



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

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE PIEZAS
DE MÁQUINAS DE SECCIONES INDEPENDIENTES (IS) EN DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO IS EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**

Carlos Arturo Dell García

Asesorado por la Inga. Julia Walescka Xuyá Estrada

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE PIEZAS
DE MÁQUINAS DE SECCIONES INDEPENDIENTES (IS) EN DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO IS EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ARTURO DELL GARCIA

ASESORADO POR LA INGA. JULIA WALESCKA XUYÁ ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Alfredo Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortíz de León
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
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:

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE PIEZAS
DE MÁQUINAS DE SECCIONES INDEPENDIENTES (IS) EN DEPARTAMENTO DE
MANTENIMIENTO IS EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de agosto de 2016.



Carlos Arturo Dell Garcia

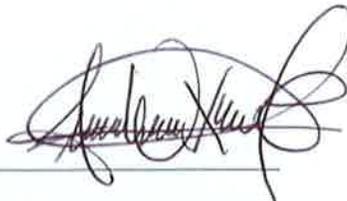
Guatemala 27 de mayo de 2019

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Director Escuela
Ingeniería mecánica industrial
Presente

Por medio de este me permito informarle que he procedido a revisar el trabajo de graduación titulado "**Estandarización de procesos en el mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS) en departamento de mantenimiento IS en la empresa Vidriera Guatemalteca S.A**" elaborado por el estudiante Carlos Arturo Dell García con numero de CUI 2307134161201 a mi criterio el mismo cumple con los objetivos trazados por lo que la doy por aprobada-

Sin otro particular.

Atentamente,

f. 

Inga. Julia Walescka Xuyá Estrada

Colegiado No. 10935

Asesora

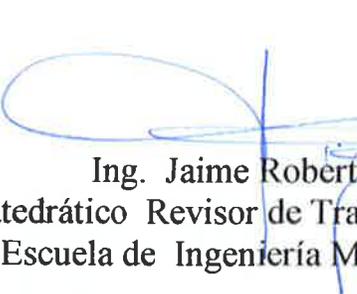
Julia Walescka Xuyá Estrada
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 10.935



REF.REV.EMI.095.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE PIEZAS DE MÁQUINAS DE SECCIONES INDEPENDIENTES (IS) EN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO IS EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Arturo Dell García**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Jaime Roberto Ruiz Díaz
Ingeniero Industrial
Colegiado 5182
Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.207.019

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 **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE PIEZAS DE MÁQUINAS DE SECCIONES INDEPENDIENTES (IS) EN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO IS EN LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Arturo Dell García**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2019.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE PIEZAS DE MÁQUINAS DE SECCIONES INDEPENDIENTES (IS) EN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO IS DE LA EMPRESA VIDRIERA GUATEMALTECA S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Arturo Dell García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, noviembre de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por permitirme alcanzar esta meta y estar siempre a mi lado.
- Mis padres** Enrique Arturo Dell Campollo y Mirta Janeth García Salguero, porque ellos siempre han creído en mí
- Mis hermanos** Luis y Diego Dell, por estar siempre apoyándome y alentándome a seguir adelante.
- Mis tíos** Waldemar y Gustavo Dell, por su cariño, aprecio y aliento.
- Mi novia** Karen Sandoval, por complementarme y apoyarme para lograr alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, estoy orgulloso de pertenecer a esta <i>alma máter</i> .
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñarme como profesional.
Mi familia	Por su constante apoyo, confianza y creer que podía alcanzar esta meta.
VIGUA	Por haberme abierto las puertas de sus instalaciones y darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de graduación.
Mi asesora	Por la confianza y tiempo brindados para lograr alcanzar esta meta.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1 ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Organigrama	3
1.2. Proceso de mantenimiento	5
1.2.1. Definición.....	5
1.2.2. Tipos de mantenimiento	6
1.2.3. Mantenimiento correctivo	6
1.2.4. Mantenimiento predictivo.....	8
1.2.5. Mantenimiento preventivo	10
1.2.6. Tipos de procesos	10
1.2.7. Características del proceso de mantenimiento.....	11
1.3. Metodología para estandarización de procesos	12
1.3.1. Concepto	12

1.3.2.	Ventajas	12
1.3.3.	Técnicas y metodología	13
1.3.4.	Círculo de <i>Deming</i>	13
1.3.5.	Metodología 5S's	16
1.3.6.	Círculo PDCA mejora continua	21
2.	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL	23
2.1.	Máquinas de secciones independientes	23
2.1.1.	Historia de las máquinas	23
2.1.2.	Características de las máquinas	24
2.1.3.	Importancia de las máquinas (IS)	25
2.1.4.	Funcionamiento de las máquinas (IS).....	26
2.2.	Descripción del proceso en área de mantenimiento de máquinas.....	27
2.2.1.	Mantenimiento de piezas en bancos de trabajo	28
2.3.	Distribución dentro del departamento de mantenimiento de máquinas.....	29
2.3.1.	Aspectos relacionados con elementos del departamento	29
2.3.2.	Bancos de trabajo	32
2.3.3.	Estanterías de almacenamiento.....	33
2.3.4.	Caminamientos	34
2.3.5.	Área de oficinas	34
2.3.6.	Área de lavado	35
2.3.7.	Área de soldadura.....	35
2.3.8.	Bodega de insumos	36
2.4.	Descripción del proceso de formación de envase	38

2.4.1.	Recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento.....	41
2.4.2.	Proceso de mantenimiento situación actual	43
2.4.3.	Lavado.....	43
2.4.4.	Rectificado.....	44
2.4.5.	Reparado.....	45
3.	SITUACION ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS (IS)	47
3.1.	Bancos de trabajo	47
3.1.1.	Distribución de operarios en bancos de trabajo	48
3.1.2.	Equipo disponible en bancos de trabajo.....	48
3.2.	Procesos desarrollados en bancos de trabajo	49
3.2.1.	Pistones.....	49
3.2.2.	Sacadoras	51
3.2.3.	Cuchillas.....	52
3.2.4.	Bisagras	54
3.2.5.	Cuellos	56
3.3.	Equipo personal utilizado dentro del departamento	57
3.3.1.	Equipo personal utilizado en área de lavado.....	58
3.3.2.	Equipo personal utilizado en área de soldadura.....	58
3.3.3.	Equipo personal utilizado en bancos de trabajo	58
3.4.	Almacenamiento en estanterías	59
3.4.1.	Organización de estanterías y áreas.....	59
3.4.2.	Identificación de piezas en estanterías	60
3.4.3.	Ubicación de piezas según medidas y condición física.....	60
3.5.	Rotulación de áreas dentro del departamento	60
3.6.	Señalización industrial	61

3.6.1.	Objetivos de la señalización.....	61
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN.....	63
4.1.	Control en estaciones de trabajo	65
4.1.1.	Personal requerido en bancos de trabajo	66
4.1.2.	Equipo requerido en áreas de trabajo	66
4.1.3.	Equipo personal	67
4.1.4.	Capacitación del personal.....	67
4.2.	Capacitación del personal del departamento.....	68
4.2.1.	Asignación de responsabilidades dentro del departamento	69
4.2.2.	Adecuación y señalización en áreas del departamento.	72
4.2.3.	Reubicación de equipos de fresado y torneado	73
4.3.	Control de mejoras en proceso	74
4.3.1.	Procesos llevados a cabo en bancos de trabajo.....	74
4.3.2.	Organización en estanterías	87
4.3.3.	Rotulación y señalización en el departamento.....	87
5.	SEGUIMIENTO EN MEJORAS.....	89
5.1.	Resultados en las implementaciones	89
5.1.1.	Mantenimiento en bancos de trabajo	90
5.1.2.	Calidad en mantenimiento	91
5.1.3.	Utilización de equipo personal	93
5.2.	Áreas de trabajo.....	94
5.2.1.	Reubicación de áreas	94
5.2.2.	Identificación de áreas de trabajo	96
5.2.3.	Rotulación en estanterías y bodega.....	96
5.2.4.	Señalización en el departamento.....	96

CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
APÉNDICES.....	109
ANEXOS	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

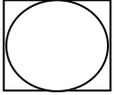
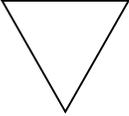
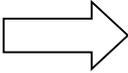
Figuras

1. Organigrama del departamento de mantenimiento.....	4
2. Círculo de Deming	15
3. Distribución dentro del departamento de mantenimiento de máquinas	31
4. Bancos de trabajo	32
5. Estanterías de almacenamiento	33
6. Caminamientos.....	34
7. Área de soldadura y esmerilado	36
8. Bodega de insumos	38
9. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de fabricación.....	40
10. Simbología del diagrama de operaciones del proceso	41
11. Pistones.....	51
12. Sacadoras.....	52
13. Cuchillas.	54
14. Bisagras.....	56
15. Cuellos.....	57
16. Diagrama de flujo de operaciones de mantenimiento (propuesto).....	76
17. Diagrama de flujo de operaciones área de lavado en horno.....	78
18. Resumen del proceso de lavado en horno	79
19. Diagrama de flujo del proceso de lavado en alcalino.....	80
20. Resumen del flujo del proceso área de lavado alcalino.....	81
21. Diagrama propuesto para distribución del área de mantenimiento.....	85

Tablas

I.	Metodología 5S´s	16
II.	Áreas del departamento de mantenimiento.....	30

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Actividad combinada
	Almacenaje
	Inspección
	Operación
	Transporte

GLOSARIO

Diagrama

Representación gráfica de una actividad o proceso que en conjunto sirve de referencia para resolver, dar una muestra o ejemplificar una actividad o proceso.

Estandarización

Se deriva de estándar, que es un parámetro en promedio esperable para ciertas circunstancias y debe ser seguido en caso de recurrir algunos tipos de acción, tiene como connotación principal la idea de seguir el proceso *standard* a través del cual se tiene que actuar o proceder.

IS

Secciones independientes de una máquina que trabajan procesos productivos continuos sincronizados.

Mantenimiento

Conjunto de acciones mediante las que se busca mantener el estado físico y funcional de máquinas o equipos, o bien repararlos en caso de que hayan sufrido deterioro, desgaste o ruptura y para llevarlos a su estado óptimo funcional.

Máquina

Conjunto de piezas móviles y fijas unidas entre sí, que posibilitan la conversión de energía ya sea eléctrica, térmica o mecánica es utilizada en la industria en líneas de producción para llevar a cabo procesos de manufactura.

RESUMEN

Las empresas industriales, se enfocan en desarrollar los procesos productivos eficientemente de manera que puedan cumplir con la demanda dentro del mercado altamente competitivo, esto las obliga a mantenerse actualizadas tecnológicamente e invertir en el capital humano, en un esfuerzo continuo para optimizar las operaciones, lo que implica mantener en buen estado físico y funcional las máquinas o equipos utilizados, a través de mantenimiento preventivo eficiente y mantenimiento correctivo el que es necesario al tratarse de piezas de máquinas de secciones independientes debido a desgaste o daños que provocan fallas imprevistas a la maquinaria.

El presente informe está basado en la investigación realizada en la empresa Vidriera Guatemalteca S.A., contiene el desarrollo de la propuesta de estandarización de procesos en el mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS), con el propósito de normalizar los procesos y estandarizar las múltiples actividades que se realizan en las áreas de trabajo del departamento de mantenimiento.

La investigación permitió constatar la necesidad y correspondiente importancia de la estandarización de los procesos de mantenimiento correctivo, con la aplicación de la metodología del círculo de calidad de *Deming* y la herramienta 5S's para mejorar el control, la calidad de los procedimientos y la mejora continua.

La estandarización de las actividades de mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes IS permitirá a la empresa lograr mayor eficiencia en la reparación y cambio de piezas, mejora en las áreas de lavado y soldadura, reducir tiempos muertos en el proceso, mejor distribución de estanterías y bancos de trabajo maximizar el área disponible y mejorar el flujo de procesos rutinarios, un ambiente de trabajo organizado, limpio, agradable y aumentar la capacidad operativa y productiva dentro del departamento.

OBJETIVOS

General

Normalizar los procesos a fin de lograr la estandarización de las múltiples actividades que se realizan en las áreas de trabajo del departamento de mantenimiento de máquinas de secciones independientes (IS).

Específicos

1. Proporcionar parámetros para lograr mayor eficiencia en los procesos de mantenimiento y cambio de piezas en máquinas que lo requieran.
2. Plantear una mejora en los procesos de mantenimiento de piezas para los bancos de trabajo, así como áreas de lavado y soldadura a fin de reducir tiempos muertos en el proceso.
3. Estandarizar las operaciones con el objeto de crear bases para optimizar procesos de mejora continua dentro de departamento de mantenimiento.
4. Plantear una mejor distribución de estanterías y bancos de trabajo a fin de maximizar el área disponible y mejorar el flujo de procesos rutinarios.
5. Determinar las condiciones para obtener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, agradable y procesos de mantenimiento realizados eficientemente.

6. Aplicar métodos de ingeniería para aumentar la capacidad operativa y productiva dentro del departamento.

INTRODUCCIÓN

La transformación de las materias primas en botellas de vidrio es la principal función para la industria vidriera en general, la continuidad en los procesos productivos es de suma importancia a fin de mantener los costos estables y cumplir con los tiempos de entrega establecidos, para ello el grupo Vidriera Guatemalteca S.A. mantiene un riguroso control de cada uno de los procesos a fin de mantener estable el ritmo de producción.

Uno de los principales procesos para la fabricación de vidrio, se lleva a cabo mediante máquinas de secciones independientes que realizan distintos procesos de un mismo sistema, mediante la sincronización de cada una de las secciones a fin de llevar a cabo la producción sistemáticamente; para mantener los procesos productivos constantes.

La empresa cuenta dentro del área de mantenimiento con un departamento de mantenimiento correctivo, cuyo personal se encarga de verificar el correcto funcionamiento de todas y cada una de las partes que componen una máquina de secciones independientes, con una estructuración y organización adecuada para cumplir con los requerimientos que se generan diariamente en las máquinas que son operadas las 24 horas del día.

Este estudio titulado estandarización de procesos en el mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS) en el departamento de mantenimiento IS en la empresa Vidriera Guatemalteca S.A., obedece a la constante demanda del producto, la cual se rige en plazos de tiempo de entrega, los que deben cumplir a fin de satisfacer la necesidad del cliente;

abarcó la estandarización de los procesos dentro del departamento de mantenimiento con el objetivo de garantizar la continuidad en los procesos productivos, esto basado en la metodología del círculo de *Deming*, para la mejora continua y la técnica o herramienta 5S's en la organización, orden, limpieza, higiene, eliminación de demoras y desperdicios.

La investigación permitió conocer los procesos de mantenimiento de piezas de máquinas de secciones independientes IS que realizan actualmente a través de los resultados obtenidos en el diagnóstico situacional; la estandarización de los procesos de mantenimiento facilitará el desarrollo de las actividades, mejorará la calidad, optimizará la productividad, aumentará el control de calidad, el desempeño operacional, que conllevará al cumplimiento de entrega del producto a los clientes, la mejora continua y como valor agregado incremento de la rentabilidad empresarial.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

La empresa Vidriera Guatemalteca S.A. pertenece al Grupo vidriero Centroamericano que tiene presencia en toda Centroamérica y El Caribe, también cuenta con otras empresas dedicadas a la industria del vidrio como la llamada Distincomer que distribuye a pequeños y medianos comerciantes.

La empresa Vidriera Guatemalteca S.A. se dedica principalmente a la fabricación de envases de vidrio, adquiere la materia de empresas nacionales y compra diariamente vidrio previamente reciclado clasificado por colores: cuenta con clientes en distintas e importantes áreas de la industria entre las que se encuentran embotelladoras de gaseosas, industria cervecera, industria licorera, industria alimenticia y la industria farmacéutica entre otras a las que distribuye agregados para los envases como tapaderas o roscas de polipropileno que son fabricados según las especificaciones del diseño y para ello cuenta con un área de pintura de envases, serigrafía o decoración previamente especificados por el cliente, cuenta también con un museo ubicado en la ciudad de Antigua Guatemala.

La empresa cuenta con un área de mantenimiento conformada por siete departamentos; el departamento de mantenimiento correctivo cuenta con siete bancos de trabajo y dos oficinas administrativas.

1.1.1. Ubicación

La empresa Vidriera Guatemalteca S.A se encuentra ubicada en la Avenida Petapa 48-01 zona 12 de ciudad Guatemala, localizada en la zona designada para la industria dentro de la ciudad, cuenta con fácil acceso a vías principales que facilitan el suministro y transporte de materia prima y de producto terminado.

1.1.2. Historia

La empresa inició operaciones en 1964 bajo el nombre de CAVISA; debido a problemas con el sindicato de trabajadores cerró operaciones en 1990 y en 1991 abrió con el nombre de Empresa Vidriera Centroamericana y adopta posteriormente el nombre de Empresa Vidriera Guatemalteca S.A. adquirió una planta de producción ubicada en Costa Rica C.A. llamada VICESA, esta cuenta con dos hornos con capacidad de 430 toneladas y tiene siete líneas de producción.

La planta ubicada en Guatemala llamada Vigua tiene capacidad de procesar 410 toneladas de vidrio diariamente con lo que se llega a producir 500 millones de botellas al año.

Las instalaciones de la empresa tienen capacidad de producir botellas en diferentes colores: ámbar, verde esmeralda y transparente, cuenta con tecnología de coloreado única en la región que le permite fabricar botellas de color azul cobalto específicamente para clientes que requieren este tipo de color.

1.1.3. Misión

Despachar envases de vidrio que cumplan con las más altas normas de calidad establecidas con los clientes a través de una revisión efectiva, confiable y oportuna dentro de un ambiente laboral de respeto y que cumpla con las normas de seguridad, buscando la superación constante del personal y del departamento.

