clasificación de la familia de los envases de vidrio en la que se encuentran todos los envases de cerveza.
Ciclo invertido	Área de taller donde se inspecciona y mide toda la moldura.

Conexiones	Parte inferior, cavidad molde con fondo, bombillo con corona superior e inferior con obturador, que unidos hacen la forma final y preforma del envase de vidrio.
Corona	Pieza del equipo que forma la boca del envase.
Dedos	Pieza del equipo que se utiliza para mover el envase terminado hacia la banda transportadora.
Dibujos mecánicos	Dibujos que indican las dimensiones y tolerancias aceptadas de la moldura y equipo, para su reparación.
Enfriador	Pieza de moldura utilizada para proporcionar aire de forma uniforme al pistón y mantener la temperatura adecuada para el proceso.
Fondo	Parte de moldura que ensambla con el molde, que forma la parte inferior del envase.
Grabados y leyendas	Rebajes marcados en envase, los cuales son identificaciones del cliente y/o planta de fabricación.
Grafilado	Rebaje marcado en el fondo del que protege áreas de contacto en el envase caliente.
Guía viajera	Pieza del equipo de la moldura, la cual forma el labio de la boca del envase juntamente con la corona.

Horno de fundición	Horno de material refractario, en el cual se funden todos los componentes del vidrio para su formación.
Inspección de molduras	Sección encargada de inspeccionar los componentes de moldura.
Juguera	Clasificación de la familia de envases en donde se encuentran los envases de jugos.
Licoreras	Clasificación de la familia de los envases de vidrio en la que se encuentran todos los envases de licores.
Máquina I. S.	Máquina neumática de secciones independientes para fabricación de envases, la cual se mueve con base en señales electrónicas.
Molde	Composición de hierro el cual forma una figura en su acabado final.
Molduras	Conjunto de figuras plasmadas en hierro, las cuales forman el envase final.
Obturador	Pieza de moldura que unido al bombillo y a la corona forman el premolde del envase.
Over meyer	Rebaje fresado cerca de la boca del bombillo y el molde, a lo largo de la cavidad, con el fin de desalojar gases.

Pistón	Pieza de moldura que sopla aire para dar forma a la preforma junto con el bombillo.
Reporte de inspección	Formato donde se anotan dimensiones de la moldura y las instrucciones de reparación.
Rebaje <i>Wiegand</i>	Modificación en boca de molde que ayuda a corregir desperfectos por alto calor en el envase.
Sodera	Clasificación de la familia de los envases de vidrio en la que se encuentran todas las bebidas de aguas gaseosas.
Templadores	Son hornos lineales diseñados para el recocido y el enfriamiento controlado.
Trasiego de moldura	Traslado y recepción de componentes de moldura entre plantas del grupo Vical.

RESUMEN

La industria del vidrio a lo largo de los años ha demostrado ser sólida y consistente en el mercado global de alimentos, bebidas gaseosas, licores y productos medicinales, por su composición química y por no afectar el producto envasado, por ser un envase inodoro y de pH neutro.

Vidriera Guatemalteca, por sus siglas Vigua, forma parte del Grupo Vical, S. A., cuenta con su propio Departamento de Moldes en el que se realizan diferentes actividades como el almacenaje, cuidado y control de los diferentes componentes necesarios para la elaboración de envases de vidrio; las molduras utilizan tienen un ciclo de vida y de trabajo en el que se diseña el molde, se compra, se importa, se inspecciona, produce, se lava y se realiza una segunda inspección para una próxima carrera y su almacenaje.

Lo que se busca es reducir los daños que se registran en la moldura por el mal manejo, los cuales se dan en la reparación, almacenaje y producción; esta reducción de la vida útil de la moldura se ve afectada grandemente por el mal funcionamiento de los hornos de precalentamiento de moldes, en el que se evita el choque térmico de un molde al estar en temperatura ambiente y luego ser instalado en la máquina I. S. y trabajar con temperaturas altas al contacto con el vidrio líquido.

Identificados los puntos críticos de daños a la moldura, se procedió a realizar mediciones y estudios de carreras previas para conocer el comportamiento de los moldes y modificaciones a los procedimientos, en cuanto a manejo se refieren.

OBJETIVOS

General

Evaluar el manejo y control de moldes para la fabricación de envases de vidrio en Vidriera Guatemalteca (Vigua).

Específicos

1. Analizar y mejorar los controles internos en los hornos de precalentamiento del departamento de moldes.
2. Mejorar el procedimiento de carga y descarga de los hornos de precalentamiento.
3. Establecer áreas específicas para la moldura en reparación.
4. Implementar un sistema para controlar la fase de preparación de moldes.
5. Determinar la óptima ubicación para almacenaje y tránsito de moldes en el taller de moldes.
6. Disminuir el tiempo de preparación de moldes en el taller de moldes.
7. Establecer los costos en la reparación de moldes y los tiempos de preparación de los mismos.

INTRODUCCIÓN

Vidrios de Guatemala forma parte del Grupo Vidriero Centroamericano, S. A., el cual se dedica a la elaboración de envases de vidrio para las diferentes industrias tales como de alimentos, licoreras, cerveceras, medicinales y para el hogar, fabricados en 3 colores que son cristalinos, ámbar y verde.

Vidrios de Guatemala, por sus siglas Vigua, cuenta con un Departamento de Moldes en el que se realizan diferentes actividades como el almacenaje, cuidado y control de los diferentes componentes necesarios para la elaboración de envases de vidrio; en esta sección es donde se prepara el equipo para que entre a programa de producción, ya que es donde inicia el proceso para la obtención envases, botellas, recipientes y vasos de vidrio.

La moldura, previo a ser utilizada, lleva un proceso de inspección, medición, reparación o simplemente de limpieza con las distintas herramientas con las que cuenta el taller de moldes; luego que todas las piezas están listas son enviadas a fabricación donde se encuentran las máquinas de secciones independientes (I.S.) que es donde se elabora el producto de vidrio después de que este pasa 24 hrs en el horno donde logra su homogeneidad y la mezcla queda sin impurezas.

Al momento en el que los moldes se encuentran instalados en la máquinas I. S., se cuenta con refacción de piezas preparadas y listas para trabajar por cualquier imprevisto o simplemente por control de calidad en el producto terminado; dichas refacciones se encuentran dentro de un pequeño horno de precalentamiento en el que la temperatura está entre 400 °C y 500 °C para evitar

el choque térmico que sufre la moldura al momento de recibir la carga de vidrio a alta temperatura.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Vigua

Por sus siglas, Vidrios de Guatemala, S. A. perteneciente al grupo Vidriero Centroamericano (Vical), se enfoca principalmente a la manufactura y comercialización de envases de vidrio.

1.1.1. Ubicación

La planta de producción de Vigua está situada en la avenida Petapa, 48-01, zona 12, donde cuenta con un área de 10 hectáreas entre área de producción, bodegas de producción, materia prima, talleres de mantenimiento y de moldes, y áreas administrativas.

1.1.2. Historia

El Grupo Vidriero Centroamericano inició operaciones en 1964, bajo el nombre de Centro Americana de Vidrio, S. A. (Cavisa), cerrando operaciones en enero de 1990 para una reestructuración por problemas sindicales, del cual en 1991 surgió Vigua; la cual conjuntamente con las plantas productoras de envase de vidrio, Vidriera Centroamericana, S. A. (Vicesa) en Costa Rica y Vidrios Panameños, S. A. (Vipasa) en Panamá, además de tres distribuidoras Distincomer Guatemala y Costa Rica y Provinco en Nicaragua, dos productoras de materias primas para el vidrio Sicasa y Sicorsa (Guatemala y Costa Rica) y una planta de tapas plásticas Catasa (Costa Rica) como complemento para los envases de vidrio.

1.1.3. Misión

“Nuestra misión es satisfacer competitivamente las necesidades de envase y cristalería de mesa del mercado centroamericano y de exportación, produciendo nuestras materias primas y comercializando productos afines y complementarios a las líneas de nuestro giro principal, sin deterioro del medio ambiente. Nos preocupamos constantemente por asegurar la estabilidad, crecimiento y desarrollo del personal y de las empresas del grupo; así como por cumplir con los niveles de rentabilidad señalados mediante un proceso de mejoramiento continuo” (Vigua, 2015).

1.1.4. Visión

“Lograr en el mercado de Centroamérica una posición de liderazgo en envases de vidrios e insumos industriales relacionados con nuestro giro principal y comercializar productos afines y complementarios o que representen un negocio de interés, asumiendo la responsabilidad de conquistar el reconocimiento de proveedor confiable de alta calidad que no deteriora el medio ambiente y respaldado por un servicio eficiente, con el fin de dar el mayor grado de satisfacción al cliente” (Vigua, 2015).

1.1.5. Política de calidad

Es política de nuestra compañía “proveer a nuestros clientes envases y vasos de vidrio, que cumplan con los requerimientos, especificaciones acordadas y requisitos legales correspondientes” (Vigua, 2015).

Con este fin, el personal debe enfocarse al control de los procesos, la operación eficaz, la satisfacción del cliente, prevención de contaminación

ambiental y el mejoramiento continuo del nuestro sistema de gestión de la calidad, basado en los requerimientos de la Norma ISO 9001-2008.

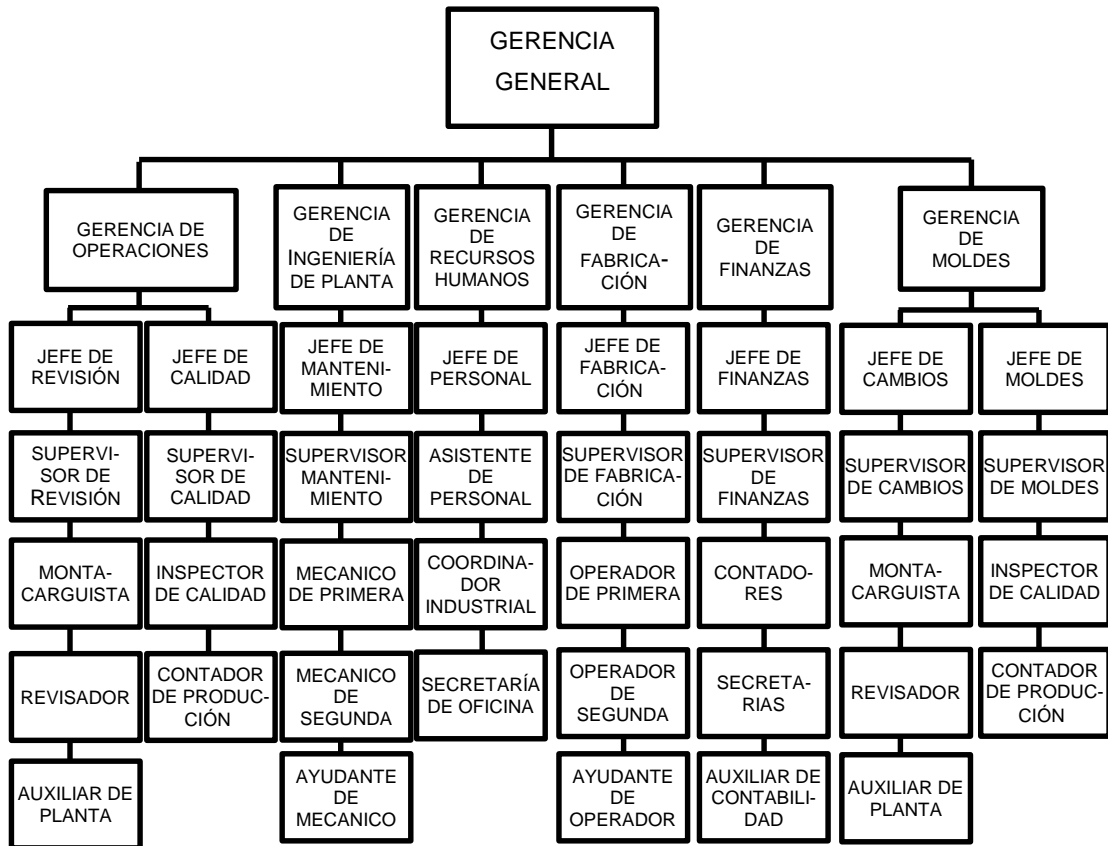
1.1.6. Organización

Vidriera Guatemalteca, S. A. se estructura por departamentalización con gerencias departamentales, en la que se enfoca en una organización funcional en el que los miembros del equipo trabajan para un departamento; determinando puestos y funciones en cada departamento y subdivisión departamental.

1.1.6.1. Organigrama

La estructuración orgánica de la empresa está basada en la jerarquización vertical en el organigrama, definiendo líneas claras y mandos gerenciales en el mismo nivel dando la misma importancia de su desempeño.

Figura 1. Organigrama



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.

1.1.6.2. Puestos y funciones

- Gerente general: es el responsable de la dirección de toda la planta, de la toma de decisiones y de inversión; es el que vela por el bienestar de toda la empresa y es la voz de los gerentes ante los directivos o inversionistas.
- Gerente de Operaciones: es la persona responsable de dirigir la logística de distribución y calidad del producto hacia los clientes.

- Gerente de Fabricación: es la persona responsable de controlar los procedimientos de producción y las respectivas decisiones, para que esta genere la producción apropiada.
- Gerente de Planta: es la persona responsable de velar que toda la planta de producción cuente con el equipo y máquinas adecuada para el buen uso del mismo.
- Gerente de Recursos Humanos: es la persona responsable de velar por el reclutamiento, y selección del personal adecuado para el trabajo de la planta de producción y administración de la empresa.
- Gerente de Finanzas: es la persona responsable de administrar y analizar los recursos financieros de la empresa.
- Gerente de Moldes: es la persona responsable sobre el uso adecuado de moldes para la producción de la planta.
- Jefe de ingeniería industrial: es la persona responsable de calcular, analizar y dar a conocer los resultados diarios de la producción diaria de la planta de producción.
- Jefe de calidad: es la persona responsable de analizar la calidad del producto que genera la planta de producción.
- Jefe de mantenimiento: es el responsable de dirigir y programar los mantenimientos preventivos y correctivos a todo el equipo de la planta de producción.

- Jefe de personal: es el responsable de evaluar el rendimiento de los trabajadores de la planta y administrativos de la empresa.
- Jefe de finanzas: es la persona responsable de auxiliar en reportes al gerente de finanzas y establecer parámetros de recursos monetarios en categoría de gastos de la empresa.
- Jefe de cambios: es la persona responsable de programar cambios de molduras (estilos de envases) para que se realicen en un menor tiempo posible.
- Jefe de moldes: es la persona que junto al jefe de cambios y los gerentes de producción y operación, que se coordinan para programar la producción y que los cambios de moldes se realicen bien dentro de la máquina I. S.
- Supervisor de calidad: es la persona responsable de dirigir a los inspectores y montacarguistas de respetar los controles de calidad del producto, durante el proceso de revisión y distribución.
- Supervisor de mantenimiento: es la persona responsable de dirigir a los mecánicos para que mantengan el buen funcionamiento del equipo que se encuentra dentro de la planta de producción.
- Supervisor de fabricación: es la persona responsable de dirigir a los operadores de las máquinas I. S. para que mantengan las especificaciones del producto dadas por el cliente.

- Supervisor de cambios: es la persona responsable de dirigir a los operadores para que el cambio de producción encierre los parámetros correctos del producto.
- Supervisor de moldes: es la persona responsable de dirigir a los mecánicos del equipo de moldes para que el cambio de estos sea correcto.
- Asistente de personal: es la persona responsable que lleva los archivos de empleados activos, suspendidos y accidentados, dentro de la empresa.
- Operador de primera: es la persona encargada de mantener el buen funcionamiento de la máquina I. S.
- Operador de cambios: es la persona encargada de hacer el cambio correcto de moldes dentro de la máquina I. S.
- Mecánico de primera: es la persona encargada de brindarle el mantenimiento preventivo y correctivo a la máquina.
- Inspector de calidad: es la persona responsable de que el producto que se esté fabricando cumpla con los requerimientos y especificaciones acordados por el cliente.
- Montacarguista: es el encargado de llevar las tarimas ya terminadas con el producto debidamente empacado hacia el área de embarques.
- Coordinador industrial: es la persona responsable de la asistencia puntual de los trabajadores y por la seguridad de acciones de riesgo dentro de la planta de producción.

- **Torneros:** son las personas dedicadas al mantenimiento específico de los moldes de producción.
- **Contadores:** son las personas que conforman el departamento de finanzas y son estas personas quienes llevan el registro de contabilidad de la empresa.
- **Revisor:** es el responsable de detectar los defectos y separar los malos envases o mala cristalería en la línea de producción.
- **Contador de producción:** es la persona responsable de contar la producción hora por hora en todas las máquinas I. S. y calcular su respectiva eficiencia.
- **Mecánico de segunda:** es la persona que apoya al mecánico de primera en circunstancias eléctricas y electrónicas.
- **Mecánico de cambios:** es la persona que ejecuta y desarrolla el cambio de molde en cada máquina I. S.
- **Reparador de moldes:** es la persona que se dedica a reparar y verificar los defectos de los moldes para su buen funcionamiento y su prolongación de vida útil.

1.2. Fabricación de envases de vidrio

La fabricación de envase de vidrio inicia dependiendo de las características del envase que se requiere, como el color, peso, forma y dureza; así como el tipo de producto que se vaya a envasar.

1.2.1. Materia prima

La materia prima consiste en triturar y mezclar arena sílice, carbonato sódico y piedra caliza a una temperatura de entre 1,450 °C y 1600 °C, además se puede reciclar el 100 % de envases de vidrio.

1.2.2. Tipos de vidrio

- Sódico-cálcico: de fácil fundición, vidrio plano utilizado para ventanas.
- Vidrio de plomo: se utiliza en vidrios ópticos por su capacidad a refracción y es flexible a menores temperaturas.
- Vidrio de boro silicato: es un vidrio muy resistente a cambios bruscos de temperatura; es utilizado en utensilios de cocina.
- Vidrio de sílice: este es el más duro, requiere de tratamiento térmico y es el utilizado para la elaboración de envases de sodas, licores y de alimentos.

1.2.3. Proceso de elaboración de vidrio

El procedimiento para la elaboración de vidrio inicia desde la selección de la materia prima y la preparación de los distintos componentes que tienen que ser triturados hasta obtener una mezcla homogénea de la materia prima en forma granulada para, luego ser vertidos en el horno de fundición.

1.2.3.1. Recepción de materia prima

La materia prima es recibida y puesta a disposición de laboratorios para para realizar pruebas físicas y químicas, con el fin de que cumplan las

especificaciones requeridas. El material reciclado es recibido por color y luego lleva el proceso de limpieza donde se extrae la basura metálica y el papel.

1.2.3.2. Mezcla de materia prima

La materia prima es triturada, pesada y mezclada en cantidades específicas de piedra caliza, arena sílice y carbonato sódico, dependiendo del tipo de vidrio que se requiera obtener clasificado por color. El tamaño necesario para la mezcla perfecta, luego de ser triturado, es de un grano de finura similar al del azúcar para ser enviado al horno de fundición.

1.2.3.3. Fusión de la mezcla

La fusión de la mezcla consiste en fundir la materia prima en el horno de fundición en forma de tanque fabricado con materiales refractarios para el mejor aprovechamiento del calor, que es proporcionado por quemadores que trabajan con combustibles como el diésel y bunker; los quemadores dentro del horno adhieren calor a la mezcla por contacto superficial. En este proceso no todas las materias primas son fundidas al mismo tiempo, sino que al suministrar calor primero se descomponen, debido a que sus componentes reaccionan a diferentes puntos de fusión; para la arena sílice el punto de fusión ronda los 1,600 °C y para el casco entre 1,050 °C y 1,100 °C.

Vigua cuenta actualmente con 2 hornos en funcionamiento con capacidad de 230 y 200 toneladas de vidrio por día para la fabricación.

1.2.3.4. Refinado del vidrio

El proceso de refinación es en el que se eliminan las semillas que son burbujas originadas por las reacciones de las materias primas; el refinado finaliza hasta que la mezcla de materias primas esté completamente líquida y es distribuida a las máquinas I. S. para moldear la mezcla homogénea en envases de vidrio.

1.2.4. Fabricación del envase

Luego de obtener la mezcla homogénea y la temperatura óptima, en el canal se transporta el vidrio desde el horno hasta el lugar donde están las máquinas I. S. en donde se da forma a la gota, al tamaño y peso, según especificación del envase a fabricar; en este punto la mezcla disminuye su temperatura a diferencia de cuando salió de los hornos; esto con el fin de aumentar la viscosidad, de tal manera que al final del canal se obtenga el vidrio en un estado en el que se pueda modelar.

