

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



TESIS

**APLICACIÓN DEL TPM PILAR MEJORAS ENFOCADAS PARA
MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA
EMBOTELLADORA**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

ELABORADO POR:

EDGARDO MELQUIADES QUILICHE GUTIERREZ
0009-0001-7200-3732

ASESOR:

MG. ANTONIO ZUÑIGA MERCADO
0009-0008-1803-4977

LIMA – PERÚ
2025

Citar/How to cite	Quiliche Gutierrez [1]
Referencia/Reference	[1] E.M. Quiliche Gutierrez, “ <i>Aplicación del TPM pilar Mejoras Enfocadas para mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa embotelladora</i> ” [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Quiliche Gutierrez, 2025)
Referencia/Reference	Quiliche Gutierrez, E.M. (2025). <i>Aplicación del TPM pilar Mejoras Enfocadas para mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa embotelladora</i> . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

DEDICATORIA

A Dios, por darme la salud, fuerza, paciencia, inteligencia y la bendición tener vivos
a mis padres.

A mis padres, German Quiliche Chávez y Paulita Gutiérrez Azaña por todo el
esfuerzo, dedicación, amor y valores que me brindarnos para formarme como
profesional.

A mis hermanos que siempre me protegieron y guiaron en el camino de la rectitud.

A mi esposa Cinthya por su amor y comprensión y mis amados hijos Alejandro,
Paula y Panchita por ser la motivación para cumplir mis objetivos.

EDGARDO MELQUIADES QUILICHE GUTIERREZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todo poderoso quien me ha brindado la salud e inteligencia y me ha guiado en el camino de la rectitud y siempre me cuida.

Agradezco a mis padres, quienes me formaron y educaron brindándome los valores y principios que hoy trasmito a mis hijos.

Agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional de Ingeniería y en especial a la Facultad de Ingeniería Industrial y Sistema, que me formo como profesional.

Un agradecimiento especial al Ing. Oscar Petters Merino, Gerente de Mantenimiento de la empresa donde se realizó la tesis por darme la oportunidad de formar parte del grupo AJE, ser mi mentor y modelo a seguir, así también por darme el respaldo y recursos en la implementación de las mejoras.

RESUMEN

La investigación a desarrollar se centra en la mejora de la disponibilidad en la empresa Embotelladora Graco SAC, específicamente en línea de envasado hot fill, esto debido a que los indicadores de gestión de mantenimiento no son de los esperados, por lo cual generan altos costos de mantenimiento baja disponibilidad de equipos y por consiguiente de una baja Efectividad Global de Equipos (OEE).

Así también se identifica una serie de problemas que impactan en la gestión de mantenimiento, como la ausencia de capacitación al personal, paradas crónicas de la línea de envasado hot fill, ausencia de análisis de los problemas y aumento del inventario de repuestos inmovilizados. Para revertirlo se utiliza el pilar de mejoras enfocadas del TPM, en la línea de envasado hot fill para revertir el estado situacional.

El pilar “Mejoras Enfocadas”, utiliza una metodología de 07 pasos para eliminar los problemas crónicos que afectan a los diferentes equipos e impactan directamente en la disponibilidad de los equipos y en otros indicadores como el OEE, el índice de rotación de repuestos (IRR) y costo de mantenimiento.

La aplicación de este pilar impacta en la mejora de la disponibilidad de los equipos, así también en la mejora de los indicadores de la gestión de mantenimiento tales como la disminución del “costo de mantenimiento”, aumento del cumplimiento del plan de mantenimiento, aumento de la “rotación de repuestos”, aumento del OEE, correspondientes a la línea de envasado hot fill del área de producción.

Palabras clave: Mejoras enfocadas, CU, TPM, IRR OEE, Hot fill (HF).

ABSTRACT

The research to be carried out focuses on improving availability at Embotelladora Graco SAC, specifically in the hot fill packaging, this is because maintenance management indicators are not as expected, resulting in high maintenance costs, low equipment availability, and consequently low Overall Equipment Effectiveness (OEE).

A series of problems that impact maintenance management have also been identified, such as a lack of staff training, chronic stoppages on the hot fill packaging line, a lack of problem analysis, and an increase in the inventory of immobilized spare parts. To reverse this situation, the pillar of focused improvements of TPM, is used on the hot fill packaging line to reverse the situation:

The “Focused Improvements” pillar uses a seven-step methodology to eliminate chronic problems that affect different equipment and directly impact equipment availability and other indicators such as OEE, spare parts turnover rate (IRR), and maintenance costs.

The application of this pillar has an impact on improving equipment availability, as well as on improving maintenance management indicators such as reducing “maintenance cost,” increasing compliance with the maintenance plan, increasing “spare parts turnover,” and increasing OEE, corresponding to the hot fill packaging line in the production area.

) **Keywords:** Focused Enhancements, CU, TPM, IRR OEE, Hot fill (HF).

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
TABLA DE CONTENIDO	VII
LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE FIGURAS	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I	1
PARTE INTRODUCTORIA DE LA TESIS	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMA	2
1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	4
1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	4
1.4.2 HIPÓTESIS ESPECIFICAS.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.6 DISEÑO METODOLÓGICO.....	5
1.6.1 UNIDADES DE ANÁLISIS.....	5
1.6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	5
1.6.3 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	6

1.6.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	6
1.6.7	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	7
1.7	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
	CAPITULO II	14
	MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	14
2.1	BASES TEÓRICAS.....	14
2.1.1	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	14
2.1.2	INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	18
2.1.3	OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS	19
2.1.4	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	22
2.1.4.1	ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA TPM	23
2.1.4.2	LOS PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	24
2.1.5	MEJORAS ENFOCADAS.....	27
2.2	MARCO CONCEPTUAL	28
	CAPITULO III	30
	DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1	DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LOS PROCESOS DE EMBOTELLADO EN LA EMPRESA GRACO SAC.....	30
3.1.1	PROCESO GENERAL DE ENVASADO	30
3.1.2	DIAGRAMA DE OPERACIONES DE ENVASADO EN HOT FILL.....	33
3.2	ESTADO SITUACIONAL DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	35
3.2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	35
3.2.2	INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	35
3.2.3	ESTADO SITUACIONAL DEL OEE.....	38
3.3	ANÁLISIS DE LAS PARADAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN HOT FILL ...	39
3.3.1	DISTRIBUCIÓN DE PARADAS EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN VEINTICUATRO.....	39
3.3.1.1	PARADAS ETIQUETADORA.....	40
3.3.1.2	PARADAS DE LA SOPLADORA.....	40
3.4	MEJORAS ENFOCADAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN HF	42
3.4.1	MEJORAS ENFOCADAS EN LA SOPLADORA.....	42
3.4.1.1	PASO 01 - SELECCIONAR EL PROBLEMA.....	42
3.4.1.2	PASO 02 - COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL Y ESTABLECER OBJETIVOS	42

3.4.1.3 PASO 03 - PLANIFICAR LAS ACTIVIDADES.....	43
3.4.1.4 PASO 04 - ANALIZAR LAS CAUSAS	44
3.4.1.5 PASO 05 - IMPLEMENTAR LAS CONTRAMEDIDAS.....	46
3.4.1.6 PASO 06 - VERIFICAR RESULTADOS	47
3.4.1.7 PASO 07- ESTANDARIZAR Y ESTABLECER CONTROL.....	47
3.4.2 MEJORAS ENFOCADAS EN LA ETIQUETADORA.....	48
3.4.2.1 PASO 01 - SELECCIONAR EL PROBLEMA.....	48
3.4.2.2 PASO 02 - COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL Y ESTABLECER OBJETIVOS	49
3.4.2.3 PASO 03 - PLANIFICAR LAS ACTIVIDADES.....	49
3.4.2.4 PASO 04 - ANALIZAR LAS CAUSAS	50
3.4.2.5 PASO 05 - IMPLEMENTAR LAS CONTRAMEDIDAS.....	52
3.4.2.6 PASO 06 - VERIFICAR RESULTADOS	53
3.4.2.7 PASO 07- ESTANDARIZAR Y ESTABLECER CONTROL.....	53
3.5 RESULTADOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	54
CAPITULO IV.....	58
DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	58
4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	59
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXO.....	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fases de implantación del TPM.....	26
Tabla 2. Distribución de paradas del OEE	38
Tabla 3. Fallas en la etiquetadora de la línea HF.....	40
Tabla 4. Distribución de paradas por sistema Sopladora Línea HF.	41
Tabla 5. Fallas en la sopladora de la línea HF.....	41
Tabla 6. Tabla de tiempos perdidos en la sopladora	43
Tabla 7. Causas del problema 01 - Sistema Eléctrico y Electrónico	45
Tabla 8. Causas del problema 02 - Sistema de transferencia.....	45
Tabla 9. Contramedidas a implementar –Sopladora problema 01 y 02.....	46
Tabla 10. Procedimientos y LUP – Sopladora	48
Tabla 11. Tabla de tiempos perdidos en la etiquetadora	49
Tabla 12. Causas del problema 01 - Traba de Prescinto	51
Tabla 13. Causas del problema 02 - Sistema eléctrico.....	51
Tabla 14. Contramedidas a implementar –Etiquetadora problema 01 y 02.....	52
Tabla 15. Procedimientos y LUP – Etiquetadora	54
Tabla 16. Resultados de los minutos perdidos en la etiquetadora	57
Tabla 17. Resultados de los minutos perdidos en la sopladora	57
Tabla 18. Disponibilidad en la línea HF y área de producción	59
Tabla 19. Costo unitario de mantenimiento en la línea HF y área de producción ...	60
Tabla 20. Índice de rotación de repuestos en la línea HF y área de producción	60
Tabla 21. OEE en la línea HF y área de producción.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la embotelladora	1
Figura 2. Modelo del proceso de gestión de mantenimiento	16
Figura 3. Cálculo del OEE.....	22
Figura 4. Los 7 pasos de las mejoras enfocadas	27
Figura 5. Proceso de envasado bebible	31
Figura 6. Proceso de envasado Hot Fill	34
Figura 7. Proceso de mantenimiento.....	35
Figura 8 Costo de mantenimiento	36
Figura 9. Disponibilidad de la línea HF y envasado inicial.....	36
Figura 10. Gestión de repuestos IRR.	37
Figura 11. Grado de cumplimiento del programa de mantenimiento.	37
Figura 12. OEE de la línea HF	38
Figura 13. Diagrama de Pareto de fallas de equipos en la línea HF.....	39
Figura 14. Disponibilidad de la sopladora.....	43
Figura 15. Diagrama de Pareto de la sopladora.....	44
Figura 16. Planificación de actividades para la sopladora	44
Figura 17. ISHIKAWA del problema 01 - Sistema Eléctrico y Electrónico.....	45
Figura 18. ISHIKAWA del problema 02 - Sistema de transferencia	46
Figura 19. Disponibilidad de la sopladora -Resultados.....	47
Figura 20. Disponibilidad de la etiquetadora	48
Figura 21. Diagrama de Pareto de la etiquetadora.....	50

Figura 22. Planificación de actividades para la etiquetadora.....	50
Figura 23. Diagrama de ISHIKAWA del problema 01 - Traba de Prescinto.....	51
Figura 24. Diagrama de ISHIKAWA del problema 02 - Sistema eléctrico.....	52
Figura 25. Disponibilidad de la etiquetadora -Resultados.....	53
Figura 26 Costo de mantenimiento después de la implementación.....	54
Figura 27. Disponibilidad después de la implementación.....	55
Figura 28. Gestión de repuestos -IRR después de la implementación.....	55
Figura 29. Grado de cumplimiento del PM después de la implementación.....	56
Figura 30. OEE después de la implementación.....	56

INTRODUCCIÓN

La presente investigación ha sido elaborada en la Embotelladora Graco SAC del grupo peruano AJE, empresa que se dedica a la producción de bebidas carbonatadas, energizantes y rehidratantes. El estudio se centra en la aplicación de las “Mejoras Enfocadas”, pilar del TPM, el cual impacta directamente en la disponibilidad de los equipos de la línea de envasado Hot Fill.

En el capítulo I, se describe los aspectos generales de la tesis, tales como el planteamiento del problema, objetivos principales y específicos así también la justificación por el cual se realiza la presente investigación, así también se describen los antecedentes bibliográficos de las investigaciones relacionados a la aplicación del Mantenimiento Productivo Total. Asimismo, se desarrolla la metodología de la investigación, que nos permitan demostrar la hipótesis de la investigación.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico y marco conceptual de la tesis, donde referenciamos las teorías relacionadas a los conceptos de gestión de mantenimiento, los indicadores de mantenimiento, Mantenimiento Productivo Total, Mejoras Enfocadas, la eficiencia global de equipos (OEE).

En el capítulo III, se describe el proceso de envasado Hot Fill, se analiza el estado situacional de los indicadores de mantenimiento, se analiza los tiempos perdidos que impactan en la disponibilidad para identificar los principales problemas crónicos. Así también, se desarrolla la aplicación del pilar “Mejoras Enfocadas” con sus 07 pasos para eliminar los problemas crónicos.

En el capítulo IV, se muestran los resultados luego del desarrollo y se realiza el análisis de como impacta de forma positiva en los indicadores de la gestión de mantenimiento y como se ha cumplido el objetivo principal y específicos de la investigación.

Finalmente se indican las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPITULO I

PARTE INTRODUCTORIA DE LA TESIS

1.1 GENERALIDADES

La presente investigación se desarrolló en el contexto de la línea de envasado Hot Fill (HF) en una planta embotelladora de bebidas no alcohólicas, la cual se ubica en Av. La Paz 131, Santa María de Huachipa, distrito de Lurigancho, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

Figura 1.

Ubicación de la embotelladora



Nota: Tomado de Google maps. Disponible en: <https://www.google.com/maps/search/-12.020179,-76.922766>

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMA

La alta competitividad en el sector de bebidas, ha obligado a las compañías embotelladoras a ser cada día más competitivas, y para esto se tiene que invertir en maquinarias automatizadas con la finalidad de incrementar el volumen de producción y reducir los costos. Sin embargo, el uso de esta tecnología trae ciertos inconvenientes que impactan directamente en la gestión de mantenimiento, lo cual se evidencian en los indicadores de mantenimiento como, el incumplimiento del plan de mantenimiento, baja disponibilidad, alto MTTR y bajo MTBF por las averías de máquinas, alto tiempo de reparación y el deterioro forzado. Asimismo, esto impacta negativamente en la Efectividad Global de Equipos (OEE).

La empresa embotelladora, cuenta con el área de producción con la línea de producción Hot Fill (HF), conocida como llenado en caliente la cual es de alta velocidad de envasado. Al respecto, cabe mencionar que la problemática que se viene presentando es la siguiente:

1. Incumplimiento del plan de mantenimiento.
2. No se tienen identificados los problemas crónicos de la línea HF, y como consecuencia de ello, se generan tiempos prolongados de paradas de líneas la cual afecta a la disponibilidad, como se muestra en la Figura 9.
3. Se tiene un inventario de repuestos inmovilizado los cuales en su mayoría son obsoletos, y no ayudan a mejorar la gestión de mantenimiento en la línea HF.
4. No se tiene rutinas para el análisis causa raíz de las principales paradas de los equipos, debido a que la mayor cantidad de tiempo se enfoca en las emergencias en la línea HF, lo cual genera costos por lucro cesante por los tiempos perdidos.

5. La gestión de mantenimiento no está siendo la adecuada y se ve reflejada en los indicadores de, “Costo de mantenimiento”, “Índice de rotación de repuestos”, “Cumplimiento del plan de mantenimiento”, con resultados ineficientes, tal como se muestra en la Figura 8, Figura 10, Figura 11.
6. Los operadores no están capacitados para el cuidado de la línea de envasado y sus equipos, trayendo como consecuencia un deterioro de los mismos y un impacto negativo en la disponibilidad de la línea.