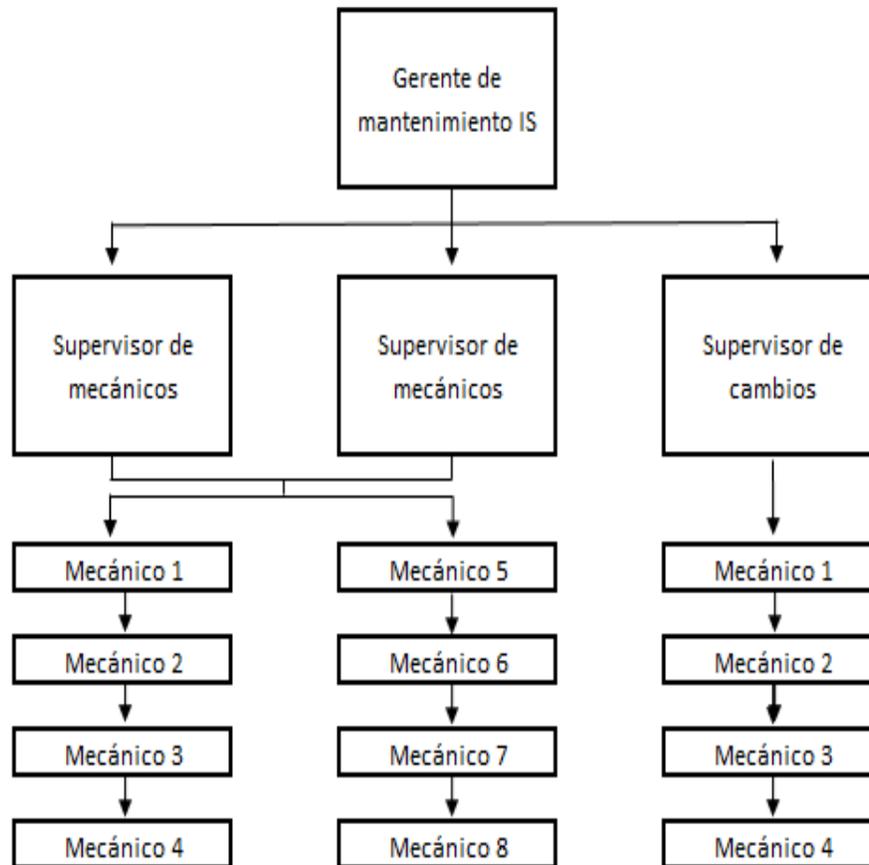
1.1.4. Visión

Elaborar envases de vidrio y cristalería que cumplan las expectativas de calidad de los clientes de acuerdo al programa de producción, optimizando los recursos técnicos y humanos disponibles, buscar un incremento constante de la productividad y a la vez desarrollar al personal en un ambiente de respeto y armonía fomentando el mejoramiento continuo en todos los procesos sin perjudicar el ambiente.

1.1.5. Organigrama

La estructura orgánica del departamento de mantenimiento de la empresa, representada gráficamente con un organigrama que refleja en forma esquemática la descripción de las unidades que la integran, su respectiva relación y niveles jerárquicos, como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

El departamento de mantenimiento cuenta con un gerente de mantenimiento IS, dos supervisores de mecánicos, un supervisor de cambios, doce mecánicos que hacen un total de 16 personas que realizan un trabajo coordinado y en equipo, las directrices van de la gerencia de mantenimiento hacia los supervisores mecánicos, supervisor de cambios y mecánicos.

El departamento de mantenimiento de máquinas IS, al área de fabricación de envases y a otros departamentos da soporte como:

- Moldes.
- Seguridad industrial.
- Decorado.
- Control de calidad.

1.2. Proceso de mantenimiento

Comprende un conjunto de acciones: comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones de vital importancia para mantener o reparar una unidad funcional de manera que pueda cumplir sus funciones.

1.2.1. Definición

El mantenimiento industrial tiene como finalidad garantizar el correcto y constante funcionamiento de la pieza a la cual se le aplique, asegurar que se encuentren en condiciones operativas y con la capacidad de cumplir con la producción esperada en el tiempo previsto.

Un adecuado programa de mantenimiento tiene como impacto la confiabilidad en la producción, y da como resultado una estimación precisa en cuanto a cumplimiento de tiempos estimados para completar una tarea.

El mantenimiento surge con el desarrollo industrial, inicialmente sólo se contemplaba las reparaciones necesarias para que la máquina continuase funcionando, eran realizadas por los operarios; durante la segunda guerra mundial, posteriormente surge el concepto de mantenimiento preventivo, fue aplicado principalmente en la aeronáutica para garantizar que las aeronaves no sufriesen averías imprevistas; en la actualidad se cuenta con programas de

mantenimiento predictivo, que tiene la finalidad de predecir las averías en la máquina y reparar antes de que se presenten.

1.2.2. Tipos de mantenimiento

Es de suma importancia para cualquier empresa, mantener en óptimas condiciones y conservar funcionando todas las máquinas que le son útiles y que se ven involucradas en los procesos productivos y la transformación de la materia prima en un producto terminado, por lo que se debe considerar distintos tipos de mantenimiento que son aplicados de manera periódica, con el fin siguiente:

- Maximizar el tiempo operativo de las máquinas.
- Minimizar costos de reparaciones.
- Reducir pérdidas por oportunidad.
- Regularizar la producción.
- Garantizar un proceso de manufactura de calidad.

1.2.3. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento es también conocido como mantenimiento reactivo, debido a que, cuando surge una falla se ve la necesidad de una inmediata acción de corrección a fin de mantener la máquina en funcionamiento, es llevado a cabo al identificar la falla o avería de una pieza localizada que impide, imposibilita o reduce la producción, razón por la cual es requerida la inmediata reparación. El mantenimiento correctivo se caracteriza por:

- Disminución del tiempo en que una máquina se encuentra operativa.
- Alteración del ciclo productivo afectando lotes de producción.

- Afecta los tiempos de entrega.
- Gastos no planificados en reparación y equipo requerido en la misma.
- Variación y alteración en requisición de materia prima.
- Enfoque de recursos en reparación no planificada.
- Disminución en la producción y tiempos de entrega planificada.
- Posibilidad de avería general de la máquina por alteración en su integridad.

Dependiendo de las circunstancias en las que ocurren las fallas se lleva a cabo el mantenimiento correctivo, se divide en mantenimiento correctivo no planificado y planificado.

El mantenimiento correctivo planificado es por lo general poco considerado por las empresas debido a que una avería en alguna sección de las máquinas es muy difícil de predecir, a menos que se tenga un historial detallado de averías.

- Mantenimiento correctivo no planificado

Consiste en la reparación y mantenimiento por las fallas que se presentan sin que sean esperadas o planificadas por el personal de mantenimiento, se presentan regularmente por desgaste en las piezas, por inapropiada instalación, inadecuada sincronización de las máquinas cuando son controladas mediante computadora o por factores externos que puedan comprometer la integridad de las piezas móviles.

Este tipo de mantenimiento es llevado a cabo en la mayoría de los casos de forma urgente debido a que afecta el ritmo de la producción y la calidad del producto o materia prima con la cual se realiza el bien que la empresa comercializa, esperar a que se produzca el daño en la pieza , resulta ser muy costoso en casos en que la pieza afectada no se encuentre disponible para ser

remplazada o en casos en que la avería afecta más partes de la máquina generando mayor cantidad de piezas a reparar o sustituir.

- **Mantenimiento correctivo planificado**

Consiste principalmente en la planificación de una falla inminente en la máquina por lo que se debe contar con personal, equipo de mantenimiento o reparación y con repuestos para llevar a cabo la reparación en el menor tiempo posible, para tener recurso humano adecuado y equipo de repuesto disponible.

Para realizar la reparación, es necesaria una correcta planificación con base en informes estadísticos de anteriores reparaciones y las condiciones bajo las cuales la máquina se encuentra funcionando; dependiendo de las condiciones de temperatura del ambiente, velocidad de producción, tipo de lubricante utilizado, materia prima utilizada. Dadas estas variables dependerá mucho el tipo de desgaste que sufra la máquina, y las piezas que la integran, es por esto que, para el adecuado mantenimiento correctivo planificado, se deben realizar controles específicos para estar preparados al momento de presentarse la necesidad.

1.2.4. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en la realización del mantenimiento específico de las piezas que componen una máquina en el tiempo óptimo, esto se logra mediante un estricto control, monitoreo y utilización de las piezas, este mantenimiento tiene la característica de ser proactivo y reactivo.

La característica del proactivo es que, con los registros y control del uso de la máquina, se cuenta con una planificación de mantenimientos previamente

programados y en el reactivo si se registra un problema en la máquina, se requerirá del mantenimiento correctivo.

- Ventajas

- Disminución de tiempos improductivos.
- Producción constante y bajo control.
- Planificación más acertada.
- Disminución de sobrecostos.
- Mayor intervalo de mantenimientos preventivos.
- Tiempo de reparación más corto.

- Desventajas

- Que requiere de un monitoreo constante.
- Llevar controles más estrictos.
- Completa y sofisticada información de todos los cambios y mantenimientos efectuados a las piezas de la máquina.
- Estudio y análisis de los datos recopilados para diseñar un programa de mantenimientos.

Existen técnicas empleadas para diagnosticar las condiciones y estado bajo los cuales se encuentra la pieza evaluada. Dentro de las más difundidas están:

- Análisis de vibraciones.
- Ensayo ultrasonido.
- Medición de la presión.
- Ensayo con tinta penetrante.
- Inspección infrarroja.

1.2.5. Mantenimiento preventivo

Tiene como finalidad la anticipación de fallas menores previo a que provoquen fallas en los equipos; corresponde a la planificación y realización de los mantenimientos con base en las recomendaciones del fabricante, con regularidad este tipo de mantenimiento se efectúa previo a que las piezas presenten algún tipo de problema o desgaste.

La realización de este mantenimiento se basa en la vida útil de la pieza especificada por el fabricante y el tiempo que transcurre desde la realización del último mantenimiento.

- Ventajas que ofrece el mantenimiento preventivo son:
 - Disminución de tiempo ocioso por reparaciones no programadas.
 - Reducción de paros imprevistos en producción.
 - Se conoce con anticipación el costo del mantenimiento.

1.2.6. Tipos de procesos

Los procesos de mantenimiento son realizados directamente por los operarios designados específicamente para una determinada cantidad de piezas, que son relativamente similares o relacionadas una con otra haciendo más fácil al operario trabajarlas. El mantenimiento correctivo de piezas comprende:

- Lavado.
- Rectificado.
- Reparado.

Cuando es requerido o se presenta el cambio de pieza en la máquina de secciones independientes para el proceso de reparación, esta es removida de la máquina, el operario asignado se encarga de llevarla al área de lavado, dependiendo de la composición y características de la pieza esta es lavada mediante ácido o mediante arena quedando libre de cualquier agente o grasa adherida facilitando la reparación.

Cuando el operario tiene la pieza lavada lleva al banco de trabajo en el que verifica y rectifica que la pieza tiene reparación, luego la repara, si necesita emplear herramientas para soldar o esmerilar las traslada al área respectiva y si es requerida alguna pieza la solicita a la bodega de suministros.

1.2.7. Características del proceso de mantenimiento

En la empresa el proceso se lleva a cabo cuando se retiran las piezas de las máquinas y este presenta algunas características:

- Se realiza sin un plan de mantenimiento correctivo.
- No se realiza un estricto control de calidad.
- No se realiza una revisión posterior para verificar si la pieza reparada queda en condiciones para ser utilizada o instalada nuevamente en la máquina.
- No se realizan controles de uso de manuales de procedimiento.
- No se revisan las especificaciones de las piezas trabajadas.
- No cuenta con un programa de seguimiento.
- No se realiza seguimiento a los procesos de limpieza de piezas tanto en ácido, en alcalino como en arena.
- Todas las piezas son principalmente trabajadas en los bancos de trabajo específicos.

- Las piezas pueden ser trabajadas en áreas de soldadura y lavado si es requerido para que esta quede totalmente funcional.

En las áreas de mantenimiento correctivo no se cuenta con tiempos establecidos para los procesos de mantenimiento, o limpieza, cuando las piezas son reparadas satisfactoriamente son almacenadas en estanterías de madera debidamente identificadas según el tipo y tamaño de la pieza.

1.3. Metodología para estandarización de procesos

La metodología para estandarización de procesos es una serie de pasos ajustados, que se deben cumplir según el orden establecido para llevar a cabo una actividad cuyo resultado se espera será siempre el mismo.

1.3.1. Concepto

La estandarización de procesos en una actividad sistémica para establecer y utilizar estándares, establece un mecanismo de formalización y documentación de los procesos que constituyen el núcleo vital en la producción de un producto

El término se deriva de estándar, el cual es un parámetro en promedio esperable para ciertas circunstancias y debe ser seguido en caso de requerir algunos tipos de acción.

1.3.2. Ventajas

Las ventajas de la estandarización son las siguientes:

- Reducción en materia prima no aprovechada, se economiza materia prima, se reduce el desperdicio.
- Disminución de tiempos, los tiempos requeridos para llevar a cabo el proceso, se disminuyen notablemente.
- Normalización de las actividades.
- Normalización de la calidad en los productos fabricados.
- Proveer recursos, esto para la reducción de reprocesos por problemas de calidad.
- Mejoramiento en el aprovechamiento de recursos.
- Menor tiempo requerido en el proceso de fabricación, procesamiento y reinspección.
- Minimiza la variación
- Menor trabajo por reproceso.

1.3.3. Técnicas y metodología

Para lograr que los procesos llevados a cabo por las máquinas sean constantes y confiables, se cuenta con distintas metodologías que al ser aplicadas correctamente permiten la estandarización de procesos que hacen que los recursos requeridos para cumplir con la producción sean menores, sin dejar por un lado la calidad y el tiempo establecido.

Son métodos mediante los cuales se evalúan los resultados de un proceso, que con la aplicación se busca el cumplimiento de la actividad de una manera eficiente.

1.3.4. Círculo de *Deming*

“La calidad es un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste, adecuado a las necesidades del mercado”¹, el principal objetivo de la empresa debe ser permanecer en el mercado, proteger la inversión, ganar dividendos y asegurar los empleos.

Al círculo de *Deming* también se le conoce como ciclo de mejora continua, esta denominación se debe a su autor, *Deming*, E. También llamado ciclo PDCA suele ser la sistemática más empleada en la implementación de un sistema de mejora continua.

Está compuesto por cuatro etapas cíclicas, de tal manera que, terminada la cuarta etapa se debe regresar a la primera y repetir el ciclo, las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras.

- Etapas del círculo de *Deming*
 - Planificar (*Plan*): se identifican aquellas actividades de la organización susceptibles de mejora y se fijan los objetivos a alcanzar.
 - Hacer (*Do*): se ejecutan los cambios necesarios para efectuar las mejoras requeridas.
 - Verificar (*Check*): realizada la mejora, se procede a un período de prueba para verificar su buen funcionamiento. En caso que la mejora no cumpla con las expectativas iniciales se realiza modificaciones para ajustarla a los objetivos esperados.

¹ DEMING, William. Edwards, *Calidad, productividad y competitividad* página 231.

- Actuar (*Act*): finalmente, luego del periodo de prueba se estudian los resultados y se comparan con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora.

Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora en forma definitiva y a gran escala en la organización; pero si no lo son habrá que evaluar si se hará cambios o si se descarta la mejora.

Terminado el cuarto paso, se vuelve al primer paso para estudiar nuevas mejoras a implantar.

Figura 2. **Círculo de Deming**



Fuente: *El ciclo PDCA para la mejora continua de la logística*. <https://www.stocklogistic.com/ciclo-pdca-mejora-logistica/>. Consulta mayo 2018

Para proceder a la estandarización se debe haber comprobado que las medidas han alcanzado los resultados esperados, además, se deberá plantear siempre la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis, lo cual implica: estandarización y búsqueda de la optimización.

1.3.5. Metodología 5S's

Técnica de gestión diseñada en Japón en los años 60's fue desarrollada y puesta en práctica por primera vez en Toyota con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, ordenados, seguros y más limpios, con el fin de incrementar la productividad y contar con un entorno laboral más agradable. Los cinco pasos de Kaizen se denomina método de gestión, técnica o herramienta para la mejora continua 5S's por la inicial de las cinco palabras que conforman el método.

La metodología 5S's enseña a no subestimar el impacto de lo simple, debido a que la suma de pequeños aportes constituye una mejora, está orientada y dirigida a los esfuerzos de las personas, resalta la importancia de los procesos que deben ser mejorados antes de que se produzcan los resultados finales.

Tabla I. Metodología 5S's

Japonés		Español	Objetivo
1	<i>Seiri</i>	Clasificación y descarte	Eliminar elementos innecesarios del área de trabajo.
2	<i>Seiton</i>	Organización	Organizar el área de trabajo
3	<i>Seiso</i>	Limpieza	Mejorar el nivel de limpieza del área de trabajo
4	<i>Seiketsu</i>	Higiene y visualización	Establecer normas y procedimientos de higiene
5	<i>Shitsuke</i>	Disciplina y compromiso	Cultura de respeto a los estándares establecidos.

Fuente: elaboración propia.

- Seiri primera S

La primera S de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios, consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo, las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario y lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que se necesita y eliminar lo excesivo.
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

La aplicación de las acciones Seiri prepara los lugares de trabajo para que sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto del Seiri está relacionado con la seguridad.

Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura. La práctica del Seiri permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas.

- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de *stocks* de repuestos y elementos de producción, carpetas con información, planos, entre otros.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado.
- Facilitar el control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo.
- Detectar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

El propósito del Seiri es clasificar, significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción o de oficina cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

La implantación del Seiri permite crear un entorno de trabajo en el que se evitan problemas de espacio, pérdida de tiempo, aumento de la seguridad y ahorro de energía. Al implantar Seiri se obtienen los beneficios siguientes:

- Se mejora el control visual de los elementos de trabajo, materiales en proceso y producto final.
- El flujo de los procesos se logra gracias al control visual.

- La calidad del producto se mejora ya que los controles visuales ayudan a prevenir los defectos.
 - Se mejora el MTBF o tiempo medio entre fallos de los equipos.
 - Es más fácil identificar las áreas o sitios de trabajo con riesgo potencial de accidente laboral.
 - El personal de oficina puede mejorar la productividad en el uso del tiempo.
- Seiton la segunda S

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas.

Después de que se han eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados como es el caso de la herramienta.

La práctica del Seiton pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Los métodos utilizados facilitan su codificación, identificación y marcación de áreas para facilitar su conservación en un mismo sitio durante el tiempo y en perfectas condiciones.

Desde el punto de vista de la aplicación del Seiton en un equipo, esta S tiene como propósito mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su

conservación en buen estado. La implantación de Seiton en el departamento de mantenimiento permite lo siguiente:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, entre otros.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.
- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.

- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios y la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.
- Eliminación de pérdidas por errores.
- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías.
- Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa.
- Mejora de la productividad global de la planta.

En las oficinas Seiton tiene como propósito facilitar los archivos y la búsqueda de documentos, mejorar el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información.

1.3.6. Círculo PDCA mejora continua

Es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, también se denomina espiral de mejora continua.

Es muy utilizado por los sistemas de gestión de calidad (SGC). Las siglas, PDCA significan *Plan, Do, Check, Act* (traducido al español es planificar, hacer, verificar, actuar).