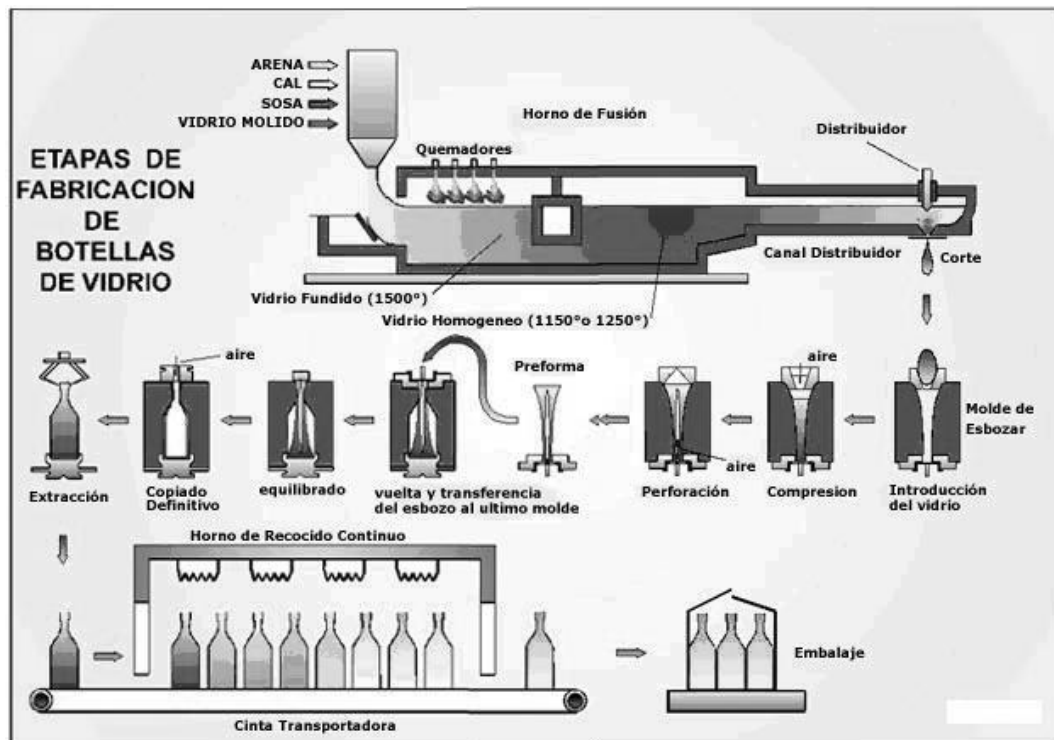
La temperatura a la cual se forma la gota es controlada dependiendo del tipo de envase que se desee fabricar, a mayor peso menor temperatura y a menor peso son necesarias las temperaturas mayores.

Inmediatamente dar la medida y el estiraje a la mezcla es cortada por un sistema de tijeras y lubricada para que resbale mediante el equipo de entrega, que consiste en una cuchara que distribuye a las diferentes secciones donde se encuentra el premolde (bombillo).

Para formar un envase de vidrio son necesarias 5 piezas que tienen contacto directo con el vidrio y son los encargados de dar forma al envase:

- Corona: la pieza encargada de dar forma a la boca del envase.
- Bombillo: o también llamado premolde, que es el encargado de crear la vela con la distribución de vidrio y la altura.
- Obturador: es la pieza que cierra en el extremo contrario de la corona y da forma al fondo del premolde.
- Molde: es la pieza que da la forma final al envase.
- Fondo: da la forma inferior del envase; esta pieza se caracteriza por dar grafilado al fondo del envase para poder ser transportado.

Figura 2. Diagrama de etapas de fabricación de botellas de vidrio

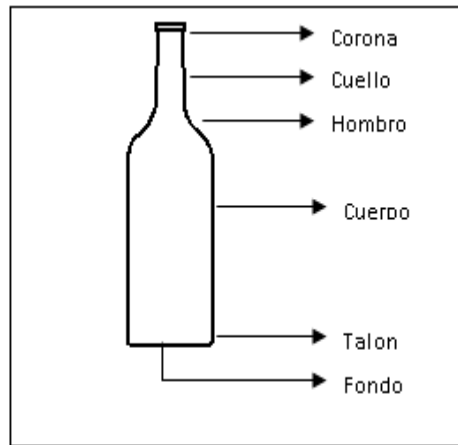


Fuente: Manual Vical. p.8.

1.2.4.1. Procesos de fabricación

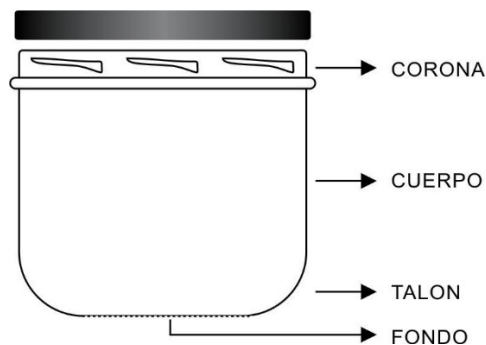
Los procesos de fabricación utilizados en la industria de envases de vidrio divergen en algunos aspectos, pero los tres procesos principales de fabricación según las necesidades de las industrias alimenticias, soderas, licoreras y medicinales, son utilizados por el diseño del envase.

Figura 3. Partes de envase boca angosta



Fuente: Manual Vical. p.4.

Figura 4. Partes de envase boca ancha



Fuente: elaboración propia, con información de Vidriera Guatemalteca, S. A.

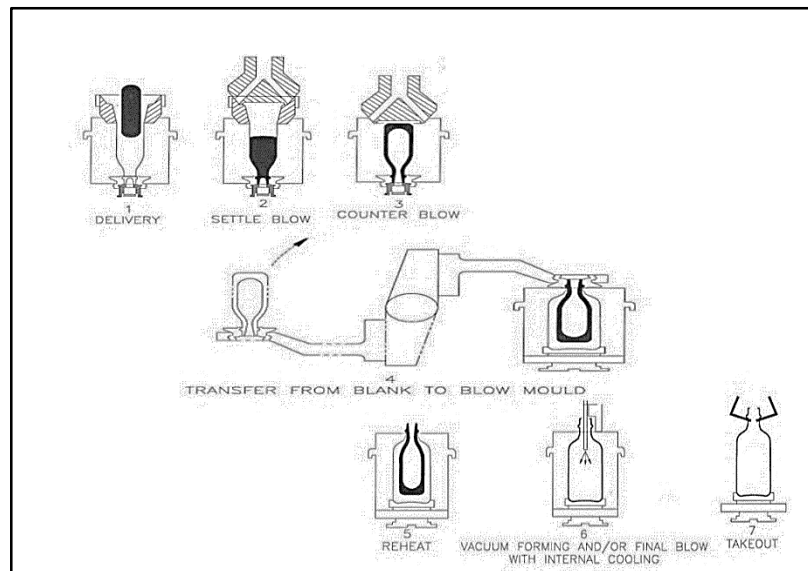
1.2.4.1.1. Soplo-soplo

En el proceso de fabricación de soplo-soplo (SS) se utiliza principalmente en la elaboración de envases pesados de boca angosta que contienen líquidos como medicinas, sodas, cervezas y vinos; los envases de sodas que se fabrican con este proceso principalmente son los envases retornables.

Las etapas de este proceso son:

- Soplo inicial lado bombillo: soplo del obturador hacia abajo para la formación de la corona.
- Soplo final lado bombillo: para la formación del premolde.
- Soplo en molde: el soplo en el molde se realiza introduciendo un tupo en el premolde y dando la forma final del envase.

Figura 5. Proceso de soplo-soplo



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.

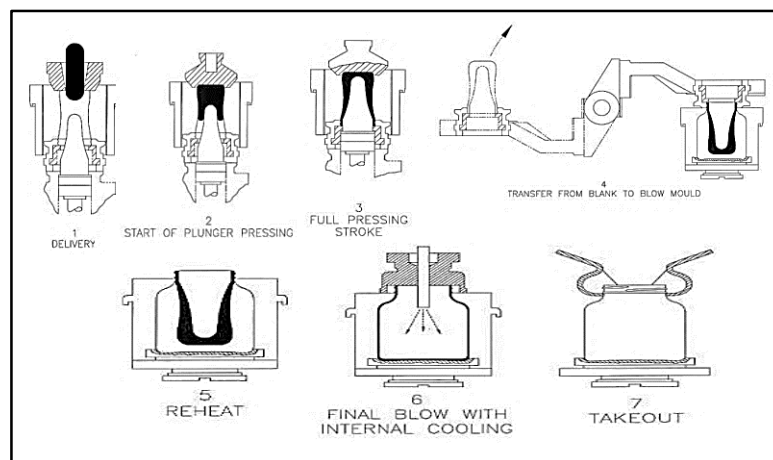
1.2.4.1.2. Prensa-soplo

El proceso prensa-soplo (PS) permite la elaboración de envases con boca grande y que normalmente son utilizados en la industria alimenticia.

Las etapas de este proceso son:

- Prensa lado bombillo: en este punto la carga está introducida en el bombillo, y el pistón empuja hacia arriba dando forma a la corona.
- Soplo lado molde: en este caso son necesarias cabezas de soplo especiales debido a lo grande de las bocas y la dificultad de mantener una presión óptima.

Figura 6. Proceso de prensa-soplo



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.

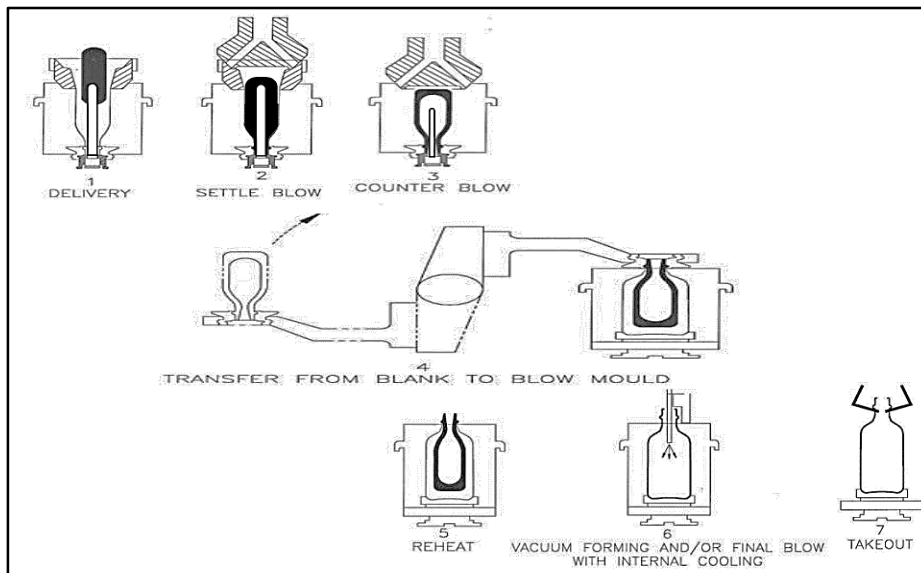
1.2.4.1.3. Prensa-soplo boca angosta

El proceso prensa-soplo boca angosta (PSBA) es utilizado para la elaboración de envases de bajo peso y que como su nombre lo indica son de boca angosta.

Las etapas de este proceso son:

- Prensa lado bombillo: esta actividad, a diferencia de la prensa-soplo utiliza pistones mucho más largos y empuja la carga hacia arriba para formar la corona y distribuirla para formar el premolde.
- Soplo lado molde: esta actividad es la misma que en el proceso soplo-soplo y se encarga de distribuir el vidrio para obtener la figura final.

Figura 7. Proceso de prensa-soplo boca angosta (PSBA)



Fuente: elaboración propia, con información de VIGUA.

1.2.4.1.4. Templado

A continuación del soplo final, la botella es extraída por un sistema de dedos de carbono que se encargan de colocar el envase en la banda transportadora para enviarlo a los templadores; donde se eliminan fuerzas internas producidas por el enfriamiento muy rápido que sufre la botella y que la debilita. El templador de recocido se encarga de llevar el entre 550 °C y 600 °C logrando controlar el descenso abrupto de temperatura a un promedio de 10 min; el templador disminuye en etapas el envase hasta 80 °C.

1.2.4.1.5. Tratamiento del vidrio

Junto con el templado del vidrio se aprovecha el proceso para aplicar algunos tratamientos especiales en el que se da un mayor brillo, facilidad para transporte en bandas transportadoras, reduciendo la fricción y mayor resistencia a la ralladura.

1.2.4.1.6. Inspección

La inspección de los envases se realiza como parte de la norma de estandarización ISO 9001-2008 en el que se realiza un muestreo buscando representatividad de todos los moldes y rectificando problemas en moldes.

Luego se revisa visualmente cada unidad de la muestra e informa a los revisadores de la línea defectos que se encuentran y se verifican criterios de muestras límite; el encargado de este punto de control se encarga de informar los ajustes a dispositivos automáticos de inspección y también envía información a producción para que realicen las rectificaciones correspondientes.

Seguidamente los envases pasan por dispositivos automáticos de inspección en el que se el que se revisan malformaciones de mala distribución de vidrio, granos y otros defectos visuales, en el que posteriormente el inspector que es una máquina que mide altura, diámetro, diseño y el fondo del envase con el fin de ajustar a los diseños y verificar que las medidas se encuentren dentro de las tolerancias.

1.2.5. Decorado

El decorado en los envases es requerido por las empresas para la promoción de su marca, identificación del contenido y el volumen contenido por el envase.

1.2.5.1. Impresión

Luego de revisados los envases que así lo requieran, son llevados al área de decorado, donde son impresos con pintura hecha a base de vidrio; por lo que tiene una excelente adherencia contra ralladuras y a la abrasión. El Departamento de Diseño es el encargado de dar forma y tamaño a los diferentes logotipos a imprimir. En este punto se realiza un nuevo control de calidad en cuanto al decorado; si un envase no pasa la prueba es sacado de la línea.

1.2.5.2. Recocido

Posteriormente, después de aplicada la pintura, los envases son ingresados a otro templador que es donde se funde la pintura con el vidrio y es este el punto donde el envase obtiene su presentación final.

1.2.6. Empaque

Dependiendo del tipo de envase y hacia dónde se distribuya el empaque, puede ir desde paletizado aplicando plástico *stretch film* alrededor y a solicitud del cliente se empacan en cajas de cartón con división o cajillas plásticas de distribución.

1.3. Mantenimiento

El mantenimiento es utilizado con la finalidad de preservar los equipos y maquinaria usada en las industrias y en la vida cotidiana, con el fin de obtener un correcto funcionamiento y de prolongar la vida útil en funcionamiento.

1.3.1. Definición de mantenimiento

Se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en operación óptima, lo que incluye servicio pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Es el conjunto de acciones y técnicas destinadas a conservar o restablecer equipos, dispositivos, instalaciones o edificaciones.

1.3.2. Tipos de mantenimiento

Los diferentes tipos de mantenimiento se caracterizan por el momento en el que se realice y las circunstancias en las que se encuentre cada maquinaria o equipo para su reparación o limpieza, existe el correctivo, preventivo y predictivo.

1.3.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que corrige las averías o fallas en los equipos e instalaciones; cuando estas se presentan, este es el primer mantenimiento utilizado dada su simplicidad de reparar aquello que estaba averiado. Entre los dos tipos de mantenimiento correctivo existe el planificado y el no planificado.

El planificado es el que se asigna al personal para su reparación y que se cuenta con los repuestos necesarios para su corrección; y el no planificado es el más costoso dada su naturaleza, ya que significa no contar con un tiempo específico y con herramientas y repuestos disponibles.

1.3.2.2. Mantenimiento preventivo

Se diseñó con la finalidad de prever y anticiparse a fallas de los equipos y máquinas utilizando para ello datos estadísticos y características de equipos instalados proporcionados por los fabricantes. Reemplazando las piezas antes de que estas fallen.

1.3.2.3. Mantenimiento predictivo

Es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina, basándose en la medición, seguimiento y monitoreo controlado con técnicas como el análisis de vibración, termografías, degradación del lubricante, inspección visual, niveles de contaminación, desgaste y fatiga.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Distribución de planta

La distribución de la planta da una trazabilidad lineal de producción, iniciando al fondo el área de materia prima, reciclaje, preparación para fundición, fabricación, inspección, decorado, embalaje, almacenaje y despacho; lo que permite en el área perimetral a esta línea de producción localizar los diferentes departamentos de soporte y suministros intervenir en las distintas etapas de la transformación.

En los perímetros se localiza los Departamentos de Ingeniería de Planta, Departamento de Moldes, almacén de moldes, taller eléctrico, mantenimiento general, depósitos de bunker, almacén general.

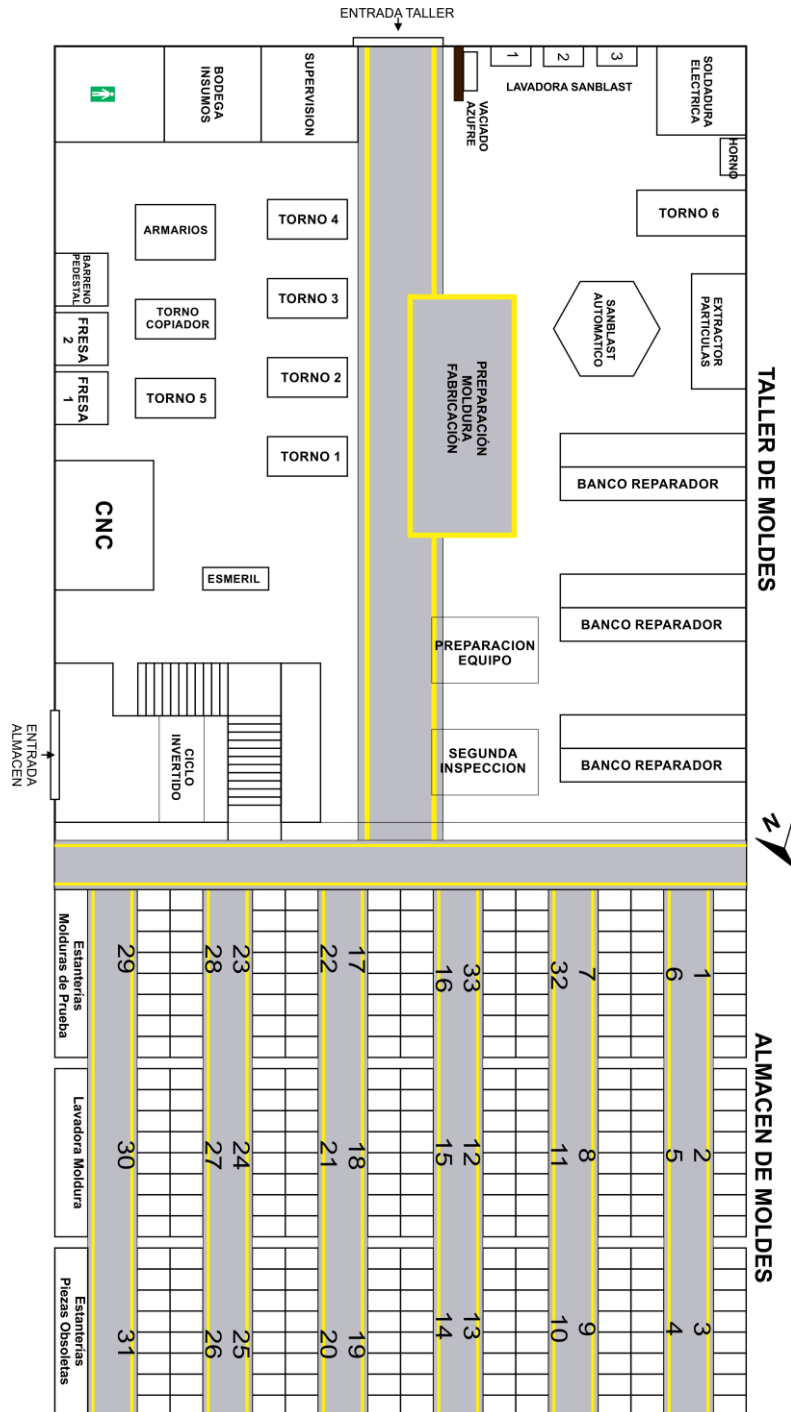
Al frente de la planta se encuentra el área administrativa, en el que se encuentra Gerencia General, Departamento Contable y Financiero, Departamento de Compras, Recursos Humanos, área de parqueos, cafetería y atención al cliente.

Figura 8. Distribución de planta



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A. avenida Petapa y 48 calle, ciudad de Guatemala.

Figura 9. Distribución del taller de moldes y almacén de moldes



Fuente: elaboración propia, con programa de Corel Draw X7.

2.2. Procedimiento de preparación de moldes

La preparación de los moldes para su utilización se realiza con fines de determinar si las piezas cuentan con las especificaciones solicitadas por el cliente, si los moldes son aptos para su funcionamiento y si cumplen con los requerimientos de utilización en las máquinas I. S.

2.2.1. Análisis

El análisis de las molduras se realiza junto con la producción mensual, en el que se considera la cantidad de moldes, fondos, bombillos, obturadores, corona y pistones necesarios para fabricar envases de vidrio. La moldura que se programa para producción es revisada y analizada con base en reportes de inspección previos, y es programada la reparación pertinente de los problemas causados en la última producción.

2.2.2. Reparación

La reparación se realiza en el taller de moldes, así como con proveedores externos de reparación, la reparación de las piezas inicia con soldadura, luego con rectificación de piezas y por último pasa por pulido y remarcado de controles de número de molde, logo de Vigua y grabados del cliente.

2.2.3. Inspección

Después de la reparación de moldes es inspeccionado utilizando calibradores pasa-no-pasa, medición de conexiones y revisión visual para asegurar que las piezas no tengan daños superficiales y que los moldes se encuentren dentro de las tolerancias permitidas según diseño técnico.

2.2.4. Preparación de equipo

El equipo de moldura lo conforma principalmente la corona, guía viajera, guía limitadora, pistones soplo-soplo y prensa-soplo; todos estos componentes se comparan y miden con dibujos técnicos para evitar errores y problemas en producción. Por la forma de la corona y la dificultad para realizar medición inversa, se utiliza azufre caliente para hacer un molde al momento de enfriarse y obtener una pieza para una mejor medición; estas mediciones las realizan en el departamento de control de calidad.