Las situaciones mencionadas, demuestran que, no existe una adecuada gestión de mantenimiento, trayendo como consecuencia indicadores de gestión de mantenimiento por debajo de la meta esperada. Así también impacta negativamente en el OEE de la línea HF.

1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA PRINCIPAL

¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas, pilar del TPM, contribuirán a mejorar la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora?

PROBLEMAS SECUNDARIOS

1. ¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar la disponibilidad de una empresa embotelladora?
2. ¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar el costo unitario de mantenimiento de una empresa embotelladora?
3. ¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora?
4. ¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar el OEE de una empresa embotelladora?

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar la disponibilidad de una empresa embotelladora.
2. Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar el costo unitario de mantenimiento de una empresa embotelladora.
3. Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora.
4. Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar el OEE de una empresa embotelladora.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorara la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora.

1.4.2 HIPÓTESIS ESPECIFICAS

1. La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará la disponibilidad de una empresa embotelladora.
2. La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará los costos unitarios de mantenimiento de una empresa embotelladora.
3. La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora.

4. La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará el OEE de una empresa embotelladora.

1.5 JUSTIFICACIÓN

- a) JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA: se justifica porque la línea HF es automática, de alta velocidad, por lo cual tiene equipos que son susceptibles a paradas por ausencia y/o mala ejecución de mantenimiento.
- b) JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA: se justifica porque la línea HF tiene un impacto en el costo del lucro cesante significativo ante cualquier parada no programada, esto por su alta velocidad hace que genere pérdidas económicas al no cumplirse el plan de producción.
- c) JUSTIFICACIÓN SOCIAL: se justifica porque se capacita a los operadores de la línea HF, generando mayor conocimiento para la resolución de los problemas rutinarios que pueden generar lucro cesante por paradas no programadas.

1.6 DISEÑO METODOLÓGICO

1.6.1 UNIDADES DE ANÁLISIS

La unidad de análisis de la investigación son los equipos de la línea producción HF de la Embotelladora Graco SAC (Sopladora, etiquetadora, llenadora etc.).

1.6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

La información para la investigación son principalmente fuentes primarias, proporcionadas por el área de business performance la cual es responsable de elaborar los informes e indicadores oficiales y por el área de mantenimiento que es responsable del procesamiento de la base de datos de fallas que ocasionan paradas

en las máquinas, así como los tiempos que toman estos para poner operativo los equipos, y los indicadores históricos de la gestión de mantenimiento.

1.6.3 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada, ya que el propósito es dar una solución de la problemática de la línea de producción HF, con lo cual se mejorará la gestión de mantenimiento, aplicando el pilar TPM Mejoras enfocadas

Asimismo, teniendo en cuenta la profundidad del estudio, el nivel de la investigación es también explicativo porque analiza y evalúa la relación causa - efecto entre las variables. Además, también es descriptivo porque describe de forma clara los acontecimientos de la realidad problemática en la línea de producción HF y sus equipos existentes.

1.6.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta las características del estudio, la investigación es cuantitativa ya que maneja cantidades numéricas, estadísticas e indicadores asimismo tiene un enfoque cuasi - experimental por que los resultados de la variable independiente, que es la gestión de mantenimiento, no se observa directamente sino después de la aplicación del pilar TPM Mejoras Enfocadas.

1.6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

En la investigación la población y muestra son las mismas, la cual es la línea de producción HF, por lo que no es necesario realizar muestreo.

1.6.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó como técnica la observación, que consistió en observar los historiales de falla de las líneas de envasado, los informes mensuales de los indicadores del área de producción, los reportes de cierre de las ordenes de trabajo,

los informes de paradas mayores durante el periodo 2019-2021. Como instrumentos se utilizó:

- Reporte de mantenimiento y controles de equipos, historial de equipos en GIM WEB (Software CMMS)
- Reporte de paradas del Big Magic (Software ERP)
- Informes mensuales del área de embotellado.

1.6.7 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos fueron organizados y analizados en tablas y gráficas y se procesó utilizando los siguientes softwares:

- Microsoft Excel: Permite procesar los datos de horas de parada por falla, datos sobre la velocidad de la línea y el porcentaje de merma durante un cierto periodo con el objetivo de calcular los diferentes indicadores de la gestión de mantenimiento en el área de embotellado.
- Software Mantenimiento GIM WEB: La utilidad es administrar el plan de mantenimiento y programar las órdenes de trabajo preventivas, correctivas y emergenciales, asignando los recursos necesarios para su cumplimiento.
- ERP Big Magic: Almacena datos sobre la gestión de repuestos, la base de datos de las paradas de línea correspondientes a las 6 grandes pérdidas, la base de datos de las cajas unitarias producidas por formatos y movimientos de almacenes de insumos y productos terminados.

1.7 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad las empresas industriales buscan mejorar sus procesos, minimizar sus costos y ser sostenibles en el mercado, por lo cual, plantean tener mayor disponibilidad de los equipos, para aumentar los volúmenes de producción,

utilizando los mismos recursos. Esto implica un reto a todas las organizaciones, ya que, no están preparadas para competir con las empresas de clase mundial.

Una gestión de mantenimiento adecuada tiene la disponibilidad de equipos requerida para competir con el mercado, y abre el camino para tener un OEE de clase mundial.

Sobre el tema de investigación que se pretende desarrollar, existen fuentes investigativas que tratan de manera directa o indirecta sobre el tema, tales como los que a continuación se mencionan.

BACIGALUPO (2021)¹, realiza su estudio en la empresa Bodegas y Viñedos Tabernero, en la cual logró mejorar significativamente su OEE en la línea de envasado vitivinícola gracias a la implementación de herramientas de Lean Manufacturing, específicamente el SMED y el TPM.

Los resultados de esta implementación fueron notables, con una reducción del 67,53% en paros por arranque, calibración y cambio de formatos, y una reducción del 75,29% en paros por avería y equipos. Además, los mantenimientos correctivos se redujeron en un 50,46%.

Como resultado de estas mejoras, el OEE aumentó de 66,3% a 79,3%, lo que se considera aceptable. Para mantener estos resultados, la empresa debe seguir enfocada en la constante capacitación y mejora continua, lo que le permitirá seguir optimizando sus procesos y mejorando su eficiencia.

¹ BACIGALUPO VÁSQUEZ, FÉLIX GIANMARCO: "Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la Línea de embotellado en una industria vitivinícola". Tesis de maestría. Universidad Ricardo Palma (Perú). Año 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4600>

LIMA (2021) ², realiza su estudio en la empresa Envasadora Majes EIRL, la cual enfrentaba desafíos significativos en su gestión de mantenimiento, lo que generaba paros en línea y pérdidas económicas sustanciales. Para abordar este problema, se decidió implementar la metodología TPM, con el objetivo de mejorar la gestión de mantenimiento y aumentar la rentabilidad de la empresa.

Después de realizar un análisis exhaustivo, se identificaron los equipos críticos en la línea de envasado, como la empacadora y la etiquetadora, y se analizaron las causas raíz de las fallas. Con esta información, se desarrollaron estrategias para mejorar la gestión de mantenimiento y reducir los tiempos de parada.

Para implementar estas estrategias de manera efectiva, se creó un Balanced Score Card (BSC) que abarca cuatro perspectivas clave: financiera, cliente, procesos internos y aprendizaje y desarrollo. El objetivo principal es reducir los tiempos de mantenimiento correctivo, aumentar la disponibilidad de los equipos y mejorar su eficiencia.

El autor con su estudio espera que la implementación del TPM permita alcanzar resultados significativos, como una disponibilidad superior al 90%, un cumplimiento del plan de mantenimiento superior al 90% y una mejora notable en la eficiencia de los equipos. Sin embargo, para lograr el éxito, es fundamental el compromiso y la participación activa de la gerencia, las jefaturas y el personal técnico y operario.

CANAHUA (2021) ³, desarrolla su investigación en la empresa FRESEP SAC, en la cual logró mejorar significativamente su OEE gracias a la implementación de

² LIMA RAMOS, ULDAMAR NANCY. "Diseño de estrategias de gestión de mantenimiento basado en el TPM, para mejorar la productividad de empresas agroindustriales de Arequipa". Tesis de maestría. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú), Año 2011. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14013>

las herramientas TPM y Lean Manufacturing. Después de un año de trabajo, el OEE aumentó de un 32,86% a un 85,58%, lo que se considera un resultado bueno.

Este logro se debió a mejoras significativas en la disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos. La disponibilidad aumentó a un 96,88%, el rendimiento mejoró a un 93,34% y la calidad alcanzó un 94,64%. Además, se logró un incremento notable en la relación de mantenimiento preventivo vs correctivo, pasando de 3 a 1.

Para seguir mejorando la eficiencia, el autor recomienda continuar con la implementación de los pilares restantes del TPM y utilizar otras herramientas que permitan optimizar los procesos y reducir los tiempos de producción.

ANAYA (2020)⁴, nos explica la preocupación de una planta de producción de cemento, la cual busca mantener un OEE superior al 85% y, al ser nueva, tiene la oportunidad de implementar la metodología del TPM desde el inicio.

Se realizó un estudio cuantitativo que involucró a todo el personal para diseñar un modelo de TPM adecuado y desarrollar un plan maestro para su implementación. El enfoque es en la capacitación y formación del personal para garantizar su alineación con la estrategia y objetivos de la empresa. El autor precisa que la capacitación y el desarrollo de habilidades blandas son fundamentales para asegurar el éxito de la implementación del TPM y el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

³ CANAHUA APAZA, NOHEMY MIRIAM: "Implementación de la metodología TPM – LEAN Manufacturing para mejorar la eficiencia OEE de la producción de repuestos en una empresa metalmecánicas.". Tesis de maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú). Año 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16972>

⁴ ANAYA VEGA, GERMAN GABRIEL: "Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos S.A.S. en la región de Rio Claro – Antioquia". Tesis de Maestría. Universidad EAN (Colombia). Año 2020. Disponible en <http://hdl.handle.net/10882/10058>

SURYAPRAKASH, GOMATHI, YUVARAJA, RISHI (2020) ⁵, realizan un estudio en mejorar el OEE en una empresa de fabricación de cajas de dirección mediante la implementación del TPM en un taller de máquinas. La máquina seleccionada tenía un OEE del 54,09% y un tiempo de cambio de herramientas de 90 minutos.

El objetivo era mejorar el OEE a un 62% mediante la implementación del TPM y herramientas Lean como el balanceo de líneas y SMED. La metodología incluyó el estudio del proceso, la creación de un mapa de procesos y un VSM para identificar actividades sin valor agregado. La implementación del TPM mejoró la disponibilidad de la máquina y redujo los tiempos de inactividad. El SMED logró reducir el tiempo de cambio de herramientas de 90 minutos a 30 minutos, lo que mejoró la tasa de disponibilidad en un 3%.

Los resultados finales mostraron un aumento en la tasa de rendimiento y calidad, mejorando la productividad y la calidad del producto. La implementación del TPM y SMED logró mejorar significativamente la eficiencia de la máquina y la empresa.

ROHAN, MAHESHA (2020) ⁶, los autores investigaron la mejora de la eficiencia en la fabricación de componentes de moldeo de plástico, enfocándose en la máquina MP-120. Implementaron el TPM para abordar los problemas de productividad y disponibilidad.

Lograron identificar y abordar los principales problemas, reduciendo las pérdidas en un 6% y aumentando la productividad de la máquina. La implementación

⁵ SURYAPRAKASH, GOMATHI, YUVARAJA, RISHI: "Improvement of overall equipment effectiveness". Artículo. Department of Mechanical Engineering, PSG College of Technology (India). Año 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>

⁶ ROHAN, MAHESHA: "Improvement in productivity through TPM Implementation,". Artículo. Dept of Aeronautical and Automobile Engineering, MIT, MAHE, Manipal, Kanrantaka, (India). Año 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.470>

del TPM involucró a toda la organización y permitió desarrollar habilidades en los operadores y el equipo de mantenimiento.

Los resultados positivos se reflejaron en los indicadores MTTR, MTBF, Disponibilidad y OEE, demostrando la efectividad del TPM en la mejora de la eficiencia y productividad de la máquina MP-120T.

LLONTOP (2018)⁷, investigó la mejora de la eficiencia en el área de extracción de jugo de caña de la empresa Pomalca, con el objetivo de aumentar el OEE. Inicialmente, el OEE era del 72,66%, considerado "regular", y la disponibilidad de máquina era del 84,31%.

Después de analizar las fallas y los tiempos perdidos, el autor determinó que la implementación del TPM y el mantenimiento autónomo podrían mejorar la eficiencia. El plan de implementación incluyó la capacitación del personal operador y técnico de mantenimiento en temas como inspección visual, balanceo dinámico y lubricación de equipos.

El autor pronostica que la implementación del mantenimiento autónomo aumentará el OEE a más del 75%, lo que equivale a una recuperación de 8212,8 toneladas de caña de azúcar y 927,22 toneladas de azúcar por mes de producción. La conclusión principal es que se puede alcanzar un OEE aceptable del 75% o más, lo que implica una mejora significativa en la eficiencia y productividad del área de extracción de jugo de caña.

ALARCON (2014)⁸, realizó un estudio en una empresa de plástico, la cual mejoró significativamente el OEE y la productividad mediante la aplicación de herramientas

⁷ LLONTOP MENDOZA, LUCIO ANTONIO "Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA". Tesis de Maestría. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (Perú). Año 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1426>

⁸ ALARCON FALCONI, ANDRES HUMBERTO: "Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico". Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil (Ecuador). Año 2014. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8043>

de Lean Manufacturing. Inicialmente, el OEE era del 27,8%, pero después de identificar y abordar las principales causas de pérdida de tiempo, se logró aumentar el OEE a 61,1%.

Los resultados incluyeron el aumento de la disponibilidad a 0,89, mejora del rendimiento a 0,73, aumento de la calidad a 0,94.

Esto representó un incremento del 33,08% en la productividad. La empresa logró una mejora significativa en la gestión y se recomienda continuar con la aplicación de TPM y 5S para mantener y mejorar los resultados, y lograr un crecimiento sostenible.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 BASES TEÓRICAS

Como marco teórico se ha considerado los conceptos, teorías, temas que se mencionan a continuación.

2.1.1 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para MORA⁹, la gestión de mantenimiento es un enfoque integral que abarca planificación, organización, coordinación, dirección, ejecución y control para garantizar el funcionamiento óptimo de equipos y máquinas. Sus objetivos incluyen:

- Definir estrategias y objetivos de mantenimiento
- Asignar responsabilidades y coordinar actividades
- Minimizar tiempos de parada y supervisar actividades
- Monitorear y evaluar el desempeño

La gestión de mantenimiento debe ser eficaz, fiable y ágil, permitiendo a la empresa responder a las necesidades de producción y propiciar la competitividad y productividad. Para lograrlo, se deben considerar dos enfoques clave:

⁹ LUIS ALBERTO, MORA GUTIÉRREZ (2009): "Mantenimiento. Planeación, Ejecución y Control" (Libro). Editorial: Alfaomega Grupo Editor. Ciudad de México. México, ISBN: 978-958-682-769-0

- Colaboración interdepartamental: alinear el mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa y fomentar relaciones sólidas entre departamentos.
- Gestión interna e integral del departamento de mantenimiento: asignar recursos de manera eficiente para ofrecer un servicio de mantenimiento de alta calidad, a menor costo y con máxima satisfacción del cliente.

Ambos enfoques buscan potenciar la colaboración, el trabajo en equipo y la eficiencia en la gestión de mantenimiento.

Así mismo para PARRA Y CRESPO¹⁰, la gestión de mantenimiento es un componente fundamental de la dirección de operaciones moderna, ya que se enfoca en utilizar recursos de manera óptima para conservar y restaurar la función de los equipos de producción. Su objetivo principal es asegurar que los equipos funcionen según lo requerido durante tiempos específicos, minimizando las paradas y mejorando la productividad.