Los resultados de la implementación del PDCA permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, entre los que se encuentran los siguientes:

- Mejora continua de la calidad.
- Reducción de costos.
- Optimización de la productividad.

- Incremento de la participación del mercado.
- Incremento de la rentabilidad.

Es la sistemática más usada para implantar un sistema de mejora continua cuyo principal objetivo es la autoevaluación, destacando los puntos fuertes que hay que tratar de mantener y las áreas de mejora en las que se deberá actuar.

2. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Máquinas de secciones independientes

Las máquinas de secciones independientes, son de gran importancia principalmente en procesos de producción continua en los que son necesarias varias estaciones de trabajo que llevan a cabo las distintas fases de la producción, esto se debe a que, para la fabricación se debe modificar y completar el producto siendo este proceso complejo para que una sola máquina lo realice; son utilizadas en la industria vidriera debido a que es necesario llevar a cabo varios procesos con la materia prima tales como cortado, prensado, soplado y moldeado.

Se trabaja con vidrio a 1 500 °C de temperatura, bajo altos estándares de calidad, estrictas condiciones y tiempos reducidos de entrega, es por ello que la utilización de máquinas de secciones independientes que garanticen la calidad del producto procesado y la producción en masa, son máquinas consideradas esenciales para la producción en cadena para la industria.

2.1.1. Historia de las máquinas

Se ha encontrado indicios de que la humanidad ha usado el vidrio desde tiempos antiguos, la obsidiana fue utilizada en el año 3 000 a.C. Existen registros del primer manual para la realización y formación de artículos en el año 650 a. C.

Antiguamente la elaboración de artículos de vidrio era muy laboriosa y costosa siendo únicamente posible de comprar para reyes y comerciantes; a

finales del primer siglo fue descubierto el proceso de vidrio soplado, dicho proceso facilitó en gran medida la fabricación, lo que trajo como consecuencia el abaratamiento de los artículos formados con base en este.

Fueron desarrolladas las primeras máquinas a finales de la revolución industrial en 1903 siendo su principal impulso la máquina a vapor, esta primera formaba envases mediante un proceso de soplado (inflado) y moldeado siendo capaz de producir un total de 2 500 envases en una hora de producción.

Con el transcurso de los años y aparición de nuevas tecnologías han sido mejoradas y reinventadas, en la actualidad son creadas para ser fácilmente modificadas según las especificaciones del envase que sea necesario crear o la velocidad y calidad con que se requiera producir, han sido diseñadas para producir millones de envases al día y cuentan con gran cantidad de piezas reemplazables.

La fabricación y transformación del vidrio en recipientes capaces de almacenar y transportar líquidos, comprende procesos sumamente complejos tomando en cuenta que el producto final es frágil.

2.1.2. Características de las máquinas

Están conformadas por distintas secciones móviles, las que se pueden modificar según el tipo de envase que sea requerido manufacturar, mayormente mediante el uso de energía eléctrica y presión por vapor, llevan a cabo el proceso de producción requerida a un ritmo y calidad de producción difícilmente igualables.

Los procesos llevados a cabo a principios del siglo XX, cuando las máquinas (IS) son diseñadas directamente para la industria vidriera incluyen, desde modificar una vela de vidrio fundido, hasta crear con esta el envase de vidrio soplado, cada una de las secciones que integran la máquina (IS) lleva a cabo tareas como el prensado, soplado, moldeado y enfriado del vidrio hasta que la botella se encuentra totalmente formada y colocada en la cinta transportadora que la dirige al área de despacho lista para ser entregada al cliente.

Cabe destacar que, cada uno de los pistones que permiten a la máquina formar las botellas, debe ser sincronizado mediante computadora para que la precisión al momento de accionar las piezas móviles forme el envase y esto se lleve a cabo de manera perfecta, garantizando maximizar la cantidad producida sin defectos.

2.1.3. Importancia de las máquinas (IS)

Durante el proceso de fabricación de vidrio en una línea de producción el flujo de vidrio por la máquina debe ser constante e ininterrumpido, debido a que el vidrio se encuentra a una temperatura de 1 500° centígrados, la cual se debe de mantener para que al prensar y soplar la vela de vidrio se forme la botella sin ningún defecto.

Es por ello que se emplean máquinas de secciones independientes en la industria vidriera, debido a que conllevan una reducción de tiempo al manipular la materia prima evitando la acumulación de producto en proceso.

Las máquinas permiten lograr también la reducción de costos en materia prima y mano de obra, reducir desperdicios por fabricación defectuosa, maximizar la capacidad productiva de la planta, incrementar la cantidad de

productos fabricados en reducidos periodos de tiempo, reducir la cantidad de producto defectuoso por errores al momento de fabricar

Una máquina de secciones independientes representa elevada inversión para una empresa, pero los beneficios que esta aporta a la producción son significativamente positivos, las máquinas de secciones independientes son de mucho beneficio cuando se les da el correcto mantenimiento a las piezas que la integran.

2.1.4. Funcionamiento de las máquinas (IS)

La empresa Vidriera Guatemalteca S.A. cuenta con cuatro máquinas, una por cada alimentador, se encuentran conformadas principalmente por: pistones (mangas), sacadoras, cuchillas o peines, bisagras y cuellos, todas las partes de las máquinas de secciones independientes (IS) funcionan mediante programas computarizados, que accionan pistones integrados que permiten el flujo de vidrio fundido a los moldes y el prensado del vidrio por el molde formando la botella.

Los programas son digitados específicamente para el lote de producción que se esté fabricando debido a que no todos los envases son fabricados a un mismo ritmo de producción, ni todos los envases tienen las mismas dimensiones, siendo distintos los tiempos en que se enfrían, momento crucial en el cual la botella de vidrio es más vulnerable en todo el proceso. Los programas regulan automáticamente las velocidades de las máquinas y de los pistones que las accionan.

Siendo el punto central el tipo de envase que se esté fabricando; la máquina es monitoreada por un operador y un ayudante y el programa computarizado es manejado directamente por un encargado de producción.

2.2. Descripción del proceso en área de mantenimiento de máquinas

Los procesos llevados a cabo dentro del área de mantenimiento de máquinas de la empresa Vidriera Guatemalteca S.A, fueron diseñados específicamente para realizar las reparaciones y asegurar el correcto funcionamiento de cada una de las piezas que integran las máquinas (IS), el principal objetivo del departamento es mantenerlas en todo momento en operatividad y garantizar que se produzcan ininterrumpidamente envases de vidrio.

Para llevar a cabo los procesos, el departamento cuenta con áreas enfocadas en dar el adecuado mantenimiento correctivo a las piezas de las máquinas, siendo el área de lavado, rectificado, reparado y soldadura. Todo proceso de mantenimiento en las piezas que componen la máquina IS, surge por la necesidad de realizar el cambio debido a fallas, previamente programado o por cambio en la línea de producción y cuando es detenido el funcionamiento como consecuencia de la avería o ruptura de una de las piezas.

El proceso inicia retirando la pieza y llevándola al área de lavado, donde es inspeccionada por el operario a cargo, dependiendo del material con que la pieza está formada así es el proceso de lavado aplicado, si es de metal o acero es lavada con ácido y si es aluminio mediante chorro de arena.

Cabe destacar que cada pieza de una máquina IS tiene asignado un operario especialista, este emite un informe de los daños encontrados para determinar la falla y proceder con la reparación, luego es llevada al banco de trabajo correspondiente, donde es reparada y almacenada en estanterías ubicadas en el departamento para futura utilización, mientras la pieza es reparada otra pieza es instalada en la máquina para sustituir la dañada.

2.2.1. Mantenimiento de piezas en bancos de trabajo

La empresa cuenta con un área de mantenimiento conformada por siete departamentos, en el departamento de mantenimiento correctivo existen siete bancos de trabajo y dos oficinas administrativas.

Para llevar a cabo el mantenimiento correctivo de las piezas de las máquinas IS, la empresa cuenta con un área especializada y diseñada específicamente para proveer al operario el equipo y espacio en el que este pueda desempeñar la tarea sin mayores complicaciones, cuenta con siete bancos de trabajo, algunos con un carrito de herramienta móvil y equipo requerido. Las piezas que se reparan en los bancos en cantidades definidas son pistones, sacadoras, cuchillas, bisagras y cuellos.

Las piezas reciben mantenimiento correctivo en cada banco de trabajo realizado por dos colaboradores, haciendo un total de 14, trabajan en horarios diurnos y nocturnos; cada banco de trabajo cuenta con dos áreas de repisas con su respectiva cerradura para que las herramientas se mantengan siempre ordenadas y no se extravíen.

Todos los bancos de trabajo cuentan con iluminación, esta no es exclusiva para cada uno, por esa razón es complicada la reparación de piezas muy pequeñas las que requieren de mayor esfuerzo visual y concentración por parte del operario.

2.3. Distribución dentro del departamento de mantenimiento de máquinas

La distribución de las áreas dentro del departamento no es adecuada, debido a que cuenta con espacios reducidos, lo que hace que el departamento se vea congestionado y con limitada accesibilidad y movilidad para los operarios.

2.3.1. Aspectos relacionados con elementos del departamento

A continuación, se describen algunos aspectos relacionados con la distribución dentro del departamento.

- Elemento mecánico

El elemento mecánico no tiene en su totalidad un área asignada para el adecuado orden.

- Estanterías

El espacio de estanterías donde se almacenan las piezas no está aprovechándose en un 100 %, debido a que algunas estanterías presentan daños y no se utilizan.

La distribución actual dentro del departamento requiere de mejor disposición de estanterías porque no se encuentran debidamente ubicadas, afectan la circulación y pueden afectar la seguridad de los operarios al circular entre las mismas.

- Carretas y elementos mecánicos

El espacio para la movilidad de los operarios se ve reducido porque algunas carretas y elementos mecánicos obstaculizan el paso; algunos elementos de las máquinas IS son delicados y deben estar colocados en un área específica para evitar que se dañen.

Tabla II. **Áreas del departamento de mantenimiento**

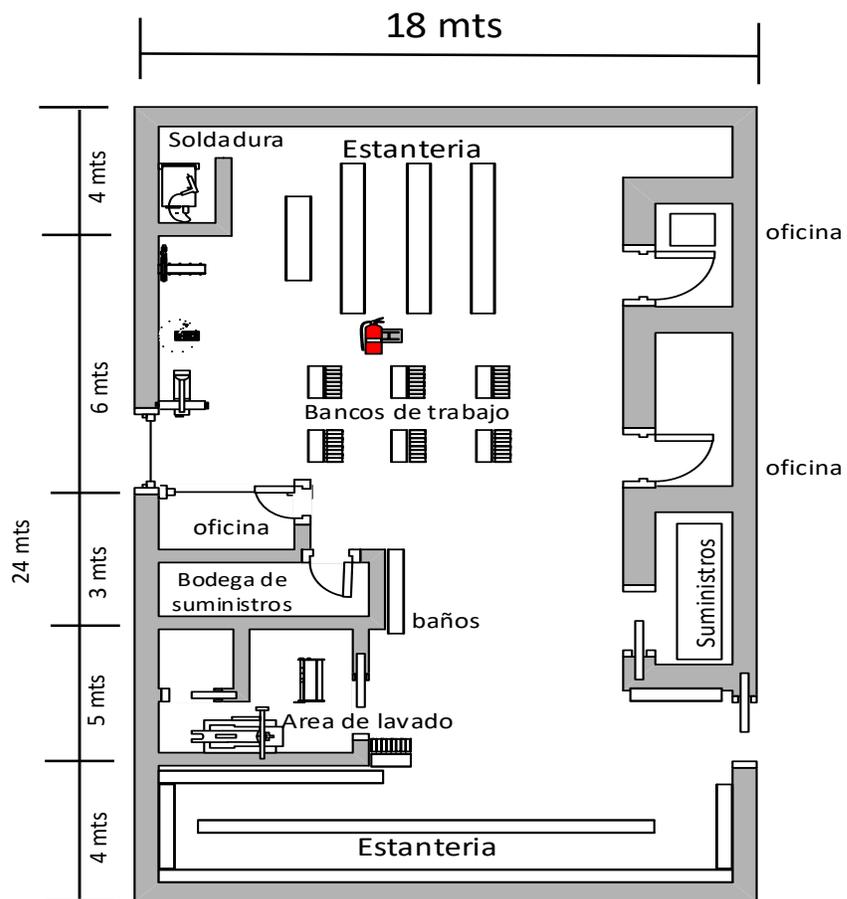
Áreas	Cantidad
Oficinas administrativas	2
Estanterías	2
Suministros	1
Área de lavado	1
Bodega de suministros	1
Oficina de bodega	1
Soldadura autógena y esmerilado.	1
Bancos de trabajo	7
Servicios sanitarios, baños.	2

Fuente: elaboración propia.

- **Distribución actual del departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento correctivo para piezas de máquinas IS está distribuido en 10 áreas. La figura 3 muestra la ubicación y medidas de cada área dentro del departamento.

Figura 3. **Distribución dentro del departamento de mantenimiento de máquinas**



Fuente: Vidriera Guatemalteca S.A.

2.3.2. Bancos de trabajo

Siete bancos de trabajo se encuentran distribuidos dentro del departamento los que ocupan un espacio de 6 metros, en los que son distribuidas y asignadas todas las piezas que componen las máquinas de secciones independientes.

Los bancos de trabajo cuentan con un robot de herramientas que se encuentra ubicado a un costado cuando se está trabajando en el, este debe ser ubicado en la parte contraria cuando no se esté utilizando.

Los bancos cuentan con iluminación independiente provista por luminarias tradicionales y con conexión eléctrica para el uso de cualquier herramienta necesaria.

Figura 4. **Bancos de trabajo**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

2.3.3. Estanterías de almacenamiento

Dentro del departamento de mantenimiento de máquinas se localizan las estanterías de almacenamiento, ocupan un espacio aproximadamente de cinco metros, se encuentran distribuidas según las características de tamaño, ubicación y rotación en la máquina, importancia y cantidad en *stock* de las piezas, para ubicarlas lo más cerca posible de los bancos de trabajo a fin de que al operario le ocupe el menor tiempo posible llevar a cabo los procesos de mantenimiento.

La distribución de estanterías dentro del departamento no es adecuada, afectando la circulación interna y la seguridad de los operarios.

Figura 5. Estanterías de almacenamiento



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

2.3.4. Caminamientos

Por el tipo de trabajo que se lleva a cabo dentro del departamento, el equipo utilizado y las piezas que son trabajadas, existen caminamientos debidamente señalizados con los colores, distancias y rotulación que estipula la Norma 229-2014, esto con el fin de evitar incidentes y llevar el correcto orden para transportar las herramientas y para el flujo de personas, lo que garantiza integridad al circular en el área de oficinas dentro del departamento mediante el control de la locomoción.

Figura 6. **Caminamientos**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

2.3.5. Área de oficinas

Dentro de departamento de mantenimiento de máquinas se encuentran ubicadas las oficinas administrativas, ocupan un espacio de 5 metros cada una,

cuentan con las condiciones de aislamiento auditiva requeridas debido a que se encuentran a pocos metros del área de producción la cual genera ininterrumpidamente más de 100 decibeles de ruido.

Las oficinas están distribuidas estratégicamente rodeando a los bancos de trabajo y área de estanterías, cuentan con equipo de cómputo, escritorios, aparatos telefónicos, archivos de metal y útiles de oficina; tiene únicamente una salida a los caminamientos que se encuentran debidamente señalizados con pintura reflectiva, antideslizante y rotulados según las normativas establecidas.

2.3.6. Área de lavado

Esta área ocupa un espacio de 5 metros cuadrados, cuenta con una piscina o estanque con ácido en el que se introducen las piezas engrasadas o sucias mediante una grúa mecánica a fin de minimizar el contacto del personal con el ácido, también se realiza el lavado de canales de transporte y el lavado mediante la máquina de arena.

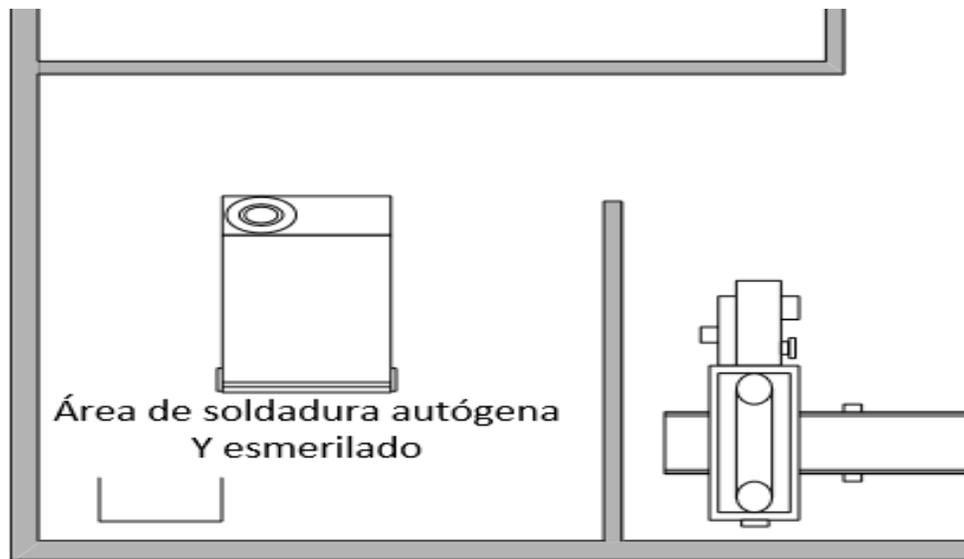
La pila o piscina de ácido para lavado de piezas mide 3 metros de largo por 1,5 m. de ancho, con 1 metro de profundidad. El ácido dentro de la pileta es calentado por medio de gas propano aproximadamente durante 10 horas.

2.3.7. Área de soldadura

A fin de suplir todas las necesidades, el departamento de mantenimiento cuenta con un área donde se realiza la soldadura y esmerilado de piezas de las máquinas, las que se encuentra debidamente señalizadas, cuenta con las normas de seguridad tanto de señalización y con equipo requerido para el uso de los operarios a fin de evitar incidentes.

Está área ocupa un espacio de 4 metros cuadrados, se encuentra aislada del resto de departamentos mediante paredes, pero requiere de mayor espacio.

Figura 7. **Área de soldadura y esmerilado**



Fuente: Vidriera Guatemalteca S.A.