2.2.5. Preparación de moldes

La preparación de moldes incluye medición de puntos críticos en los que existe unión de piezas como molde-fondo y bombillo-obturador-corona; las mediciones se realizan con base en dibujos técnicos y tolerancias máximas y mínimas, así como la inspección visual y el correcto ensamble de piezas. Dependiendo del tipo de envase a fabricar, algunos moldes tienen grabados en alto y bajo relieve, en el que es necesario aplicar lubricante con características específicas de desmolde y baja adherencia al vidrio para obtener el mejor resultado.

2.2.6. Instalación en máquina I. S.

La instalación o cambio como comúnmente se conoce es el punto más crítico en la producción, ya que las máquinas I. S. están trabajando 24 horas al día y cada minuto es determinante para la reducción de costos. Además de la velocidad en el cambio es importante que todas las piezas queden alineadas y con la separación exacta para evitar golpes cuando los mecanismos abren y cierran.

2.2.7. Lavado

Al finalizar la producción planificada, la moldura es desinstalada y se instala una nueva en la maquinaria; la moldura desinstalada acumula vidrio en producción, esta es enviada a las máquinas de lavado automático y en las áreas difíciles de limpiar se utiliza la lavadora manual. Este procedimiento también se aplica cuando se trasiega moldura con las plantas Vicesa y Vipasa.

2.2.8. Inspección postrabajo

La inspección postrabajo o ciclo invertido se estableció como procedimiento obligatorio desde el 2007, como parte de la incorporación del sistema de estandarización ISO 9001-2008, en el que se evalúan las condiciones en las cuales la moldura sale de producción, y se han sufrido desgastes y daños que se reportan para posterior reparación.

2.2.9. Lubricación

Como parte del mantenimiento de equipo, y por condiciones ambientales salinas que provocan oxidación y corrosión en las molduras esto disminuye la vida útil por estado físico; es necesaria la lubricación con grasa multipropósito diluida en gas, para obtener una consistencia líquida y que sea de fácil aplicación; la lubricación se aplica principalmente en la cavidad de la moldura, que es la que tiene contacto directo con el vidrio, utilizando una brocha en forma de hisopo gigante.

2.2.10. Almacenaje

Después de que la moldura es lubricada, es necesario el conteo y registro de la moldura que se va almacenar, para llevar control del material con que se cuenta en estanterías, determinando del reporte de inspección datos importantes para que todas las plantas cuenten con la información en línea.

- Vida útil física
- Vida útil por producción restante o velas cortadas
- Vida útil por peso (peso de vidrio necesario para fabricación)
- Vida útil dimensional

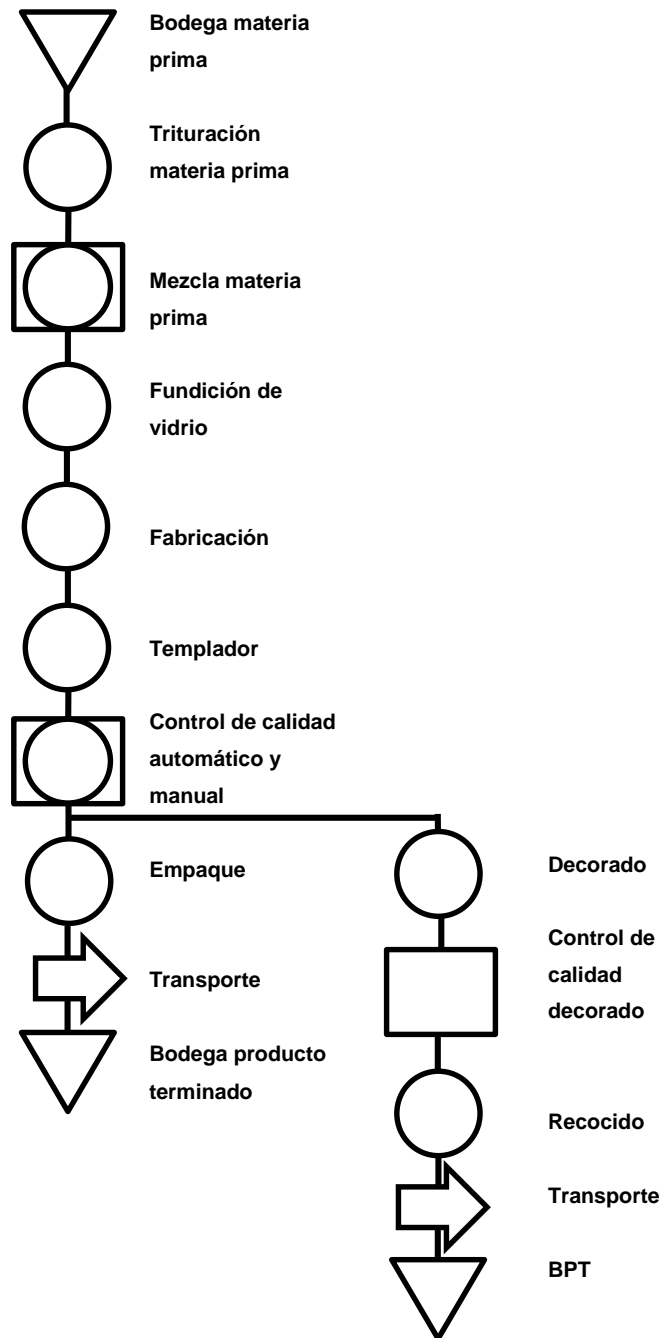
2.3. Flujo de operaciones

El diagrama de flujo de la empresa, se centra en una línea de producción de envases de vidrio; en el que actualmente Vigua consta de dos hornos de fundición y cada horno con tres máquinas I. S.

2.3.1. Diagrama de flujo fabricación de envases de vidrio

Las operaciones necesarias para la fabricación de envases de vidrio inician en la recepción de materia prima, preparación y mezcla, fundición, transformación, controles de calidad y despacho.

Figura 10. Diagrama de flujo de fabricación de envases de vidrio

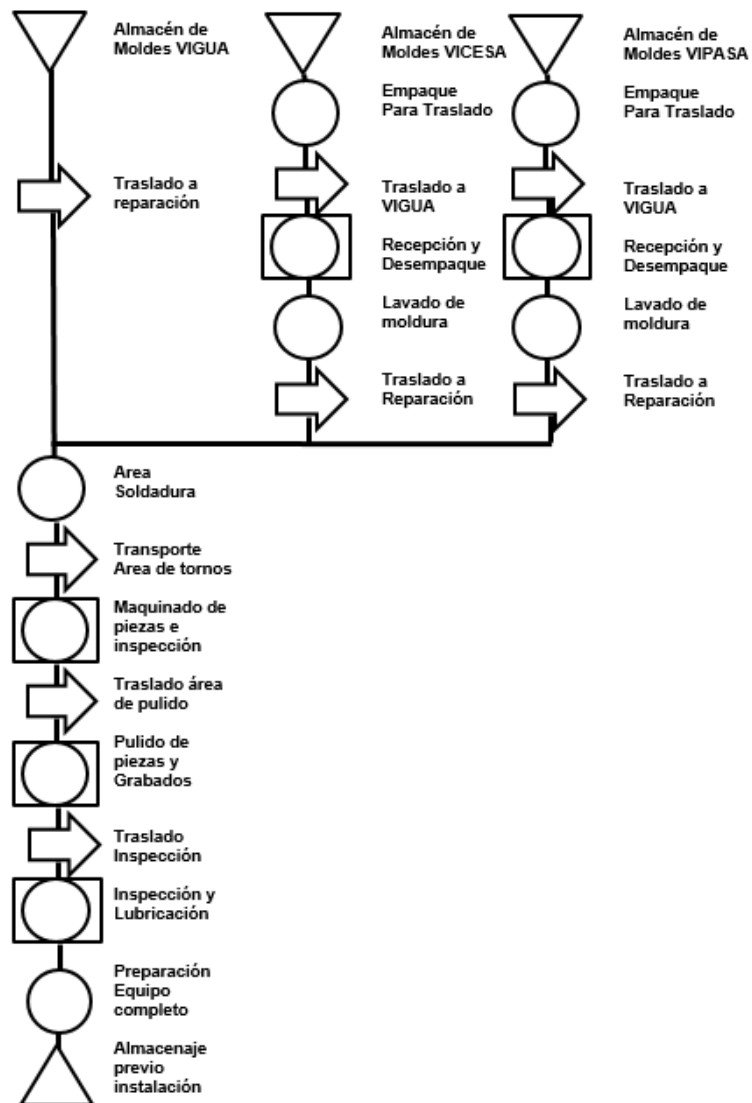


Fuente: elaboración propia, con información de Vidriera Guatemalteca, S. A.

2.3.2. Diagrama de flujo preparación de moldes

La preparación de moldes consta de la integración de las tres plantas del Grupo Vical, S. A., en el que es necesario contar con el procedimiento.

Figura 11. Diagrama de flujo de preparación de moldes



Fuente: elaboración propia, con información de Vidriera Guatemalteca, S. A.

2.4. Herramientas de diagnóstico

Las herramientas de diagnóstico permiten evaluar y analizar los diferentes procesos con el fin de proponer cambios y mejoras en las áreas que se vean afectadas por malos procedimientos.

2.4.1. Diagrama de Pareto del Departamento de Moldes

Es una herramienta que nos permite identificar el 80 % de los defectos que radican en el 20 % de los procesos, basándose en el denominado conocimiento empírico y relativamente sencillo de aplicar e identificar problemas realmente relevantes. El primer paso en el caso de las piezas de los moldes es separar por grupos de piezas y de los errores comúnmente encontrados y se evaluaron molduras para determinar sus principales problemas.

Tabla I. Formato de evaluación de daños en moldura completa

Número moldura	C-				SET
Rebaje Wiegand			PS	SS	PSBA
Pieza	Tipo	Error			X
Moldes	A	Poros			
	B	Grietas boca			
	C	Grietas conexión fondo			
	D	Grietas cuerpo			
	E	Gravados			
	F	Código perlas			
	G	Golpe exterior			
	H	Golpe viaje			
Fondo	I	Grietas			
	J	Grafilado			
Bombillo	K	Poros			
	L	Grietas conexión corona			
	M	Grietas cuerpo			
	N	Grietas conexión obturador			
	O	Golpe exterior			
Obturador	P	Grietas			
	Q	Golpes			

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Tabla de evaluación de daños en moldura sin rebaje *Wiegán*

MOLDURA	SET	REBAJE WIEGAN	MOLDES						FONDO		BOMBILLO				OBTURADOR				
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
			Poros	Grietas boca	Grietas conexión fondo	Grietas cuerpo	Gravados	Código perlas	Golpe exterior	Golpe viaje	Grietas	Grafilado	Poros	Grietas conexión corona	Grietas cuerpo	Grietas conexión obturador	Golpe exterior	Grietas	Golpes
C-1115	04	No	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
C-1170	04	No	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
C-1493	04	No	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-1539	06	No	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
C-1656	03	No	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
C-1889	04	No	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-1896	03	No	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
C-1901	02	No	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-1915	02	No	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C-1941	03	No	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C-1979	04	No	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
C-2037	01	No	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C-2044	01	No	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-2122	02	No	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
C-2140	01	No	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C-2181	03	No	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-2209	01	No	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C-2283	01	No	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
C-2322	01	No	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-2345	01	No	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
C-2346	01	No	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C-2436	01	No	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
22			16	16	4	8	3	3	2	3	1	1	16	16	13	1	0	1	7
%			73	73	18	36	14	14	9	14	5	5	73	73	59	5	0	5	32
374	Posibles errores																		
111	Errores encontrados																		
30 %	Errores encontrados																		

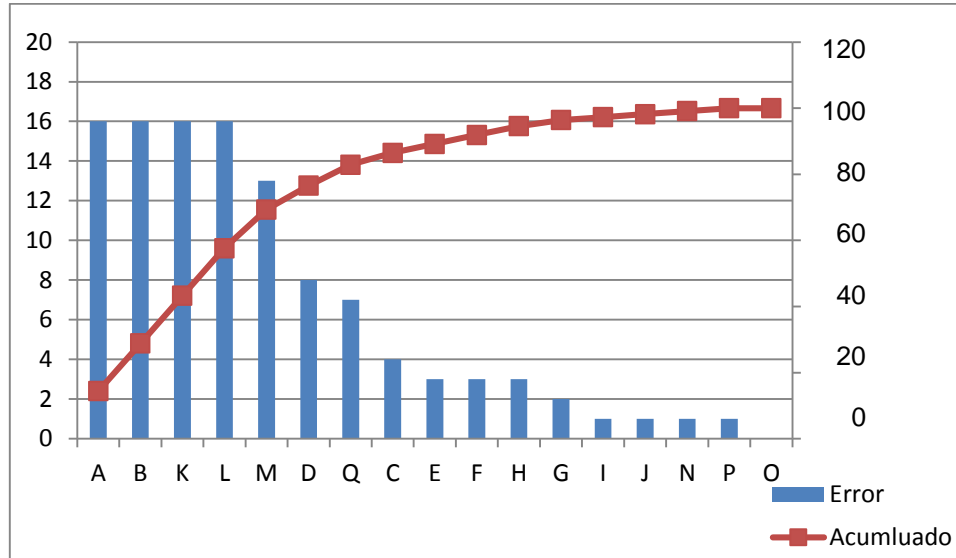
Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Tabla de evaluación de daños en moldura con rebaje *Wiegán***

MOLDURA	SET	REBAJE WIEGAN	MOLDES								FONDO		BOMBILLO					OBTURADOR	
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
			Poros	Grietas boca	Grietas conexión fondo	Grietas cuerpo	Gravados	Código perlas	Golpe exterior	Golpe viaje	Grietas	Grafilado	Poros	Grietas conexión corona	Grietas cuerpo	Grietas conexión obturador	Golpe exterior	Grietas	Golpes
C-1115	05	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
C-1522	06	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C-1584	03	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-1754	03	Sí	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
C-1896	03	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
C-1988	02	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C-2140	01	Sí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C-2375	01	Sí	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C-2376	01	Sí	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C-2380	01	Sí	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C-2393	01	Sí	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
C-2396	01	Sí	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
C-2407	01	Sí	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
C-2433	01	Sí	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
C-2181	04	Sí	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
15			2	0	2	3	1	0	3	2	3	1	4	6	6	3	6	0	5
%			13	0	13	20	7	0	20	13	20	7	27	40	40	20	40	0	33
255	Posibles errores																		
47	Errores encontrados																		
18 %	Errores encontrados																		

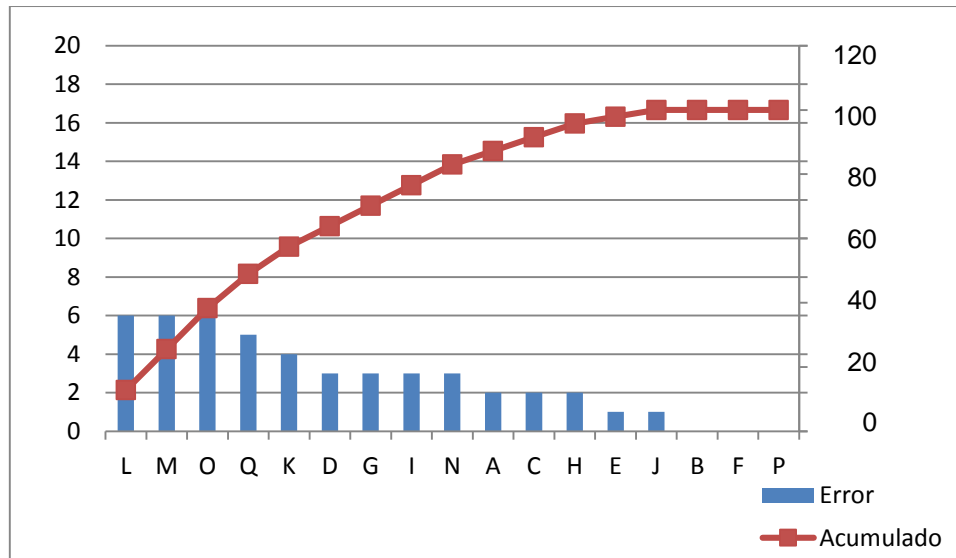
Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de Pareto de moldura sin rebaje *Wiegán*



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Diagrama de Pareto de moldura con rebaje *Wiegán*

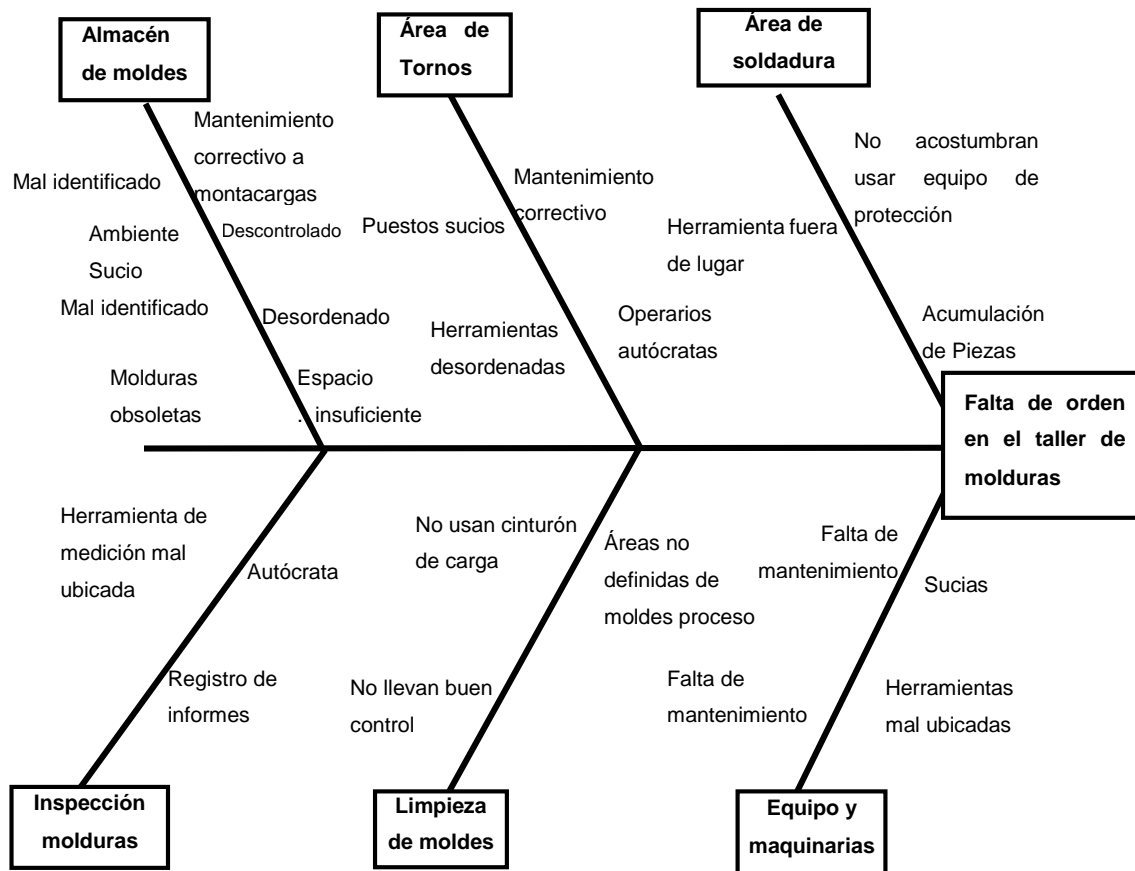


Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Diagrama Ishikawa del Departamento de Moldes

El diagrama Ishikawa aplicado en el Departamento de Moldes considera el área de almacén, área de tornos, área de soldadura, inspección y limpieza de molduras; considerando efectos negativos en dichas áreas, que nos ocasionan causas perjudiciales en los procedimientos.

Figura 14. Diagrama Ishikawa del Departamento de Moldes



Fuente: elaboración propia, con información del taller de moldes, Vidriera Guatemalteca, S. A.

2.5. Hornos de precalentamiento

Los hornos de precalentamiento utilizados en cada máquina I. S. inician su labor 10 horas antes de cada cambio de producción programado, en el que los moldes, fondos, bombillos y obturadores son cargados en cada horno para llevarlos a una temperatura controlada entre 400 °C y 500 °C con el fin aproximar la temperatura en la cual los moldes trabajan en la maquina I. S.; la gota de vidrio cae a una temperatura aproximada de 900 °C reduciendo la diferencia de temperatura y se evita el choque térmico que puedan sufrir los moldes.

La utilización en el Departamento de Moldes es para la aplicación del lubricante antes de ingresar a producción, en la que se aplica en los grabados, hombro y en partes críticas en los moldes, las cuales tienen contacto con el vidrio; esto evita que se pegue al momento del desmolde en máquina y reduce errores de malformación en el envase.

Figura 15. Horno precalentamiento taller



Continuación de la figura 15.