La gestión de mantenimiento implica la aplicación de métodos y técnicas específicas para resolver problemas concretos y tomar decisiones informadas. Esto requiere un enfoque estructurado y sistemático para abordar los desafíos de mantenimiento y garantizar la eficiencia y eficacia en la operación de los equipos.

La gestión de mantenimiento se divide en dos partes fundamentales:

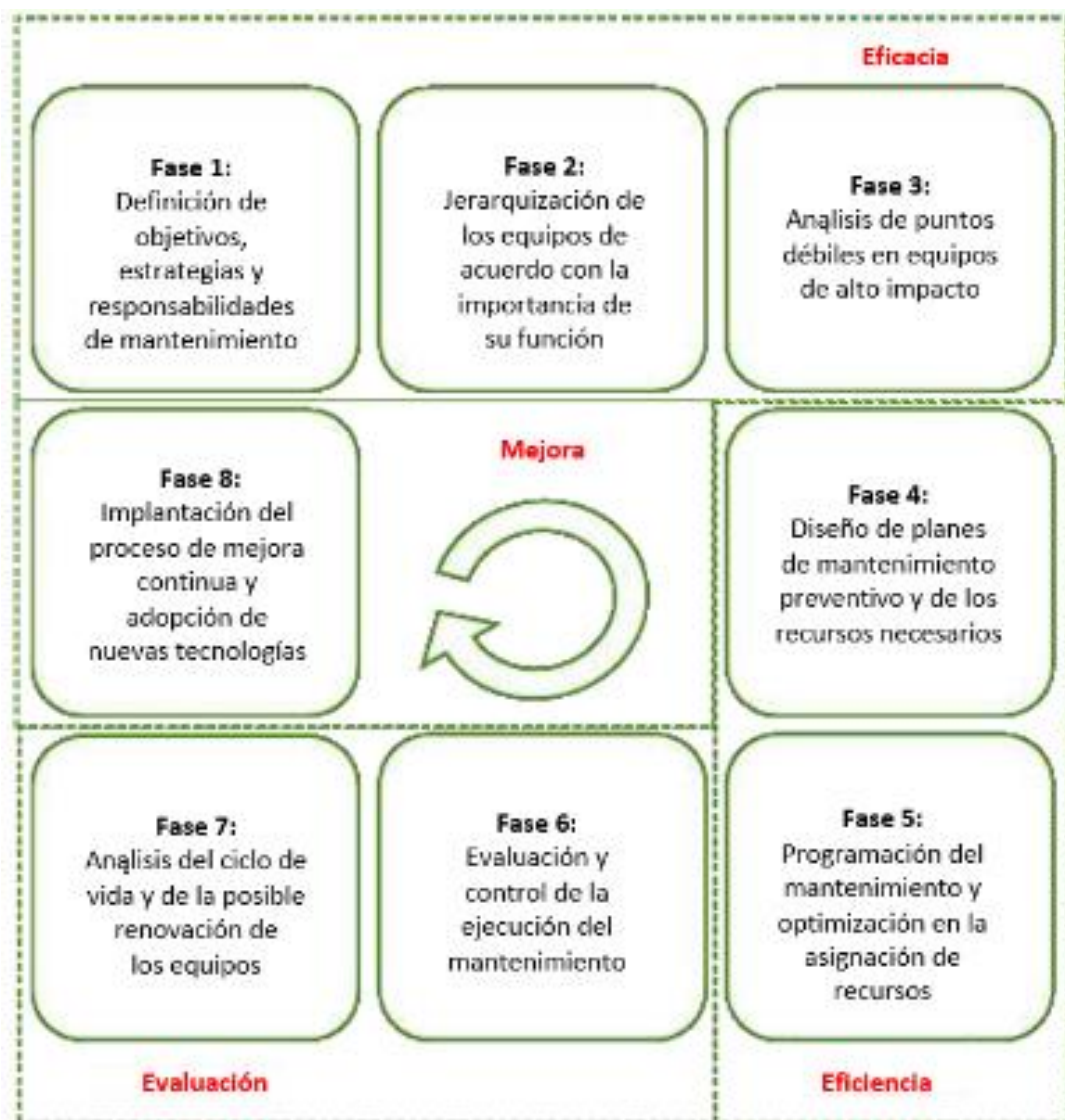
- Definición de la estrategia de mantenimiento: esta etapa implica establecer objetivos claros y diseñar estrategias que se alineen con los planes de negocio de la empresa. Esto requiere una comprensión profunda de las necesidades de la empresa y de los equipos de producción, así como de las tecnologías y recursos disponibles.

¹⁰ PARRA MARQUEZ, CARLOS ALBERTO; CRESPO MARQUEZ, ADOLFO (2012): "Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos" (Libro). Editorial: Ingeman. Sevilla, España. ISBN: 978-84-95499-67-7

- Implementación de la estrategia: una vez definida la estrategia, se requiere habilidades para asegurar la formación adecuada del personal, la preparación de trabajos y la selección de herramientas adecuadas para realizar tareas específicas. Esto implica una ejecución efectiva y eficiente de las actividades de mantenimiento, asegurando que se cumplan los objetivos establecidos.

Figura 2.

Modelo del proceso de gestión de mantenimiento



Nota: Tomado de Parra Márquez, Carlos Alberto y Crespo Márquez, Adolfo, "Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos"

En otras palabras, la gestión de mantenimiento busca asegurar el funcionamiento óptimo de los equipos de producción a través de la planificación y ejecución efectiva de estrategias y técnicas de mantenimiento. Esto requiere un enfoque integral y sistemático que considere las necesidades de la empresa y de los equipos, y que se adapte a las cambiantes condiciones y requerimientos del entorno productivo, Figura 2.

Para GARCÍA¹¹, la gestión efectiva del mantenimiento es un componente fundamental para el éxito de cualquier organización. Para lograrlo, es necesario enfocarse en cuatro pilares clave.

- En primer lugar, la reducción de costos es crucial para mejorar la rentabilidad. Esto se logra mediante la optimización de recursos, priorizando equipos críticos y gestionando stock de materiales de manera efectiva. Además, la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo puede reducir significativamente los costos de reparación y reemplazo.
- En segundo lugar, la implementación de nuevas tecnologías y técnicas puede mejorar significativamente la eficiencia y productividad. Técnicas como el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y el mantenimiento predictivo pueden ser especialmente efectivas. Es importante evaluar y seleccionar las técnicas más adecuadas para cada organización.
- En tercer lugar, la alineación de los objetivos de mantenimiento con los de la dirección es fundamental para tomar decisiones informadas y efectivas. Esto implica establecer objetivos claros y medibles para el departamento de mantenimiento, desarrollar estrategias y planes de acción para alcanzarlos y

¹¹ GARCÍA GARRIDO, SANTIAGO (2010): "Organización y gestión integral de mantenimiento" (Libro). Editorial: Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid. España, ISBN: 84-7978-548-9

monitorear y evaluar el desempeño para ajustar las estrategias según sea necesario.

- Finalmente, la integración de aspectos críticos como la calidad, la seguridad y el medio ambiente es esencial para asegurar un desempeño responsable y sostenible. Esto implica garantizar la calidad de los productos y servicios, implementar prácticas de seguridad para proteger a los empleados y al entorno y minimizar el impacto ambiental de las operaciones y productos.

En conjunto, estos elementos permiten a las organizaciones mejorar su eficiencia, reducir costos y garantizar la calidad y seguridad en sus operaciones. Al implementar una gestión de mantenimiento efectiva, las organizaciones pueden mejorar la satisfacción del cliente y la rentabilidad, lo que a su vez puede impulsar el crecimiento y el éxito a largo plazo.

2.1.2 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Según GARCÍA¹¹, el procesamiento de información es fundamental para evaluar los resultados de la gestión de mantenimiento y tomar decisiones informadas. Al recolectar datos y procesarlos, podemos obtener indicadores clave que nos permitan evaluar el desempeño y tomar decisiones estratégicas.

Para lograr esto, es esencial definir qué indicadores serán más útiles para la gestión de mantenimiento, de modo que nos brinden información valiosa y relevante para la toma de decisiones. A continuación, se presentan los indicadores más relevantes para lograr este objetivo.

- a. Costo unitario de mantenimiento (CM):** es la ratio del costo total invertido en los mantenimientos efectuados en cada cierre de mes respecto a producción de embotellado en cajas unitarias de 30L (CU). Su unidad de medida es \$/CU.

$$CM = \frac{(\text{Consumo de repuestos} + \text{gastos de servicios})\$}{CU(\text{Produccion en cajas de 30L})} \quad (1)$$

- b. Disponibilidad (D):** Mide la relación del tiempo de funcionamiento, en la cual los equipos están disponibles para producir, contra el tiempo total, el cual incluye los tiempos de paros que impiden que los equipos estén en marcha.

$$D = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (Hrs totales} - \text{Hrs de parada)}}{\text{Tiempo total (Hr totales)}} \quad (2)$$

- c. Índice de rotación de repuestos (IRR):** mide la relación entre los repuestos consumidos en un periodo de 12 meses y el inventario que se mantiene el stock.

$$IRR = \frac{\text{Consumo de repuestos de los ultimos 12 meses} (\$)}{\text{Inventario promedio de los ultimos 12 meses} (\$)} \quad (3)$$

- d. Grado de cumplimiento del plan de mantenimiento:** Es la proporción de órdenes que se ejecutaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación.

$$\text{Cumplimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de OT concluidas en la fecha planificada}}{\text{N}^\circ \text{ de OT totales}} \quad (4)$$

2.1.3 OEE - OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

NAKAJIMA¹², explica que el OEE- Overall Equipment Effectiveness es una herramienta clave para optimizar la productividad y eficiencia de los equipos industriales. Se compone de tres factores fundamentales:

- Disponibilidad: mide el tiempo que los equipos están disponibles para producir, considerando paros y averías. Un alto nivel de disponibilidad indica

¹² NAKAJIMA, NEICHI (1991): "Introducción al Mantenimiento Productivo Total" (Libro). Editorial: Tecnologías de Gerencia y Producción. Madrid. España, ISBN: 84-87022-81-2

que los equipos están funcionando correctamente y están disponibles para producir durante la mayor parte del tiempo.

- Eficiencia: evalúa el aprovechamiento de los equipos en producción, considerando pérdidas de velocidad y pequeñas paradas. Un alto nivel de eficiencia indica que los equipos están funcionando a su capacidad óptima y produciendo a una velocidad adecuada.
- Calidad: mide las pérdidas de tiempo debido a productos no conformes. Un alto nivel de calidad indica que los productos están cumpliendo con los estándares de calidad y que se están minimizando las pérdidas debido a productos defectuosos.

Al analizar estos tres factores, el OEE proporciona una visión completa del desempeño de los equipos y permite identificar áreas de mejora para aumentar la productividad y eficiencia. Los beneficios del OEE incluyen:

- Mejora de la productividad y eficiencia
- Reducción de costos y pérdidas
- Mejora de la calidad de los productos
- Aumento de la competitividad y rentabilidad

En la Figura 3, se muestra la clasificación de tiempos, la cual es fundamental para calcular indicadores clave e identificar áreas de mejora en la producción. A continuación, se presentan el detalle sobre cada uno de los tiempos clasificados:

- Tiempo calendario: es el tiempo total en que las líneas podrían ser utilizadas, considerando 365 días al año y 24 horas al día. Esto proporciona una base para calcular la disponibilidad y el uso de los recursos.
- Tiempo de trabajo programado: es el tiempo disponible para producir, restando tiempos de inactividad como fines de semana y otros períodos en

los que no se produce. Esto ayuda a determinar el tiempo real disponible para la producción.

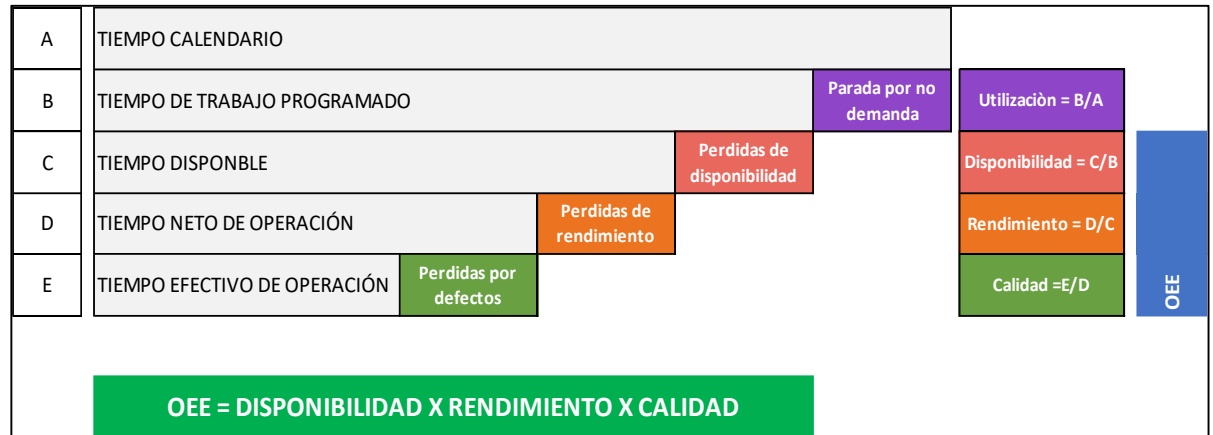
- Tiempo disponible: es el tiempo que la producción tiene disponible para trabajar, restando pérdidas por paros, como averías, mantenimiento y otros tipos de inactividad no programados. Esto se utiliza para calcular la disponibilidad de los equipos e identificar oportunidades para mejorar la eficiencia.
- Tiempo de operación neta: es el tiempo dedicado a producir, descontando pérdidas de ritmo, como ralentizaciones o paradas menores. Esto se utiliza para calcular el rendimiento de los equipos e identificar oportunidades para mejorar la productividad.
- Tiempo efectivo de operación: es el tiempo que se debería haber tardado a velocidad nominal en realizar la producción conforme, es decir, sin defectos ni reprocesos. Esto se utiliza para calcular la calidad de la producción y identificar oportunidades para mejorar la eficiencia y reducir los costos.

Al clasificar y analizar estos tiempos, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora y tomar medidas para optimizar la producción, reducir costos y mejorar la calidad de los productos. Algunos beneficios de esta clasificación incluyen:

- Mejora de la disponibilidad y el uso de los recursos
- Aumento de la productividad y el rendimiento
- Reducción de costos y pérdidas
- Mejora de la calidad de los productos
- Identificación de oportunidades para mejorar la efectividad

Figura 3.

Cálculo del OEE



Nota: Tomado de Nakajima Neichi. "Introducción Mantenimiento Productivo Total".
Elaboración propia.

2.1.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Según MORA⁹, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una estrategia integral que busca mejorar la eficiencia y productividad de los sistemas productivos en una organización. Esta estrategia involucra a todos los empleados, desde los operadores hasta la alta dirección, y requiere el apoyo y compromiso de la dirección para ser implementada de manera efectiva.

El objetivo principal del TPM es mantener y mejorar los sistemas productivos mediante la eliminación de averías y problemas periódicos repetitivos. Esto se logra a través del análisis de las 6 grandes pérdidas que afectan la eficiencia de los equipos y procesos, con el fin de incrementar el período de uso de los equipos y reducir las fallas.

La implementación de un programa de TPM es un proceso que puede llevar entre uno y tres años, y requiere un plan marco que se divida en etapas. Cada compañía debe adaptar y ajustar los pasos específicos del programa TPM según sus necesidades y requerimientos únicos.