2.3.8. Bodega de insumos

La bodega de insumos mide 3 metros de largo por 3 metros de ancho, se encuentra situada a un costado del departamento de mantenimiento a la par de la oficina de planificación que mide 2 metros de largo, ubicada estratégicamente cerca del área de los bancos de trabajo para que cuando los operarios requieran de una pieza en particular, les sea de fácil y rápido acceso.

En esta bodega se encuentran las piezas más específicas de cada máquina, rebuscadas por su complicado remplazo o sustitución o por ser muy pequeñas las que por su tamaño y regularidad de cambio no es necesario que estén

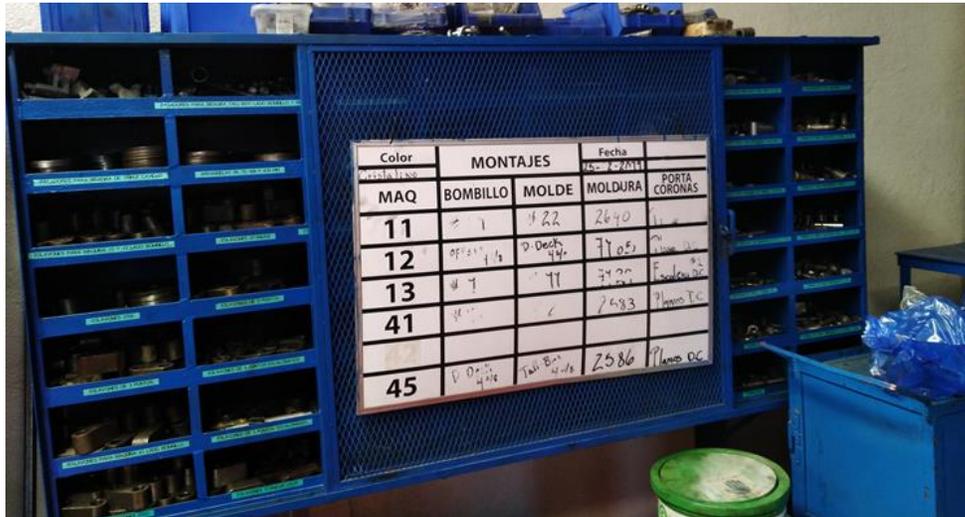
colocadas en los bancos de trabajo de los operarios, las piezas ubicadas en esta área se utilizan para llevar a cabo las reparaciones en las secciones de las máquinas IS que lo requieran. Las piezas en la bodega de insumos son:

- Tornillos.
- Resortes.
- Abrazaderas.
- Bisagras.

Estas piezas por sus características tienen un alto costo y fácilmente pueden ser extraviadas, por lo que necesitan ser almacenadas en un área distinta dentro del departamento.

La bodega cuenta con puerta de acceso únicamente para los operarios de los bancos de trabajo cuando sea requerido para una reparación o proceso de mantenimiento, necesita de mejor iluminación y se debe crear rutas para encontrar con mayor facilidad las piezas necesitadas.

Figura 8. Bodega de insumos



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

2.4. Descripción del proceso de formación de envase

El proceso de formación del envase da comienzo con el almacenaje de la materia prima (vidrio) en silos que son clasificados según la procedencia y la calidad de la materia prima que contengan, posteriormente, se transporta sobre cintas transportadoras que mezclan los distintos materiales a fin de crear una mezcla homogénea que es vertida en los hornos que funden todo este material a 1 500 °C. que se transporta mediante los canales o canaletas a los moldes que le dan la forma de botella la que después se dirige al área de enfriado.

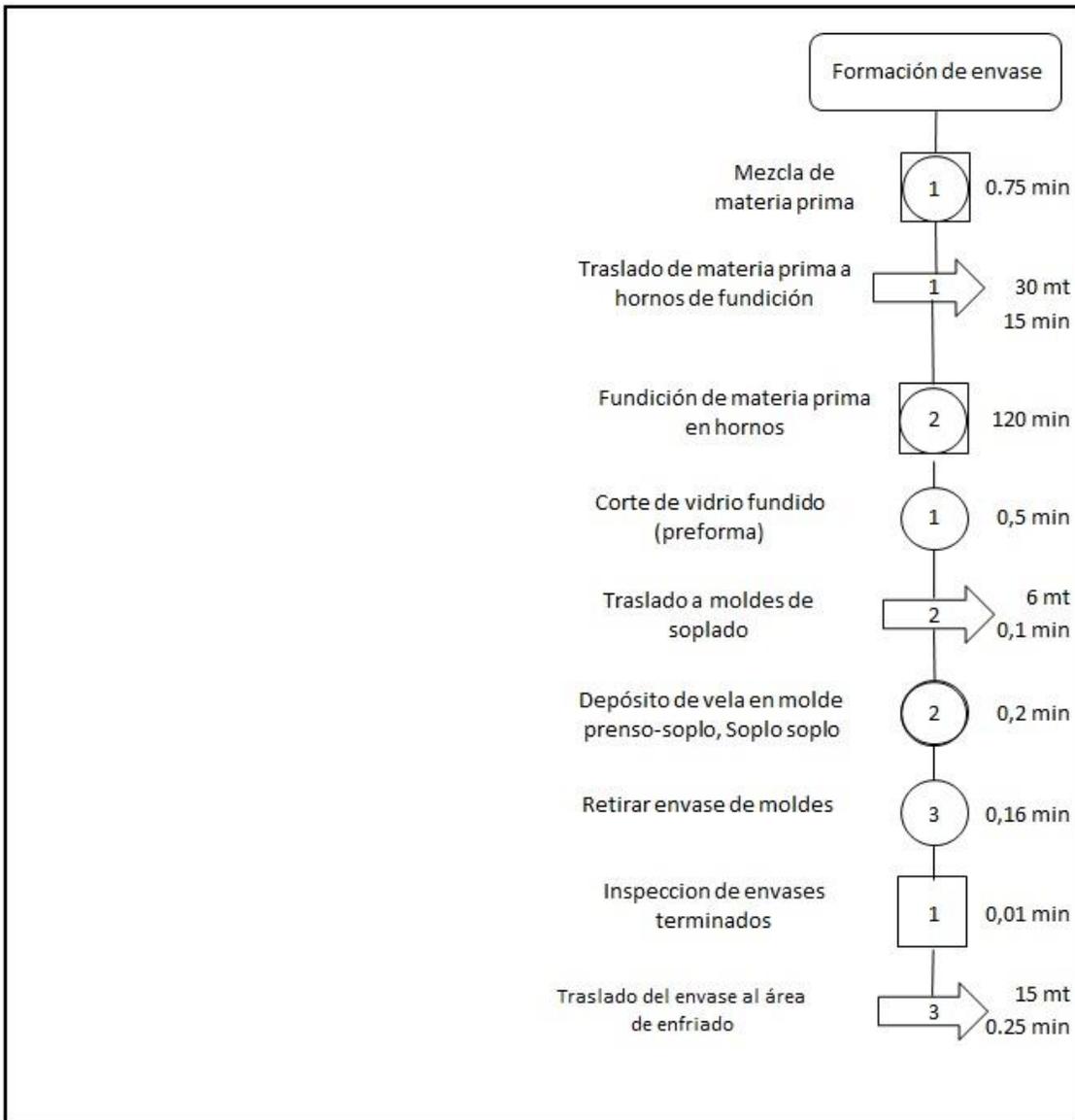
Los procesos llevados a cabo por estas máquinas requieren de un monitoreo constante por parte de un operario experto, esto con el fin de asegurar la sincronización entre cada una de las secciones, por tanto, se debe contar con piezas que soporten las condiciones de trabajo a las que son expuestas y ser

capaces de realizar acciones repetitivas, muchas en constante contacto con el vidrio fundido.

La eficiencia de cierre y el diseño de los ensambles de bisagras y componentes de la máquina IS pueden afectar la calidad del envase de vidrio y el tiempo de producción. La bisagra ayuda a garantizar una presión de cierre constante para reducir las uniones y los defectos del envase.

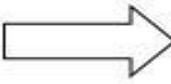
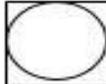
Figura 9. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de fabricación

Diagrama de operación del proceso de fabricación	
Empresa: Vidriera Guatemalteca	Fecha: Marzo 2019
Departamento: fabricacion	Metodo: Actual
Producto: envase de vidrio	Elaborado: Carlos Dell
Pagina: 1/2	Aprobado: Luis Sánchez



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Simbología del diagrama de operaciones del proceso**

Actividad	Simbolo	Numero	Tiempo	Distancia
Operación		3	0,86 min	0
Inspección		1	0,01 min	0
Transporte		3	15,35 min	51 mt
Combinada		2	120,75 min	0
Total		9	136,97	51 mt

Fuente: elaboración propia.

2.4.1. Recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento

Para llevar a cabo los procesos de mantenimiento a piezas dañadas o desgastadas es requerido contar dentro de departamento con los siguiente:

- Personal técnico

El personal deberá ser capacitado y poseer un amplio conocimiento mecánico de las piezas que integran las máquinas.

- Área de limpieza

Para que las piezas de la máquina IS dañadas queden en condiciones óptimas de trabajo se cuenta con un área específica para lavado con ácido y arena.

- Área de soldadura y esmerilado

Cuenta con herramientas de soldadura, esmerilado y tallado de piezas.

- Herramientas para reparaciones

Los operarios cuentan con un banco de trabajo asignado en el que se adjuntan herramientas necesarias para las actividades más rutinarias de reparación, en cada banco de trabajo existe un carrito móvil de herramientas, en el que se incluyen ciertos manuales de reparación y de piezas.

El departamento de mantenimiento cuenta con herramientas detalladas y específicas para ciertas tareas de reparación más complicadas.

- Almacén de herramientas

Para el almacenaje de herramientas se cuenta con estanterías distribuidas en el departamento, son de 1 a 4 estantes dependiendo del requerimiento y tamaño de la pieza.

2.4.2. Proceso de mantenimiento situación actual

Dentro del departamento de mantenimiento se llevan a cabo procesos de reparación y rectificación en las piezas que son retiradas de las máquinas de secciones independiente, los procesos se dividen en tres, que son fundamentales para garantizar que las piezas reparadas puedan ser usadas de nuevo, los procesos se encuentran normados dentro del departamento, se deben aplicar a todas las piezas retiradas.

Los procesos están estipulados para garantizar que una pieza se encuentra en condiciones de ser utilizada nuevamente en la máquina (IS).

2.4.3. Lavado

Después que el operario retira la pieza de la máquina es llevada al área de lavado, este es el primer paso por el que debe pasar la pieza, el principal objetivo es eliminar toda impureza o material adherido, como grasa, polvo o restos de materia prima las que deben ser retiradas para que se pueda verificar posteriormente el estado de la pieza.

El proceso de lavado de piezas es llevado a cabo mediante el método de limpieza en ácido, este es aplicado dependiendo del tamaño de la pieza y del material del que está fabricada.

- Lavado mediante ácido clorhídrico

Está compuesto por químicos que remueven todo tipo de impureza, tales como polvo, grasa y óxido, es utilizado principalmente en las piezas de metal de un tamaño considerable que por su peso y dimensiones dificulte la manipulación,

el tiempo que se debe mantener la pieza sumergida es de 10 a 12 horas, el ácido debe estar a una temperatura de 100 °C para agilizar la limpieza.

- Lavado mediante chorro de arena

Es utilizado para la limpieza de piezas de aluminio y de tamaño reducido, es un proceso lento; la máquina expulsa la arena a alta presión a través de una manguera, la arena impacta contra la pieza, esta acción elimina cualquier material adherido, los beneficios de utilizar este método son:

- No compromete químicamente la composición de la pieza.
- Posibilita la limpieza de sólo una parte de la misma.
- El tiempo de limpieza es mucho mejor que la limpieza mediante ácido.
- Se puede tener una pieza completamente limpia en 20 minutos.
- Se usa para limpiar piezas muy pequeñas o con orificios de difícil acceso.
- Elimina la suciedad de áreas muy pequeñas.

2.4.4. Rectificado

Se determina si la pieza puede ser reparada y si esta podrá ser instalada de nuevo en la máquina, se realiza posterior al lavado, en los bancos de trabajo después de que se ha rectificado se emite un reporte donde se detallan los hallazgos y si esta requiere de partes que deben ser remplazadas y que reparación debe ser realizada.

2.4.5. Reparado

Cuando la pieza ha sido rectificada, es colocada en el banco de trabajo, que cuenta con las herramientas requeridas para completar la reparación, la que se facilita porque se cuenta con toma corrientes eléctricas en cada banco de trabajo.

Después de que la pieza es reparada, es inspeccionada por el operario y el supervisor y es almacenada para su posterior instalación.

3. SITUACION ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS (IS)

Para llevar a cabo el mantenimiento de las piezas de las máquinas IS la empresa cuenta con un área especializada y diseñada específicamente para proveer al operario el equipo y espacio en el que este pueda desempeñar la tarea sin mayores complicaciones.

Algunos bancos cuentan con un carrito de herramienta móvil y equipo requerido, cada uno de los bancos de trabajo tiene diariamente cierta cantidad de piezas definidas a trabajar.

3.1. Bancos de trabajo

El departamento de mantenimiento de máquinas IS cuenta con siete bancos de trabajo en total para 14 operarios los cuales trabajan en horarios diurnos y nocturnos, cada uno cuenta con dos áreas de repisas con su respectiva cerradura para que las herramientas se mantengan siempre ordenadas, en el lugar correspondiente y no se extravíen.

Todos los bancos de trabajo cuentan con iluminación, pero esta no es exclusiva para cada uno, por esa razón es complicada la reparación de piezas muy pequeñas, las que requieren de mayor esfuerzo visual y concentración por parte del operario.

3.1.1. Distribución de operarios en bancos de trabajo

Están asignados dos operarios para cada banco de trabajo, operan ocho horas diarias de lunes a sábado en turnos matutinos, vespertinos y nocturnos el sábado cuatro horas en turno matutino.

3.1.2. Equipo disponible en bancos de trabajo

Los siete bancos de trabajo cuentan con el equipo y caja de herramientas siguientes:

- Caja de herramientas básicas
 - Destornilladores.
 - Alicates.
 - Martillo de hierro.
 - Cinceles.

- Robot móvil
 - Llaves de distintos tamaños.
 - Cinta de aislar.
 - Tuercas.
 - Resortes.
 - Martillo de goma.
 - Destornilladores.

- Estación de trabajo herramientas de mayor tamaño
 - Barreno.
 - Pulidora.
 - Cierra eléctrica.
 - Soldadora.
 - Equipo de protección personal.
 - Manuales o guías para la reparación de piezas.

3.2. Procesos desarrollados en bancos de trabajo

Para describir los procesos desarrollados en los bancos de trabajo se describe cada pieza de la máquina (IS):

3.2.1. Pistones

Un pistón es una pieza mecánica de la máquina de secciones independientes que le da movimiento a otras partes móviles, son controladas mediante computadora y son ejecutadas por presión de vapor.

Se lleva a cabo el mantenimiento de los pistones con el fin de mantenerlos en óptimas condiciones, consiste en tener la superficie sin ningún aditamento como grasa o aceite, los pistones en las máquinas IS son los que controlan todo el proceso de apertura, carga y descarga de la vela de vidrio en la cadena transportadora que los dirige hacia el área de enfriado.

Se debe dejar la superficie del pistón pulida, las cavidades en las cuales ingresa la presión de vapor deben estar sin rugosidad, desgaste o rajadura alguna que pueda causar apertura o falta de fuerza en los mecanismos como el

cilindro, que evite que el producto sea depositado en el lugar correcto o en último caso que genere fuga de magma de vidrio sobre la máquina, poniendo en riesgo la integridad de los operarios.

A las mangas también se les conoce como mecanismos de pistón, si fallan pueden afectar el proceso de una sección entera de la máquina, si esta llega a fallar se debe detener el proceso en esa sección debido a que la vela de vidrio seguirá fluyendo, pero no tendrá como destino el molde. Dentro del departamento se encuentra una estantería especialmente apartada para el almacenamiento de pistones.

Se debe llevar el control de tiempo operativo de cada uno de los pistones que se encuentra en funcionamiento y que se exponen a condiciones de trabajo bastante severas, alcanzando temperaturas en el medio ambiente de hasta 65 °C y temperaturas de la pieza de hasta 300 °C las que pueden comprometer la integridad de la pieza.

Figura 11. **Pistones**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

3.2.2. Sacadoras

Las sacadoras son piezas especialmente diseñadas para procesos en las máquinas IS, se encargan de extraer el envase del molde y colocarlo en la línea transportadora, las sacadoras son operadas por presión de vapor el cual acciona los pistones.

Los pistones están conectados con la sacadoras, deben llevar a cabo el proceso de una manera muy rápida, este proceso es delicado porque si se opera el envase de vidrio a una velocidad muy alta puede sufrir un choque térmico por lo que puede deformarse o incluso romperse.

Las sacadoras generalmente son iguales todas, solo varían las medidas que son colocadas en la boca la que sostiene al envase que varía de una botella cervecera a una botella para medicamento líquido o sólido.

En el banco de trabajo donde se reparan las sacadoras también se le da mantenimiento al brazo depurador y al brazo cabeza soplo; los procesos de mantenimiento de las sacadoras son realizados por un operario especializado.

Por tener contacto directo con el producto, a las sacadoras se les realiza una inspección más exhaustiva, son piezas muy delicadas de reparar, la menor variación en sus movimientos puede ocasionar que el envase se deforme o raje por el movimiento brusco ocasionado.

Figura 12. **Sacadoras**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

3.2.3. **Cuchillas**

Las cuchillas son llamadas peines, llevan a cabo un proceso crucial en la industria vidriera, le dan una medida exacta a la materia prima que se utilizará para fabricar el envase, hacen cortes precisos con ayuda de los pistones

permitiendo el paso de una cantidad específica de vidrio fundido formando la vela, la que posteriormente es dirigida por los canales hasta los moldes.

El proceso de cortar el vidrio debe ser preciso y limpio, las cuchillas deben estar siempre afiladas y poseer los ángulos indicados para realizar el corte sin siquiera afectar su flujo, porque si es interrumpido o detenido por un momento se produce una aglomeración de vidrio en cierta parte de la vela, causando deformidad en el envase.

Para las cuchillas se tiene asignado un banco de trabajo en el que se encuentra un operario especialista que les da mantenimiento, la tarea consiste en afilarlas con la esmeriladora para que el corte de la vela de vidrio sea preciso y no existan variaciones significativas que afecten la forma del envase.

El operario debe cerciorarse de que la cuchilla se encuentra en condiciones óptimas para ser instaladas, porque si son colocadas en la máquina estando defectuosas se deberá detener el flujo de vidrio fundido, lo cual genera una disminución en la productividad de la máquina IS.