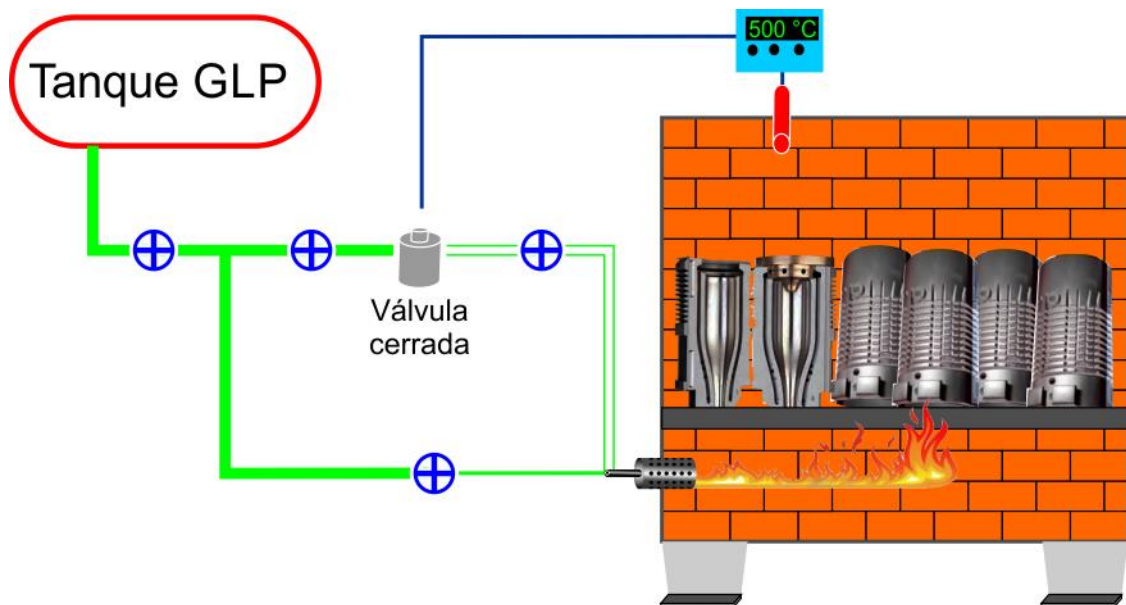
Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.

2.5.1. Diagrama de funcionamiento

El funcionamiento actual del horno de precalentamiento utiliza diferentes componentes para su acometido, utiliza gas licuado del petróleo como combustible que es trasladado desde el tanque de almacenamiento; su construcción la incorpora una estructura de marco de acero, aislado con ladrillos refractarios.

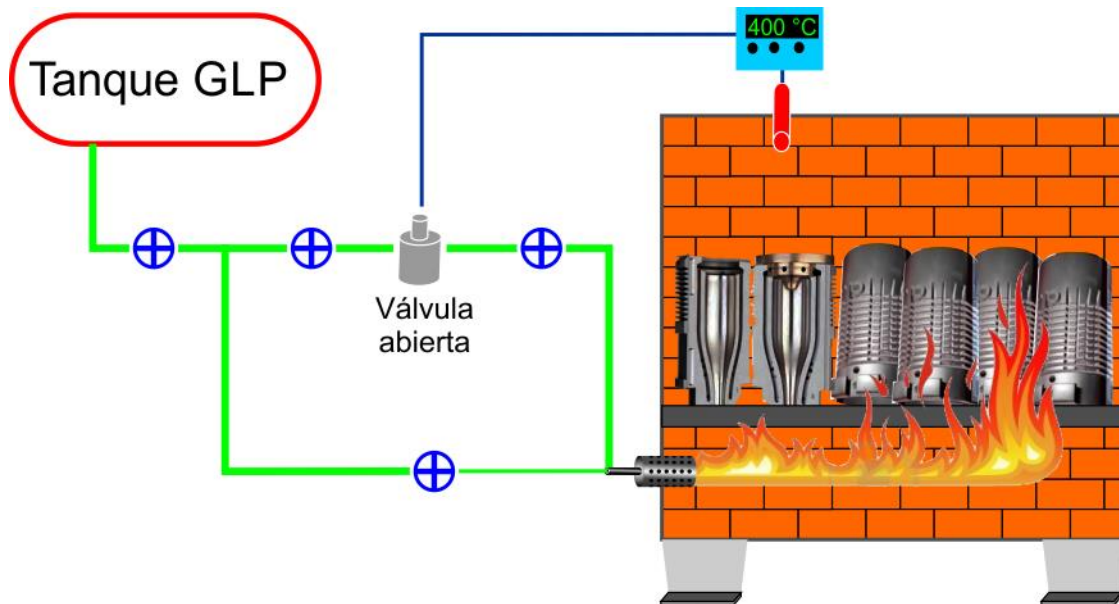
Así como válvulas manuales de graduación del gas licuado de petróleo e indicadores de temperatura digitales, los quemadores utilizados son de funcionamiento de aporte de oxígeno para obtener una llama uniforme.

Figura 16. Diagrama del horno válvula cerrada



Fuente: elaboración propia, con programa Corel Draw X7.

Figura 17. Diagrama del horno valvula abierta

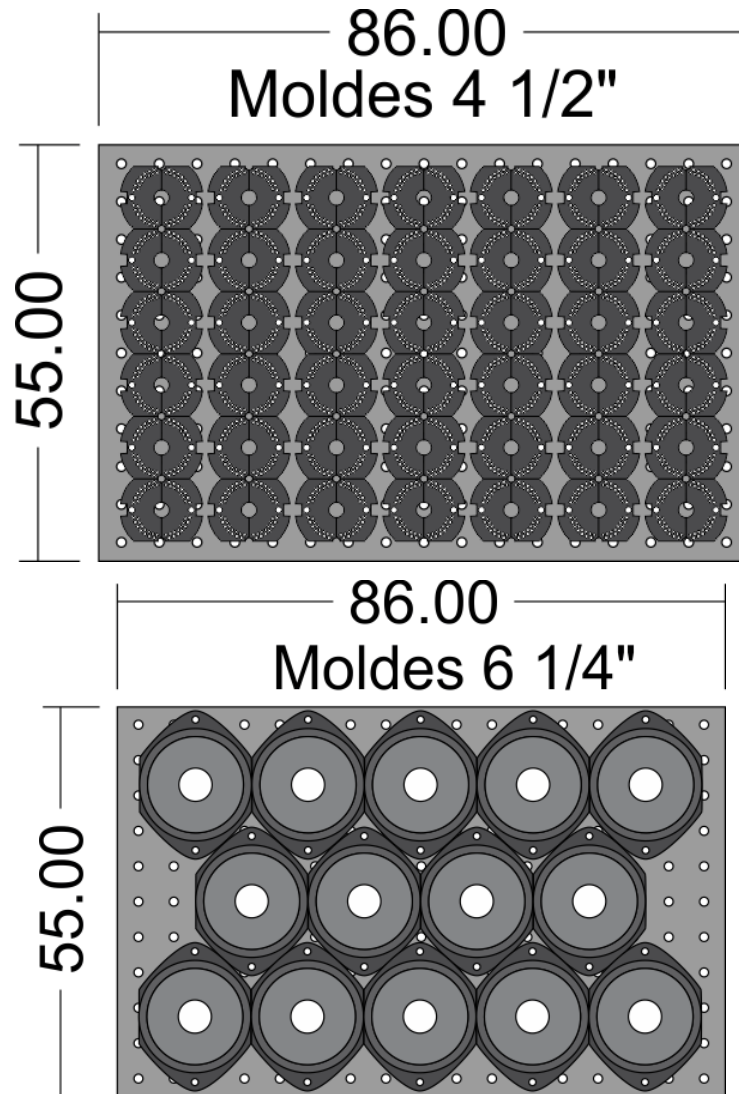


Fuente: elaboración propia, con programa Corel Draw X7.

2.5.2. Capacidad de horno

La capacidad de los hornos de calentamiento se delimita por las medidas de la placa base que tiene una dimensión de 55 cm por 85 cm, con las medidas comunes del diámetro de los moldes y bombillos que son de 4 ½" y 6 ¼", en lo que a cada horno entran 32 piezas y 14 piezas, respectivamente.

Figura 18. Diagrama de distribución de moldes dentro de horno



Fuente: elaboración propia, con programa Corel Draw X7.

2.5.3. Descripción de funcionamiento actual

Una parte de los hornos de precalentamiento funcionan de forma manual y otra de forma automática, en lo que cabe de tecnología utilizada; el encendido de los quemadores es de forma manual y el flujo de gas licuado de petróleo (GLP)

es controlado por válvulas de paso que se controlan de forma manual, con el fin de llegar a la temperatura deseada; además, cuenta con un sensor de temperatura en el interior del horno que de forma analógica envía la señal a un monitor que controla una llave de paso magnética para abrir o cerrar un segundo flujo de gas y mantener la temperatura entre 400 °C y 500 °C.

Es decir los hornos trabajan con dos flujos de gas, uno de forma manual y otro de forma automática; la primera al no ser estandarizada a una temperatura que se acerque lo más posible a la deseada, conlleva a que sea mucha la diferencia entre la automática, y si la manual no agrega energía calorífica suficiente al sistema, este pierde energía por transferencia.

2.6. Evaluación histórica de moldes

Desde el inicio de operaciones en 1964, las máquinas formadoras de vidrio y los moldes han evolucionado de la mano con la tecnología; las máquinas de formado de envase de vidrio al inicio trabajaban en pocas secciones y mecanismos muy diferentes a los utilizados actualmente que limitaban la utilización de doble cavidad en cada sección; además las primeras máquinas formadoras funcionaban de forma circular en sección simple.

El diseño de moldes tiene como objetivo principal la fabricación de envases de vidrio con características específicas de diseño, forma, capacidad y uso; con el cambio de las máquinas formadoras y la introducción de máquinas de sección independiente se obtuvo aumento significativo en la velocidad de producción, surgiendo problemas de calentamiento y siendo necesario un rediseño en los moldes, maquilando agujeros de enfriamiento vertical (*vertiflow*) y modificando los mecanismos de sujeción, evitando problemas de golpes en el vaivén en molde abierto y cerrado.

Tabla IV. Tabulación de vidas útiles de moldura sin rebaje *Wiegand*

MOLDURA	SET	REBAJE WIEGAN	FECHA DE PRODUCCIÓN	NÚM. DE MOLDES	DIMENSIONAL	FÍSICO	PESO	VELAS	PERDIDA DE VIDA POR DAÑO FÍSICO	MENOR	VIDA ÚTIL MENOR
C-1115	04	No	22/06/2010	29	82 %	50 %	100 %	83 %	-33 %	50 %	Físico
C-1115	04	No	20/12/2010	26	80 %	40 %	100 %	81 %	-41 %	40 %	Físico
C-1115	04	No	29/03/2011	30	77 %	30 %	100 %	77 %	-47 %	30 %	Físico
C-1115	04	No	07/06/2011	30	74 %	25 %	100 %	74 %	-49 %	25 %	Físico
C-1170	04	No	10/12/2009			65 %	100 %	84 %	-19 %	65 %	Físico
C-1170	04	No	01/06/2010			40 %	100 %	60 %	-20 %	40 %	Físico
C-1170	04	No	30/08/2010	30	85 %	30 %	100 %	59 %	-29 %	30 %	Físico
C-1170	04	No	11/03/2013	30	76 %	%	72 %	70 %	-70 %	%	Físico
C-1493	04	No	08/09/2010	30	90 %	65 %	100 %	64 %	1 %	64 %	V. Velas
C-1493	04	No	03/11/2011	29	100 %	55 %	100 %	59 %	-4 %	55 %	Físico
C-1493	04	No	28/02/2012	30	100 %	50 %	100 %	58 %	-8 %	50 %	Físico
C-1539	06	No	02/02/2011	23	88 %	60 %	100 %	76 %	-16 %	60 %	Físico
C-1656	03	No	05/09/2008			85 %		91 %	-6 %	85 %	Físico
C-1889	01	No	30/08/2010	23	74 %	10 %	64 %	36 %	-26 %	10 %	Físico
C-1889	04	No	19/11/2010	30	100 %	97 %	100 %	96 %	1 %	96 %	V. Velas
C-1889	04	No	08/11/2011	30	100 %	70 %	100 %	85 %	-15 %	70 %	Físico
C-1889	04	No	25/06/2012	30	90 %	65 %	100 %	78 %	-13 %	65 %	Físico
C-1896	03	No	11/02/2011	30	90 %	75 %	85 %	90 %	-15 %	75 %	Físico
C-1901	02	No	06/01/2011	30	85 %	84 %	80 %	91 %	-7 %	80 %	Peso
C-1901	02	No	14/07/2011	30	80 %	50 %	100 %	87 %	-37 %	50 %	Físico
C-1915	02	No	09/06/2011	24	95 %	75 %	100 %	89 %	-14 %	75 %	Físico
C-1915	02	No	04/07/2012	24	87 %	70 %	100 %	87 %	-17 %	70 %	Físico
C-1941	03	No	08/11/2010	23	82 %	85 %	100 %	86 %	-1 %	82 %	Dimensional
C-1941	03	No	29/03/2011	23	80 %	80 %	100 %	83 %	-3 %	80 %	Dimensional
C-1941	03	No	25/10/2011	23	76 %	80 %	100 %	80 %	%	76 %	Dimensional
C-1941	03	No	05/07/2012	23	81 %	75 %	100 %	80 %	-5 %	75 %	Físico
C-1979	04	No	29/07/2010	30	100 %	70 %	100 %	81 %	-11 %	70 %	Físico
C-1979	04	No	23/06/2011	29	93 %	55 %	100 %	54 %	1 %	54 %	V. Velas
C-1979	04	No	12/08/2011	29	90 %	40 %	100 %	46 %	-6 %	40 %	Físico

Continuación de la tabla IV.

C-1979	04	No	27/09/2011	29	100 %	30 %	100 %	38 %	-8 %	30 %	Físico
C-2037	01	No	03/02/2011	28	65 %	%	88 %	64 %	-64 %	%	Físico
C-2044	01	No	22/11/2010	34	77 %	30 %	100 %	75 %	-45 %	30 %	Físico
C-2122	01	No	27/01/2010	22	70 %	40 %	100 %	73 %	-33 %	40 %	Físico
C-2122	01	No	24/06/2010	22	47 %	25 %	100 %	66 %	-41 %	25 %	Físico
C-2122	01	No	23/08/2010	22	65 %	20 %	100 %	61 %	-41 %	20 %	Físico
C-2122	01	No	30/11/2010	22	60 %	20 %	100 %	59 %	-39 %	20 %	Físico
C-2122	02	No	23/08/2010	22	65 %	20 %	100 %	61 %	-41 %	20 %	Físico
C-2122	02	No	29/12/2010	22	62 %	20 %	100 %	56 %	-36 %	20 %	Físico
C-2122	02	No	30/11/2010	22	60 %	20 %	100 %	59 %	-39 %	20 %	Físico
C-2140	01	No	13/01/2010	24	85 %	75 %	80 %	85 %	-10 %	75 %	Físico
C-2140	01	No	05/11/2010	24	85 %	70 %	80 %	82 %	-12 %	70 %	Físico
C-2181	03	No	05/01/2011	30	100 %	95 %	100 %	86 %	10 %	86 %	V. Velas
C-2181	03	No	08/02/2011	30	100 %	75 %	100 %	64 %	11 %	64 %	V. Velas
C-2181	03	No	15/04/2011	30	100 %	60 %	100 %	48 %	12 %	48 %	V. Velas
C-2181	03	No	28/06/2011	30	100 %	43 %	100 %	44 %	-1 %	43 %	Físico
C-2181	03	No	19/08/2011	28	97 %	40 %	100 %	36 %	4 %	36 %	V. Velas
C-2181	03	No	06/12/2011	30	95 %	25 %	100 %	26 %	-1 %	25 %	Físico
C-2181	03	No	12/01/2012	30	92 %	%	100 %	5 %	-5 %	%	Físico
C-2209	01	No	15/12/2010	29	71 %	50 %	100 %	80 %	-30 %	50 %	Físico
C-2209	01	No	24/03/2011	29	50 %	40 %	28 %	77 %	-37 %	28 %	Peso
C-2283	01	No	23/09/2010	30	100 %	90 %	100 %	96 %	-6 %	90 %	Físico
C-2283	01	No	22/11/2011	30	97 %	75 %	100 %	94 %	-19 %	75 %	Físico
C-2288	01	No	30/07/2010	21	87 %	%	28 %	57 %	-57 %	%	Físico
C-2322	01	No	02/03/2011	30	91 %	90 %	100 %	96 %	-6 %	90 %	Físico
C-2322	01	No	06/05/2011	30	89 %	85 %	100 %	95 %	-10 %	85 %	Físico
C-2322	01	No	09/06/2011	30	92 %	80 %	100 %	93 %	-13 %	80 %	Físico
C-2322	01	No	14/07/2011	30	91 %	60 %	100 %	89 %	-29 %	60 %	Físico
C-2322	01	No	27/07/2012	28	85 %	55 %	100 %	87 %	-32 %	55 %	Físico
C-2345	01	No	01/03/2011	30	95 %	90 %	100 %	94 %	-4 %	90 %	Físico
C-2346	01	No	11/01/2011	12	100 %	80 %	100 %	96 %	-16 %	80 %	Físico
C-2436	01	No	12/06/2012	30	100 %	97 %	100 %	93 %	4 %	93 %	V. Velas
C-2436	01	No	06/08/2012	30	96 %	95 %	100 %	80 %	15 %	80 %	V. Velas
23			Molduras					Media pérdida por físico	-22%		

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

Tabla V. Tabulación de vidas útiles de moldura con rebaje *Wiegand*

MOLDURA	SET	REBAJE WIEGAN	FECHA DE PRODUCCIÓN	NÚM. DE MOLDES	DIMENSIONAL	FÍSICO	PESO	VELAS	PERDIDA DE VIDA POR DAÑO FÍSICO	MEJOR	VIDA ÚTIL MEJOR
C-1115	05	Sí	11/07/2012	30	96 %	95 %	100 %	98 %	-3 %	95 %	Físico
C-1522	06	Sí	17/02/2011	30	98 %	75 %	100 %	83 %	-8 %	75 %	Físico
C-1522	06	Sí	17/06/2011	30	92 %	50 %	100 %	70 %	-20 %	50 %	Físico
C-1522	06	Sí	30/08/2011	30	100 %	50 %	100 %	67 %	-17 %	50 %	Físico
C-1584	03	Sí	15/07/2011	30	100 %	100 %	100 %	96 %	4 %	96 %	V. Velas
C-1584	03	Sí	13/10/2011	30	100 %	80 %	90 %	96 %	-16 %	80 %	Físico
C-1754	03	Sí	08/02/2011	30	100 %	100 %	100 %	97 %	3 %	97 %	V. Velas
C-1754	03	Sí	21/06/2012	30	100 %	90 %	100 %	96 %	-6 %	90 %	Físico
C-1896	03	Sí	02/09/2011	30	88 %	70 %	81 %	88 %	-18 %	70 %	Físico
C-1896	03	Sí	27/07/2012	28	87 %	65 %	100 %	85 %	-20 %	65 %	Físico
C-1988	02	Sí	01/02/2010	31	100 %	70 %	100 %	83 %	-13 %	70 %	Físico
C-1988	02	Sí	08/11/2010	31	90 %	35 %	71 %	78 %	-43 %	35 %	Físico
C-1988	02	Sí	16/08/2011	29	80 %	%	100 %	69 %	-69 %	%	Físico
C-1988	03	Sí	03/01/2012	30	100 %	100 %	100 %	98 %	2 %	98 %	V. Velas
C-1988	03	Sí	09/08/2012	30	100 %	97 %	100 %	93 %	4 %	93 %	V. Velas
C-2140	01	Sí	21/06/2011	24	87 %	65 %	100 %	80 %	-15 %	65 %	Físico
C-2140	01	Sí	02/09/2011	23	82 %	60 %	92 %	78 %	-18 %	60 %	Físico
C-2375	01	Sí	30/11/2010	30	100 %	97 %	100 %	98 %	-1 %	97 %	Físico
C-2375	01	Sí	12/08/2011	29	100 %	95 %	100 %	96 %	-1 %	95 %	Físico
C-2375	01	Sí	02/02/2012	29	96 %	95 %	85 %	94 %	1 %	85 %	Peso
C-2375	01	Sí	10/07/2012	29	90 %	95 %	76 %	92 %	3 %	76 %	Peso
C-2376	01	Sí	09/11/2010	30	100 %	100 %	100 %	97 %	3 %	97 %	V. Velas
C-2376	01	Sí	11/08/2011	30	100 %	96 %	100 %	94 %	2 %	94 %	V. Velas
C-2376	01	Sí	02/02/2012	30	100 %	95 %	100 %	93 %	2 %	93 %	V. Velas
C-2376	01	Sí	19/06/2012	30	100 %	90 %	100 %	91 %	-1 %	90 %	Físico
C-2380	01	Sí	10/06/2011	30	100 %	100 %	100 %	99 %	1 %	99 %	V. Velas
C-2380	01	Sí	17/06/2011	30	100 %	95 %	100 %	97 %	-2 %	95 %	Físico
C-2380	01	Sí	27/10/2011	30	100 %	95 %	100 %	96 %	-1 %	95 %	Físico
C-2380	01	Sí	02/02/2012	30	100 %	95 %	100 %	94 %	1 %	94 %	V. Velas

Continuación de la tabla V.