A través de la participación de todos los empleados y la aplicación de la mejora continua, el TPM busca lograr una buena disponibilidad y operatividad de los sistemas productivos. Algunos de los beneficios que se pueden esperar incluyen:

- Incrementar el período de uso de los equipos en más del 80%
- Reducir las fallas que ocasionan las paradas de equipo.
- Mejorar la eficiencia y productividad de los sistemas productivos
- Reducir costos y pérdidas
- Mejorar la calidad de los productos y servicios

2.1.4.1 ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA TPM

CUATRECASAS Y TORREL¹³, nos indica que la implementación de un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un proceso estructurado que se desarrolla en cuatro fases clave, Tabla 1:

- Preparación: en esta fase se toman las decisiones iniciales para implementar el TPM en la empresa. Se define el alcance del proyecto, se identifican los objetivos y se establecen los planes de acción.
- Introducción: en esta fase se introduce el concepto de TPM en la empresa y se comienza a preparar el terreno para su implementación. Se capacita al personal y se establecen los equipos de trabajo.
- Implantación: en esta fase se implementan las prácticas y procedimientos de TPM en la empresa. Se identifican y se eliminan las pérdidas y se establecen los procesos de mejora continua.

¹³ CUATRECASAS ARBÓS, LLUÍS; TORREL MARTÍNEZ, FRANCESCA (2010): "TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva control" (libro). Editorial: PROFIT. Barcelona, España. ISBN 978-84-92956-12-8

- Estandarización: en esta fase se consolidan y estandarizan las prácticas y procedimientos de TPM para asegurar su continuidad y mejora continua. Se establecen los indicadores de desempeño y se monitorean los resultados.

Estas cuatro fases se dividen en 12 etapas que cubren todo el proceso de implementación del TPM. Cada etapa es fundamental para establecer un sistema de calidad que promueva la mejora continua en la gestión de mantenimiento. A través de estas fases y etapas, las empresas pueden implementar efectivamente el TPM y alcanzar sus objetivos de eficiencia y productividad, lo que puede llevar a:

- Mejora de la eficiencia y productividad
- Reducción de costos y pérdidas
- Mejora de la calidad de los productos y servicios
- Aumento de la competitividad y rentabilidad

2.1.4.2 LOS PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

MORA⁹, indica que existen ocho pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM) son fundamentales para crear un entorno de producción eficiente y seguro. Cada pilar juega un papel crucial en la eliminación de pérdidas y la maximización de la productividad y la eficiencia.

- a) Mejoras enfocadas: al identificar y eliminar las pérdidas que afectan la productividad y eficiencia, se puede mejorar la efectividad de los equipos y procesos.
- b) Mantenimiento autónomo: la participación activa de operarios y personal de producción en mantenimiento permite reducir el tiempo de respuesta para solucionar problemas y mejorar la disponibilidad de los equipos.

- c) Mantenimiento planificado: las acciones predictivas, preventivas y de mejoramiento continuo evitan fallas en equipos y sistemas de producción, lo que reduce los costos y pérdidas.
- d) Mantenimiento de la calidad: al mantener condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos, se garantiza la calidad de los productos y servicios.
- e) Mantenimiento temprano y prevención: las tareas realizadas en la fase de diseño, construcción y operación garantizan la calidad y confiabilidad de los equipos.
- f) Mantenimiento de áreas administrativas: la optimización de áreas de apoyo logístico evita pérdidas y mejora procesos administrativos.
- g) Entrenamiento y educación: la capacitación y motivación de empleados en mejores prácticas internacionales permite mejorar la productividad y eficiencia.
- h) Seguridad, higiene y medio ambiente: la aplicación de instrumentos de mejoramiento continuo y 5S garantiza la seguridad, higiene y protección del medio ambiente.

Al implementar estos ocho pilares, las empresas pueden lograr importantes beneficios, como:

- Mejora de la productividad y eficiencia: al eliminar pérdidas y mejorar la efectividad de los equipos y procesos.
- Reducción de costos y pérdidas: al evitar fallas y reducir los tiempos de parada.
- Mejora de la calidad de los productos y servicios: al mantener condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos.

- Aumento de la seguridad y protección del medio ambiente: al aplicar instrumentos de mejoramiento continuo y 5S.
- Mejora de la motivación y capacitación de los empleados: al proporcionar capacitación y motivación en mejores prácticas internacionales.

Estos pilares trabajan juntos para crear un entorno de producción eficiente, seguro y de alta calidad, donde se minimizan las pérdidas y se maximiza la productividad y la eficiencia.

Tabla 1.

Fases de implantación del TPM

FASE	PASO	DETALLES
1.-PREPARACIÓN	1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa.	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2. Información sobre el TPM.	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM.
	3. Estructura promocional del TPM.	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM; establecer oficina de promoción del TPM.
	4. Objetivos y políticas básicas TPM y metas.	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos y prever resultados.
	5. Plan maestro de desarrollo TPM.	Prepara planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.
2.- INTRODUCCIÓN	6. Arranque formal del TPM.	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas.
3.-IMPLANTACIÓN	7. Mejorar la efectividad del equipo.	Seleccionar equipo con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado.	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10. Formación para elevar las capacidades de operación y mantenimiento.	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñaran a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos.	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.
4.-ESTABILIZACIÓN	12. Consolidación del TPM y elevación de metas.	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA

Nota: Tomado de Cuatrecasas Arbós, Lluís. "TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva control"

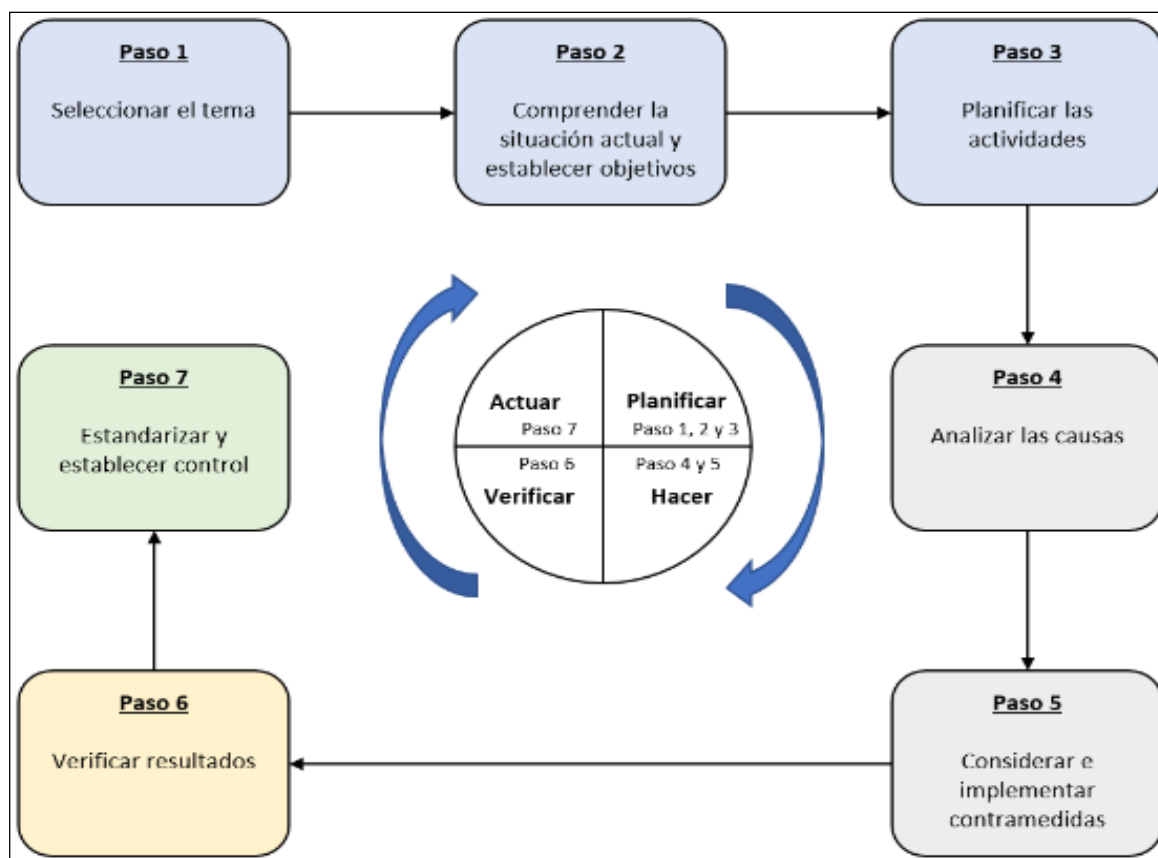
2.1.5 MEJORAS ENFOCADAS

Según GÓMEZ¹⁴, las Mejoras Enfocadas son una metodología integral que busca optimizar la efectividad de equipos, procesos y planes en una organización. Este enfoque involucra a diversas áreas de la organización y se basa en la colaboración interfuncional.

El objetivo principal de las Mejoras Enfocadas es eliminar ineficiencias y mejorar la productividad. Para lograr esto, es fundamental implementar técnicas de Mantenimiento Productivo Total (TPM), que permiten reducir significativamente las averías y fallas en los equipos.

Figura 4.

Los 7 pasos de las mejoras enfocadas



Nota: Tomado de Gómez Carola. "Mantenimiento Productivo Total. Una visión global".

¹⁴ GÓMEZ SANTOS, CAROLA (2010): "Mantenimiento Productivo Total. Una visión global." (Libro). Editorial: LULU. Las Canarias. España, ISBN: 978-1-4467-4569-4

El proceso de mejora enfocada sigue el ciclo de Deming, también conocido como PHVA, que consta de cuatro etapas fundamentales: planificar, hacer, verificar y actuar. Estas etapas permiten a las organizaciones abordar los problemas de manera sistemática y estructurada, lo que conduce a una mejora continua y sostenible en la eficiencia y productividad. En la Figura 4, se muestra estas etapas se componen de pasos 7 clave de las mejoras enfocadas.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

La presente investigación contempla el siguiente marco conceptual:

- a) **Deterioro forzado:** Deterioro generado por no tener un plan de cuidado y conservación de equipos, acelerando el deterioro natural del activo.
- b) **Disponibilidad:** Mide la relación del tiempo de funcionamiento, en la cual los equipos están en condiciones para producir, contra el tiempo total, el cual incluye los tiempos de paros que impiden que los equipos estén en marcha.
- c) **CU:** Es la abreviatura de "Caja Unitaria", la cual representa 30 litros de producto envasado,
- d) **Falla:** Un evento inesperado que causa la pérdida total o parcial de la capacidad de una máquina o equipo para realizar sus funciones diseñadas, lo que puede afectar la productividad y la eficiencia en una planta industrial.
- e) **Gestión del Mantenimiento:** Proceso integral que implica planificar, programar, organizar, coordinar y controlar los recursos de mano de obra, repuestos y tiempo para lograr un mantenimiento eficiente y efectivo de los activos en plantas industriales, con el objetivo de maximizar la disponibilidad y la productividad de los equipos.
- f) **Hot Fill (HF):** Es el proceso de llenado en caliente, se envasa el producto a 80C° lo cual genera que pasteurice el producto asegurando su inocuidad.

- g) **Indicadores:** Información utilizada para dar seguimiento y ajustar las acciones que un sistema, subsistema, o proceso, emprende para alcanzar el cumplimiento de sus misión, objetivos y metas. Un indicador como unidad de medida permite el monitoreo y evaluación de las variables clave de un sistema organizacional, mediante su comparación, en el tiempo, con referentes externos e internos.
- h) **Línea de embotellado:** Línea de producción donde se producen bebidas carbonatadas, jugos, rehidratantes, energizantes y agua.
- i) **OEE (Overall Equipment Effectiveness):** Efectividad Global de Equipos es el indicador que engloba todas las pérdidas que pueden tener un equipo y permite priorizar las acciones de mejora. El OEE se obtiene multiplicando los coeficientes de disponibilidad, eficiencia y calidad del proceso.
- j) **Proceso:** Conjunto de operaciones o actividades que se realizan en secuencia y de manera sistemática para transformar recursos (entradas) en un producto o servicio.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LOS PROCESOS DE EMBOTELLADO EN LA EMPRESA GRACO SAC

El grupo AJE a través de su empresa Embotelladora Graco SAC, en la línea producción Hot Fill se produce bebidas energizantes, rehidratantes, jugos, etc.

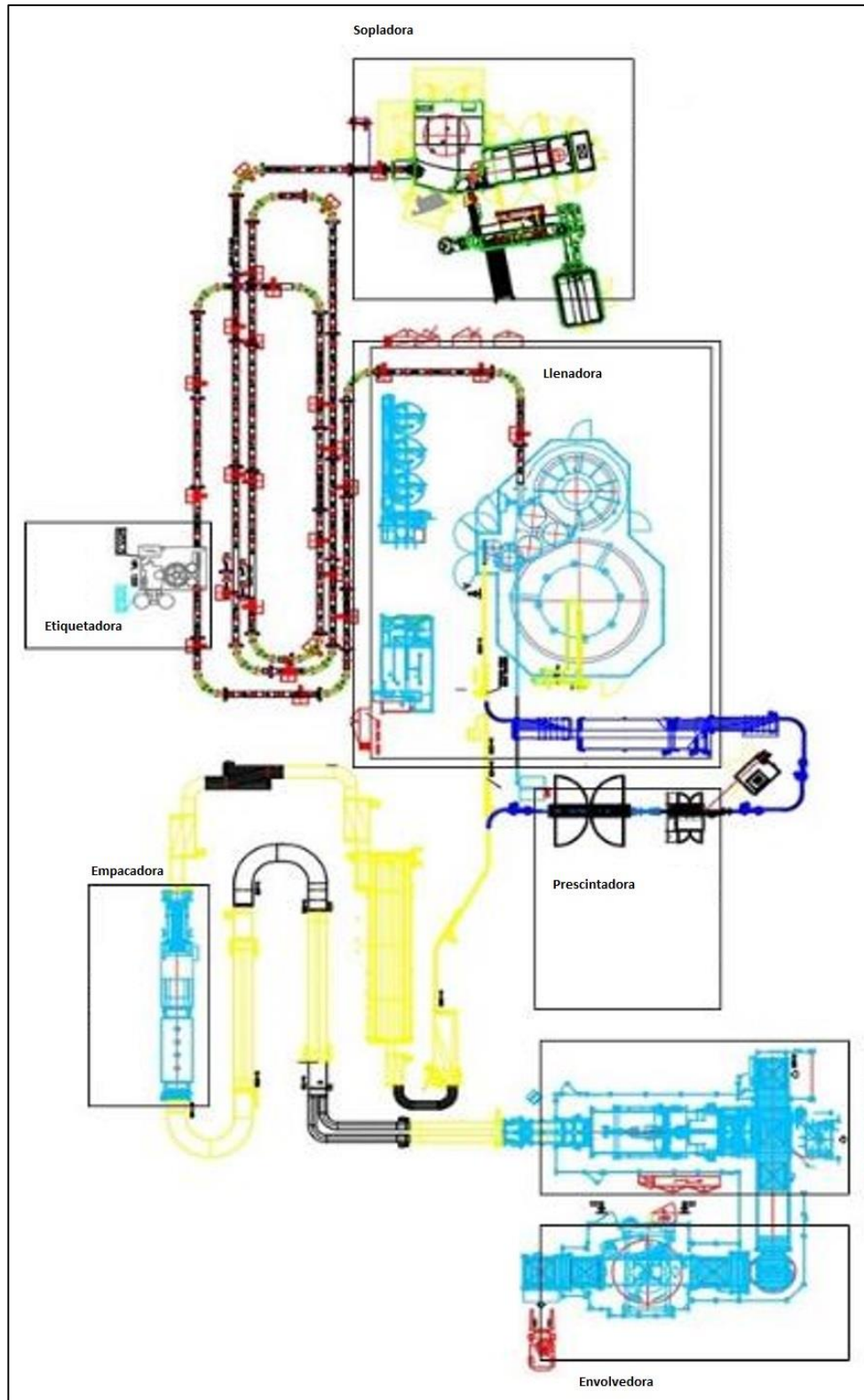
3.1.1 PROCESO GENERAL DE ENVASADO

En el proceso general de envasado Hot Fill se distinguen distintos procesos que interviene en cada etapa del envasado, como el soplado, etiquetado, llenado, empacado y paletizado, en la Figura 5 se describe cada etapa y en el anexo se muestra el listado de equipos que se cuentan en la planta de embotellado.