El mismo operario, después de que la cuchilla es reparada la coloca en la respectiva estantería.

Figura 13. **Cuchillas**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

3.2.4. Bisagras

Las bisagras son piezas de metal resistente, se encargan de sostener los moldes en los que se le da forma al envase, existen de tres dimensiones o cavidades se dividen a su vez por la posición en la cual se colocan, de lado izquierdo y de derecho según la característica de la base del molde.

Las bisagras se caracterizan por ser de una, dos y tres cavidades, son instaladas en la máquina según la dimensión y cantidad de envases que se desee fabricar, van conectadas a los pistones que les dan movilidad para permitir y variar el proceso de prensado y soplado en la base del molde que da forma al envase.

En las bisagras son colocadas las bases de los moldes de fabricación es por ello que deben estar ajustadas y alineadas de tal manera que encajen a la perfección tanto en los pistones como en las bases, todo el proceso de prensado y soplado en el molde pasa por la parte inferior que se encuentra asentado en la bisagra.

El proceso de reparación de las bisagras consta de la verificación y corrección en el diámetro de las abrazaderas en las que es colocada la base del molde que está perfectamente ajustado y totalmente asentado en la abrazadera, el peso promedio de un molde vacío es de 80 libras.

La base cambia de posición cada cinco segundos, de no estar perfectamente ajustado el molde se corre el riesgo de que se salga de las abrazaderas de la bisagra destruyéndolo o dañándolo, lo que representa un problema económico para la empresa debido a que este tiene un precio en el mercado de 80 000 quetzales.

La incorrecta calibración de las bisagras puede repercutir en la producción de envases haciéndolos defectuosos, el operario encargado de rectificar y reparar las bisagras debe tener especial cuidado de que las juntas estén perfectamente alineadas y selladas porque es por allí donde puede salir la presión de aire, deben mantenerse lubricadas evitando las fricciones entre sí, al ser operadas.

Figura 14. **Bisagras**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

3.2.5. Cuellos

El cuello en una máquina de secciones independientes corresponde a la pieza que sujeta los moldes en la parte superior lo que genera un soporte, evitando que se mueva y a la vez ajustándolo a fin de que las dos piezas que conforman el molde casen a la perfección.

Existen cuellos de una, dos y tres cavidades, están fabricados en metal de alta resistencia por lo que son perfectos para las condiciones extremas de temperatura a las que son sometidos.

Cuando los cuellos presentan desgaste o se presentan variaciones en la producción fuera del parámetro normal de variación, son retirados y el proceso de reparación inicia con el lavado de la pieza por un operario especialista en cuellos.

Al finalizar el proceso de lavado y rectificado la pieza es llevada al banco de trabajo donde un operario especializado se encarga de realizar la reparación.

Este operario cuenta con amplia experiencia en la reparación de cuellos de máquinas (IS), quien garantiza que se ajusten a las bisagras y queden debidamente sellados, si todo el proceso se realiza a la perfección se logra que el molde encaje milimétricamente.

Figura 15. **Cuellos**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

3.3. Equipo personal utilizado dentro del departamento

Cabe mencionar que en todo ambiente de trabajo se pueden identificar distintos tipos de factores que representan riesgos para la salud y seguridad de los operarios, para prevenirlo se hace necesaria la utilización de equipo personal.

El equipo personal que utilizan los operarios para la seguridad se enlista a continuación dentro de la respectiva área de trabajo:

3.3.1. Equipo personal utilizado en área de lavado

- Botas punta de acero.
- Guantes de asbesto.
- Mascarilla.
- Vestimenta protectora.

3.3.2. Equipo personal utilizado en área de soldadura

- Lentes
- Guantes
- Tapones para oídos.
- Casco.
- Vestimenta protectora.

3.3.3. Equipo personal utilizado en bancos de trabajo

- chaleco reflectivo.
- Guantes.
- Lentes.

Todos los operarios utilizan uniforme para protección de la ropa personal y para evitar el contacto directo con materiales que pueden causar daños a la piel.

Entre los factores de riesgo de salud y seguridad de los operarios en el proceso de formación de envases de vidrio, en el mantenimiento a piezas de máquinas IS y en el departamento en general, se encuentran los siguientes:

- Ventilación, iluminación, temperatura, humedad y presión atmosférica.
- Ruidos y vibraciones.
- Humo, polvos, gases y vapores.
- Posturas incómodas.
- Levantamiento o transporte de piezas de mucho peso.
- Sobrecarga de peso.
- Movimientos repetitivos.
- Jornadas extensas.
- Horas extras de trabajo.
- Trabajos nocturnos.
- Falta ergonómica en el puesto de trabajo.
- No utilizar equipo de protección personal.
- Herramientas en mal estado.
- Mantenimiento inadecuado.

3.4. Almacenamiento en estanterías

El almacenamiento en estanterías se realiza inmediatamente después que se ha reparado la pieza. Las piezas son colocadas en los estantes en el lugar correspondiente de acuerdo al tamaño y peso.

3.4.1. Organización de estanterías y áreas

Las estanterías son de cuatro peldaños como máximo debido a que el tamaño y peso de las piezas dificulta la manipulación en alturas mayores a los

dos metros y medio, el departamento no cuenta con montacargas ya que los espacios y caminamientos son reducidos y todo el proceso de selección de piezas es realizado en su totalidad por los operarios.

3.4.2. Identificación de piezas en estanterías

Las estanterías tienen rótulos que identifican el tipo de pieza de las máquinas IS, cada peldaño contiene las piezas que corresponden al rótulo, esto permite a los operarios identificar las piezas fácilmente y para colocarlas después de haberlas reparado.

3.4.3. Ubicación de piezas según medidas y condición física

Las piezas grandes y de mayor peso son colocadas en los últimos peldaños de las estanterías, las de menor peso y tamaño se colocan en los primeros peldaños. Por el tipo de proceso que se lleva a cabo se utiliza gran cantidad de piezas pequeñas como tuercas, tornillos, resortes y abrazaderas, este tipo de piezas son ubicadas en un sitio especial en la bodega de suministros bajo llave, a la que únicamente tienen acceso los operarios de los bancos de trabajo.

3.5. Rotulación de áreas dentro del departamento

Las áreas se encuentran debidamente rotuladas según las normativas establecida para evitar que los operarios y el personal administrativo circule por áreas restringidas o en condiciones adversas a lo estipulado y evitar que les sucedan incidentes a los operarios y a cualquier persona que circule en dicho departamento.

La mayoría de los rótulos muestra deterioro, lo que indica que se hace necesario sustituirlos, porque de lo contrario a corto plazo ya no serán funcionales.

3.6. Señalización industrial

La señalización es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo, que los recibe frente a circunstancias (riesgos, protecciones necesarias a utilizar) que se pretende resaltar.

El departamento de mantenimiento se encuentra señalizado con símbolos, y figuras en lugares específicos de seguridad para el control de riesgos, que se utilizan como advertencia, el reconocimiento adecuado por parte de los trabajadores implica responsabilidad del empresario.

3.6.1. Objetivos de la señalización

- Captar la atención

De todo el personal sobre la presencia de riesgos, prohibiciones u obligaciones en la zona de trabajo.

- Advertir

Cuando se produzca una situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.

- Proporcionar información

Relacionada con la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

- Orientar y guiar

Siempre a los trabajadores cuando realicen maniobras peligrosas.

La señalización será eficaz, pero se recomienda evitar la sobreabundancia de señales por el efecto negativo de desincentivar la atención, también evitar la interferencia entre sí, por excesiva proximidad en el espacio o en el tiempo.

Se debe señalar todo elemento o situación que pueda constituir un riesgo para la salud o la seguridad, y en especial en lugar de almacenamiento de sustancias que se utilizan para el lavado de piezas de las máquinas IS y la materia prima que se utiliza para la formación de los envases, asimismo, los recipientes y tuberías que contengan los químicos utilizados en la primera etapa del proceso de mantenimiento correctivo a piezas de la maquinaria

Se debe señalar los lugares peligrosos, obstáculos y vías de circulación, salidas de emergencia, equipos extintores de incendios, maniobras peligrosas y situaciones de emergencia.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN

La estandarización se divide básicamente en la estandarización de las cosas y en la estandarización del trabajo. La estandarización de las cosas se refiere a que los objetos deben ser iguales, y ser útiles para la misma función, y la estandarización de trabajo se refiere a definir una tarea que se realizará siempre de igual manera y en el mismo tiempo.

El objetivo del estándar es proporcionar instrucciones precisas para la ejecución de las tareas, para ello es conveniente utilizar el formato más sencillo que pueda cumplir con los requerimientos mínimos de información, utilizar imágenes, dibujos o diagramas.

Si algo puede quedar claro en una hoja, con pocas letras y algunas imágenes, es mejor que una explicación detallada en varias hojas.

La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. La estandarización de la maquinaria significa que cualquier persona puede operar dicha maquinaria. La estandarización de las operaciones significa que cualquiera pueda realizar la operación.

El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado, para implantar el Seiton la segunda S de la metodología 5S's. se requiere de aplicar controles visuales que están relacionados con los procesos de estandarización.

La estandarización se transforma en gráficos que se convierten en controles visuales, cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y se puede decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver, se utiliza para informar de una manera fácil el sitio donde se encuentran los elementos estándares establecidos para cada una de las actividades de mantenimiento correctivo o procesos de trabajo, ubicación de las piezas de máquinas IS, herramientas, repuestos, los elementos de limpieza y conexiones eléctricas.

Los criterios o principios para encontrar las mejores localizaciones y reubicación de áreas de trabajo son: los lugares de almacenamiento deben ser más grandes que las herramientas, para retirarlas y colocarlas con facilidad, almacenar las herramientas de acuerdo con su función, identificación de las áreas para que los operarios sepan donde están almacenadas las piezas, herramientas, repuestos y el equipo de seguridad personal.

Para esto se propone emplear indicadores de ubicación y de cantidad; letreros y tarjetas, rótulos en las áreas, bancos de trabajo, estanterías, bodega de insumos, procedimientos estándares y disposición de las piezas de máquinas.

Cuando se describe un trabajo se describe un procedimiento operacional, este puede ser llamado manual de operaciones o ser sustituido por aquel que decida la empresa.

Los procedimientos operacionales están descritos claramente en el manual de procedimientos del departamento de mantenimiento correctivo, pero no están

definidos los tiempos exactos en los cuales se debe realizar cada tarea, para eficientar el proceso se propone la estandarización de tareas para cada pieza de máquinas independientes IS.

Los colaboradores han llevado los estándares a un alto nivel y contribuyen al logro de los objetivos empresariales, pero es importante que los estándares nuevos creados para mejoras y las modificaciones sean analizadas y consideren siempre la seguridad, calidad y productividad de la empresa.

4.1. Control en estaciones de trabajo

El proceso de mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS) deberá ser monitoreado por el encargado, quien debe verificar el orden, organización y limpieza de estaciones de trabajo, vestimenta y equipo de protección de los operarios de mantenimiento, antes, durante y al finalizar los procedimientos y el proceso.

Intervenir si es necesario, para corregir faltas o fallas en las actividades, reglas o estándares preestablecidos o errores, para garantizar la calidad de los procedimientos y del proceso en su totalidad.

Deberá evaluar el proceso a través de la observación de los procedimientos y la operatividad de los responsables o encargados, quienes estarán sujetos a seguir las instrucciones para el efecto y cumplir con los requerimientos establecidos por la empresa.

Cuando sea necesario cambiar o modificar los procedimientos deberá verificar que los nuevos reúnan las características de exactitud, reutilización y funcionalidad.

El gerente del departamento de mantenimiento llevará un registro de toda la documentación generada; todo acto, intervención de vigilancia, medidas correctoras, decisión adoptada, modificaciones entre otras, serán parte del historial del mantenimiento a piezas de máquinas de secciones independientes IS las que podrán estar codificadas para un mejor manejo de la información.

De la misma manera el gerente o jefe del departamento de mantenimiento será el responsable de diseñar y actualizar los manuales de procedimientos relacionados con el mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS),

Debe revisar y hacer los cambios necesarios especificando las razones que justifican porqué se están haciendo y asegurar que las modificaciones ayudarán a incrementar la eficiencia y productividad de las máquinas.

4.1.1. Personal requerido en bancos de trabajo

El personal que labora en el departamento de mantenimiento correctivo de la empresa es de 14 operarios mecánicos, distribuidos dos en cada banco de trabajo.

4.1.2. Equipo requerido en áreas de trabajo

- Fresadora.
- Talladora.
- Torno.
- Grúa.
- Montacargas.
- Carrito de transporte de piezas.

- Herramientas para ajustes de tornillos y otros de tamaño pequeño.

4.1.3. Equipo personal

El equipo de uso personal de los operarios para la protección de la salud y seguridad física, comprende básicamente uniforme, guantes, casco, lentes de protección, tapones para oídos y botas industriales (punta de acero).

Los únicos accidentes registrados en el departamento de producción son luxaciones y fracturas de dedos de las manos y en el departamento de mantenimiento a piezas de máquinas se han presentado golpes en los dedos de las manos provocadas por martillo de metal y magullones provocadas por prensado con piezas pesadas.

4.1.4. Capacitación del personal

El departamento de recursos humanos selecciona al personal de mantenimiento con base en los requerimientos estipulados por la empresa, con el fin de garantizar la calidad del mantenimiento correctivo.

Los cambios necesarios en el perfil de los operarios quedan a discreción del encargado de dicho departamento y del jefe del departamento de mantenimiento quien induce y evalúa el trabajo que realizan los operarios desde el momento en que son contratados, diagnóstica la necesidad de capacitación y toma las medidas necesarias para llevarla a cabo.

El entrenamiento y capacitación de las personas que laboran en las distintas áreas del departamento debe ser completa y amplia, debido a que sobre ellos

descansa la responsabilidad de mantener la funcionalidad de la empresa y que esta perdure en el tiempo.

Es por esto que es importante definir el tipo de conocimiento que deben recibir los involucrados y para los cuales se prepara un material de capacitación especializado.

- Programa de capacitación

El programa está calendarizado para desarrollarse una vez al año, contiene planes que abordan los temas siguientes:

- Relaciones interpersonales.
- Mantenimiento industrial.
- Mantenimiento correctivo.
- Prevención de riesgos laborales.
- Primeros auxilios.
- Mitigación de incendios.

4.2. Capacitación del personal del departamento

La capacidad de productividad de los operarios deberá medirla el jefe del departamento de mantenimiento, a través de la verificación del cumplimiento de los estándares establecidos para cada procedimiento y los indicadores de rendimiento: tiempo para la tarea y calidad

La capacitación al personal del departamento se lleva a cabo dentro del mismo, básicamente para que fortalezcan sus capacidades laborales y desempeño en las tareas de mantenimiento.

El proceso de capacitación también se realiza con la finalidad de que los operarios del departamento de mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS), mantengan actitud proactiva y positiva, de respeto mutuo, cooperación y trabajo en equipo; esto en función de evitar distracciones que puedan generar errores, desperdicio de recursos como tiempo y económicos, concentrar la atención en el proceso y realizar los procedimientos apegados a las instrucciones y a los estándares pre establecidos.

El papel que el personal calificado desempeña en el mantenimiento correctivo a piezas de máquinas de secciones independientes IS, es esencial para el mantenimiento de alta calidad, los operarios calificados desempeñan una función clave en el mantenimiento.

El tamaño de la fuerza de trabajo, nivel de destrezas, capacitación, motivación, actitud, ambiente de trabajo, formación y experiencia, son factores importantes que deben vigilarse a fin de mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento.

4.2.1. Asignación de responsabilidades dentro del departamento

Las responsabilidades del personal del departamento de mantenimiento correctivo están distribuidas de acuerdo al puesto que ocupa cada colaborador:

- Gerente del departamento
 - Velar porque el proceso de mantenimiento correctivo se realice cumpliendo con los estándares establecidos.

- Constatar que los operarios cuenten con las herramientas de trabajo en buen estado.
- Verificar que el equipo de protección personal esté completo y en buen estado.
- Confirmar la disponibilidad de repuestos necesarios.
- Asegurar la disponibilidad de insumos para la limpieza de ambientes de trabajo.
- Confirmar el buen estado de las herramientas de trabajo.
- Atender, documentar y corregir cualquier variación o falla en el proceso.
- Determinar si es necesario modificar algún documento.
- Vigilar que las etapas de revisión, modificación, aprobación y autorización de los cambios se realicen en tiempo prudencial.
- Procurar la agilización para evitar el estancamiento.
- Procurar que entren en vigencia lo más pronto posible.
- Manejo de registros.
- Garantizar la conservación de los registros.
- Confirmar que los procedimientos que utilizan registros, contengan especificaciones.
- Archivar los registros.
- Control de registros.

Cada registro deberá contener una descripción específica, que permita la realización del control adecuado de servicio de mantenimiento, los errores cometidos y los cambios realizados deben ser señalados, de esta manera la información será clara, completa y permitirá un historial del proceso de fácil comprensión para plantear mejoras futuras.

Para el control de registros es importante tomar en cuenta que las anotaciones en el registro deberá hacerlas la persona responsable en el momento en que ocurre el hecho; los registros deben llevar fecha, hora y firma de la persona responsable de la supervisión y deberán estar disponibles siempre para los interesados en consultarlos.

- Mecánicos de cambios
 - Retirar las piezas de la máquina IS.
 - Entregar las piezas a los mecánicos de turno.

- Mecánicos de bancos de trabajo:

Las responsabilidades de cada operario están previamente establecidas en los contratos de trabajo. Cada mecánico de los 14 que pertenecen al departamento de mantenimiento correctivo tiene responsabilidades específicas acordes al banco de trabajo.

La responsabilidad más importante y común para todos es mantener cada una de las piezas que componen las máquinas en buen estado, que es necesaria para la continuidad y flujo del proceso productivo en la empresa vidriera. La responsabilidad individual, laboral se concentra en:

- Lavado de piezas.
- Rectificado de piezas.
- Reparación de piezas lavadas.

Todos los operarios deben dar el correcto mantenimiento a cada una de las piezas, para que estén siempre disponibles para ser colocadas en la máquina y

que esta pueda operar, permitiendo que se cumpla con la producción programada y con los requerimientos de los clientes.

- Supervisor de cambios
 - Revisar el cronograma de cambios.
 - Revisar la programación de cambios de piezas en cada una de las máquinas IS.
 - Llevar el control de cambios de piezas.
 - Revisar que las piezas a colocar estén disponibles.

Los cambios de moldes en las líneas de producción, son programados tomando en cuenta las entregas a cada cliente, en fechas previamente acordadas, esta deja un reducido margen de error en los procesos productivos.