C-2380	01	Sí	09/07/2012	30	100 %	90 %	100 %	91 %	-1 %	90 %	Físico
C-2393	01	Sí	18/04/2011	30	100 %	97 %	89 %	97 %	%	89 %	Peso
C-2393	01	Sí	14/06/2011	30	100 %	95 %	78 %	92 %	3 %	78 %	Peso
C-2393	01	Sí	18/10/2011	30	100 %	90 %	67 %	90 %	%	67 %	Peso
C-2393	01	Sí	29/12/2011	30	100 %	90 %	27 %	85 %	5 %	27 %	Peso
C-2393	01	Sí	07/06/2012	30	100 %	90 %	44 %	81 %	9 %	44 %	Peso
C-2393	01	Sí	10/08/2012	30	100 %	90 %	44 %	79 %	11 %	44 %	Peso
C-2396	01	Sí	11/02/2011	24	95 %	95 %	100 %	94 %	1 %	94 %	V. Velas
C-2396	01	Sí	06/05/2011	24	100 %	90 %	100 %	92 %	-2 %	90 %	Físico
C-2396	01	Sí	17/06/2011	24	100 %	80 %	100 %	87 %	-7 %	80 %	Físico
C-2396	01	Sí	08/12/2011	24	100 %	80 %	88 %	78 %	2 %	78 %	V. Velas
C-2396	01	Sí	18/07/2012	24	100 %	70 %	100 %	57 %	13 %	57 %	V. Velas
C-2407	01	Sí	13/03/2012	29	60 %	%	72 %	20 %	-20 %	%	Físico
C-2433	01	Sí	06/09/2011	30	100 %	100 %	100 %	98 %	2 %	98 %	V. Velas
C-1900	02	Sí	02/06/2011	22	78 %	70 %	100 %	82 %	-12 %	70 %	Físico
C-1900	02	Sí	28/07/2011	22	76 %	50 %	100 %	81 %	-31 %	50 %	Físico
C-1900	02	Sí	31/07/2011	22	75 %	40 %	100 %	72 %	-32 %	40 %	Físico
C-2181	04	Sí	28/06/2012	30	95 %	95 %	100 %	86 %	9 %	86 %	V. Velas
C-2181	04	Sí	05/07/2012	30	95 %	65 %	100 %	80 %	-15 %	65 %	Físico
16		Molduras					Media pérdida por físico		-13%		

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

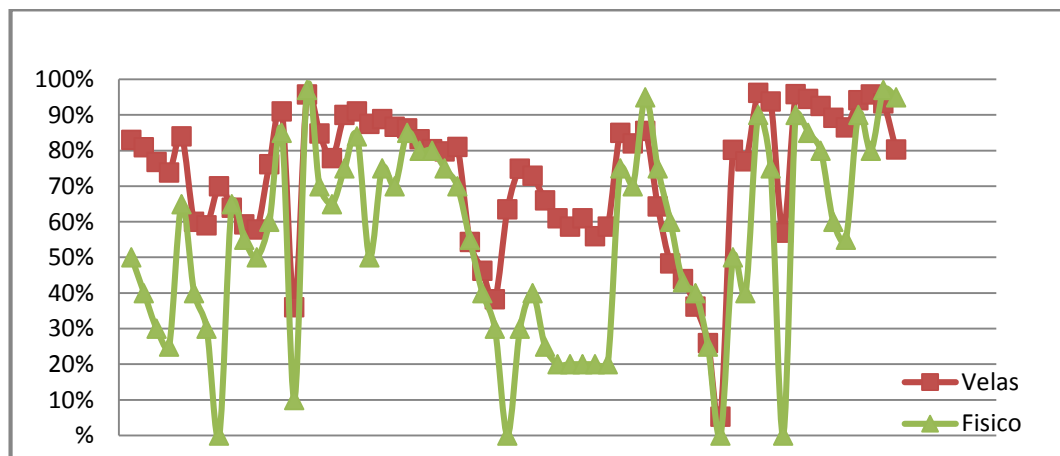
La medición de la moldura y los cuatro aspectos fundamentales en cuanto a la vida útil formaron parte de los procedimientos requeridos por la Norma ISO 9001-2008 para la retroalimentación y documentación en la toma de decisiones y programación de producción, respaldados por la condición de las molduras en específico.

La documentación y tabulación de las condiciones en las molduras y el actual procedimiento indica una clara desviación entre la moldura que cuenta con rebaje *Wiegand* y la que no lo tiene, identificando claramente el mal procedimiento

utilizado anteriormente, siendo la posición boca abajo de la moldura dentro del horno; en el que el fuego directo a la cavidad de la moldura debilita y daña la estructura metálica creando grietas y porosidad, acelerando el deterioro y creando problemas en la fabricación de envases.

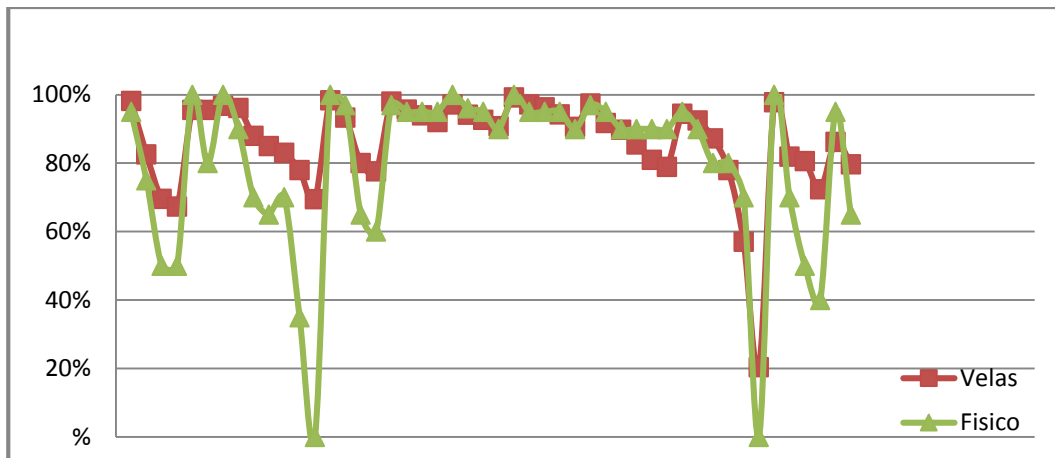
En las gráficas posteriores puede observarse una clara desviación entre la vida útil por velas y la vida útil por estado físico, en el que la moldura se cataloga como deficiente y se solicita la reposición por daños físicos irreversibles, aunque la vida útil estimada por el fabricante diga lo contrario. Estos casos se catalogan como pérdida en activo e incremento en el costo de producción, ya que no se produce la cantidad de envases calculada.

Figura 19. **Diagrama de dispersión vida útil velas y vida útil física de moldura sin rebaje Wiegand I**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Diagrama de dispersión vida útil velas y vida útil física de moldura con rebaje *Wiegand II***



Fuente: elaboración propia.

2.6.1. Clasificación de moldes por capacidad y proceso

Los moldes son clasificados por el proceso de fabricación y por la función del envase a fabricar; entre los procesos de fabricación están:

- Soplo-soplo
- Prensa-soplo
- Prensa-soplo boca angosta PSBA

Entre el proceso de fabricación soplo-soplo se clasifican los envases de soderas retornables, medicinales, cervceras y licoreras, con la característica que las paredes que contienen los líquidos son de gran densidad. El proceso de fabricación soplo-soplo es el más antiguo de todos utilizado de forma artesanal y

con él se fabrica la mayor cantidad de envases en la actualidad. En Vigua se clasifican tres subprocesos para envases de fabricación soplo-soplo.

- Proceso 21: envases entre 50 ml y 300 ml
- Proceso 56: envases entre 300 ml y 500 ml
- Proceso 66: envases entre 600 ml y 1,250 ml
- Proceso 11: envases entre 1,500 ml y 2,250 ml
- Proceso 41: envases Irregulares entre 250 ml y 1,000 ml

El proceso de fabricación prensa-soplo se implementó con el objetivo de fabricar envases con forma cilíndrica en el que la boca es del mismo diámetro o escasamente menor al del cuerpo, obteniendo el frasco óptimo para envasar productos alimenticios no líquidos o de alta densidad.

- Proceso 12: tarros con oreja
- Proceso 22: tarros y envases hasta 375 ml y 450 gramos
- Proceso 42: tarros y envases hasta 250 ml y 250 gramos
- Proceso 58: tarros y vasos aligerados entre 200 ml y 300 ml

El proceso de fabricación prensa-soplo boca angosta, se implementó integrando los dos primeros procesos con el fin de obtener envases de vidrio no retornables abasteciendo a industria de soderas, jugueras y cerveceras. La principal diferencia de un envase fabricado con el proceso soplo-soplo es que los envases son livianos.

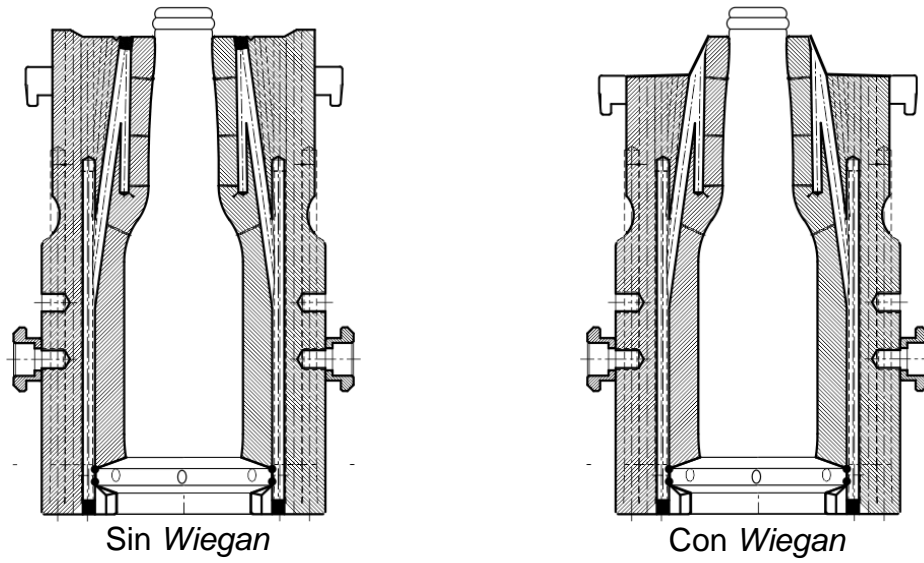
- Proceso 57: envases no retornables entre 250 ml y 400 ml

2.6.2. Comportamiento de tipos de moldes

Entre toda la variedad de moldes y sus distintas formas, también existe variación entre el exterior de cada tipo de moldura, con características de enfriamiento, sistema de sujeción y tamaño de moldura; existen diferentes formas de manejar dichas molduras en cuanto a reparación, preparación y utilización en producción.

Dependiendo de la forma del molde y reformas en los puntos de apoyo para cargar los moldes en los hornos de precalentamiento, existe la posibilidad de cargar el horno con la moldura armada boca abajo y/o boca arriba; también la única posibilidad de cargarlo boca arriba, como el caso de las molduras de envases de gran capacidad en los que en algunas molduras se han reformado por problemas de calentamiento en el cuello en la parte del molde; la solución para evitar el calentamiento en el cuello fue realizar un rebaje llamado *Wiegán*; este rebaje ayuda a la disminución de fallas por deformación en el cuello del envase y a su vez el rebaje cambia el procedimiento de colocación en los hornos de precalentamiento, colocando boca arriba el molde y no boca abajo como se acostumbra con toda la moldura.

Figura 21. **Diferencias de moldes con rebaje *Wiegand***



Fuente: Departamento Técnico, Vidriera Guatemalteca, S. A.

3. PROPUESTA DE PARA MEJORAR LA EVALUACIÓN, MANEJO Y CONTROL DE MOLDES

3.1. Evaluación

A través de la evaluación del funcionamiento actual de todos los equipos, herramientas, personas y procedimientos actuales que interactúan con los moldes para la fabricación de envases de vidrio, se analizan dichos puntos buscando la reducción en el deterioro de los moldes.

3.1.1. Hornos de precalentamiento

Los hornos de precalentamiento, por su análisis histórico, son unos de los puntos críticos y a los que se les atribuye la mayor cantidad de deficiencias.

Tabla VI. **Características del horno de precalentamiento**

Características	Condiciones actuales	Mejoras
Medidas exteriores horno	Largo: 120 cm ancho: 75 cm alto: 135 cm.	Largo: 120 cm ancho: 75 cm alto: 135 cm.
Medidas interiores horno	Largo: 88 cm ancho: 58 cm alto: 59 cm.	Largo: 88 cm ancho: 58 cm alto: 59 cm.
Estructura	La construcción principal del horno es de hierro, perfil angular 90 grados de calibre 8 mm.	La construcción principal del horno es de hierro, perfil angular 90 grados de calibre 8 mm.

Continuación de la tabla VI.

Aislante térmico	La construcción de las paredes es mampostería con ladrillos de cerámica, formando un cubo, recubierto en el interior y exterior de una mezcla de arcilla y concreto.	
Modo apertura	El modo de apertura del horno es por medio de dos compuertas con sistema de bisagra lineal de doble soporte.	
Modo carga y descarga	La carga y descarga del horno es de forma manual, hasta la placa base interior, exponiendo al usuario a temperaturas considerablemente altas y a lesiones lumbares.	Instalación de bandeja extraíble con sistema de riel con rodamientos para fácil extracción.
Sistema térmico	Sistema de intercambiador de calor utilizado es un quemador de gas atmosférico con encendido manual.	Quemador multitubular QTM.
Control de temperatura	Control de temperatura digital y corte de flujo de gas.	Mantenimiento a control de temperatura digital, agregando control de temperatura análogo de temperatura fija como protección.
Control flujo de combustible	El flujo de gas es controlado por una llave de paso manual.	Control de flujo de gas controlado por sistema de control de temperatura digital, permitiendo graduar el flujo dependiendo de temperatura deseada.

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Herramientas para reparación

Las herramientas de reparación son principalmente utilizadas en trabajos de banco en soldadura, pulido y marcado de grabados de fondos y moldes. Se debe contar con una ficha técnica de herramientas necesarias en el puesto de trabajo de los reparadores para su correcto desempeño, además de mantener herramientas y accesorios de refacción, ya que al menos el barreno de alta revolución y los sopletes de soldadura en polvo son importados y el tiempo de reposición es con meses de antelación.

En cuanto a los barrenos de alta revolución tienden a oxidarse por no eliminar el agua del sistema de aire para su funcionamiento; las trampas de agua del taller de moldes se encuentran en mal estado y eso provoca que funcionen con una mezcla de agua-aire y deterioren las partes internas. Entre las herramientas de reparación utilizada, se tienen: sopletes para soldadura en polvo, barras abrasivas, barrenos para pulir y brochas de alta revolución. Las herramientas utilizadas son responsabilidad del usuario; él se encarga de la limpieza y lubricación para que no falle.

3.1.3. Equipo del taller de moldes

El equipo del taller de moldes es el utilizado por los aparatistas en el maquinado y medición de piezas como los moldes, bombillos, obturadores, fondos, pistones, coronas, guía viajera, cabeza de soplo y dedos. El equipo que se utiliza para la reparación de la moldura se adquirió hace más de quince años y los responsables del cuidado son los aparatistas quienes se encargan de la limpieza así como del engrase diario; ellos deben reportar averías al supervisor del taller de moldes para luego reportarla a ingeniería de planta quienes son los encargados de la programación del mantenimiento correctivo y preventivo.

Tabla VII. **Equipo de reparación del taller de moldes**

Equipo taller de moldes	
Descripción equipo	Funcionamiento y actividades
Torno paralelo 1	Torneado de bocas y conexiones en moldes, Bombillos Fondos Obturadores
Torno paralelo 2	
Torno paralelo 3	
Torno paralelo 4	
Torno paralelo 5	
Torno coprador	Maquinado de piezas en base a patrón definido
Torno de control numérico CNC	Maquinado fino en coronas, pistones y guías viajeras
Fresadora universal	Maquinado <i>Over Meyer</i> y viajes
Fresadora vertical 1	Maquinado agujeros de sujeción y <i>Vertiflow</i>
Fresadora vertical 2	
Taladro de banco 1	Maquinado piezas de sujeción de moldes y bombillos en maquina I. S.
Taladro de banco 2	
Taladro de banco 3	
Máquina Sand Blast 1	Lavado de moldes, bombillos, coronas, guías viajeras, embudos, pistones y piezas en contacto directo con el vidrio
Máquina Sand Blast 2	
Máquina Sand Blast 3	
Máquina Sand Blast 4	
Lavadora automática Sand Blast	

Fuente: elaboración propia, con información de Vidriera Guatemalteca, S. A.

3.2. Manejo de moldes

En el manejo de la moldura, al ser piezas utilizadas en la elaboración de envases de vidrio que deben cumplir con altos estándares de calidad, el terminado final de los envases depende en gran medida del manejo de los moldes, ya que si estos se deterioran, se lastiman o no cumplen con los requerimientos, esto afecta la eficiencia en la producción.

3.2.1. Reparación de moldes

La reparación de moldes se realiza distribuyendo en el turno de trabajo las piezas en cada etapa de la reparación, responsabilizando según las normas de estandarización a una persona de su actividad realizada; es necesario el control de número de pieza, hora y reparación realizada, para que pueda existir un registro detallado de las reformas realizadas, en las que el operario se apega a los dibujos técnicos y sigue instrucciones de reparación con base en los reportes de inspección. El procedimiento de reparación se aplica en el taller de moldes como los proveedores externos de reparación, con el objetivo de estandarizar el procedimiento y evitar fallas en producción.

3.2.1.1. Clasificación de moldura en reparación

Las clasificación de la moldura se hace con base en la condición de la moldura, la frecuencia de uso y los detalles finos con los que pueda contar; la moldura se clasifica en tres clases: A, B y C; siendo la clase A de reparación más completa y la clase C de reparación menor, y es el inspector quien se encarga de su clasificación, basándose en la información a la vista y la experiencia.

La moldura puede clasificarse completa, es decir moldes y bombillos o bien clasificar por separado, dependiendo de su condición.

- Clase A: reparación extrema, maquinado *Over Meyer*, viaje, bocas, conexiones, ensambles y golpes.
- Clase B: reparación media, maquinado de bocas, conexiones, ensambles y golpes.
- Clase C: reparación leve, ensambles y golpes.

3.2.2. Traslado de moldes

El traslado de moldes forma parte de la planificación para fabricación, de forma que se puede ajustar a los programas de producción y reducción de costos por gastos de transporte. La moldura funciona para fabricar envases de vidrio en el Grupo Vical y sus tres plantas de producción en Centro América. El traslado del equipo necesario para fabricación es acompañado de datos estadísticos, mediciones, recomendaciones e información de volumen y peso de las piezas; esta información es elaborada y está bajo la responsabilidad del jefe de taller de moldes, en el que es necesaria el archivo de las condiciones en las que fue trasladada la moldura.

Toda la información compartida entre las plantas del Grupo Vical, se realiza de forma manual con papeleo, recopilando la información de los archivos al igual que la lista de empaque necesaria para traslado de mercancías entre fronteras.

Es necesaria la documentación para que todas las personas involucradas en el traslado, utilización y planeación de producción puedan tener la información antes de que la moldura sea trasladada y que se puedan planificar reparaciones, reformas y equivalencias entre máquinas utilizadas en las plantas.

La documentación proporcionada debe ser amplia y ordenada, en la que se tenga un control de cantidad de piezas enviadas, peso, números de serie, condiciones de vida útil por velas, dimensión, peso y estado físico; es necesaria una base de datos que registre toda la información, ya que en la actual documentación se archiva únicamente en papel, induciendo a la pérdida de información.

3.2.3. En producción

Los registros de preparación de moldes, cantidad de piezas, desplazamientos de volumen para control de producción, volumen de vidrio necesario para obtener el volumen del líquido o producto que se envase son necesarios para una eficiente producción. Los registros tienen que ser tomados en cuenta en la preparación y reparación de la moldura, en donde se analizan las carreras anteriores de la moldura, equipo específico, brazos de sujeción de las piezas en la máquina I. S y los diferentes lubricantes, dependiendo del tipo de vidrio a fabricar.

3.3. Control de moldes

La base de toda industria radica en la información con que pueda contar para la toma de decisiones, información veraz y concreta; disponer del conocimiento de ubicación y cantidad en el inventario de sus bienes.

3.3.1. Almacenaje

El almacenaje de molduras y piezas necesarias para fabricación ha tenido gran relevancia en cuanto a que es donde se preserva la integridad física de los metales; de ello depende la correcta planificación y ubicación de la moldura a trabajar, dependiendo de en qué planta se encuentre ubicada. El control de moldes depende del seguimiento en el registro necesario en el sistema *OneWorld*, la lista de inspección recomendada y además la ubicación exacta de la moldura guardada en las estanterías.

Debido a la complejidad de la forma de registro en el sistema *OneWorld* y a las actividades vertiginosas realizadas por el encargado de almacén de moldes,

es necesaria la utilización de la base de datos creada en *Excel*, para luego ingresar de forma esporádica y detallada al sistema *OneWorld*. Junto con el registro de las molduras se identifican los cajones en los que se almacenan dichas molduras para su fácil visualización utilizando parte del sistema *Kanban*, en el que las etiquetas en color verde se refieren a la moldura inspeccionada y reparada; el color amarillo es moldura no reparada e inspeccionada y el color rojo es moldura no inspeccionada, no reparada u obsoleta.

3.3.2. Inspección de moldes

El proceso de inspección de moldes consta de la revisión dimensional con base en dibujos mecánicos y la revisión completa en la moldura, para la detección de problemas físicos como golpes, grietas y las conexiones entre piezas. Las mediciones críticas realizadas son cuerpo, boca, conexión, grafilados, gravados y sistemas de sujeción en la máquina formadora I. S.

Junto a la inspección de moldes, dichas piezas son lubricadas para preservar las condiciones físicas y así evitar la corrosión y oxidación a que están expuestos los metales en las condiciones ambientales locales como la humedad y condensación.

Es por ello que en este procedimiento se realiza la modificación en lubricación; en lugar de la aplicación con una brocha en forma de hisopo y que al momento de aplicarlo se requiere de demasiado tiempo y no se cubre toda el área deseada, la lubricación se realiza inmediatamente después de la inspección de la moldura y con una mitad en forma vertical y la otra mitad en forma horizontal.