- a) Proceso de elaboración de jarabe**, este proceso consiste en mezclar los bases, azúcar, esencias, colorantes, saborizantes, etc. Los cuales son agitados constantemente para su correcta mezcla en los tanques de 30,000 litros para reposar y luego ser transportado mediante tuberías al mixer de la línea de envasado.
- b) Proceso de tratamiento de agua**, en este proceso se trata el agua extraída del pozo subterráneo (agua fuente), pasado un tanque reactor para mezclarse con aditivos químicos, pasando los filtros de carbón, filtro arena, UV y pasar por un filtro pulidor, esta agua tratada va directo a la línea de envasado bebible a mezclarse en el mixer.

Figura 5.

Proceso de envasado bebible



Nota: Tomado del manual de procesos de la empresa.

- c) **Proceso de soplado**, en este proceso se obtiene las botellas PET, mediante el soplado de preformas PET (polietileno tereftalato) en la tolva de la sopladora, cabe indicar que el gramaje depende del formato a producir, la preforma ingresa a un horno para su calentamiento hasta 120C° y se le inyecta aire a 30 bar de presión, tomando la forma del molde de la botella del formato requerido.
- d) **Proceso de transporte**, en este proceso se transporta las botellas, paquetes por cadenas y bandas transportadoras desde el proceso de soplado hasta el proceso de paletizado.
- e) **Proceso de etiquetado**, en este proceso se obtiene las botellas con la etiqueta del producto a producir, mediante el uso de la etiquetadora la cual corta las etiquetas y aplica goma caliente para la adherencia de la etiqueta en la botella soplada.
- f) **Proceso de mezclado**, en este proceso se mezcla el jarabe con el agua tratada y se inyecta el gas carbónico, considerando los parámetros de grados brix, volumen de CO₂, temperatura.
- g) **Proceso de llenado**, en este proceso se llena bebida en las botellas etiquetadas, las cuales pasan previamente por el rinser para una limpieza interna antes de ser llenadas. Una vez la botella pasa por la llenadora rotativa, pasa por el capsulador rotativo para la colocación de la tapa.
- h) **Proceso de precintado**, en este proceso depende del producto que se está envasando, se utiliza para colocar etiquetas termocontraíbles para la seguridad de la apertura de la bebida o para productor que tienen otro diseño que requiere el uso de etiquetas que tomen la forma de la botella.
- i) **Proceso de codificado**, en este proceso se grava con tinta o laser la fecha de vencimiento, línea y planta donde fue envasado el producto terminado para

la información del consumidor y trazabilidad requerida por la normativa vigente de DIGESA.

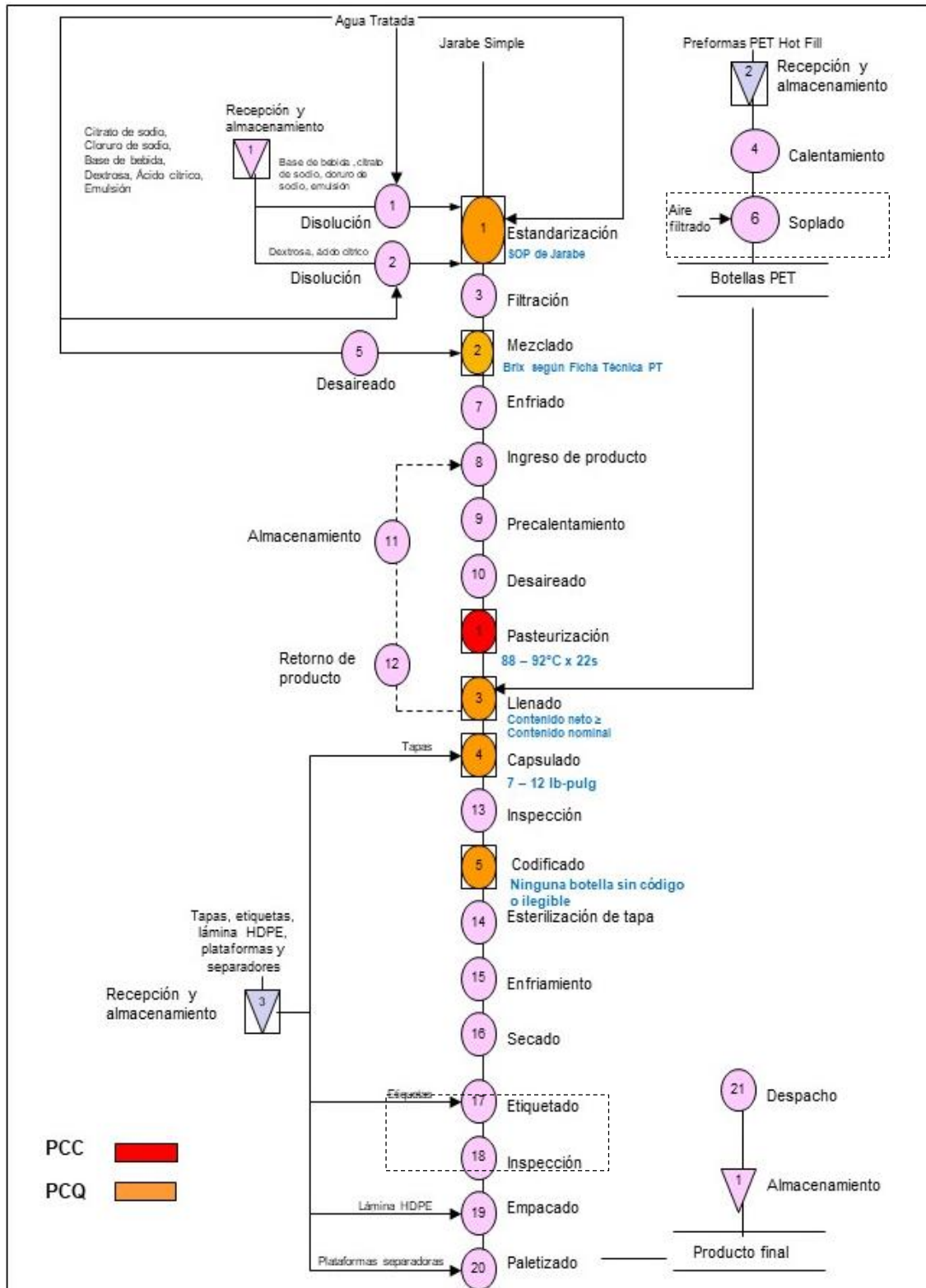
- j) Proceso de empacado**, en este proceso se agrupan las botellas para formar los paquetes de producto de 4, 6, 12, 15 botellas. La empacadora lo envuelve en una lámina termocontraible la cual al pasar por el horno se compacta y forma el paquete según el formato requerido.
- k) Proceso de paletizado**, en este proceso los paquetes de botellas se agrupan y se distribuyen en el pallet según la cantidad de botellas en cada paquete. Se hacen varias camas con divisiones de cartonplast hasta formar 7,8 u 9 camas según el formato que se está produciendo.
- l) Proceso de envoltura**, en este proceso el pallet completo se transporta a la maquina envolvedora la cual coloca el strech film para dar consistencia al pallet de producto terminado.
- m) Almacenamiento**, luego del proceso de envoltura se procede a trasportar en montacargas los pallets para el almacenamiento en el almacén de producto terminado, en el cual se clasifica según el tipo de SKU producido.

3.1.2 DIAGRAMA DE OPERACIONES DE ENVASADO EN HOT FILL

En la Figura 6 se muestra el DOP de envasado Hot Fill, el cual comienza en el tratamiento de agua y termina con el producto siendo trasportadas al almacén de proyecto terminado.

Figura 6.

Proceso de envasado Hot Fill



Nota: Tomado del manual de procesos de la empresa.

3.2 ESTADO SITUACIONAL DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO

3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El proceso de la gestión de mantenimiento se muestra líneas abajo en la Figura 7, con sus entradas y salidas, siendo las entradas los insumos que recibe de las áreas con las cuales se coordina, las salidas son los productos que se entregan a las áreas clientes de mantenimiento.

Figura 7.

Proceso de la gestión de mantenimiento

Descripción de la Unidad de Negocio : Mantenimiento y Proyectos				
INPUT		PROCESO	OUTPUT	
PROVEEDORES	INSUMOS	NEGOCIO	PRODUCTOS	CLIENTES
Compras	Repuestos y servicios locales (Homologados) e importados para mantenimiento en el mejor tiempo óptimo.	VISIÓN Ser referencia en el Pilar de Gestión de Activos con el 50% de cumplimiento en la fase de conciencia asegurando: Flexibilidad, Eficiencia de Máquina, Confiabilidad y cumplimiento de PCCA al mejor costo. Con buenas practicas de conservación del medio ambiente.	Confiabilidad de equipos de planta	Gerente de Planta
Planeamiento de Cadena de suministros	Tiempo disponible para mantenimiento de líneas productivas para el cumplimiento del PCCA e implementación de proyectos de mejora.		Mantenimiento Planificado (Paradas programadas y Mantenimientos Mayores)	Planeamiento de Cadena de Suministro
Talento Humano	Programa de capacitaciones anuales Atención de comedor, movillidades, etc. durante mantenimientos extraordinarios.		Mantenimiento Ejecutado (Mantenimientos de PCC 's y requisitos legales)	Jefe de Calidad
Calidad	* Observaciones y No conformidades de auditorías internas y externas. * PCC identificados en el plan Haccp		Gasto de mantenimiento Horas Extra Inventario de repuestos Indicador de Energía Eléctrica y Energía Térmica	Gerente de Planta
Seguridad y Salud Ocupacional	Capacitaciones Entrega de EPP ' S ATS- PTR- Permisos de trabajo	MISIÓN Superar el 85% de eficiencia de máquina a nivel nacional cumpliendo el ratio de costo de 0.25 \$/Caja de 30 Litros. Cumplir con la ejecución de los proyectos dentro del margen del CAPEX aprobado.	Control de Capex Cumplimiento de los proyectos de cadena de suministros.	Gerencia de Cadena de Suministros
Gerencia de Cadena de Suministros	Aprobación de la ejecución de presupuesto de mantenimiento asignado.			
Almacén de repuestos	Entrega de repuestos para la ejecución de mantenimientos programados.			
Gerencia de Cadena de Suministros	Aprobación de CAPEX de proyectos			

Nota: Tomado del manual de procesos de la empresa.

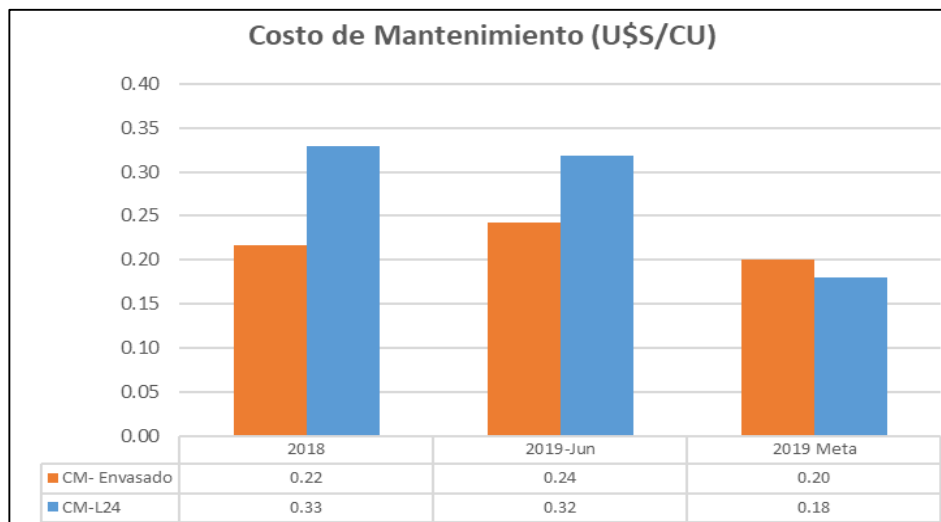
3.2.2 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Como línea base se muestra los indicadores de la gestión de mantenimiento, considerando la línea producción HF antes del inicio de la investigación, 1er semestre 2019.

- Costo de mantenimiento:** Como valor al 1er semestre del 2019, se obtuvo 0.32 USD / CU en la línea HF y como área de producción 0.24 USD / CU.

Figura 8

Costo unitario de mantenimiento

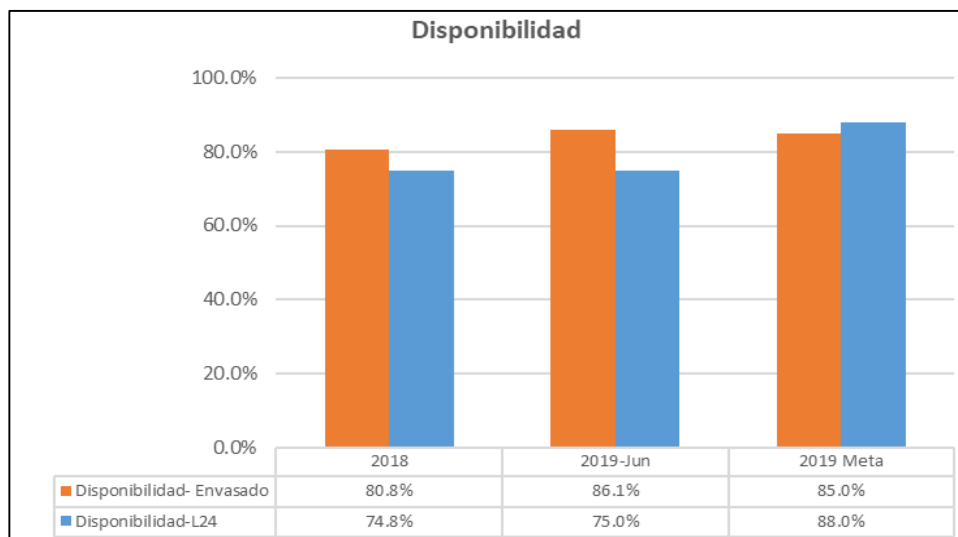


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- b. Disponibilidad:** como valor del 1er semestre del 2019, se obtuvo 75% en la línea HF y como área de producción 86.1%.

Figura 9.

Disponibilidad de la línea HF y envasado inicial

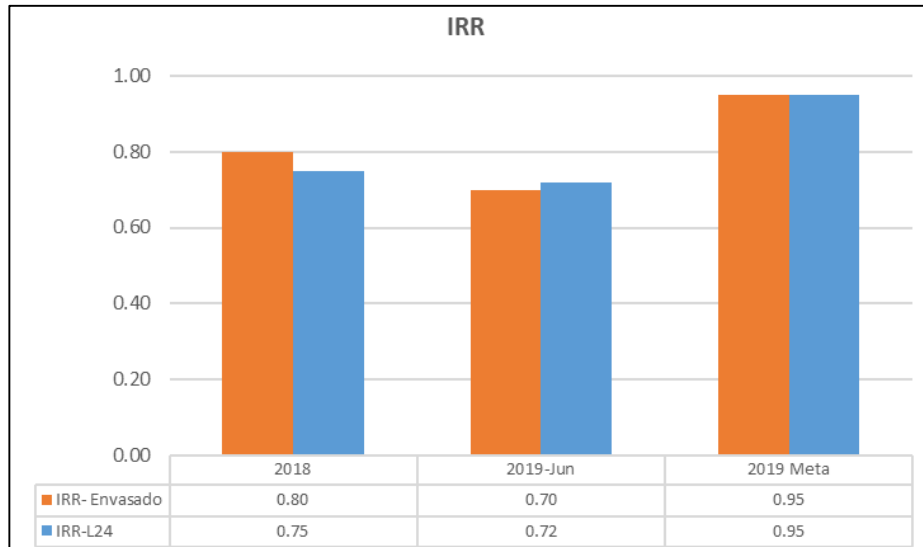


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- c. Gestión de repuestos:** Se mide con el índice de rotación de inventario (IRR), teniendo un valor al cierre del 1er semestre del 2019 un valor de 0.72 en la línea HF y como área de producción 0.70.