- Supervisor de mecánicos de bancos de trabajo
 - Controlar las actividades de mantenimiento correctivo a piezas en los bancos de trabajo.
 - Verificar la adecuada realización de las tareas.
 - Verificar que las tareas de mantenimiento correctivo reúnen las características de calidad y tiempo prefijados.

4.2.2. Adecuación y señalización en áreas del departamento

Se debe verificar que la señalización se adapte a los cambios que ha habido dentro del departamento debido a que se han eliminado áreas de trabajo y redistribuido el área de soldadura que deberá ser señalizada y el área de grifos de agua y servicios sanitarios para uso de los operarios.

La señalización en el lugar de trabajo es imprescindible para la prevención de accidentes. Para realizar la señalización es necesario identificar los puntos visuales de la estancia. Las señales deben ser claras y simples, orientadas a la mayor visualización posible, la seguridad laboral exige el cumplimiento de la señalización correcta y rigurosa en la empresa.

No debe señalizarse sólo para los colaboradores del departamento, sino que debe tenerse en cuenta que pueden estar personas ajenas, que igualmente deben comprender los pasos a seguir en caso de siniestro, que realizarán de acuerdo a las señales de seguridad, que de forma clara indicarán a dónde deben dirigirse por ejemplo en el momento de evacuación.

Es importante mantener las señales en buen estado, para ello, se debe comprobar que el material con el que se confeccionan responda a las normas de calidad y a la legislación vigente.

4.2.3. Reubicación de equipos de fresado y torneado

Se hace necesaria la reubicación de equipos de fresado y torneado debido a que actualmente ocupan demasiado espacio, se deberá ubicarlos de manera que se aproveche el espacio físico y considerando que deben estar a una distancia prudencial entre las estaciones de trabajo debido a la naturaleza de la actividad principal y aislados mediante paredes del resto del departamento.

4.3. Control de mejoras en proceso

El robot de herramientas que se encuentra ubicado a un costado de los bancos de trabajo al momento de trabajar en los mismos, debe ser ubicado en la parte contraria del mismo cuando no se esté utilizando.

La iluminación independiente provista por luminarias tradicionales para cada uno de los bancos de trabajo no requiere de modificaciones, la conexión eléctrica fija para el uso de cualquier herramienta necesaria está disponible en buen estado y no requiere de renovaciones, pero se requiere de luminarias led y tomacorrientes aéreos.

Cada banco de trabajo cuenta con un carrito de herramientas móvil en este se incluyen ciertos manuales de reparación de piezas de máquinas de secciones independientes (IS), es importante elaborar una guía de las piezas y el orden en que se deben colocar en los lugares respectivos.

Los carritos de herramientas que se utilizan en cada banco de trabajo se encuentra en buen estado, pero requieren de limpieza y lubricación para mejor movilidad.

4.3.1. Procesos llevados a cabo en bancos de trabajo

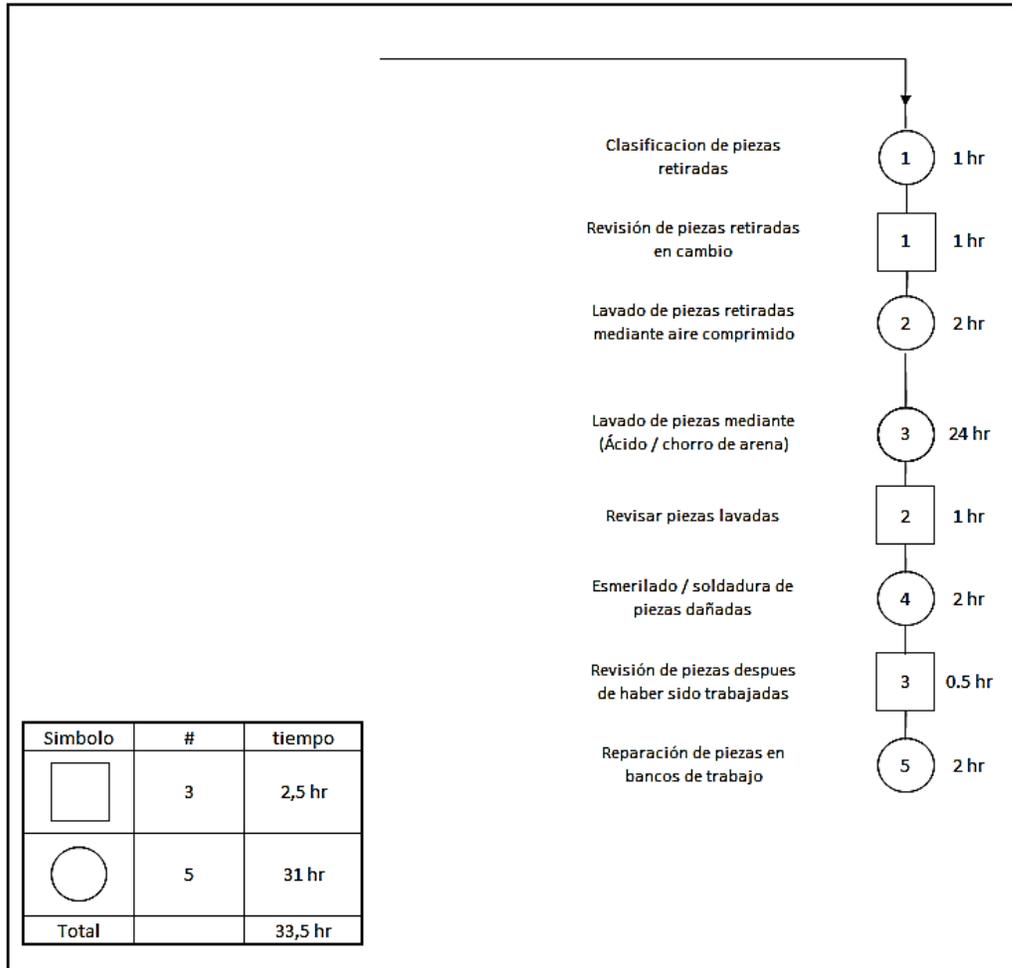
Los procesos llevados a cabo en los bancos de trabajo son básicamente de reparación de las piezas de máquinas IS dañadas, ajustes, sustitución de tornillos y otras piezas pequeñas.

Para el proceso de mantenimiento correctivo a piezas de máquinas IS mejorado se propone el diagrama de flujo de operaciones de mantenimiento

correctivo, cada paso está representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de cada etapa y unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo muestra las actividades implicadas en el proceso de mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS), la relación secuencial y permite la rápida comprensión de cada actividad y la relación con las demás, el flujo de la información, el número de pasos y facilita la selección de indicadores del proceso.

Figura 16. Diagrama de flujo de operaciones de mantenimiento (propuesto)



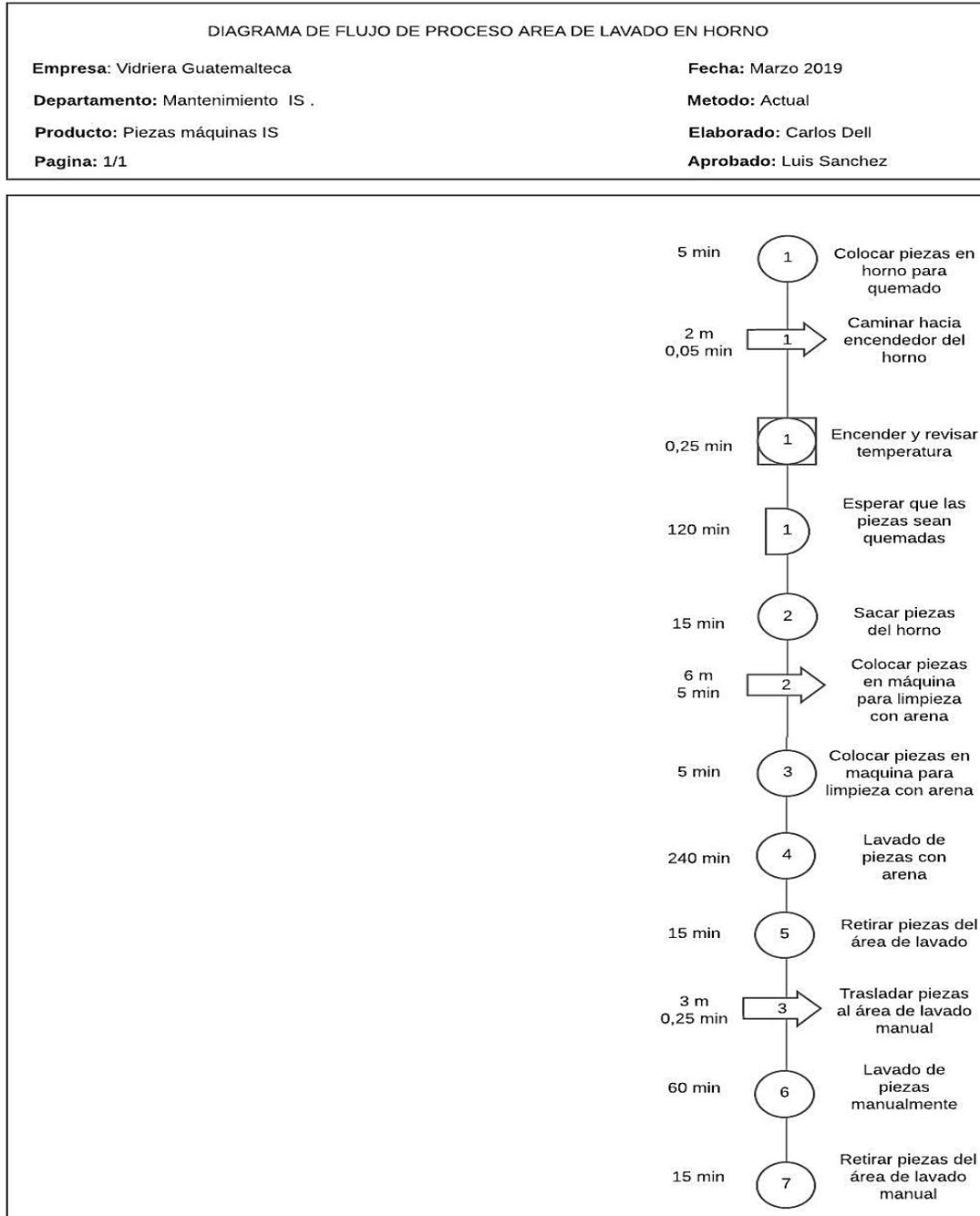
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

La mejora en el proceso de mantenimiento correctivo a piezas de máquinas IS se encuentra en la estandarización de los tiempos invertidos en cada operación, los que se reducen considerablemente.

- Clasificación de piezas retiradas 1 hora.
- Revisión de piezas retiradas en cambio 1 hora.

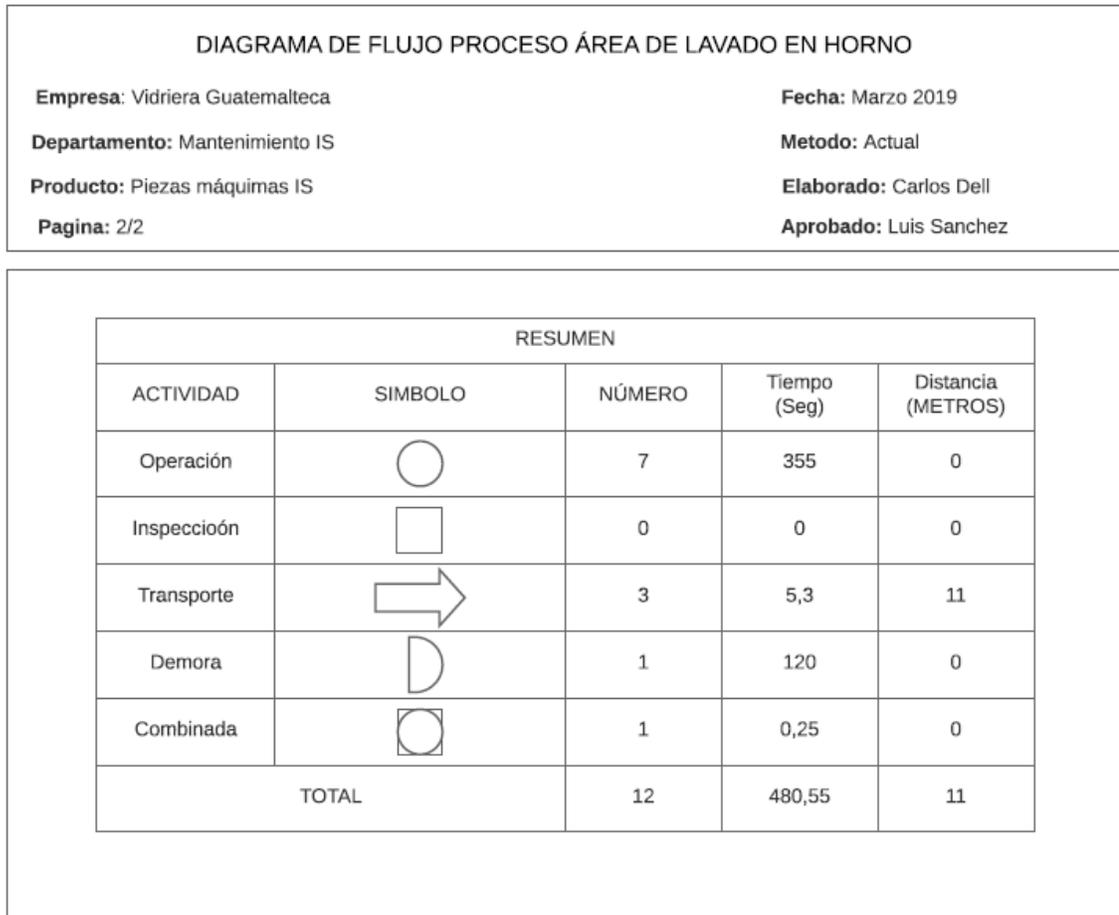
- Lavado de piezas por medio de aire comprimido 2 horas.
- Lavado con ácido o arena 24 horas.
- Revisión de piezas lavadas 1 hora.
- Reparado esmerilado o soldadura 2 horas.
- Revisión de piezas trabajadas 30 minutos.
- Reparación de piezas en bancos de trabajo 2 horas.
- El proceso total consume 33,5 horas.

Figura 17. Diagrama de flujo de operaciones área de lavado en horno



Fuente: elaboración propia, empleando Auto CAD 2018.

Figura 18. Resumen del proceso de lavado en horno

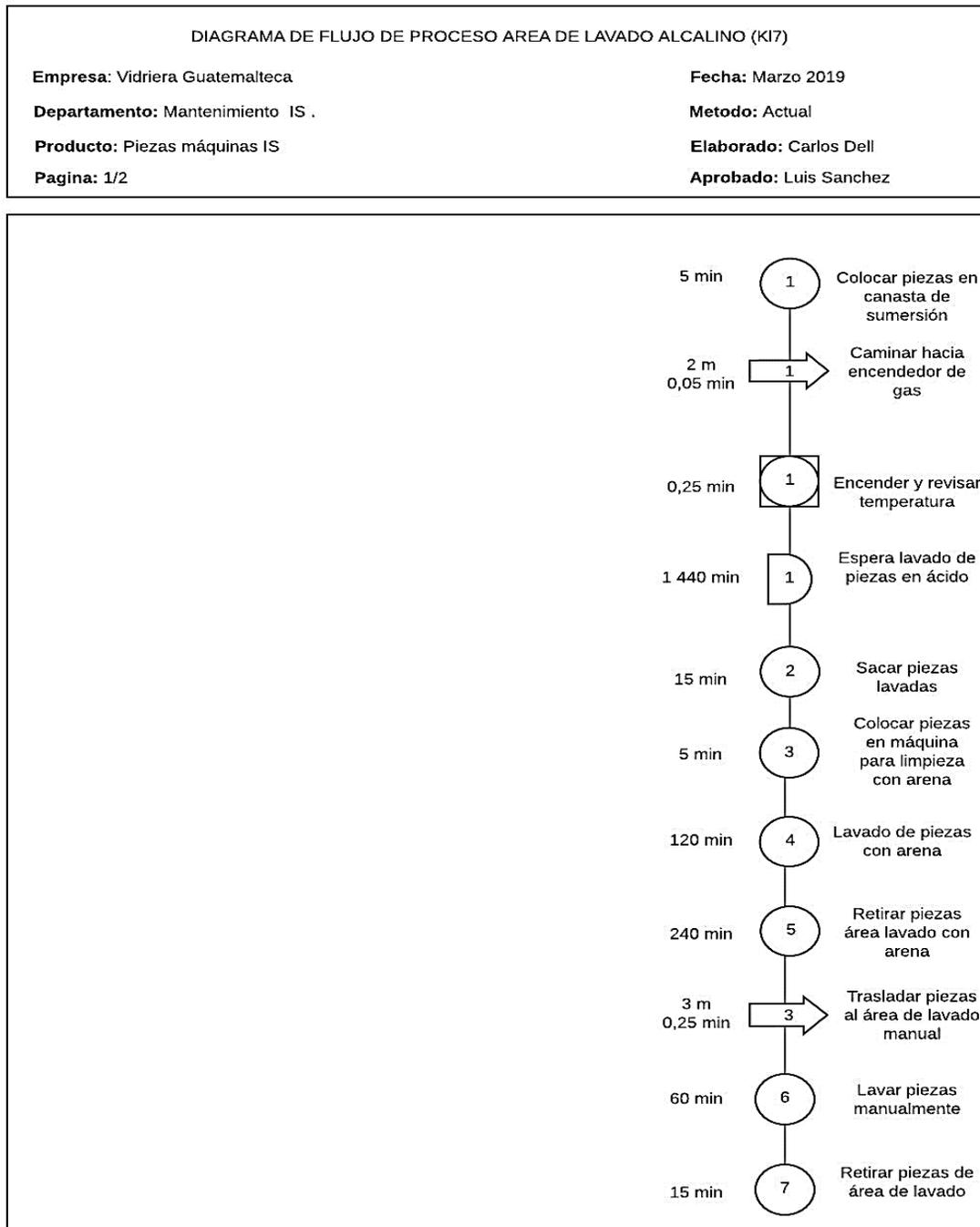


Fuente: elaboración propia, empleando Auto CAD 2018.

El proceso de lavado en horno es específicamente para los canales debido a que poseen dimensiones que dificultan el lavado en otras áreas.