Tabla VIII. Comparación de tiempos de lubricación de moldura

LUBRICACIÓN						
Actividad	# MOLDE	T. normal lado "A"	Girar pieza a lado "B"	T. normal lado "B"	T. normal lado "A"	T. normal lado "B"
Recargar		4 seg		4 seg	10 seg	10 seg
Lubricar	1	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	2	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	3	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	4	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	5	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	6	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	7	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	8	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	9	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	10	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	11	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	12	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	13	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	14	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	15	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	16	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	17	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	18	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	19	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	20	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	21	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	22	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	23	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	24	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	25	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	26	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	27	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Recargar		4 seg		4 seg		
Lubricar	28	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	29	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Lubricar	30	5 seg	6 seg	5 seg	1 seg	1 seg
Totales		190 seg	180 seg	190 seg	40 seg	40 seg
		Total tiempo hisopo	560 seg		Total tiempo pistola	80 seg

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Lubricación moldura**



Fuente: Taller de moldes VIGUA.

3.4. **Sistema de calidad 5S en el almacén de moldes**

La implementación del sistema de calidad 5S en el almacén es una herramienta implementada en los años 60 en la industria japonesa; permite el

desarrollo de un ambiente de trabajo agradable y eficiente, con seguridad, orden, limpieza y disciplina.

Tabla IX. Descripción de 5S de calidad

JAPONÉS	CASTELLANO
<i>Seiri</i>	Clasificar
<i>Seiton</i>	Ordenar
<i>Seiso</i>	Limpieza
<i>Seiketsu</i>	Estandarización
<i>Shitsuke</i>	Disciplina

Fuente: VARGAS RODRÍGUEZ, Héctor. *Manual de implementación de las 5S*. p. 10.

3.4.1. Clasificar (*seiri*)

La clasificación de piezas en cuanto a funcionamiento, frecuencia y tamaño se realiza en el almacén para fácil acceso y rápida identificación; además se descartan las piezas obsoletas y dañadas que ocupan un espacio valioso en el almacén.

3.4.2. Ordenar (*seiton*)

Es la disposición de sitios adecuados para lo que se clasifica, y que así facilite el acceso rápido a lo que se necesite dentro del almacén; se dispone de estantería en donde las piezas del mismo tipo se ubiquen en un área en específico y no que estén dispersas en varios estantes. Permite la ubicación de piezas y herramientas de forma rápida y ayuda a mantener identificadas las molduras en su ubicación. Disposición de áreas adecuadas para cada elemento utilizado de forma rutinaria para facilitar el acceso rápido y el retorno a su lugar, en donde se disminuyen pérdidas en tiempo muerto y errores potenciales.

3.4.3. Limpieza (*seiso*)

Se pretende incentivar la actitud de limpieza en el sitio de trabajo, principalmente en el área de almacén, que es un lugar en donde las molduras tienen muchos años de no utilizarse y en el ambiente se forman capas de polvo y residuos de metal provenientes del área de reparación. La limpieza en el área de reparación de moldes y maquinado implica no únicamente mantener limpios los equipos dentro de una estética agradable, sino que también exige realizar una identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones en su eliminación.

3.4.4. Estandarización (*seiketsu*)

Los logros alcanzados con las tres primeras etapas no tienen objetivo sino se mantienen y se realiza un plan de conservación de logros, para que el lugar de trabajo y almacén, nuevamente no lleguen a tener elementos innecesarios, mala disposición de áreas de ubicación y contaminantes no deseados. La elaboración del manual de aplicación de 5S en el que se evidencien las condiciones anteriores, se podrían comparar las condiciones deseadas, distribución de áreas de almacenaje clasificado de piezas.

3.4.5. Disciplina (*shitsuke*)

Las actividades de clasificar, ordenar y limpiar con el tiempo y la estandarización se tienen que convertir en un hábito, respetando las normas, estándares y manuales establecidos utilizados por el personal del taller de moldes, el encargado de almacén y demás personas involucradas, ya que sin la disciplina, la implantación de las cuatro primeras 5S se deteriora rápidamente; es

la más complicada, ya que no puede ser medida a diferencia de las otras, y existe únicamente en la mente y voluntad de las personas.

3.5. Mantenimiento

El plan de mantenimiento que se pretende implementar conlleva una seria recopilación de información en la que es necesario conocer cuáles son los equipos con que actualmente cuenta el taller de moldes.

3.5.1. Mantenimiento preventivo

Dentro del mantenimiento preventivo en el taller y almacén de moldes se cuenta con maquinaria, equipo y herramienta indispensable en el correcto funcionamiento de las actividades que ahí se realizan; la maquinaria se adquirió hace más de 15 años, tal como los tornos, fresas y barrenos de pedestal, en los que los usuarios son los responsables de la limpieza diaria; así como de la lubricación y engrase como parte de buenas prácticas de manufactura; dentro del inventario se cuenta con sopletes, barrenos y brochas de alta revolución para darle el mantenimiento a ciertos equipos de los que se cuenta con kit de reparación. En el caso del torno CNC y el montacargas apilador del almacén, el mantenimiento, según el fabricante está estipulado en 6 meses, para lograr un rendimiento óptimo.

3.5.2. Mantenimiento correctivo

Las reparaciones no planificadas de equipo suelen ser elevadas, pero al realizar un balance de los gastos de mantenimiento preventivo, es un gasto significativamente menor, haciendo una comparación entre la reparación por falla y el mantenimiento previsto. Aunque tiene inconvenientes ya que las paradas y

fallos pueden ser imprevistos en puntos críticos en el taller y la incertidumbre de verificar el equipo para determinar la causa del fallo. Es por ello que en equipos únicos en el taller es necesario contar con sustitución para poder reparar el que se dañe en su momento.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Horno de precalentamiento

El horno de precalentamiento de moldes es una parte importante en la producción de envases de vidrio, ya que es en este punto donde los moldes son calentados con el fin de elevar la eficiencia en la producción debido a que un molde a temperatura ambiente tiende a dar malformaciones en el envase y lleva un tiempo en funcionamiento en regular dichos errores; además, es en este punto donde se determinó que el mal control en los hornos tiende a dañar las molduras por altas temperaturas mal direccionadas hacia los moldes, lo que daña la cavidad que tiene contacto con el envase en producción.

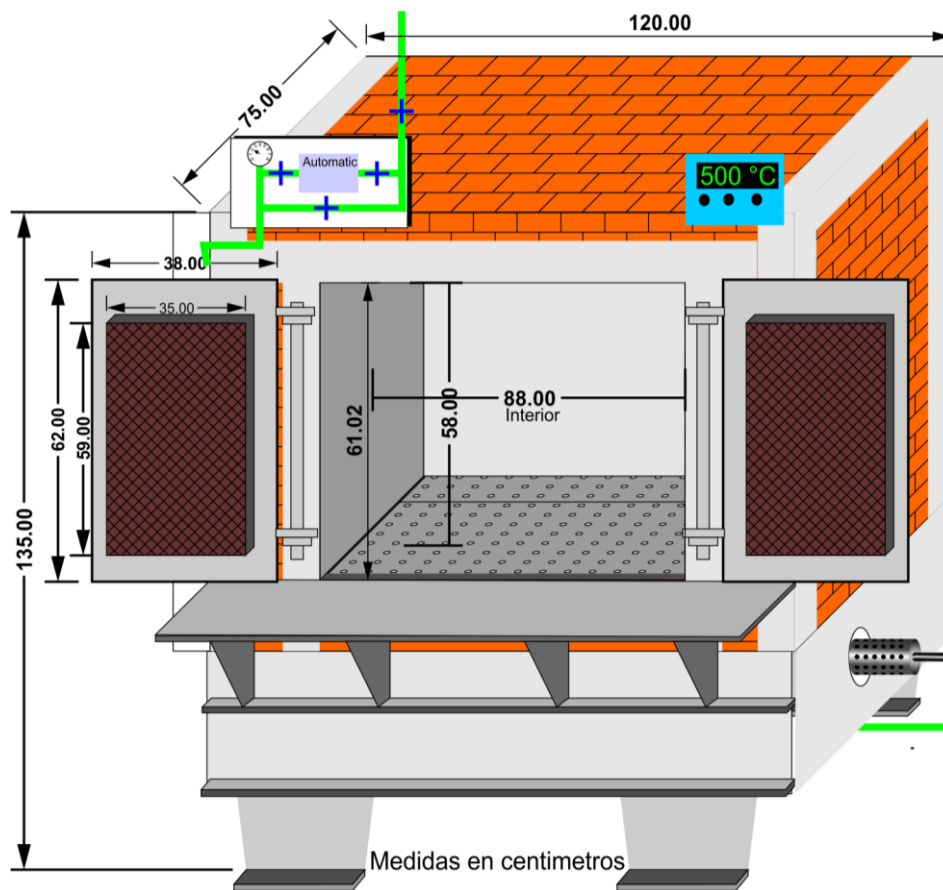
4.1.1. Rediseño de horno de precalentamiento

El horno de precalentamiento está diseñado con base en su requerimiento como tal, convertir combustible en calor y transferirlo a los moldes en su interior para elevar la temperatura de cada pieza, pero debido al mal sistema del quemador instalado, el control de temperatura, el sistema de carga y descarga de piezas, es necesario el rediseño de estos puntos críticos para su buen funcionamiento. Es parte indispensable para el manejo en producción de envases de vidrio y la calidad del producto terminado, al no deteriorarse los moldes y estas imperfecciones sean transferidas a los envases a fabricar.

Las remodelaciones a realizar se planifican en los dos hornos de fundición, los cuales tienen una vida útil de 7 años y en los que las remodelaciones se

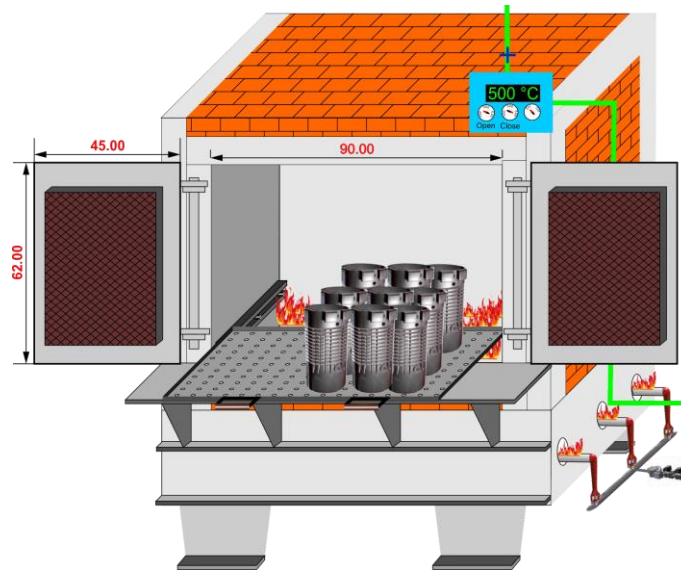
realizarían al momento de mantenimiento general de las líneas de producción, cuando no se esté en producción para no interferir en ella.

Figura 23. **Diseño actual del horno de precalentamiento**



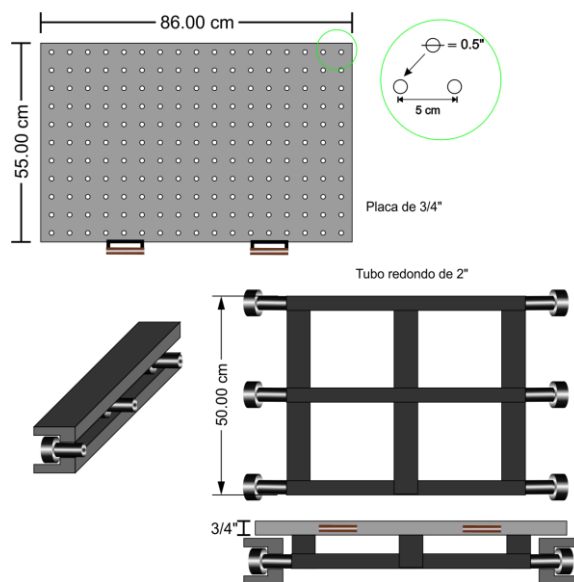
Fuente: elaboración propia, con programa de Corel Draw X7.

Figura 24. **Diseño propuesto del horno de precalentamiento**



Fuente: elaboración propia, con programa de Corel Draw X7.

Figura 25. **Estructura de la bandeja de carga**



Fuente: elaboración propia, con programa de Corel Draw X7.

4.1.2. Sistemas de control de temperatura

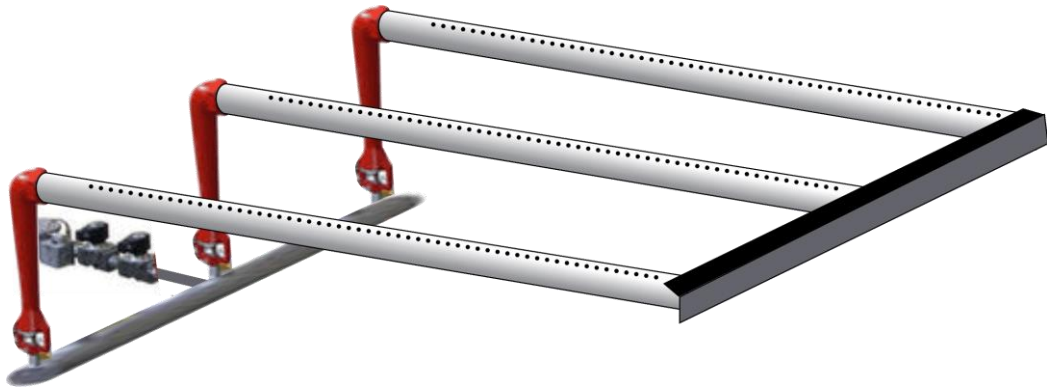
El control de temperatura digital actual está instalado en la parte superior del horno, habiendo una diferencia de temperatura entre la placa base y el área de arriba de al menos 100 °C; lo que se pretende es la reubicación del control de temperatura para pueda ser más apegado a la temperatura real a la que están expuestas las piezas. Además del sistema de control de temperatura digital se prevé instalar un sistema análogo de control de temperatura fijo, ya que en ocasiones anteriores, por las condiciones extremas del ambiente a las que están expuestos los sistemas digitales, se han dañado y han surgido problemas como el aumento de la temperatura hasta 900 °C, lo que ha causado daños irreparables a los moldes.

Además del control de temperatura es necesaria la instalación de un dispositivo de corte de gas cuando las puertas están abiertas para que no se encienda el horno; se ha tenido problemas cuando el operario abre el horno y en ese momento el automático de encendido/apagado está a la temperatura deseada, está en modo apagado y al abrir la puerta se enciende de forma repentina, exponiendo la integridad física del operario, ya que se tiene que inclinar hacia el interior a extraer piezas el horno.

4.1.3. Instalación de quemadores

Una mayor área de aplicación de calor distribuido ayuda a disminuir el desgaste y daño irreversible en los moldes, los quemadores multibulares con sensores, válvulas de seguridad y encendido automático ayudarían a preservar la vida útil física de las piezas, al mitigar los cambios bruscos a los que se está expuesto.

Figura 26. **Diseño del quemador multitubular**



Fuente: elaboración propia, con programa de Corel Draw X7.

4.1.4. Calibración de termostato

El termostato es el sensor capaz de controlar la temperatura deseada en los hornos; los mismos tienen un funcionamiento no regular y es por ello que es necesaria su calibración, dependiendo del volumen del horno y las piezas que se necesita precalentar; el termostato tiene que calibrarse por medio de sensores infrarrojos de temperatura que dan la temperatura con una variación de ± 0.5 °C y que son más exactos para que la lectura del sensor de temperatura sea la real y que no existe diferencia perjudicial en el funcionamiento.

4.1.5. Costo remodelación hornos precalentamiento

El costo de remodelación está realizado con base en modificaciones en las piezas críticas de funcionamiento, así como en el manejo de la carga y descarga de los moldes, que viene a mejorar la seguridad ocupacional de las personas involucradas en su funcionamiento, debido a que por inspección visual e histórica se determinó que su uso no es el adecuado.

Tabla X. **Calculo de inversión hornos de precalentamiento**

Características	Mejoras	Precio
Aislante térmico	Remozamiento aislante térmico compuertas	Q 550,00
Modo apertura	Ampliación compuertas Actual 75 cm ancho Propuesto 88 cm ancho 61 cm alto no varía. Compuertas de bisagra lineal de doble soporte	Q 2 800,00
Modo carga y descarga	Instalación de bandeja extraíble con sistema de riel con rodamientos para fácil extracción	Q 9 500,00
Sistema térmico	Quemador multitubular QTM	Q 2 500,00
Control de temperatura	Control de temperatura digital, control de temperatura análogo de temperatura fija como protección	Q 1 150,00
Control flujo de combustible	Control de flujo de gas dependiendo temperatura	Q 250,00
	Inversión	Q 14 750,00

Fuente: elaboración propia, con información de Grijalva Multiservicios.

4.1.6. Mantenimiento

Los hornos utilizados en el precalentamiento de moldes actualmente no cuentan con un plan de mantenimiento debido a que su uso es prolongado y su funcionamiento no permite el mantenimiento planificado, únicamente el mantenimiento cuando el horno se averió.

4.1.6.1. Preventivo

El mantenimiento necesario en los hornos tiene que ser dado por la limpieza de los quemadores, revisión de pérdidas de calor en las paredes, cambiar las tuberías de gas según indicaciones del fabricante y la limpieza interna para evitar que residuos de desgaste en metales se adhieran a los moldes en la parte que tiene contacto con el vidrio.

4.1.6.2. Correctivo

Se recomienda contar con piezas de repuesto para las válvulas de paso, sensores digitales de temperatura, termostato de seguridad, y piezas de los nuevos quemadores multitubulares para la correcta dispersión del calor, ya que estas piezas tienden a oxidarse y a erosionarse a causa del calor, y los orificios de salida de gas tienden a aumentar su diámetro.

4.2. Manejo de moldes

El manejo se da en todas las actividades de trasiego, reparación, almacenaje y es importante contar con procedimientos claramente descritos, con el objetivo de preservar y prolongar la vida de las piezas en perfecto funcionamiento.

4.2.1. Trásiego

El trásiego de moldes es uno de los puntos críticos en cuanto al manejo de los mismos, ya que por el transporte las piezas están expuestas a condiciones ambientales como calor, humedad, salinidad en el caso de transporte por mar y al movimiento de vehículo en el que se transporte y lo que un mal empaque ocasionaría golpes en las piezas, las cuales son rociadas con lubricante para evitar la oxidación.

Figura 27. **Comparación de la lubricación y empaque de la moldura**



Fuente: Almacén de moldes, Vigua.

4.2.2. **Inspección**

La inspección de la moldura se divide entre primera inspección que se le realiza a la moldura puramente dimensional basada en los dibujos mecánicos y la segunda inspección es una revisión física de la moldura completa al momento de recibirla de reparación y preparación para entrar a producción. Según estudio de campo, en este punto existe un cuello de botella en cuanto a la espera de la moldura para su revisión, al momento de recibir de los proveedores externos; en

promedio tardan 3 días en reparar una moldura; está ingresando al almacén por lo menos 7 días antes de que sea inspeccionado y es colocado en carretas para su posterior movilización y ocasionando largas colas de moldura en espera de una segunda inspección, entorpeciendo la movilidad y el correcto funcionamiento de otras actividades que utilizan las carretas para movilización.

El mismo problema sucede cuando la moldura es inspeccionada posproducción para su posterior almacenaje, la carga de inspección es tanta que en un turno se inspecciona una moldura y en algunos días de producción se salen de trabajar dos molduras a la vez.

Se recomienda la instalación de una estantería destinada al almacenaje transitorio, habiendo obtenido el espacio necesario al deshacerse de piezas obsoletas.

4.2.3. Mantenimiento

En el mantenimiento en la maquinaria y equipo, el cual es imprescindible para la reparación y maquinado de los moldes, es indispensable contar con un plan de mantenimiento, para evitar demoras innecesarias en la reparación de las piezas.

4.2.3.1. Preventivo

El cronograma de actividades preventivas para los diferentes equipos se describe para cumplir con las reparaciones programados en los equipos y así evitar fallas imprevistas, y determinar cuáles pueden programarse al inspeccionar a fondo piezas que sufran desgaste.

Tabla XI. **Cronograma de mantenimiento del taller de moldes**

Descripción de equipo	Tipo de mantenimiento	Frecuencia			
		Diario	Semanal	Semestral	Anual
Torno paralelo	Limpieza	X			
	Engrase		X		
	Limpieza y engrase general			X	
	Inspección piezas desgaste				X
Torno CNC	Limpieza	X			
	Engrase		X		
	Mantenimiento general			X	
Fresadora	Limpieza	X			
	Mantenimiento general			X	
Torno de banco 1	Limpieza	X			
	Mantenimiento general				X
Máquina Sand Blast	Limpieza	X			
	Limpieza general			X	
	Mantenimiento general, cambio de depósitos y mangas				X
Lavadora automática Sand Blast	Limpieza	X			
	Mantenimiento general			X	

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.2. **Correctivo**

Las piezas necesarias para poder cumplir con el mantenimiento correctivo se deben mantener en *stock* para evitar retrasos. En la bitácora de reparaciones se puede determinar cuáles son los desperfectos más comunes y los críticos, con el fin de determinar el inventario de piezas para agilizar la reparación de los equipos.

4.3. Aplicar 5S en almacén de moldes

La aplicación de la filosofía de las 5S de calidad en el almacén de moldes, permite la ubicación precisa de las piezas que se encuentran almacenadas, así como mantener los espacios comunes libres de obstáculos y libres de contaminantes, que perjudican la inocuidad de los alimentos que posteriormente serán envasados.