Figura 10.

Gestión de repuestos IRR.

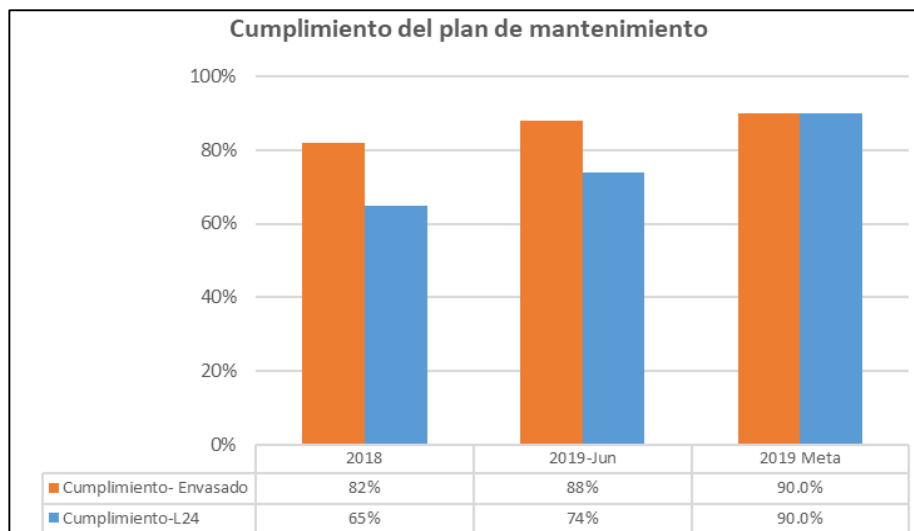


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- d. Grado de cumplimiento del plan de mantenimiento:** al cierre del 1er semestre del 2019, se tiene un valor de 74% en la línea HF y 88% en el área de producción.

Figura 11.

Grado de cumplimiento del programa de mantenimiento



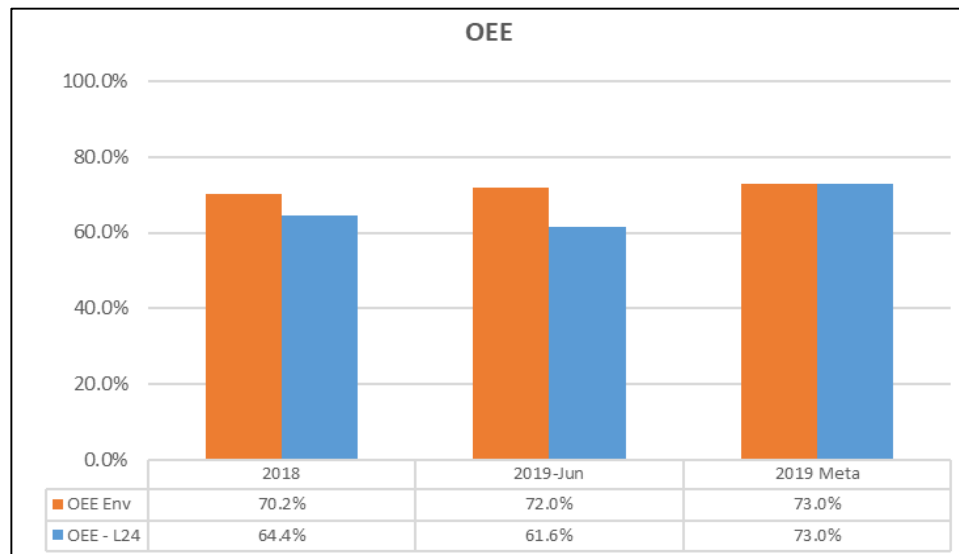
Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.2.3 ESTADO SITUACIONAL DEL OEE

En la Figura 12 se muestra el comportamiento del OEE hasta el 1er semestre del 2019, correspondiente a la línea HF, OEE 61.6% y el área de producción, OEE 72.0%.

Figura 12.

OEE de la línea HF



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Para el cálculo del OEE se considera la descomposición de los tiempos perdidos. En la Tabla 2 muestra la distribución de los tiempos en el 1er. Semestre del 2019 relacionados a la línea de producción HF.

Tabla 2.

Distribución de paradas del OEE

OEE	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
A.- Tiempo total de calendario (Hrs)	744	672	744	720	744	720
B.- Tiempo disponible para producción	643	530	630	448	411	368
C.- Tiempo operacional disponible (Hrs)	641	520	626	438	411	362
D.- Tiempo productivo disponible (Hrs)	567	448	565	377	362	307
E.- Tiempo productivo (Hrs)	547	439	556	374	355	304
F.- Tiempo productivo neto (Hrs)	461	368	483	303	303	228
G.- Tiempo operacional neto (Hrs)	461	368	483	303	303	228
H.- Tiempo operacional útil (Hrs)	461	368	483	303	303	226
% OEE (H/B)	71.7%	69.4%	76.7%	67.7%	73.7%	61.6%

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.3 ANÁLISIS DE LAS PARADAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN HOT FILL

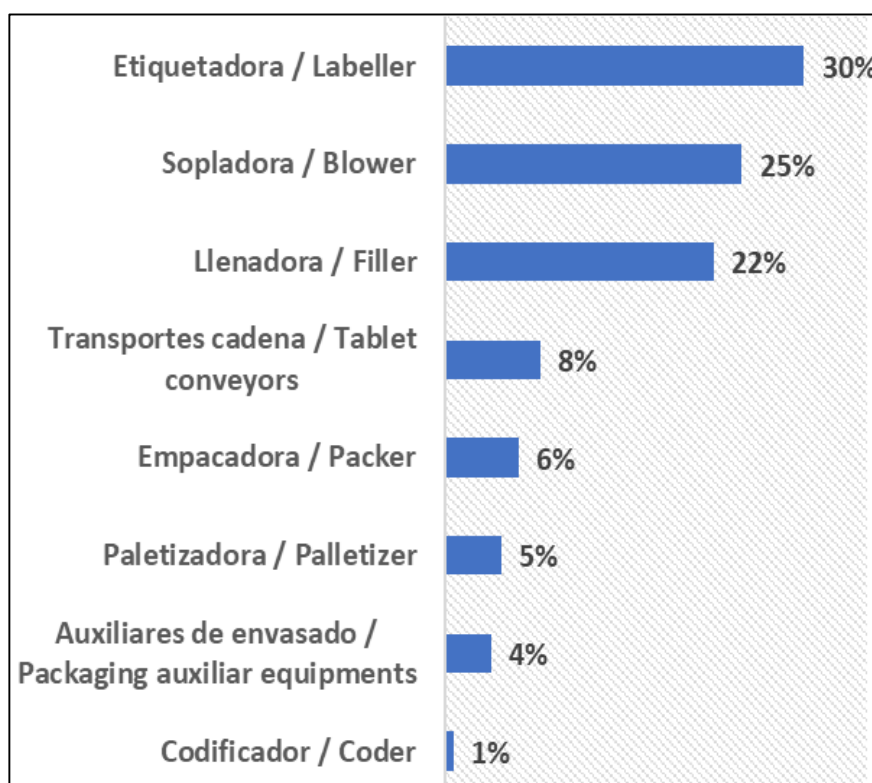
En el análisis se considerando el 2.1.2 , la ecuación (b), en la cual el componente principal son las paradas de la línea productiva.

3.3.1 DISTRIBUCIÓN DE PARADAS EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN VEINTICUATRO

Se realiza un Diagrama de Pareto de fallas correspondientes a la línea HF, considerando todos los equipos de la línea como se aprecia en la Figura 13, siendo la etiquetadora y sopladora, los que tienen mayor participación de paradas.

Figura 13.

Diagrama de Pareto de fallas de equipos en la línea HF.



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.3.1.1 PARADAS ETIQUETADORA

La etiquetadora XU-YUAN tiene más de 6,000 min de parada en el 1er semestre del 2019, tal como se muestra en la Tabla 3, donde se realiza un ordenamiento para poder apreciar las principales paradas relacionadas a la etiquetadora XU-YUAN, siendo las más relevantes la “traba de prescinto” y “sistema eléctrico”.

Tabla 3.

Fallas en la etiquetadora de la línea HF.

Equipo	Detalle de Parada	Tiempo (Min)	Frec.
Etiquetadora	Traba De Prescinto	2,486	392
	Sistema Eléctrico	1,343	86
	Reparación Del Plato De La Cuchilla	465	17
	Rotura De Faja	436	8
	Falla En El Sistema Eléctrico	340	2
	Rodamientos Gastados	220	8
	Regulación De Altura	203	17
	Motorreductor	169	10
	Cambio De Cuchilla	162	11
	Regulación Del Sin Fin	151	15
	Falla De Sensor	143	15
	Torpedo Gastado	120	7
	Sincronizado De Sinfín	108	9
	Cambio De Faja	30	3
	Cambio De Formato	30	2
	Cambio De Rodillo Impulsor	9	1
		6,415	603

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.3.1.2 PARADAS DE LA SOPLADORA

La sopladora SIPA tiene más de 5,700 min de parada en el 1er semestre del 2019, tal como se muestra en la Tabla 4, donde también se puede apreciar que los sistemas que tienen mayores tiempos perdidos son “tablero eléctrico” y “Sistema de transmisión”. Así también en la Tabla 5 se aprecia las principales causas de las pérdidas en los sistemas de la sopladora.

Tabla 4.*Distribución de paradas por sistema Sopladora Línea HF.*

Equipo	Sistema con falla	Tiempo (Min)	Frecuencia
Sopladora	Sistema Eléctrico / Electrónico	1,379	43
	Sistema de transmisión	1,302	42
	Sistema de horno	757	31
	Sistema de molde	581	12
	Sistema de estirado	546	17
	Sistema de alimentacion	380	53
	Sistema bloque de soplado	327	3
	Prensa de soplado	183	6
	Panel neumático	157	4
	Transferencia bot/preforma	76	5
	Sistema hidráulico	19	1
	Total		5,707

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Tabla 5.*Fallas en la sopladora de la línea HF.*

Equipo	Detalle de Parada	Tiempo (Min)	Frec .
Tablero eléctrico	Cables de comunicación	1,056	31
	Fusibles de disparo rápido	297	8
	Tarjeta electrónica	26	4
Sistema de transmisión	Sincronización de brazo de transferencia preforma	535	15
	Sincronización de entrada de preformas	315	10
	Sincronización de molde brazo transferencial de bote	262	13
	Enconder	120	2
	Sincronización brazo transferencia botellas rueda	70	2
Sistema de horno	Cadena de túnelas	401	13
	Tensor de cadena	175	8
	Túnelas	92	5
	Mangueras	30	1
	Limitador de `par	20	1
	Rueda del horno	16	1
	Sensor	14	1
	Lámparas infrarrojas	9	1
Sistema de molde	Fondo de molde	317	5
	Entrada salidas de agua	165	5
	Plancha de bloqueo	60	1
	Horquilla	39	1
Sistema de estirado	Varilla de estirado	411	14
	Sensor de estirado	135	3

Sistema de alimentación	Riel de carga de preformas	173	39
	Rodillos orientadores	100	5
	Banda elevadora de preformas	45	3
	Sensores	35	3
	Volcador de preformas	22	2
	Tanque recogidas de preformas tolva	5	1
Sistema bloque de soplado	Regulador de flujo	267	1
	Plancha de cierre (sello)	40	1
	Mangueras	20	1
Prensa de soplado	Mangueras	119	4
	Pernos de prensa	64	2
Panel neumático	Electroválvula	82	2
	Conector rápido	53	1
	Manguera de alta presión	22	1
Transferencia bot/preforma	Pinzas	76	5
Sistema hidráulico	Mangueras	19	1
Total		5,707	217

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.4 MEJORAS ENFOCADAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN HF

3.4.1 MEJORAS ENFOCADAS EN LA SOPLADORA

3.4.1.1 PASO 01 - SELECCIONAR EL PROBLEMA

Para el análisis del paso 01 se considera los datos de los indicadores de “Disponibilidad” y como referencia el “OEE” del 1er semestre del 2019, Figura 14.

Problema de la Sopladora: La disponibilidad está por debajo de la meta en -5.6%, y el OEE en -11.4%.

3.4.1.2 PASO 02 - COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL Y ESTABLECER OBJETIVOS

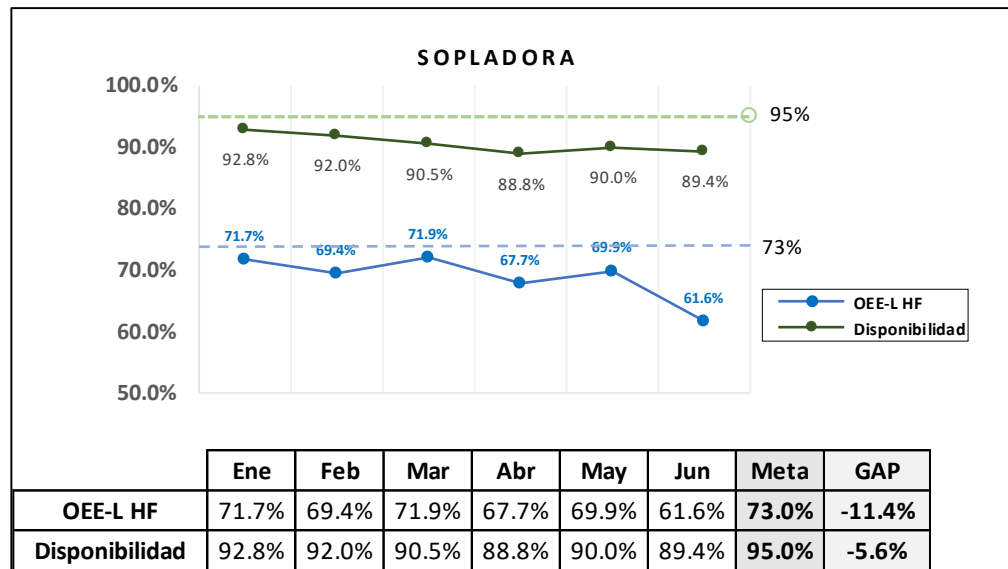
Para el análisis del paso 02, recopilamos los datos de las paradas en la sopladora, ordenándolo en la Tabla 6 y haciendo un Diagrama de Pareto, Figura 15.

3.4.1.1 PASO 03 - PLANIFICAR LAS ACTIVIDADES

Se planifica los pasos de las mejoras enfocadas para su ejecución, como muestra la Figura 16.

Figura 14.

Disponibilidad de la sopladora



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Tabla 6.

Tabla de tiempos perdidos en la sopladora

PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS				
N°	Sistema en falla	Tiempo (min)	% Unitario	% Acumulado
(01)	Sistema Eléctrico / Electrónico	1379	24.2%	24.2%
(02)	Sistema de transferencia	1302	22.8%	47.0%
(03)	Sistema de horno	757	13.3%	60.2%
(04)	Sistema de molde	581	10.2%	70.4%
(05)	Sistema de estirado	546	9.6%	80.0%
(06)	Sistema de alimentacion	380	6.7%	86.6%
(07)	Sistema bloque de soplado	327	5.7%	92.4%
(08)	Prensa de soplado	183	3.2%	95.6%
(09)	Panel neumático	157	2.8%	98.3%
(10)	Transferencia bot/preforma	76	1.3%	99.7%
(11)	Sistema hidráulico	19	0.3%	100.0%
TOTAL		5707	100.0%	

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Tabla 7.