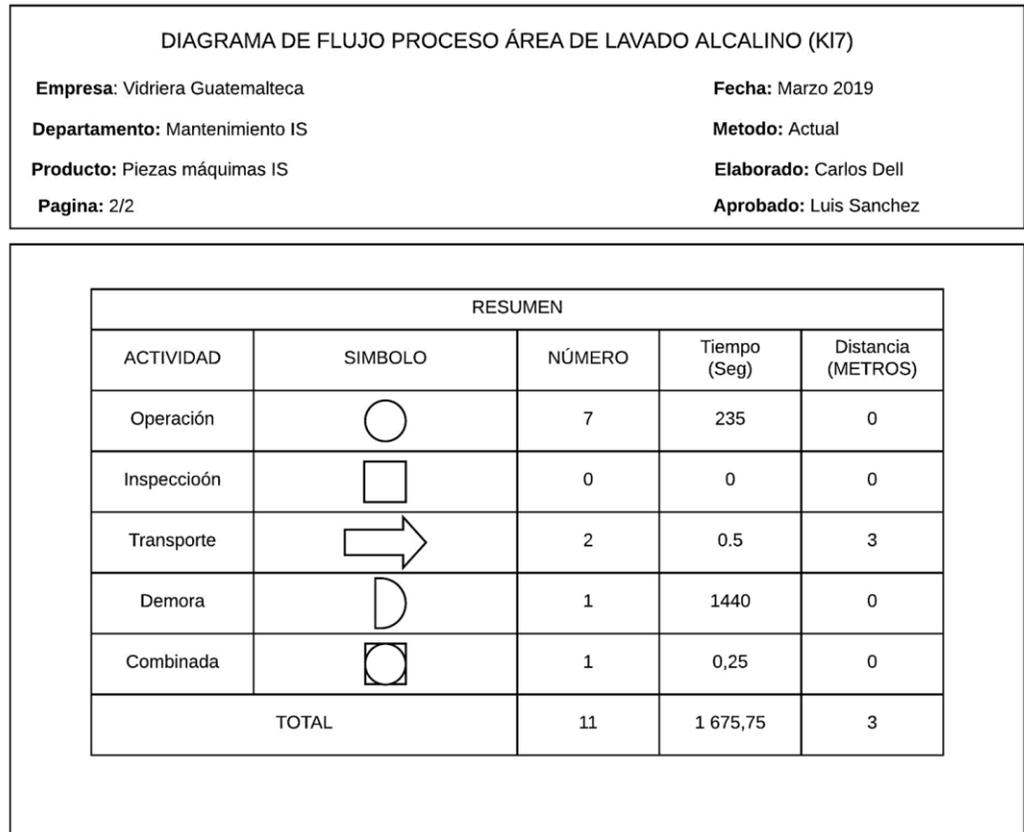
Este proceso facilita y reduce el tiempo que se requiere para limpiar las piezas, no es apto para lavar piezas pequeñas, se debe esperar 2 horas después de ser quemada la pieza para manipularla debido a que la temperatura es elevada.

Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de lavado en alcalino



Fuente: elaboración propia, empleando Auto CAD 2018.

Figura 20. **Resumen del flujo del proceso área de lavado alcalino**



Fuente: elaboración propia, empleando Auto CAD 2018.

El proceso de lavado en alcalino es exclusivo para piezas de tamaño medio, suaviza la grasa y residuos adheridos a la pieza y se puede sumergir muchas piezas al mismo tiempo.

La única desventaja que presenta es que el tiempo requerido es muy prolongado ocupa entre 10 a 12 horas.

- Redistribución del departamento

Se presenta el diagrama para la redistribución de las áreas de trabajo, y del departamento de mantenimiento que se considera uno de los más importantes de esta propuesta debido a que en la actualidad el área de mantenimiento a máquinas debe ser amplia para la circulación y permanencia de los operarios a quienes el empleador debe garantizar su salud y seguridad en los puestos de trabajo.

Se toma en cuenta también la importancia de la necesidad de utilizar envase de vidrio en lugar del envase de PET un tipo de plástico, con número 1 según el código de identificación de plástico utilizado en las botellas y garrafas de agua, que embotellada en PET contiene diferentes cantidades de antimonio (Sb), formaldehído, acetaldehído, ftalatos (como el di-2-etilhexilftalato y DEHP) y bisfenol A (BPA).

Los plásticos suponen una grave amenaza para el medio ambiente por dos motivos principales: utilización masiva en todo tipo de productos y su lenta degradación. Se estima que tarda unos 180 años en descomponerse, aunque este periodo varía en función del tipo de plástico, los más comunes que se reciclan son el PVC y el PET, siendo el primero mucho más contaminante para el medio ambiente.

Debido a la conciencia de la sociedad respecto de la protección al medio ambiente se prevé un aumento en la necesidad de consumir productos envasados en vidrio, este posee una serie de características que le convierten en soporte ideal para todo tipo de alimentos:

- Inerte.
- Aséptico.
- Transparente.
- Versátil.
- Hermético.
- Higiénico.
- Indeformable.
- Impermeable al paso de los gases.
- Conserva aroma y sabor.
- Añade prestigio e imagen al producto.
- Reutilizable.
- Reciclable.

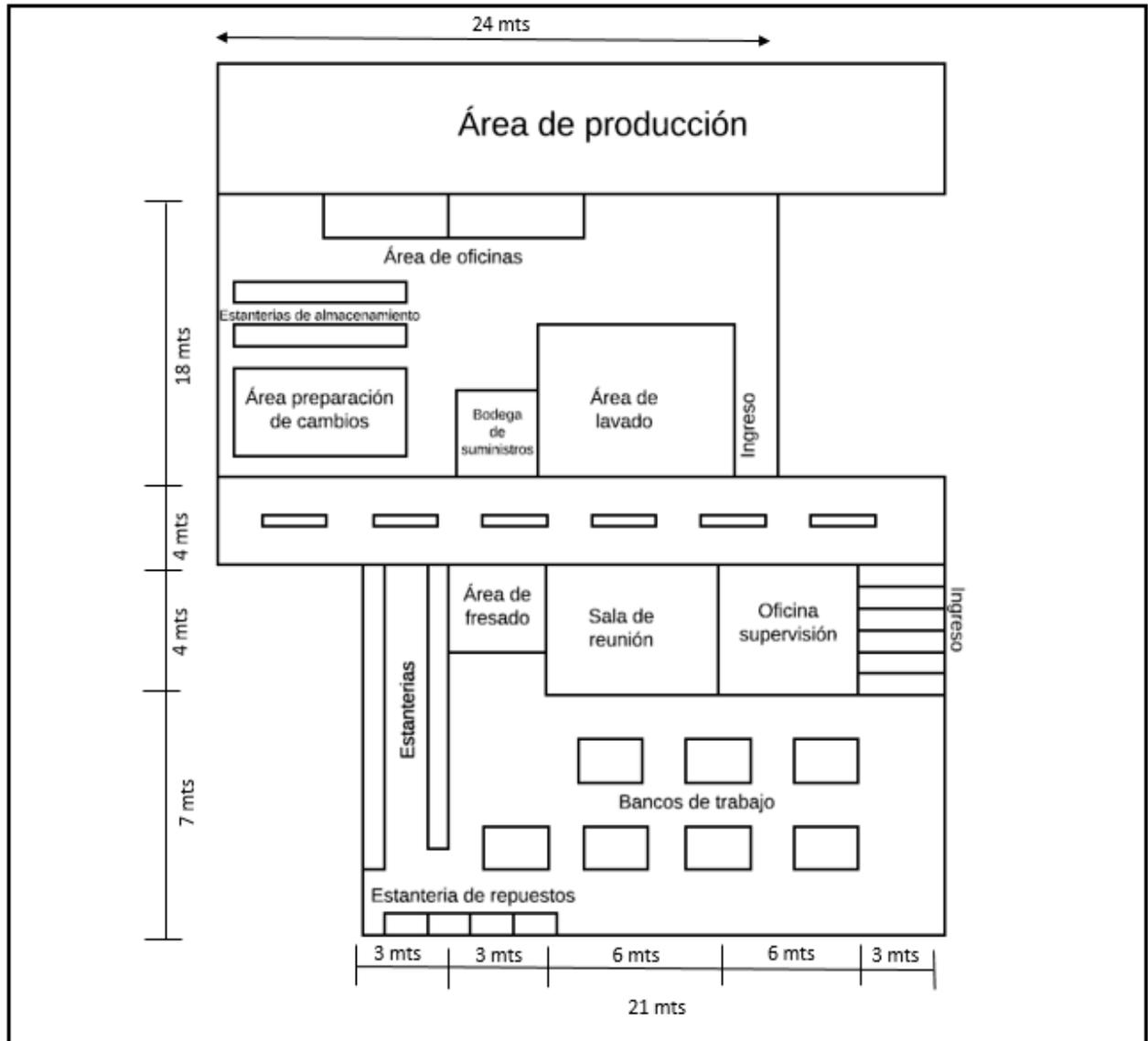
Estas características han contribuido a que los consumidores lo consideren como el envase más próximo al ideal, por tanto, se considera que habrá una creciente demanda de botellas de vidrio, lo que impactará directamente a la empresa que deberá habilitar más líneas de producción y ampliar las instalaciones y áreas de trabajo, para asegurar cumplir con la demanda del producto a corto plazo.

Es de suma importancia que el ritmo de producción se mantenga constante en el transcurso del tiempo, para que este no varíe es requerido contar con un departamento de mantenimiento de máquinas capaz de satisfacer las constantes necesidades por parte de producción, esto incluye al mantenimiento correctivo y predictivo es por ello que además de contar con procesos estandarizados, deberá tener una adecuada distribución y organización dentro de dicho departamento.

La figura 21 es una representación de la distribución propuesta para las áreas que conforman el departamento de mantenimiento correctivo a piezas de

máquinas IS donde se realiza la secuencia de actividades correctivas y el manejo de la información necesaria. Muestra las medidas espaciales para cada área y reubicación.

Figura 21. Diagrama propuesto para distribución del área de mantenimiento



Fuente: elaboración propia, empleando Auto CAD 2018.

Este diagrama propuesto muestra la ubicación del área de producción la ubicación de los departamentos, de los bancos de trabajo y dos estanterías, para organizar y facilitar la locomoción, agilizar las operaciones de taller, reducir los

riesgos de accidentes e incrementar la productividad de los operarios en cada banco de trabajo.

La mejora en la redistribución del departamento se encuentra en que este contará con una capacidad instalada mayor a la actual, esto hará que se dé mejor soporte a los cambios y reparaciones para el área de producción de envases.

- Las cambios o mejoras en la distribución se centran en la ampliación de cada área de trabajo, para el total del espacio de 18 metros de ancho por 24 de largo, se proponen 24 metros de ancho por 33 metros de largo, para aprovechar el espacio que tiene disponible el área total del departamento.
- Área de oficinas 4 metros cuadrados.
- Área de preparación de cambios 6 metros de largo por 4 metros de ancho.
- Área de lavado 11 metros de largo por 6 metros de ancho.
- Ingreso al área de lavado 1 metro de ancho.
- Estas áreas ocuparan 18 metros de largo por 24 metros de ancho.
- Caminamientos 4 metros de ancho por 24 metros de largo.
- Área de fresado 3 metros cuadrados.
- Sala de reunión 6 metros cuadrados.
- Oficina de supervisión 6 metros cuadrados.
- Ingreso 4 metros de ancho.
- Estanterías de piezas 12 metros de largo por 1 metro de ancho.
- Distancia entre estanterías 1 metro.
- Bancos de trabajo 5 metros de ancho por 18 metros de largo.
- Estantería de repuestos 5 metros de largo por 1 metro de ancho.
- Servicios sanitarios ubicados 1 dentro de cada oficina administrativa y 1 en la sala de reunión.

4.3.2. Organización en estanterías

La mayoría de estanterías están distribuidas adecuadamente, pero se presenta la necesidad de mover de lugar dos para evitar la interrupción de la locomoción dentro del departamento, para que estén a la vista de los supervisores y les facilite monitorear las labores en cada banco.

La movilización de las estanterías deberá realizarse para que permitan la posibilidad de que toda persona que ingrese al departamento pueda acceder a todas las áreas sin afectar o interrumpir las labores que desempeñan los operarios, que queden ubicadas de manera que facilitan el acceso a las áreas de almacenamiento y oficinas del departamento.

Es importante mencionar que se recomienda elaborar una guía de las piezas y el orden en que se deben colocar en el lugar correspondiente en las estanterías.

4.3.3. Rotulación y señalización en el departamento

La señalización es un aspecto de mucha importancia en la seguridad e higiene en general; puede ser utilizada como medida correctiva o medida preventiva en el ambiente laboral, es una herramienta útil para evitar accidentes, pero debe formar parte de un plan de prevención y ser debidamente acompañada por otras formas y herramientas de prevención de accidentes.

Una correcta rotulación y señalización del departamento a través de carteles y rótulos que permitan optimizar la relación de espacio y distribución de elementos dentro de las áreas. Las señalizaciones deben ser claras y simples, orientadas a la mayor visualización posible.

Es importante que se diseñe un plan de señalización, para todas las áreas del departamento, porque laboran y permanecen muchos operarios y personal administrativo por ocho horas diarias y existe afluencia de clientes, visitantes, entre otros, que se movilizan dentro de las mismas.

Por tanto, se requiere de señalización visible que identifique las diferentes áreas para orientar a donde dirigirse, símbolos de prohibición y señales de advertencia de peligros, y que hacer en el momento que se produce un accidente laboral, incendio o siniestros de mayor magnitud, identificar la ruta de salida y evacuación para salvar su vida.

Después de que se ha realizado la correcta disposición de las señales, se debe tener en cuenta que el posterior mantenimiento de la señalización es fundamental para el éxito de sus objetivos.

Es importante tener en cuenta que además de la correcta posición de las señales, se debe observar que el material con que se confeccionan debe responder a normas de calidad y a legislaciones vigentes.

5. SEGUIMIENTO EN MEJORAS

5.1. Resultados en las implementaciones

Una buena definición de la mejora continua es que se trata de una herramienta para mejorar cualquier proceso o servicio, la cual permite un crecimiento y optimización de factores importantes de la empresa, que elevan el rendimiento de forma significativa.

Una vez que la mejora continua determina las variables de mayor impacto al proceso y servicio, se les debe dar seguimiento en forma constante y establecer un plan para mejorar poco a poco dichas variables.

El seguimiento sirve para obtener suficiente información sobre el grado de evolución de cada paso y para reconocer el progreso del proceso y del crecimiento personal de los colaboradores, para evaluar el progreso general, identificar puntos que requieren ayuda, aportar recomendaciones y ofrecer estímulo al personal.

No es suficiente llenar un formato con lo observado en el seguimiento, lo realmente valioso consiste en las diferentes reuniones donde existe la posibilidad de dialogar lo que es útil como base de la mejora de procesos, adquisición de nuevo conocimiento y lograr un mejor involucramiento del personal.

La mejora continua es una buena herramienta debido a la flexibilidad para ser adoptada por personas de todos los niveles de la empresa; implica disponer de un enfoque global y coherente, capacitar al personal de la organización en el

empleo de métodos y herramientas tales como ciclos de mejora, diagrama causa, efecto, principio de Pareto, acciones correctivas y preventivas, entre otros.

La necesidad de la mejora continua puede considerarse en tres niveles: mejoras en el propio producto o servicio que se adapten a las necesidades de los clientes, mejoras en cada uno de los procesos, mejoras en el desempeño en términos generales que implican la eficacia y eficiencia en el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Lograr que los procesos se realicen todas las veces de manera igual o similar, es importante debido a que permiten controlar los costos más efectivamente y por ende optimizar la operación.

La estandarización permite que los procesos de mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS) se realicen de la misma forma, bajo constante control para garantizar el buen funcionamiento de las mismas.

Por medio de la estandarización de procesos dentro del departamento de mantenimiento se logrará la reducción de tiempos en reparación asimismo se aumentará la productividad de los operarios, se mejorará la calidad de las tareas de mantenimiento y se incrementará la disponibilidad de piezas reparadas para el funcionamiento continuo de las máquinas IS.

5.1.1. Mantenimiento en bancos de trabajo

Las actividades de mantenimiento realizadas en bancos de trabajo, el control, la revisión, verificación o comprobación del cumplimiento de los estándares de cada operación, el análisis de los registros de información

relacionados⁷ con el mantenimiento correctivo de piezas de máquinas de secciones independientes (IS) pondrán en evidencia la eficacia de la estandarización, que se verá reflejada en el incremento de productividad, reducción de tiempos muertos, ahorro de recursos y el funcionamiento de las máquinas con las piezas que han sido sometidas a reparación.

5.1.2. Calidad en mantenimiento

La importancia de los beneficios concretos de la aplicación del método del círculo de *Deming* y 5S's, se basa en que los colaboradores se comprometen, los directivos valoran las aportaciones y el conocimiento. La mejora continua se hace una tarea de todos, por lo que se consigue una mayor productividad.

- Beneficios
 - Menos productos defectuosos.
 - Menos averías en las máquinas.
 - Ahorro de recursos.
 - Reducción de accidentes.
 - Incremento de la seguridad.
 - Menos movimientos y traslados inútiles.
 - Menor tiempo para el cambio de herramientas.
 - Menor tiempo en la reparación.
 - Mejor ambiente de trabajo para los operarios.
 - Mejora en la responsabilidad.
 - Mejor imagen de la empresa ante la clientela.

Se puede considerar también el beneficio de la aplicación de la herramienta 5S's, que con la aplicación de las tres primeras S's, se logra la reducción de los costos de mantenimiento, reducción del número de accidentes, incremento de la fiabilidad de los equipos o maquinaria y reducción del tiempo medio entre fallas.

Mantener la calidad y cantidad de servicio de mantenimiento correctivo dentro de los estándares establecidos, comprende el tiempo programado de funcionamiento de las máquinas, dentro de sus límites económicos establecidos y el costo del ciclo de vida de los componentes, lo que puede permitir aumentar la utilidad del departamento de mantenimiento de máquinas IS en un 10 % con respecto al tiempo que toma actualmente los procesos de mantenimiento.

La calidad del mantenimiento es el reflejo de las actividades realizadas ordenada y adecuadamente según los estándares preestablecidos.

- Importancia

La importancia del control de la calidad del mantenimiento se basa en:

- Que asegura reparaciones de alta calidad.
- Estándares exactos.
- Máxima disponibilidad.
- Extensión del ciclo de vida de las máquinas.
- Tasas eficientes de producción.

En el departamento de mantenimiento correctivo de piezas de máquinas IS el control de calidad se ha implantado en los procesos, por ello se han formulado los aspectos relacionados con la calidad de las tareas y la calidad de los productos.