4.3.1. Clasificar (*seiri*)

La clasificación de piezas ubicadas en el almacén de moldura se realiza con la ayuda del inspector del taller de moldes que cuenta con vasta experiencia y conocimientos para determinar cuáles piezas pueden ser utilizadas y cuáles no, al planificar la venta de molduras y piezas para reciclaje con ayuda del departamento de contabilidad.

Tabla XII. Disponibilidad de ubicación de estantería

	Antes	Después
Ubicación ocupada	1 662	1 549
Ubicación disponible	18	131
Total	1 680	1 680

Fuente: elaboración propia, datos proporcionados por Vidriera Guatemalteca, S. A.

Figura 28. **Área de moldura desechada**



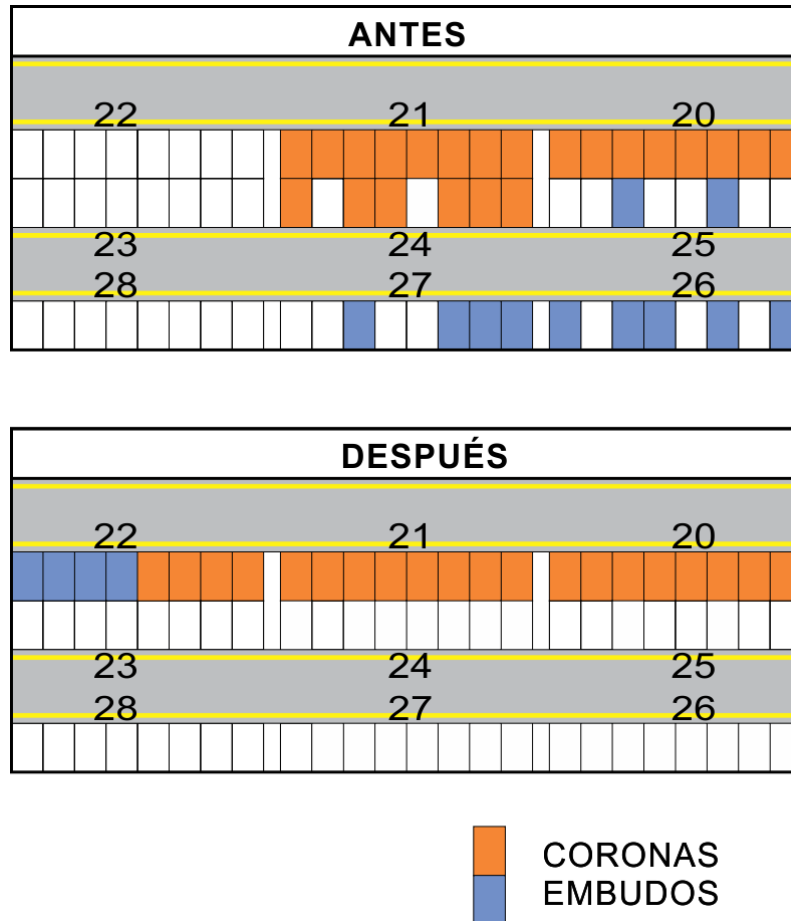
Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.

4.3.2. Ordenar (*seiton*)

Junto con la clasificación de las piezas obsoletas se logra el espacio para poder ordenar en la estantería y designar áreas específicas para unificar piezas. Lo que ayuda a agilizar la ubicación de molduras nuevas y en tránsito de las distintas plantas que conforman el Grupo Vical, S. A.

En la clasificación realizada se consideró la reubicación de piezas necesarias para la fabricación de envases de vidrio como lo son coronas y embudos; anteriormente en las estanterías en el transcurso de los años, se ubicaban en cualquier espacio disponible, en la clasificación actual se designó un área específica.

Figura 29. Reubicación de coronas y embudos



Fuente: elaboración propia.

Además se fabricó una regla en forma de U capaz de verificar la altura de los moldes dentro de los cajones, para ubicar en la fila con la altura que mejor se adecue, ya que muchas veces en la estantería se guardaban molduras de tamaño pequeño en áreas para molduras de gran tamaño; esto ayuda a contar con espacios óptimos en la estantería y con capacidad de respuesta, ya que junto con el programa central de producción, se realizan trasiegos de forma masiva; recibiendo en ocasiones en un mes hasta 15 molduras, que significan en algunos casos hasta 4 espacios por moldura.

limpieza en los cajones donde se almacenan las piezas se logra con ayuda de aire a presión, en el que se extrajeron del almacén los cajones y se eliminó el polvo en áreas abiertas. Se debe incentivar la actitud de limpieza del sitio de trabajo y la conservación de la clasificación de los elementos en sus respectivas áreas.

Figura 31. **Proceso limpieza**



Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.

4.3.4. Estandarización (*seiketsu*)

Los logros obtenidos en las tres primeras S convergen en este punto, ya que es necesario mantener lo obtenido mediante reglas y procedimientos establecidos, así como la delimitación de áreas específicas para almacenar herramienta y piezas unificadas identificando las estanterías.

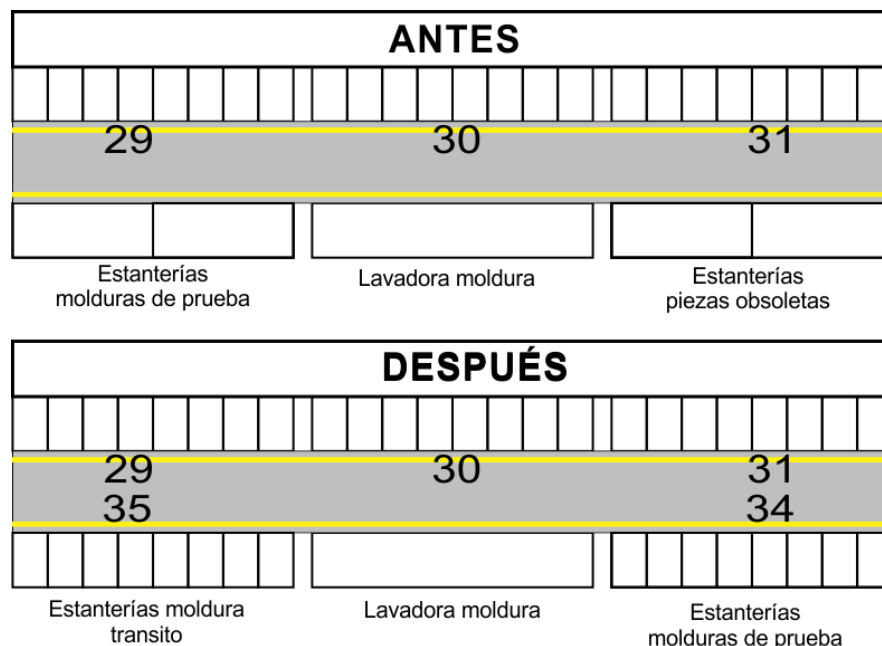
4.3.5. Disciplina (*shitsuke*)

Como parte de la filosofía 5S de calidad es fundamental que todas las personas involucradas en el cuidado de las áreas, herramientas y equipo puedan absorber y hacer suya esta actividad de limpieza y orden, con el beneficio recíproco de su excelente desempeño al tener todo bajo control, el respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.

4.4. Instalación de *rack* moldes en espera

La instalación de un *rack* de moldes en espera, se cotiza con proveedores externos para la fabricación, a medida que pueda absorber el departamento de moldes como gastos de funcionamiento.

Figura 32. Diagrama de instalación *rack* de moldes en espera



Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

Entender el concepto de la filosofía adoptada por la cultura japonesa en su industria automovilista ayuda a implementar y dar seguimiento a los procesos en la industria guatemalteca, buscando una actitud que debe ser la base para asegurar la estabilización de los cambios realizados a distintos procesos de producción, controles automatizados y la satisfacción de brindar un servicio de calidad. El Grupo Vical, S. A. a lo largo de los años ha desarrollado proyectos con el fin de competir en la región con productos cada vez de mejor calidad y cumplimiento de estándares internacionales requeridos por los diferentes organismos de los cuales son miembros.

5.1. Verificación de funcionamiento de hornos de precalentamiento

Los hornos de precalentamiento por su complejidad en la reparación y en la planificación de la instalación tienen que ser programados por Ingeniería de Planta cuando detenga producción uno de los hornos en donde se programa el mantenimiento de máquinas I. S. sistemas de carga de vidrio, bandas transportadoras, inspectores, templadores y propiamente el horno de fundición, ya que los hornos de precalentamiento de moldes, al igual que estas otras piezas, funcionan 24 horas al día, por lo que dure la producción.

Es así como se implementó el manejo únicamente de la posición de los moldes dentro de los hornos, obteniendo los siguientes resultados favorables en la reducción de daños a cada pieza.

Tabla XIII. Verificación del funcionamiento de hornos de precalentamiento

	MOLDURA	SET	FECHA DE PRODUCCIÓN	DIMENSIONAL	FÍSICO	PESO	VELAS	PÉRDIDA DE VIDA POR DAÑO FÍSICO	VIDA ÚTIL MENOR
1	C-15	10	11/08/2012	76 %	40 %	100 %	40 %	%	V. Velas
2	C-15	10	07/12/2012	74 %	35 %	100 %	37 %	-2 %	Físico
3	C-44	06	22/08/2012	94 %	70 %	100 %	60 %	10 %	V. Velas
4	C-44	06	27/11/2012	94 %	67 %	100 %	56 %	11 %	V. Velas
5	C-71	04	22/06/2012	98 %	95 %	100 %	91 %	4 %	V. Velas
6	C-71	04	16/08/2012	95 %	95 %	100 %	87 %	8 %	V. Velas
7	C-71	04	20/11/2012	88 %	88 %	100 %	82 %	6 %	V. Velas
8	C-71	04	07/12/2012	78 %	78 %	100 %	78 %	%	Dimensional
9	C-77	01	19/11/2012	87 %	55 %	100 %	71 %	-16 %	Físico
10	C-1023	02	23/07/2011	100 %	95 %	100 %	97 %	-2 %	Físico
11	C-1023	02	30/01/2013	100 %	95 %	100 %	94 %	1 %	V. Velas
12	C-1028	04	21/02/2012	100 %	85 %	100 %	86 %	-1 %	Físico
13	C-1028	04	13/12/2012	100 %	85 %	100 %	82 %	3 %	V. Velas
14	C-1038	12	12/10/2012	100 %	85 %	88 %	90 %	-5 %	Físico
15	C-1084	12	16/06/2012	98 %	95 %	100 %	88 %	7 %	V. Velas
16	C-1084	12	16/07/2012	95 %	95 %	100 %	80 %	15 %	V. Velas
17	C-1084	12	18/12/2012	86 %	87 %	100 %	57 %	30 %	V. Velas
18	C-1115	05	10/07/2012	96 %	95 %	100 %	98 %	-3 %	Físico
19	C-1170	05	21/08/2012	100 %	95 %	100 %	95 %	%	V. Velas
20	C-1170	04	11/03/2013	76 %	%	72 %	70 %	-70 %	Físico
21	C-1261	09	07/11/2010	100 %	90 %	100 %	86 %	4 %	V. Velas
22	C-1261	09	24/09/2012	90 %	55 %	100 %	59 %	-4 %	Físico
23	C-1261	09	20/11/2012	90 %	50 %	100 %	46 %	4 %	V. Velas
24	C-1261	09	27/02/2013	90 %	40 %	100 %	41 %	-1 %	Físico
25	C-1270	07	04/02/2013	96 %	75 %	100 %	66 %	9 %	V. Velas
26	C-1430	02	01/01/2012	100 %	97 %	100 %	97 %	%	V. Velas
27	C-1430	02	13/11/2012	50 %	85 %	100 %	96 %	-11 %	Dimensional
28	C-1433	04	22/12/2012	100 %	97 %	100 %	97 %	1 %	V. Velas
29	C-1461	08	31/08/2010	100 %	60 %	100 %	64 %	-4 %	Físico
30	C-1461	08	24/09/2011	100 %	55 %	71 %	50 %	5 %	V. Velas
31	C-1461	08	05/01/2013	100 %	55 %	100 %	49 %	6 %	V. Velas
32	C-1493	04	24/09/2012	100 %	40 %	100 %	56 %	-16 %	Físico
33	C-1496	08	22/11/2011	100 %	95 %	100 %	93 %	2 %	V. Velas

Continuación de la tabla XIII.

34	C-1496	08	16/06/2012	100 %	90 %	100 %	88 %	2 %	V. Velas	
35	C-1496	08	20/11/2012	100 %	75 %	100 %	71 %	4 %	V. Velas	
36	C-1613	06	08/01/2013	98 %	95 %	100 %	94 %	1 %	V. Velas	
37	C-1633	10	03/08/2011	100 %	98 %	100 %	95 %	3 %	V. Velas	
38	C-1633	10	29/11/2011	100 %	90 %	100 %	93 %	-3 %	Físico	
39	C-1633	10	27/06/2012	79 %	65 %	100 %	85 %	-20 %	Físico	
40	C-1633	10	28/01/2013	75 %	65 %	100 %	80 %	-15 %	Físico	
41	C-1690	06	09/06/2011	100 %	95 %	100 %	93 %	2 %	V. Velas	
42	C-1690	06	06/10/2011	100 %	95 %	100 %	87 %	8 %	V. Velas	
43	C-1690	0	29/02/2012	100 %	95 %	100 %	84 %	11 %	V. Velas	
44	C-1690	0	24/05/2012	100 %	95 %	100 %	80 %	15 %	V. Velas	
45	C-1690	06	02/03/2013	100 %	90 %	100 %	75 %	15 %	V. Velas	
46	C-1902	13	18/06/2011	100 %	97 %	100 %	95 %	2 %	V. Velas	
47	C-1902	13	12/07/2011	93 %	90 %	100 %	90 %	%	V. Velas	
48	C-1902	13	28/07/2011	90 %	80 %	100 %	85 %	-5 %	Físico	
49	C-1902	13	05/09/2011	90 %	80 %	100 %	81 %	-1 %	Físico	
50	C-1902	13	08/12/2012	90 %	80 %	100 %	76 %	4 %	V. Velas	
21		11/03/2013						Negativos físico	-10%	
								Pérdida obtenida previa modificación	-22%	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

La tabla anterior muestra la verificación en cuanto a procedimientos aplicados en los hornos de precalentamiento y la reducción obtenida en un corto lapso, comparado con la planificación de producción de hasta un año entre cada producción. La reducción obtenida se refleja en 12 %, lo que conlleva a un ahorro en gasto de reemplazo entre molduras y gastos de reparación.

5.2. Verificación del cumplimiento de las 5S

El cumplimiento de las 5S se logra con la integración de todos los aspectos y personal involucrado; primeramente al observar el cambio significativo en el tiempo de ubicación de la moldura, los espacios disponibles para ubicación de

nueva moldura y la disponibilidad de cajones y carretas para movilización de las piezas, el personal directo del taller de moldes y del almacén mantienen en óptimas condiciones las áreas asignadas, con el fin de no perder el trabajo ejecutado y de herramientas desarrolladas para un mejor control en el envío y recepción de molduras de trasiego; anteriormente la moldura en tránsito de importación no se podía ubicar por falta de espacio en estanterías o en cajones y carretas; esperaba en el patio exterior por largo tiempo.

5.3. Verificación del manejo y control de moldes

La implementación de los controles y el mejor manejo ayudó al Departamento de Moldes a reducir los daños en todas las piezas que conforman la moldura y equipo necesario para la fabricación de envases de diferente tipo; dentro de los controles utilizados se implementaron:

- Lista de empaque trasiego de molduras
- Programa Excel ingreso datos lista de embarque
- Orden de salida moldura reparación externa
- Control ingreso y egreso moldura de almacén
- Programa planificación mensual

Figura 33. Lista de embarque de molduras

VICAL

GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO

VIGUA

GUARDAR /
IMPRIMIR

Lista de embarque de molduras

PLANTA DESTINO VICESA Fecha FALSO

N° ACTIVO MADRE -

Moldura	No. Activo	SET	Molde	Fondo	Bombillo	Obturador	Embudo	Piston	Enfriador	Piston Emhart	Piston Quantum	Enfriador Emhart	Enfriador Quantum	Calibrador
C-000	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FACTURACIÓN (En dolares)

DIMENSION	FISICO	PESO	VELAS	VIDA UTIL RESTANTE	VALOR ORIGINAL	VALOR DE COMPRA	TIEMPO DEPRECIACIÓN	VALOR FACTURACIÓN \$\$	TOTAL DE PIEZAS
0%	0%	0.00%	0.00%	0.00%	\$0.00	\$0.00	00/01/1900	0	-

Vida Util Recibida 0.00%

N° Equipo	CORONAS	GUIAS VIAJERA	PISTON S.S.	Cabeza sopro	CORONAS	GUIAS VIAJERA	PISTON S.S.
CODIGO	-	-	-				
UBICACIÓN							
UNIDADES	0	0	0	0	0	0	0
COSTO							

Valores de Equipos

0.00						0.00	
------	--	--	--	--	--	------	--

FACTURACIÓN

VALOR FACTURACIÓN	TOTAL DE PIEZAS
\$. -	-

DETALLE DE PESOS Y CAJAS		
CAJAS N#	PESO NETO	PESO BRUTO
0	kg	kg
0	kg	kg
TOTALES	kg	kg

INFORMACION ADICIONAL	
Fecha de solicitud:	-
Fecha de lista de empaque:	FALSO
Fecha de ingreso a planta de moldura:	-
Planta de la cual ingresó:	VICESA
Proveedor:	-
Pais de Origen:	-
Condición:	VENTA
Modo de traslado:	TERRESTRE
Envia / Responsable	LUIS PINEDA

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

Figura 34. Programa Excel para ingreso de datos de lista de embarque

FORMATO DE LISTA DE EMPAQUE							
MOLDURA	C-000	SET	0				
FECHA	02/04/2012	LOTE	-				
CORONA	-						
DESTINO	1	CAJA 1					
DESTINO	VICESA	CAJA 2					
TRANSPORTE	1	Cant. Cajas	0				
TRANSPORTE	TERRESTRE	Unidades	ABR-2012				
PIEZA	KILOS	Caja 1	Caja 2	Total Und.	Peso Caja 1	Peso Caja 2	PESO TOTAL
Molde	13	0	0	0	kg	kg	kg
Fondo	0	0	0	0	kg	kg	kg
Bombillo	10	0	0	0	kg	kg	kg
Obturador	0	0	0	0	kg	kg	kg
Embudo	2	0	0	0	kg	kg	kg
Piston	0.25	0	0	0	kg	kg	kg
Enfriador	0	0	0	0	kg	kg	kg
Piston Emhart	0.7	0	0	0	kg	kg	kg
Piston Quantum	0.7	0	0	0	kg	kg	kg
Enfriador Emhart	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
Enfriador Quantum	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
Calibrador	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
CORONAS	2	0	0	0	kg	kg	kg
GUIAS VIAJERA	0	0	0	0	kg	kg	kg
PISTON S.S.	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
CORONAS	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
GUIAS VIAJERA	0.25	0	0	0	kg	kg	kg
PISTON S.S.	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
	0	0	0	0	kg	kg	kg
Cabeza soplo	0.5	0	0	0	kg	kg	kg
PLACAS VF	1	0	0	0	kg	kg	kg
GALONES	3.78	0	0	0	kg	kg	kg
PESO NETO					kg	kg	kg
PESO BRUTO					kg	kg	kg

CALCULO DE CAJA 1			
LARGO Mts	ANCHO Mts	ALTO Mts	TOTAL
1.05	0.90	0.75	
0.04725	0.03375	0.039375	kg
Densidad	0.025	TOTAL	

CALCULO DE CAJA 2			
LARGO Mts	ANCHO Mts	ALTO Mts	TOTAL
0.60	0.60	0.60	
0.018216	0.018216	0.018216	FALSO
Densidad	0.0253		

DESTINO	ENVIO
VICESA	1
VIPASA	2
FAMA	3
G.PEREGO	4
CHANGSHU BROTHER GLASS MOULD CO.,LTD.	5

DIMENSION	0%
FISICO	0.00%
PESO	0.00%
VELAS	0.00%
VIDA UTIL RESTANTE	0.00%
VALOR ORIGINAL	\$0.00
VALOR DE COMPRA	\$0.00
VIDA UTIL RECIBIDA	0.00%
TIEMPO DEPRECIACIÓN VALOR	00/01/1900
FACTURACIÓN \$	0
TOTAL DE PIEZAS	-
No. De activo Madre	-
No. De Activo	-

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.


Figura 35. Etiqueta e identificación de caja trasiego

VICAL				DESTINO:		
VICESA: (VIDRIERA CENTROAMERICANA)						
CARTAGO, COSTA RICA						
CONTENIDO: PIEZAS PARA LA ELABORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO						
MOLDE	SET	CORONA	LOTE			
C-000	0	-	-	PESO:		
Molde	0	Pistón Emhart	0	kg		
Fondo	0	Pistón Quantum	0	CAJA:		
Bombillo	0	Enfriador Emhart	0	000		
Obturador	0	Enfriador Quantum	0	MEDIDAS Mts.		
Embudo	0	Calibrador	0	LARGO	ANCHO	ALTO
Pistón	0	CORONAS	0	1.05	0.90	0.75
Enfriador	0	GUIAS VIAJERA	0			
Cabeza sopro	0	PISTON S.S.	0			

VICAL				DESTINO:		
VICESA: (VIDRIERA CENTROAMERICANA)						
CARTAGO, COSTA RICA						
CONTENIDO: PIEZAS PARA LA ELABORACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO						
MOLDE	SET	CORONA	LOTE			
FALSO	####	-	-	PESO:		
Molde	0	Pistón Emhart	0	kg		
Fondo	0	Pistón Quantum	0	CAJA:		
Bombillo	0	Enfriador Emhart	0	000		
Obturador	0	Enfriador Quantum	0	MEDIDAS Mts.		
Embudo	0	Calibrador	0	LARGO	ANCHO	ALTO
Pistón	0	CORONAS	0	FALSO	FALSO	FALSO
Enfriador	0	GUIAS VIAJERA	0			
Cabeza sopro	0	PISTON S.S.	0			

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.