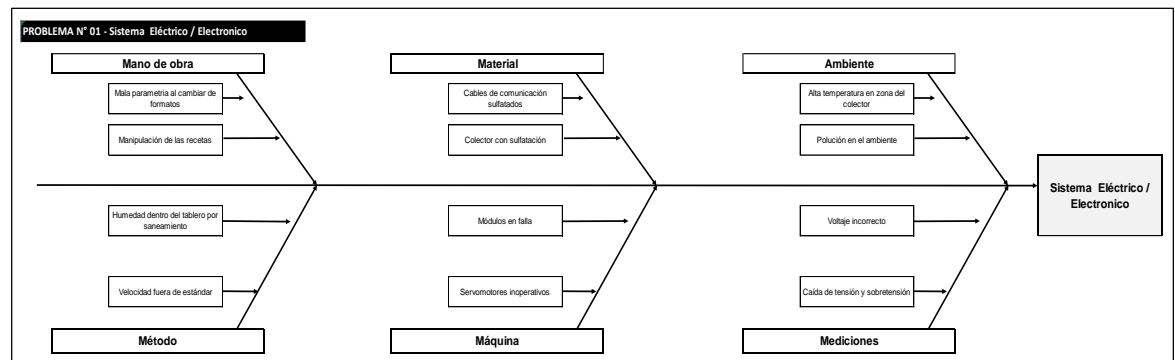
Causas del problema 01 - Sistema Eléctrico y Electrónico

Posibles causas - problema 01	6Ms
Mala parametria al cambiar de formatos	Mano de Obra
Manipulación de las recetas	Mano de Obra
Módulos en falla	Maquina
Servomotores inoperativos	Maquina
Cables de comunicación sulfatados	Material
Colector con sulfatación	Material
Humedad dentro del tablero por saneamiento	Método
Velocidad fuera de estándar	Método
Alta temperatura en zona del colector	Ambiente
Polución en el ambiente	Ambiente
Voltaje incorrecto	Medición
Caída de tensión y sobretensión	Medición

Nota: Elaboración propia.

Figura 17.

Diagrama de ISHIKAWA del problema 01 - Sistema Eléctrico y Electrónico



Nota: Elaboración propia.

Tabla 8.

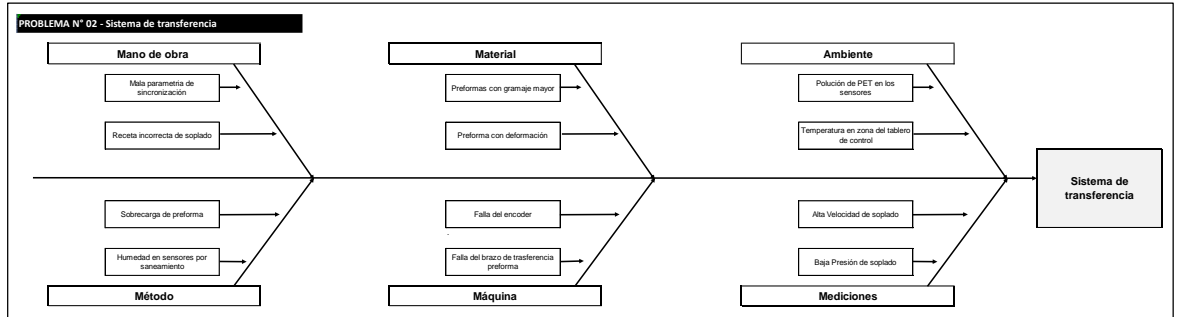
Causas del problema 02 - Sistema de transferencia

Posibles causas - problema 02	6Ms
Mala parametria de sincronización	Mano de Obra
Receta incorrecta de soplado	Mano de Obra
Falla del encoder	Maquina
Falla del brazo de trasferencia preforma	Maquina
Preformas con gramaje mayor	Material
Preforma con deformación	Material
Sobrecarga de preforma	Método
Humedad en sensores por saneamiento	Método
Polución de PET en los sensores	Ambiente
Temperatura en zona del tablero de control	Ambiente
Alta Velocidad de soplado	Medición
Baja Presión de soplado	Medición

Nota: Elaboración propia.

Figura 18.

Diagrama de ISHIKAWA del problema 02 - Sistema de transferencia



Nota: Elaboración propia.

3.4.1.3 PASO 05 - IMPLEMENTAR LAS CONTRAMEDIDAS

Se realiza el plan de acción de las contramedidas a implementar para eliminar las causas de los problemas identificados, Tabla 9.

Tabla 9.

Contramedidas a implementar – Sopladora problema 01 y 02

Plan de acción									
¿Qué?	¿Qué haremos?				Abierta	0	0%		
¿Quién?	¿Quién será responsable de la puesta en práctica de la solución adoptada?				Cerrada	24	100%		
¿Cuándo?	¿En qué momento se ejecutará el plan?				Total de acciones		24		
¿Cómo?	¿De que forma procederemos para que podamos ser lo más eficientes posibles?								
Nº	Equipo	GAP / Problema / Oportunidad	Causa	Qué y/o Cómo	Quién	Cuándo	Fecha Realización	Días de Atraso	Status
1	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Mala parametría al cambiar de formatos	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
2	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Manipulación de las recetas	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados. Back up de cada receta.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
3	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Módulos en falla	Implementar mantenimiento de los módulos.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
4	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Servomotores inoperativos	Implementar mayor ventilación en la zona de estramiento.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
5	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Cables de comunicación sulfatados	Renovación de cable ethercat y modificación de las bases.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
6	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Colector con sulfatación	Implementar mantenimiento del colector	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
7	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Humedad dentro del tablero por saneamiento	Entrenamiento al equipo de saneamiento y actualización del procedimiento.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
8	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Velocidad fuera de estándar	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en las velocidades del proceso.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
9	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Alta temperatura en zona del colector	Climatización en la cabina de soplado.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
10	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Polución en el ambiente	Implementar mantenimiento de los filtros de aire de la cabina.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
11	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Voltaje incorrecto	Mantenimiento del transformador y corrección de tab.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
12	Sopladora	Sistema Eléctrico /Electronico	Caída de tensión y sobretensión	Colocación de UPS / estabilizador	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
13	Sopladora	Sistema de transferencia	Parametría incorrecta de sincronización	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
14	Sopladora	Sistema de transferencia	Receta incorrecta de soplado	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
15	Sopladora	Sistema de transferencia	Falla del encoder	Implementar mantenimiento del encoder.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
16	Sopladora	Sistema de transferencia	Falla del brazo de trasferencia preforma	Implementar inspecciones mensuales de sistema de trasferencia.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
17	Sopladora	Sistema de transferencia	Preformas con gramaje mayor	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en el proceso de soplado.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
18	Sopladora	Sistema de transferencia	Preforma con deformación	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en el proceso de soplado.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
19	Sopladora	Sistema de transferencia	Sobrecarga de preforma	Entrenamiento al operador de soplado y actualización del procedimiento.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
20	Sopladora	Sistema de transferencia	Humedad en sensores por saneamiento	Entrenamiento al equipo de saneamiento y actualización del procedimiento.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
21	Sopladora	Sistema de transferencia	Polución de PET en los sensores	Implementar mantenimiento de los filtros de aire de la cabina.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
22	Sopladora	Sistema de transferencia	Temperatura en zona del tablero de control	Climatización del tablero de control.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
23	Sopladora	Sistema de transferencia	Alta Velocidad de soplado	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en las velocidades del proceso.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
24	Sopladora	Sistema de transferencia	Baja Presión de soplado	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en las regulaciones de presión del proceso.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada

Nota: Elaboración propia.

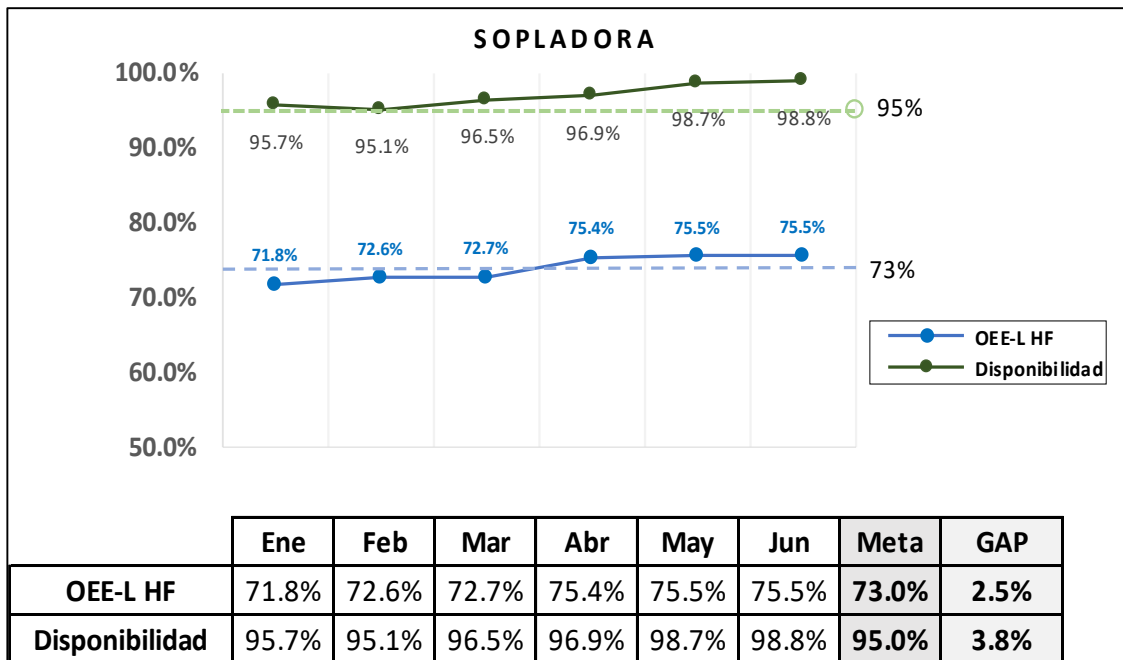
3.4.1.4 PASO 06 - VERIFICAR RESULTADOS

En el análisis del paso 06, se considera los datos de los indicadores de “Disponibilidad” y “OEE” en el periodo del 1er semestre del 2021, Figura 19.

Resultado de la Sopladora: La disponibilidad por encima de la meta en 3.8%, y el OEE en 2.5%.

Figura 19.

Disponibilidad de la sopladora -Resultados



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.4.1.5 PASO 07- ESTANDARIZAR Y ESTABLECER CONTROL

En este paso listamos los estándares implementados para mantener los resultados, Se aprecia en la Tabla 10.

Tabla 10.

Procedimientos y LUP - Sopladora

Procedimiento/ LUP	Status	Comentarios
LUP limpieza, lubricación de moldes y fondos.	Implementado	Publicado en el tablero del operador
LUP limpieza reflectores y de hornos	Implementado	Publicado en el tablero del operador
LUP limpieza y lubricación de patín lineal y grupo estirado.	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Instructivo de trabajo línea HF - sopladora	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Gestión visual, planificación, repuestos.	Implementado	Dashboar de indicadores de los equipos críticos
Indicador de minutos perdidos	Implementado	Indicador que controla el tiempo perdido

Nota: Elaboración propia.

3.4.2 MEJORAS ENFOCADAS EN LA ETIQUETADORA

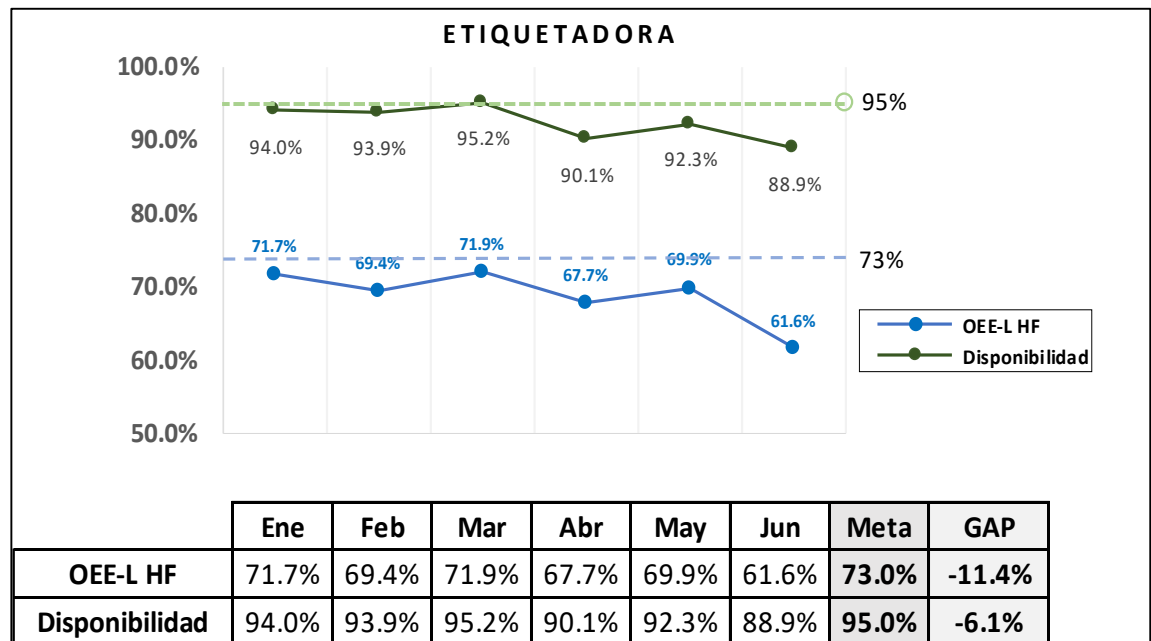
3.4.2.1 PASO 01 - SELECCIONAR EL PROBLEMA

Para el análisis del paso 01 se considera los datos de los indicadores de “Disponibilidad” y como referencia el “OEE” del 1er semestre del 2019, Figura 20.

Problema de la etiquetadora: La disponibilidad por debajo de la meta en - 6.1%, y el OEE en -11.4%.

Figura 20.

Disponibilidad de la etiquetadora



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.4.2.2 PASO 02 - COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL Y ESTABLECER OBJETIVOS

Para el análisis del paso 02, recopilamos los datos de las paradas en la etiquetadora, ordenándolo en la Tabla 11 y haciendo un Pareto el cual se muestra en la Figura 21.

3.4.2.3 PASO 03 - PLANIFICAR LAS ACTIVIDADES

Se planifica los pasos de las mejoras enfocadas para su ejecución, como muestra la Figura 22.

Tabla 11.