Al aplicar las actividades mencionadas y técnicas de control, se garantiza una mejora en los procesos de mantenimiento y por ende un producto en buenas condiciones, para satisfacer las exigencias del cliente.

5.1.3. Utilización de equipo personal

El buen estado del equipo de uso personal de trabajo garantizará la protección a la salud y seguridad de los operarios del departamento de mantenimiento correctivo, quienes deberán observar que este aspecto este presente para evitar que accidentes o incidentes en los puestos de trabajo causen daños de cualquier tipo, por tanto, deberán utilizar vestimenta, botas punta de acero, chaleco reflectivo, mascarillas, uniforme de trabajo, tapones para oídos, lentes o gafas, guantes y casco.

- Equipo de protección auditiva

Únicamente existen dos áreas de trabajo que presentan niveles de ruido elevados: el área de producción y el área de fresado y para prevenir las enfermedades auditivas en los operarios que permanecen en áreas de trabajo con niveles de ruido que sobrepasan los 90 decibeles, deben usar de forma obligatoria el equipo de protección auditiva. Se recomienda observar los aspectos siguientes:

- Se debe señalar adecuadamente como área de ruido.
- Respetar los límites de tiempo de exposición en las áreas de producción, área de fresado y esmerilado.
-
- Se considera equipo de protección auditiva: los tapones de oído de cera y orejeras.

- Todo equipo de protección auditiva debe usarse de la forma correcta para que ofrezca la protección adecuada.
- Todo equipo de protección auditiva debe mantenerse limpio para reducir la posibilidad de infección en los oídos.

5.2. Áreas de trabajo

La distribución e identificación dentro del departamento permite mejor locomoción y desenvolvimiento de los operarios en las áreas, lo que resulta en trabajo eficiente, evita pérdida de tiempo, ofrece imagen de orden y organización.

El objetivo de redistribución es ordenar las áreas de trabajo, del equipo y de las herramientas, que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores.

Permitir una redistribución de áreas brinda la oportunidad de eliminar todos aquellos aspectos estructurales que restringen un óptimo funcionamiento del departamento. Es importante cambiar el concepto de las áreas de trabajo que deben ser ordenadas con óptimas condiciones de trabajo, bajo estas circunstancias se llegará a tener procesos sin ocurrencia de accidentes y ambientes saludables.

5.2.1. Reubicación de áreas

Los beneficios de la reubicación e identificación de las áreas del departamento de mantenimiento correctivo a piezas de la máquina IS son los siguientes:

- Incremento de la productividad

Muchos factores que son afectados positivamente por una adecuada redistribución logran aumentar la productividad general, algunos de ellos son la minimización de movimientos que aumenta de la productividad del colaborador.

- Disminución de los retrasos

Se disminuyen los retrasos en los procedimientos de mantenimiento correctivo a piezas y se evita que las máquinas tengan que esperar.

- Optimización del espacio

La redistribución adecua las distancias, optimiza los espacios de pasillos, oficinas, bodega, bancos de trabajo y estanterías.

- Reducción de tiempo en reparaciones a piezas

Con la redistribución se logra adecuar las distancias y economizar tiempo en las reparaciones y traslado de piezas a las estanterías de almacén.

- Optimización de la vigilancia

La redistribución de estanterías y bancos de trabajo mejorará el campo de visión que tendrán los supervisores con fines de control de las actividades correctivas a piezas de la máquina IS.

- Reducción de riesgos de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo

Se contempla el factor seguridad debido a que es vital dentro de la redistribución porque de esta manera se eliminan las herramientas en los pasillos; los pasos peligrosos, el congestionamiento, la limitación de movilización, y se reduce la probabilidad de resbalones.

5.2.2. Identificación de áreas de trabajo

La señalización se debe adaptar a los cambios, se han eliminado áreas de trabajo y redistribuido el área de soldadura, lo que se puede mejorar y garantizar la integridad tanto del personal como de las actividades realizadas dentro del departamento.

5.2.3. Rotulación en estanterías y bodega

Se requerirá etiquetas resistentes a corrosivos, grasas y humedad y rótulos para todo el departamento, pero específicamente para estanterías y bodega, debido a que es aquí donde las etiquetas y rótulos sufren mayor y más rápido deterioro. Los rótulos y etiquetas en estanterías deben identificar la pieza a almacenar en cada peldaño y las de la bodega identifican las piezas de repuestos a utilizar en la reparación de piezas.

5.2.4. Señalización en el departamento

Para la señalización en el departamento de mantenimiento correctivo es necesaria la adquisición de rótulos, etiquetas, luminarias y tomacorrientes lo que representa una inversión monetaria, se verá recompensada a través de la mejora y la eficiencia de los procesos y se reflejará indirectamente en la productividad de la empresa.

- Señalización de áreas
 - Área de lavado.
 - Área de suministros.
 - Área de fresado.
 - Área de almacén de piezas.
 - Área administrativa.
 - Área de trabajo de mantenimiento a piezas.

- Señalización dentro de las áreas

El tipo de señalización a utilizar será de rótulos para colocar en las paredes, la distribución de los rótulos de señalización industrial será de acuerdo a cada área:

- Escaleras.
- Salida de emergencia.
- Ruta de evacuación.
- Equipo de protección personal.
- Equipo contra incendios.

- Señalización en la bodega de materia prima

La señalización de la bodega de materia prima es de importancia debido a que actualmente no existe ningún tipo de señalización para la prevención de riesgos, ni para la identificación de materia prima.

- Materia prima.
- Equipo de protección personal.
- Equipo contra incendios.

- Salidas de emergencia.
- Área de producción de envases

El área de formación de envase es una de las áreas que presenta mayor riesgo de accidentes, por el conjunto de máquinas instaladas y las condiciones de alto riesgo no señalizadas que permitan al trabajador estar alerta contra tal situación. Los rótulos de señalización industrial que se deberán instalar en esta área de trabajo son:

- Equipo de protección personal.
- Equipo contra incendios.
- Salida de emergencia.
- Primeros auxilios.
- Prohibido el ingreso sin autorización.

CONCLUSIONES

1. La observación de los procesos, tiempo requerido, repetitividad en actividades realizadas en el área de mantenimiento permitió conocer la dinámica laboral, la calidad de las tareas e identificar fallas y errores cometidos en cada fase: lavado, rectificado, reparado y la verificación del ajuste adecuado de la pieza en la máquina, lo que conllevó a estandarizar los procesos de mantenimiento correctivo para piezas de máquinas de secciones independientes (IS) que dará como resultado el eficiente funcionamiento y productividad esperada de las máquinas y asienta bases para posteriores procesos de mejora continua dentro de departamento de mantenimiento.
2. La identificación y ubicación de las áreas que conforman el departamento de mantenimiento correctivo de la empresa, permitió determinar los factores que afectan la agilización de los procedimientos, entre ellos obstaculización de la locomoción, inadecuado acceso a las estanterías, a la movilización y la escasa visibilidad de los supervisores, y conllevó a plantear una mejor distribución de estanterías y bancos de trabajo, reubicación de la estación de soldadura y esmerilado a fin de maximizar el área disponible y mejorar el flujo de procesos rutinarios.
3. El cumplimiento de las operaciones establecidas para cada fase del mantenimiento de cada pieza de las máquinas de secciones independientes, reducirá tiempos muertos en el proceso, garantizará el funcionamiento de las máquinas y el cumplimiento de la producción,

permitiendo a la empresa vidriera cumplir con la demanda de los clientes y los tiempos de entrega del producto terminado (envase de vidrio).

4. La aplicación del método del círculo de *Deming* basado en planeación, ejecución, revisión y mejoramiento de los procesos, dará como resultado incrementar la calidad, la capacidad operativa y productiva dentro del departamento de mantenimiento, la participación de grupos de trabajo, y buscar nuevas tecnologías y mejores procedimientos para lograr el mejoramiento continuo de la calidad, mediante la disminución de fallas, la solución de problemas, la previsión y eliminación de riesgos potenciales, lograr un nivel de eficiencia óptimo y la reducción de costos, que permita brindar productos o servicios más competitivos.
5. Determinar las condiciones del ambiente de trabajo permite reconocer la importancia y la necesidad de organización, orden y limpieza como factores para crear un ambiente de trabajo agradable, saludable y seguro, basado en el método 5S's: clasificación y descarte, organización, limpieza, higiene y visualización del ambiente de trabajo, disciplina y compromiso de los operarios para que ejecuten las tareas de mantenimiento correctivo, observando los estándares y normas establecidas.
6. La normalización de los procesos permitió estandarizar las actividades que se realizan en las áreas de trabajo del departamento de mantenimiento, que llevarán al funcionamiento óptimo de las máquinas que intervienen en el proceso productivo, basadas en los conceptos de cuidado y operación correcta, control de las operaciones en los siete bancos de trabajo, eficiente mantenimiento correctivo, utilización del equipo de protección, orden, limpieza, disciplina, compromiso y cultura;

de respeto a los estándares establecidos para evitar paros por fallas y utilización del equipo de protección, para prevenir accidentes laborales que ponen en riesgo la seguridad del personal, el estado físico de máquinas e instalaciones de la empresa y que impactan en el cumplimiento de la producción programada y en los tiempos de entrega del producto pactado con los clientes.

RECOMENDACIONES

1. A los supervisores del área observar constantemente el proceso realizado en las áreas del departamento de mantenimiento, para verificar el cumplimiento de los procedimientos, de los estándares establecidos y la calidad de las tareas de mantenimiento correctivo a piezas de máquinas de secciones independientes (IS) para garantizar el adecuado funcionamiento y rendimiento productivo de las máquinas que operan las 24 horas del día y constantemente se someten a cambio y reparación de piezas por desgaste o daños.
2. Al jefe del departamento de mantenimiento, tomar en cuenta la propuesta de reubicación de estanterías, bancos de trabajo y los equipos de esmerilado y soldadura, para lograr mejor locomoción, agilidad en la ejecución de las tareas, mejor visibilidad e incremento de la seguridad de los operarios.
3. A los supervisores velar y controlar el debido cumplimiento de las tareas realizadas en cada banco de trabajo, así como el orden, para reducir tiempos muertos en el proceso y garantizar la funcionalidad de las piezas reparadas de las máquinas productoras de envases de vidrio que deberán funcionar a la perfección durante las 24 horas del día, cumplir con la producción programada y el tiempo de entrega de los productos demandados por los clientes.

4. Al departamento IS la aplicación del método del círculo de *Deming* para mantener la mejora continua en los procesos de mantenimiento correctivo, reconocerla y fijarla como objetivo principal para incrementar la productividad, la calidad en las tareas, mantener el respeto y cumplimiento de los estándares del proceso, desperdicio de recursos para mantener los costos operativo y eliminar riesgos y peligros para contribuir a la seguridad laboral.
5. A los operarios observar y respetar las normas de conducta, organización, orden y limpieza del ambiente de trabajo agradable, saludable y seguro, practicar siempre los cinco pasos del método 5S's, para cumplir con los objetivos: eliminar elementos innecesarios, organizar y mejorar el nivel de limpieza del área de trabajo, respetar normas y procedimientos de higiene, para fortalecer la cultura de respeto a los estándares establecidos.
6. Al personal del área de mantenimiento correctivo que vean la normalización de los procesos y la estandarización de las actividades de mantenimiento correctivo, como una herramienta para mantener el funcionamiento óptimo de las cuatro máquinas de secciones independientes (IS), que intervienen en el proceso productivo de envases de vidrio basado en el control y supervisión de la tareas para garantizar procesos de producción apegados a la programación y a los estándares de calidad del producto final de la empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALEJO, Cristian. Sistematización de procesos industriales. [en línea] < <http://www.slideshare/christianalejo1993/sistprocin>.> [Consulta: 30 de enero 2019].
2. Bextok. Herramientas manuales. [en línea] < <https://blog.bextok.com/5-consejos-buen-uso-herramientas-manuales/>. > [Consulta: 20 de febrero de 2019].
3. DEMING, William. Calidad, productividad y competitividad. México: Ediciones Díaz de Santos S.A. 302 pp.
4. El Ciclo PDCA para la mejora continua de la logística, imagen circulo de Deming. [en línea] <<https://www.stocklogistic.com/ciclo-pdca-mejora-logistica/>.> [Consulta:25 de enero 2019].
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. [en línea] <<http://descargasueslibros.blogspot.com/2015/03/ingenieriademetodoshtml> > [Consulta:18 de enero 2019].
6. GARCÍA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento correctivo no planificado. [en línea] < <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf> > [Consulta: 20 de enero de 2019].

7. Las cuatro etapas para la mejora continua en la organización. [en línea] <<https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/05/las-cuatro-etapas-para-la-mejora-continua-en-la-organizacion/>> [Consulta:22 de marzo 2019].

8. MEYERS, Fred. Estudio de movimientos y tiempos, para la manufactura ágil. [en línea] <<https://books.google.com.gt/books?id=cr3WTuK8mn0C&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Fred+E.+Meyers%22&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKwjMmvjb0b7TAhWE4yYKHXgiDWUQ6AEIzAA#v=onepage&q&f=false>> [Consulta:10 de marzo de 2019].

9. MORALES, Edgar. Implementación de la metodología 5S´s dentro del área de Mantenimiento del Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa. [en línea] <<http://www.biblioteca.itson.mx/dac-new/tesis/257-edgar-morales.pdf>> [Consulta:21 de septiembre de 2018].

10. NIEBEL, Benjamín. Ingeniería de métodos, [en línea] <file:///C:/Users/Carlos/Desktop/LIBROS%20CARLOS/TESIS/GUIAS%20TESIS/Guia_APA_03042013.pdf> [Consulta: 22 de marzo de 2019].

11. Real Academia Española. (2007). Diccionario de la Lengua Española. [en línea] < <https://www.rae.es/ayuda/diccionario-de-la-lengua-espanola>> [Consulta: 30 de marzo de 2019].

12. ROSAS, Justo. Las 5´Ss herramientas básicas de mejora de la calidad. [en línea] <<http://www.paritarios.cl/especiallas5s.htm> > [Consulta: 20 de febrero de 2019].
13. Seguridad industrial total. Equipo de protección. [en línea] <<http://seguridad-industrial-total.weebly.com/divisioacuten-equipode-proteccionacuten-personal.html>. > [Consulta: 20 de febrero de 2019].
14. Señalización industrial. [en línea] <https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-435837668-senalizacion-industrial-_JM. > [Consulta: 20 de febrero de 2019].
15. SY CORVO, T. Círculo de Deming: etapas, ventajas, desventajas y ejemplo. [en línea] <<https://www.lifedercom/circulo-deming/>> [Consulta: 20 de febrero de 2019].
16. TORRES MÉNDEZ, Sergio. Capítulo III: Iluminación industrial. Ingeniería de Plantas. Trabajo de graduación de Ing Mecánica industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Ingeniería 1996.135 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Formato propuesto para órdenes de mantenimiento correctivo**

Orden de mantenimiento correctivo a piezas de máquinas	
Número de solicitud _____ Número de control _____	
Nombre del operario asignado _____	
Banco de trabajo _____	
Diagnóstico del mantenimiento	
Pieza 1	
Pieza 2	
Pieza 3	
Diagnóstico del mantenimiento	
Pieza 1	
Pieza 2	
Pieza 3	
Firma del operador asignado	Autorización
	Nombre
	Firma
	Fecha
	Liberación
	Nombre
	Firma
	Fecha

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Solicitud a bodega de materiales y repuestos**

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Solicitud de materiales y repuestos

Número de registro _____ Fecha _____ Turno _____

Máquina _____ Registro _____ Área _____

Número	Cantidad de unidades	Descripción
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Nombre y firma del solicitante

Firma del Jefe del departamento **Firma de quien recibe**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Listado de verificación departamento de mantenimiento correctivo**

LISTADO DE VERIFICACIÓN		
Nombre de la empresa		
Dirección		
Fecha		
1.¿La distribución de las área en el departamento de mantenimiento correctivo es adecuada?	Si	No
2. ¿Cuenta con adecuada iluminación en los bancos de trabajo de mantenimiento correctivo?	Si	No
3. ¿Las estanterías para almacenamiento de piezas están bien ubicadas?	Si	No
4. ¿Cuenta con personal para supervisar las tareas de mantenimiento?	Si	No
5.¿Cuenta con las herramientas necesarias para realizar las tareas de mantenimiento correctivo?	Si	No
6.¿Los tiempos estipulados para realizar las tareas de mantenimiento correctivo son los adecuados?	Si	No
7.¿Cuenta con manual de procedimientos?	Si	No
8.¿Cuenta con equipo de uso personal para protección de los operarios?	Si	No
9.¿El área de bancos de trabajo es ordenada y limpia?	Si	No
10.¿Cuenta con un sistema de control de calidad del mantenimiento correctivo?	Si	No

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Formato para plan de mejoras**

Plan de mejora							
Número de grupo:				Fecha:			
Departamento de mantenimiento IS				Encargado:			
Integrantes							
PLAN DE MEJORAS N.							
Acciones de mejora	Tareas	Responsable de la tarea	Tiempos (inicio-final)	Recursos necesarios	Financiación	Indicador de seguimiento	Responsable de seguimiento
1.1	a) b) (...)						
1.2	a) b) (...)						
(...)							
2.1	a) b) (...)						
2.2	a) b) (...)						
(...)							

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la planta de Vidriera Guatemalteca S.A.



Fuente: Vidriera Guatemalteca S.A.

Anexo 2. Tubería de aire comprimido



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

Anexo 3. Máquina IS



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A

Anexo 4. **Bisagras pendientes de almacenar**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

Anexo 5. **Estantería de repuestos de embudos**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A

Anexo 6. **Banco de trabajo, mantenimiento de bisagras**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A

Anexo 7. **Estantería con rótulo dañado**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

Anexo 8. **Repuestos de bisagras**



Fuente: Empresa Vidriera Guatemalteca S.A.

Anexo 9. **Señalización industrial**



Fuente: *Señalización industrial*. https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-435837668-senalizacion-industrial-_JM. Consulta: mayo

Anexo 10. Equipo de seguridad industrial



Fuente: *Seguridad industrial total. Equipo de protección.* <http://seguridad-industrial-total.weebly.com/divisioacuten-equipodeproteccionacutenpersonal.html>. Consulta mayo de 2019

Anexo 11. **Herramientas de uso en bancos de trabajo**



Fuente: *Bextok. Herramientas manuales.* <https://blog.bextok.com/5-consejos-buen-uso-herramientas-manuales/>. Consulta: mayo de 2019