Figura 36. Ingreso y egreso moldura

VICAL	CONTRASEÑA:	EGRESO			
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO					
Avenida Petapa 48-01, Zona 12. Guatemala. Apdo. Postal 1759 PBX (502) 442 9200					
	Guatemala,	agosto 16, 2014			
Garita:					
Por este medio hago constar que TALLERES UNIDOS esta autorizado para					
que retire de la empresa las charolas con la moldura: C-2235 SET. 1					
y el folder con sus dibujos.					
MOLDES	FONDOS	BOMBILLOS	OBTURADORES	Corona	Calibrador
30	30	30	30	1	1
Sin otro particular atentamente:			Equipo de corona 26-600		
Marvin Ortiz					
Encargado Almacén:					
La CALIDAD se envasa en VIDRIO					
					
VICAL	CONTRASEÑA:	INGRESO			
GRUPO VIDRIERO CENTROAMERICANO					
Avenida Petapa 48-01, Zona 12. Guatemala. Apdo. Postal 1759 PBX (502) 442 9200					
	Guatemala,	agosto 16, 2014			
Garita:					
Por este medio hago constar que TALLERES UNIDOS esta autorizado para					
que retire de la empresa las charolas con la moldura: C-2235 SET. 1					
y el folder con sus dibujos.					
MOLDES	FONDOS	BOMBILLOS	OBTURADORES	Corona	Calibrador
30	30	30	30	1	1
Sin otro particular atentamente:			Equipo de corona 26-600		
Marvin Ortiz					
Encargado Almacén:					
La CALIDAD se envasa en VIDRIO					

Fuente: Vidriera Guatemalteca, S. A.


Tabla XIV. Ingreso y egreso de moldura y equipo Vigua

REPORTE MENSUAL DE MOLDURA Y EQUIPO QUE INGRESO A VIGUA



FECHA DE INGRESO	MOLDURA	N. SET	PROVEEDOR	ACTIVO MAQUINA	N. LOTE	PROCESO	DIMENSIONAL	POP. PIED	VELAS	FIBRO	MOLDES	FONDOS	BOMBAS	OBTURAD.	CORONAS	CALIBRADOR	EQUIPO DE CORONA	CLASIFICACION	PROVEEDOR	OBSERVACIONES	REPORTE	ORDEN DE COMPRA	N. FACTURA	PRECIO	
12/07/2012	C-7257	5	CHINA								30	30	30	25							NUEVA	PENDIENTE	117871	835900770	
12/07/2012	24-490-CR		CHINA		12-01																NUEVO		117870	835900770	
12/07/2012	C-2468	1	G. PEREGRINO								30	30	30	30	2	1					NUEVA	PENDIENTE	117600		
12/07/2012	C-2334	1	G. PEREGRINO								6	7	6	6							COMPLEMENTO	PENDIENTE	117417		
12/07/2012	C-1841	3	G. PEREGRINO								6	3	7	7							COMPLEMENTO	PENDIENTE	117469		
19/07/2012	26-650-M		CHINA		12-05																SOPLO/SOPLO MM	NUEVO	118060		
18/07/2012	C-3489	1	CHINA			95					40	40	40	24							NUEVA	PENDIENTE	118057		
20/07/2012	C-3470	1	CHINA			85					40	40	37	24							NUEVA	PENDIENTE	118059	835900759	
20/07/2012	26-650-M		CHINA		12-02																SOPLO/SOPLO MM	NUEVO	118060	835900759	
20/07/2012	26-650-M		CHINA		12-01																SOPLO/SOPLO FM	NUEVO	118060	835900759	
20/07/2012	C-2469	2	CHINA			55					40	40	40	24							NUEVA	PENDIENTE	118058	835918837	

REPORTE MENSUAL DE MOLDURA Y EQUIPO QUE EGRESO DE VIGUA



FECHA DE ENVO	MOLDURA	N. SET	EQUIPO	LOTE	N. DE CAVA	DESTINO	DIMENSIONAL	POP. PIED	VELAS	FIBRO	MOLDES	FONDOS	BOMBAS	OBTURAD.	CORONAS	CALIBRADOR	EQUIPO DE CORONA	CLASIFICACION	PROVEEDOR	OBSERVACIONES	REPORTE	N. FACTURA	PRECIO	
27/07/2012	C-0223	3			800	VICESA	100	100	83.28	93	30	30	30	30							SI			
27/07/2012	C-1986	3			801	VICESA																		
27/07/2012	C-1446	2			804	VICESA	53	AB	45	15	32	31	30	32		1	28				SI			
03/08/2012	C-1817	4			805	VICESA	85	73	61	65	32	30	37	37										
03/08/2012	C-2262	1			806	VICESA	92	100	83.97	85	28	28	33	31		1								
03/08/2012	C-1084	14			807	VICESA	95	100	80.48	95	30	28	30	30	17									
03/08/2012	C-2399	4			808	VICESA	98	100	100	100	30	30	36	33		1					MARCAR COMO SET. 34	SI		
06/08/2012	26-655				809	VICESA																		
14/08/2012	C-2373	1			810	VICESA					30	29	30	25										

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

Tabla XV. Programa de registro mensual de reparación de molduras

**PROVEEDORES EXTERNOS
REPARACION DE MOLDURAS**

FECHA	Fecha de ingreso de reparacion	MOLDURA	SET.	MOLDES	FONDOS	BOMBAS	OBTURAD.	CORONAS	CALIBRADOR	EQUIPO DE CORONA	CLASIFICACION	PROVEEDOR	OBSERVACIONES
05/12/2012		C-2235	1	30	30	30	30	1	1	26-600	B B	MAITECSA	
03/11/2012	09/11/2012	C-0077	1	34	33	36	34	1	1	38-2000	B A	TALLERES UNIDOS	1 CALIBRADOR
03/11/2012	11/11/2012	C-0071	4	30	29	30	30	1	1	26-650	B B	TALLERES UNIDOS	1 CALIBRADOR
04/11/2012	14/11/2012	C-2235	1	15	13	0	0	0	1	28 UNIV	C C	MAITECSA	
04/11/2012	14/11/2012	C-2086	1	29	29	24	21	0	1	26-650	C C	TALLERES UNIDOS	
05/12/2012	18/11/2012	C-2086	1	0	0	1	0	1	1	26-650	B A	TALLERES UNIDOS	CORONA 26-650, RECHAZO
05/12/2012	19/11/2012	C-0015	11	35	29	36	34	1	1	30-3120	A A	MAITECSA	
05/12/2012	19/11/2012	C-2235	1	30	30	30	30	1	1	26-600	B B	MAITECSA	RECHAZO

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

5.4. Nuevas tecnologías

Dentro de las nuevas tecnologías propuestas para la manipulación y utilización de los hornos como parte indispensable de un proceso en el cual se ha estudiado y gestionado con los fabricantes de piezas para la elaboración de envases de vidrio de países como Alemania, Italia, China y México, como principales proveedores de Grupo Vical, están las nuevas tecnologías que se han implementado en las líneas de producción como las máquinas I. S. polifuncionales que permiten la fabricación de envases desde 30 hasta 2,250 ml, con pequeñas variantes en su funcionamiento y además la producción en serie desde 10 moldes en simple cavidad hasta 30 moldes en triple cavidad, lo que permite obtener velocidades de producción inimaginables hasta nuestros días.

La utilización de nuevas tecnologías para la industria del vidrio y el manejo de los moldes dentro de los hornos de precalentamiento exigen hornos cada vez más eficientes y versátiles para su operación, en la tecnología digital y de los controladores lógicos programables PLC.

Figura 37. Horno precalentamiento Vidromecánica

	Modelo VFMD-1.7
  	DESCRIPCIÓN Construcción de estructura exterior acero St37, cama interior acero inoxidable Aislamiento lana mineral compactada, densidad 160 kg/m ³ Sistema radiante directo Quemadores de gas atmosférico doble 2xS40 laterales con sistema de ionización para detección de llama Salida de gases por chimenea superior Sistema de apertura de puertas con elevación manual Sistema de carga y descarga con movimiento manual sobre soporte de rieles Potencia calorífica instalada de 50,000 Kcal/hora Alimentación eléctrica 3 fases 400 VAC / 50 Hz Quemadores que incluyen: 1 electrodo H.T. de ignición 1 H.T. transformador de ignición 1 Electrodo de ionización 1 Relé de seguridad 2 Válvulas solenoide 2 Ajustadores de presión 2 Tubo flexible 2 Válvula de cierre manual Recirculado tipo monoblock: aire movido por turbinas centrifugas de acero inoxidable que permite la uniformidad de la temperatura a través de la zona Construido bajo normas internacionales Colores DIN2403 Estructura principal RAL5010 Protecciones RAL1018 Tuberías de gas RAL1032 Cuadro de control RAL7032 Directiva máquinas 98/37/CE Equipo eléctrico EN 60204-1 Instalación de gas EN746-2
Cotización:VDM_2012044_Horno_Grupo Vical_offer.pdf	Precio origen sin flete €16,000

Fuente: archivos Vicesa y Vidromecánica.

5.5. Beneficio/costo

El análisis beneficio/costo es una herramienta de utilidad en lo financiero, ya que mide la relación entre los beneficios que se logran por un buen trabajo y los costos que van relacionados con la realización de los mismos, incrementando la eficiencia y la eficacia. La relación a obtener por medio del estudio beneficio/costo (B/C), es el índice de rentabilidad que se puede tener al aplicar herramientas que llegan a mejorar los procesos productivos.

Beneficio/costo es un cociente que se obtiene al dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos (IT) entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales (CT) de un proyecto, y se obtiene la siguiente fórmula:

$$B/C = IT / CT$$

Según el análisis que se realiza por medio de beneficio/costo de un proyecto, o la implementación de una nueva filosofía, para incrementar la rentabilidad y disminuir los costos de oportunidad es cuando la relación de B/C es mayor a la unidad.

$$B/C > 1; \text{ el proyecto es rentable}$$

La implementación de mejoras y cambios de procedimientos ayudan en la reducción en las reparaciones y la pérdida de moldura que no cumple con la producción para la cual está diseñada.

Las molduras en producción están basadas en días de producción; en la planificación del programa central de producción, describen de qué forma

trabajarán las molduras en las tres máquinas I. S. del horno de fundición y la cantidad de días.

Se recopiló información basada en un año de producción, iniciando en julio del 2012 y finalizando en junio del 2013, en donde se observa la cantidad de molduras utilizadas por mes para determinar el costo de reparación.

Tabla XVI. **Carreras por mes**

Año	Mes	Molduras usadas, incluye repetidas
2012	Julio	31
	Agosto	27
	Septiembre	31
	Octubre	27
	Noviembre	38
	Diciembre	43
2013	Enero	39
	Febrero	32
	Marzo	39
	Abril	38
	Mayo	35
	Junio	35
Total molduras usadas		415
Promedio mensual		35

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

Las molduras se clasifican por su estado, reparaciones y recuperaciones en partes importantes y por la cantidad de horas máquina y hombre que se invierten.

Tabla XVII. Costo de reparación de moldura por tipo de clase

PIEZA	REPARACIÓN	TIEMPO EN HORAS					
		CLASE A		CLASE B		CLASE C	
		APARATOS	BANCO	APARATOS	BANCO	APARATOS	BANCO
MOLDE	OVER MEYER	17	7	-	-	-	-
MOLDE	VIAJE	-	-	-	-	-	-
MOLDE	BOCA	10	6	15	6	-	-
MOLDE	CONEXIONES	15	6	15	6	-	-
MOLDE	ENSAMBLE	-	4	-	4	-	4
MOLDE	GOLPES	-	4	-	4	-	4
BOMBILLO	OVER MEYER	17	7	-	-	-	-
BOMBILLO	VIAJE	6	6	-	-	-	-
BOMBILLO	BOCA	10	5	15	5	-	-
BOMBILLO	CONEXIONES	15	7	15	7	-	-
BOMBILLO	ENSAMBLE	-	4	-	4	-	4
BOMBILLO	GOLPES	-	4	-	4	-	4
HORAS REQUERIDAS		90	60	60	40	-	16
COSTO DE REPARACION		\$ 1 000,00		\$ 811,00		\$ 722,00	
T.C. \$ 1,00 X Q 7,80		Q 7 800,00		Q 6 447,80		Q 5 631,60	
DIFERENCIA COSTO REPARACION POR CLASE		Q 1 352,20			Q 816,20		

Fuente: MILIÁN, Nelson, *Reducción de desechos mediante el análisis y mejora del proceso de reparación de molduras para la producción de envases de vidrio, con la aplicación de producción más limpia, en Vidriera Guatemalteca, S. A.* p. 33.

Además de la inversión en la reparación de la moldura, existen pérdidas en vida útil física, lo que reduce la producción teórica de velas cortadas o pasadas por los moldes; eso aumenta el costo de producción para el cual están calculados los envases, lo cual para efectos de ejemplo se tomará como 300,000 velas por pieza; esto quiere decir que si la moldura cuenta con 30 piezas esta podrá producir 9,000,000 envases teóricos.

La diferencia entre la vida útil por velas y la vida útil por estado físico es de 22 % negativo; la producción de envases a producir en promedio por la moldura es de 7,020,000 de velas cortadas; además de las demoras conocidas como puntos perdidos *Pack to Melt* (PTM), lo que se refiere a la relación entre la cantidad de toneladas producidas contra las toneladas empacadas; con esta disminución en producción es el Departamento de Control de Calidad el encargado de retirar de la línea de producción los envases que no cumplan con las especificaciones solicitadas por el cliente y los envases defectuosos por las diversas causas antes mencionadas.

La recuperación de los moldes y la reducción en los daños ayudados por las modificaciones en las distintas etapas de los moldes, desde su recepción, inspección, preparación, producción, reparación y almacenaje, ha permitido obtener una reducción del 12 % entre la vida útil física y la vida útil por velas; siendo esta última la única que debería depreciar su valor y no por daños físicos. El promedio de la vida útil física aún está 10 % por debajo de la vida útil por velas, lo que podrá reducirse aún más con el mejor manejo y control, aplicándolo a molduras nuevas para obtener el mayor provecho de ellas.

Tabla XVIII. **Inversión de hornos de precalentamiento**

Inversión por horno	Cantidad hornos	Total inversión	Distribución mensual	Costo asignado a moldura
(Q 14 750,00)	6	(Q 88 500,00)	(Q 7 375,00)	(Q 216,91)
DIFERENCIA DE COSTO DE REPARACIÓN ENTRE MOLDURA CLASE A Y CLASE B				Q 1 352,20
Ahorro por bajar de reparación clase A clase B				Q1 135,29
Precio promedio moldura	Ahorro recuperación estado físico moldura			
Q117 000,00	12 %			Q 14 040,00
Valor de recuperación por Moldura Anual				Q 15 175,29
Cantidad de molduras usadas en el año				x44 und
Total ingreso proyectado de ahorro anual				Q 667 712,76
Relación beneficio costo			<u>Q 667 712,76</u>	=7,85
			Q 85 000,00	

Fuente: elaboración propia, con información proporcionada por Vidriera Guatemalteca, S. A.

5.6. Auditorías

Como parte de la estandarización de procesos y de controles eficientes en la información de la moldura en el almacén de moldes, la identificación de un número específico de activo fijo y el valor debidamente contabilizado, es necesaria la auditoría como objetivo principal, la verificación conforme el programa adoptado y las reglas generales.

5.6.1. Internas

En la auditoría interna es necesaria la intervención del personal de almacén de moldes en la verificación periódica de los archivos, activos y el cumplimiento de los lineamientos, para facilitar el cumplimiento de objetivos trazados, así como

de parte del departamento de contabilidad la verificación y existencia conforme a los libros contables de los activos.

5.6.2. Externas

La auditoría externa consiste en la verificación independiente mediante el análisis de archivos contables y la aplicación de procedimientos aceptados por la empresa donde las negociaciones con los clientes le permiten la verificación de dicha información y además la verificación física de los moldes y su correcto uso, asegurando que el producto final cumpla con estándares que los clientes finales poseen.

CONCLUSIONES

1. Se determinó el correcto funcionamiento de los controles actuales en los hornos de precalentamiento cambiando de forma análoga en la graduación de temperatura, por el mal manejo de moldes a la nueva tecnología en los quemadores; y que reducirá los daños ocasionados a los moldes.
2. Se mejoró el procedimiento de carga y descarga que expone a operadores de los hornos de precalentamiento a enfermedades profesionales lumbares, quemaduras y golpes, cumpliendo con la Norma ISO 22000 de seguridad ocupacional.
3. Las áreas específicas en el taller de moldes junto con el almacén de moldes son de 1,352 m². se reservó un área de estanterías para moldura en reparación, con el fin de centralizar y evitar que las personas ajenas al almacén ingresen y violen los lineamientos de seguridad.
4. En la fase de preparación de moldes fue necesaria la documentación y clasificación de la moldura a reparar, con apoyo en herramientas digitales, mejorando controles y en conjunto con la bitácora de reparaciones, cumpliendo normas internacionales ISO 9001 2008.
5. Se determinó que a lo largo del tiempo hay problemas en áreas de almacenaje, tránsito a partir de la creciente demanda de nuevos moldes de envase y nuevas tecnologías de fabricación, la acumulación de

molduras obsoletas o dañadas, donde se deben ordenar y delimitar áreas específicas de moldura en tránsito y preparación para fabricación.

6. La minimización del tiempo en preparación de moldes se logra de forma invertida al avanzar con trabajo requerido al momento de almacenar la moldura, evaluándola y lubricándola con el fin de preservar y preparar para su próxima carrera, además de las modificaciones a procedimientos en los hornos de precalentamiento, eliminando grietas y evitando soldar piezas innecesarias; invertir tiempo en inspección postproducción reduce el tiempo de reparación y preparación.
7. El costo de reparación se estandariza clasificando la moldura y ponderando la cantidad de veces que trabaja en el año, la vida útil restante y las condiciones actuales, priorizando gastos innecesarios por mala clasificación en la reparación. Las molduras se clasifican como A, B y C, siendo la clase A de reparación más completa y la C de reparación menor. Los costos se determinan por las horas máquina y las horas hombres que se tienen que invertir en cada clase.
8. Los tiempos de preparación de moldes se calculan con base en estudios cronometrados a lo largo de los años en el taller de moldes y de los proveedores externos, determinando si la moldura estará lista previo al inicio de fabricación; en el caso de mala planificación el plan de contingencia resuelve la reparación dentro de las instalaciones propias, garantizando la moldura en el tiempo justo. Al tiempo de preparación se agrega el tiempo de reparación en soldadura, maquinado y reparación con proveedores externos, en donde se cuenta con una base de datos donde se registra el día que les es entregada y que ingresa a planta para su preparación en producción.

RECOMENDACIONES

1. Para el jefe de taller de moldes, se debe iniciar con los procedimientos que se utilizan en el almacén de moldes para el proceso de reposición de moldura, los controles usados en el trasiego de moldura y de las molduras en reparación con proveedores externos.
2. El supervisor del taller de molduras tiene que dar seguimiento a las requisiciones de mantenimiento del equipo, es el encargado de comunicar averías y daños en la maquinaria, el equipo y el reabastecimiento de los insumos necesarios en la reparación de las diferentes piezas.
3. Se sugiere al encargado del almacén llevar el control de existencias, ubicación y reportes implementados, con el fin de contar con un mejor control, informando producción de atrasos en reparaciones y del ingreso y egreso de las molduras del almacén.
4. Los reparadores y aparatistas que son encargados de preservar la moldura en óptimas condiciones, de su custodio y el cuidado en las reparaciones, deben contar con el conocimiento del proyecto, siendo estas las últimas personas que tienen contacto con la moldura, previo a entrar a producción y que de ellos depende la eficacia de los envases a fabricar.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALATRISTE LOAIZA, Omar. *Control de moldes*. México: Proyecto PM-01. Departamento de Producción Marmex, 2011. 94 p.
2. Corporación Autónoma Regional de Santander. *Manual de Implementación de las "5S"*. Colombia: 2004. 69 p.
3. Gobierno Federal. *Herramientas para el análisis y mejora de procesos. mejora de la gestión en la administración pública federal*. México: 2008. 12 p.
4. GONZÁLEZ, Guadalupe. *Artículos y productos de bajo coste para mantenimiento. mantenimiento preventivo. SIMA*. [en línea]. Disponible en web:
<<http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>>
[Consulta: 12 de diciembre de 2014].
5. KESTLER REBULI, Julio Rodolfo. *Procedimientos para disminuir demoras durante la reposición de moldura en la fabricación de envases de vidrio en vidriera guatemalteca*, S. A. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 176 p.

6. MILIÁN FIGUEROA, Nelson Elizardo. *Reducción de desechos mediante el análisis y mejora del proceso de reparación de molduras para la producción de envases de vidrio, con la aplicación de producción más limpia, en vidriera guatemalteca, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 72 p.
7. MURALLES CÁRCAMO, Mario Moisés. *Disminución de desperdicio de materiales de empaque en envases de vidrio.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 137 p.
8. PARDAVÉ LIVIA, Walter. *Envases y medio ambiente.* Bucaramanga, Colombia: SYC Editorial Ltda, 2003. 22 p.