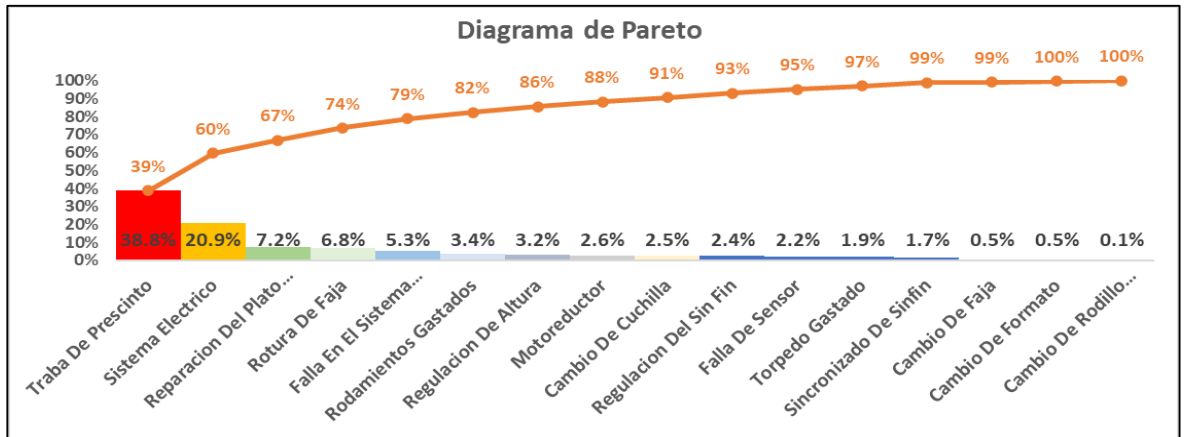
Tabla de tiempos perdidos en la etiquetadora

PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS				
N°	Sistema en falla	Tiempo (min)	% Unitario	% Acumulado
(01)	Traba de Prescinto	2486	38.8%	38.8%
(02)	Sistema eléctrico	1343	20.9%	59.7%
(03)	Reparación del plato de la cuchilla	465	7.2%	66.9%
(04)	Rotura de Faja	436	6.8%	73.7%
(05)	Falla en el sistema eléctrico	340	5.3%	79.0%
(06)	Rodamientos gastados	220	3.4%	82.5%
(07)	Regulación de altura	203	3.2%	85.6%
(08)	Motorreductor	169	2.6%	88.3%
(09)	Cambio de cuchilla	162	2.5%	90.8%
(10)	Regulación del sin fin	151	2.4%	93.1%
(11)	Falla de sensor	143	2.2%	95.4%
(12)	Torpedo gastado	120	1.9%	97.2%
(13)	Sincronizado de sinfín	108	1.7%	98.9%
(14)	Cambio de faja	30	0.5%	99.4%
(15)	Cambio de formato	30	0.5%	99.9%
(16)	Cambio de rodillo impulsor	9	0.1%	100.0%
TOTAL		6415	100.0%	

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Figura 21.

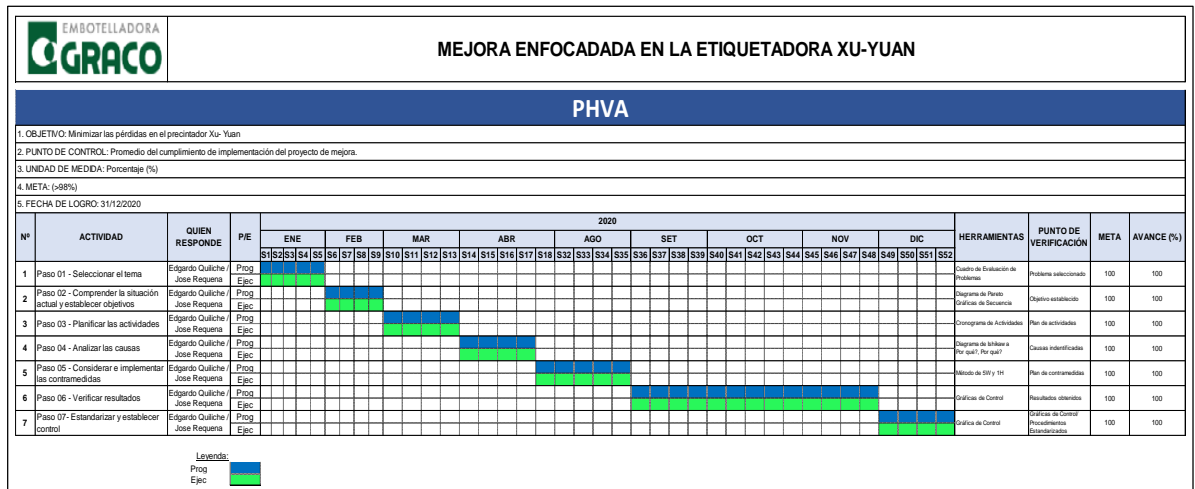
Diagrama de Pareto de la etiquetadora



Nota: Elaboración propia.

Figura 22.

Planificación de actividades para la etiquetadora



Nota: Elaboración propia.

3.4.2.4 PASO 04 - ANALIZAR LAS CAUSAS

Consideramos los 2 principales problemas que impactan en la etiquetadora, Tabla 12 y Tabla 13, luego realizamos el Ishikawa considerando las 6Ms, Figura 23, Figura 24 .

Tabla 12.

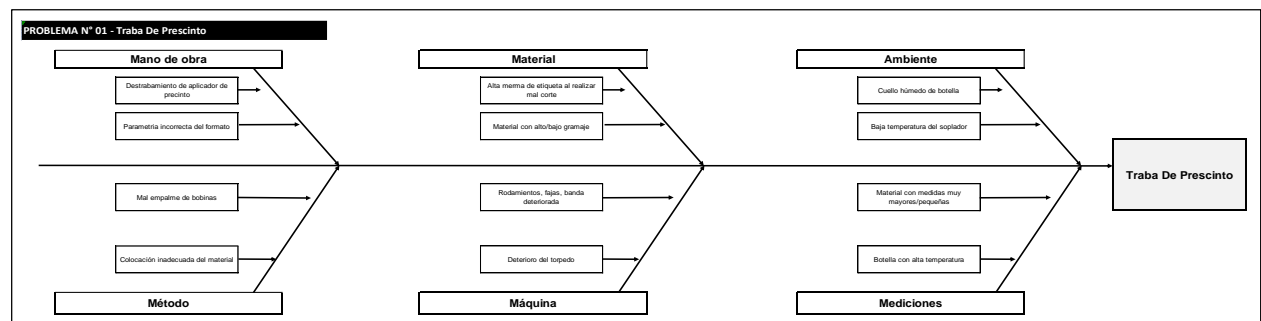
Causas del problema 01 - Traba de Precinto

Posibles causas - problema 01	6Ms
Destrabamiento de aplicador de precinto	Mano de Obra
Parametría incorrecta del formato	Mano de Obra
Rodamientos, fajas, banda deteriorada	Maquina
Deterioro del torpedo	Maquina
Alta merma de etiqueta al realizar mal corte	Material
Material con alto/bajo gramaje	Material
Mal empalme de bobinas	Método
Colocación inadecuada del material	Método
Cuello húmedo de botella	Ambiente
Baja temperatura del soplador	Ambiente
Material con medidas muy mayores/pequeñas	Medición
Botella con alta temperatura	Medición

Nota: Elaboración propia.

Figura 23.

Diagrama de ISHIKAWA del problema 01 - Traba de Precinto



Nota: Elaboración propia.

Tabla 13.

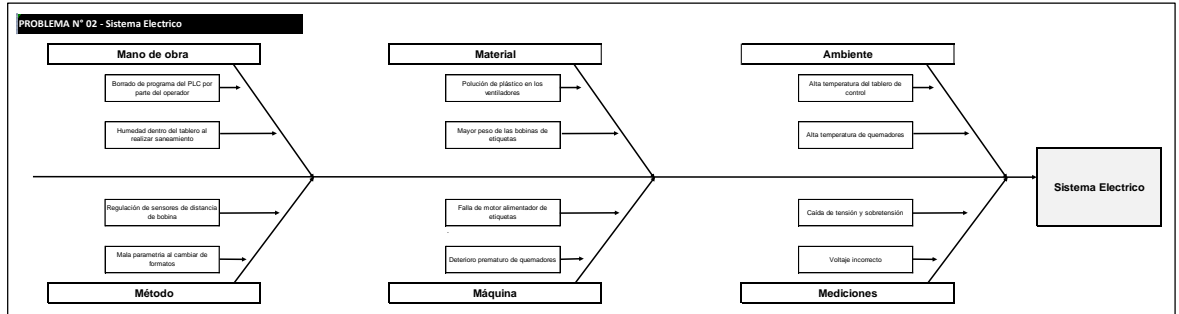
Causas del problema 02 - Sistema eléctrico

Posibles causas - problema 02	6Ms
Borrado de programa del PLC por parte del operador	Mano de Obra
Humedad dentro del tablero al realizar saneamiento	Mano de Obra
Falla de motor alimentador de etiquetas	Maquina
Deterioro prematuro de quemadores	Maquina
Polución de plástico en los ventiladores	Material
Mayor peso de las bobinas de etiquetas	Material
Regulación de sensores de distancia de bobina	Método
Mala parametría al cambiar de formatos	Método
Alta temperatura del tablero de control	Ambiente
Alta temperatura de quemadores	Ambiente
Caída de tensión y sobretensión	Medición
Voltaje incorrecto	Medición

Nota: Elaboración propia.

Figura 24.

Diagrama de ISHIKAWA del problema 02 - Sistema eléctrico



Nota: Elaboración propia.

3.4.2.5 PASO 05 - IMPLEMENTAR LAS CONTRAMEDIDAS

Se realiza el plan de acción de las contramedidas a implementar para eliminar las causas de los problemas identificados, Tabla 14.

Tabla 14.

Contramedidas a implementar –Etiquetadora problema 01 y 02

Plan de acción									
¿Qué?	¿Qué haremos?				Abierta	0	0%		
¿Quién?	¿Quién será responsable de la puesta en práctica de la solución adoptada?				Cerrada	24	100%		
¿Cuándo?	¿En qué momento se ejecutará el plan?				Total de acciones	24			
¿Cómo?	¿De qué forma procederemos para que podamos ser lo más eficientes posibles?								
Nº	Línea/Equipo	GAP / Problema / Oportunidad	Causa	Qué y/o Cómo	Quién	Cuándo	Fecha Realización	Días de Atraso	Status (Automático)
1	Etiquetadora	Traba De Precinto	Destramamiento de aplicador de precinto	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
2	Etiquetadora	Traba De Precinto	Parametría incorrecta del formato	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
3	Etiquetadora	Traba De Precinto	Rodamientos, fajas, banda deteriorada	Actualización de la frecuencia de cambio de componentes y Actualizar la criticidad de repuestos.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
4	Etiquetadora	Traba De Precinto	Deterioro del torpeda	Fabricación de 02 torpedos, para medidas altas y bajas. Clasificar como repuesto critico	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
5	Etiquetadora	Traba De Precinto	Alta merma de etiqueta al realizar mal corte	Cambio de formato de control de insumos e inspección en línea	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
6	Etiquetadora	Traba De Precinto	Material con alto/bajo gramaje	Cambio de formato de control de insumos e inspección en línea	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
7	Etiquetadora	Traba De Precinto	Mal empalme de bobinas	Actualización del procedimiento de operación de precintador / como destibar correctamente el equipo	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
8	Etiquetadora	Traba De Precinto	Colocación inadecuada del material	Actualizar el procedimiento de inspección de los pantalleros / Colocar Inspector de botellas	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
9	Etiquetadora	Traba De Precinto	Cuello húmedo de botella	Instalar sopladores adicionales al ingreso del precintador	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
10	Etiquetadora	Traba De Precinto	Baja temperatura del soplador	Mejorar la temperatura mínima	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
11	Etiquetadora	Traba De Precinto	Material con medidas muy mayores/pequeñas	Capacitación en uso de equipos de pruebas en línea	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
12	Etiquetadora	Traba De Precinto	Botella con alta temperatura	Capacitación en uso de pirometro	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
13	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Borrado de programa del PLC por parte del operador	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
14	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Humedad dentro del tablero al realizar saneamiento	Entrenamiento al equipo de saneamiento y actualización del procedimiento.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
15	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Falla de motor alimentador de etiquetas	Implementar mantenimiento del periférico.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
16	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Deterioro prematuro de quemadores	Mejora en el diseño de los quemadores	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
17	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Polución de plástico en los ventiladores	Implementar mantenimiento de los filtros de aire de la cabina.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
18	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Mayor peso de las bobinas de etiquetas	Actualización de gramajes de los formatos.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
19	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Regulación de sensores de distancia de bobina	Implementar inspecciones semanales de la posición de los sensores.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
20	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Mala parametría al cambiar de formatos	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
21	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Alta temperatura del tablero de control	Climatización del tablero de control.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
22	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Alta temperatura de quemadores	Regulación diaria de la parametrización	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
23	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Caída de tensión y sobretensión	Colocación de UPS / estabilizador	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
24	Etiquetadora	Sistema Eléctrico	Voltaje incorrecto	Mantenimiento del transformador y corrección de tab.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada

Nota: Elaboración propia.

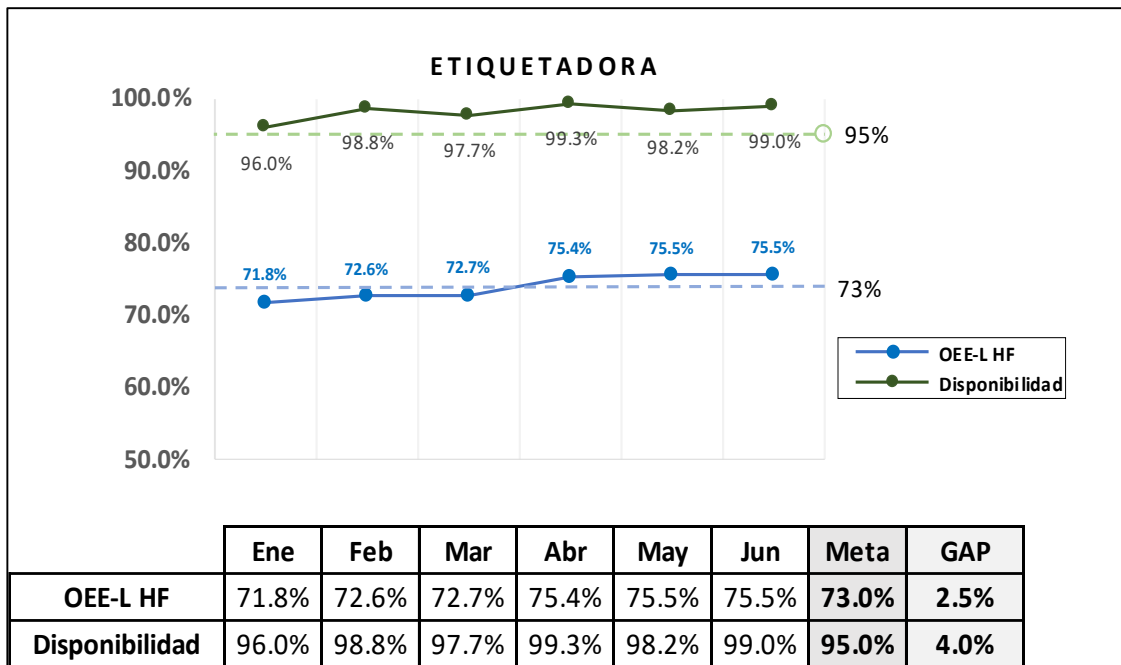
3.4.2.6 PASO 06 - VERIFICAR RESULTADOS

Para el análisis del paso 06, se considera los datos de los indicadores de “Disponibilidad” y “OEE” en el periodo del 1er semestre del 2021, Figura 25 .

Resultado de la etiquetadora: La disponibilidad por encima de la meta en 4.0%, y el OEE en 2.5%.

Figura 25.

Disponibilidad de la etiquetadora -Resultados



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

3.4.2.7 PASO 07- ESTANDARIZAR Y ESTABLECER CONTROL

En este paso listamos los estándares implementados para mantener los resultados, Tabla 15.

Tabla 15.

Procedimientos y LUP – Etiquetadora

Procedimiento/ LUP	Status	Comentarios
Limpieza y lubricación de piñones de transmisión y torpeda	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Limpieza y lubricación de piñón de expulsión y piños sin fin.	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Limpieza y lubricación de sistema de regulación de mesa	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Limpieza, lubricación y ajuste de paquete de corte	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Instructivo de trabajo línea HF -etiquetadora	Implementado	Publicado en el tablero del operador
Gestión visual, planificación, repuestos.	Implementado	Dashboar de indicadores de los equipos críticos
Indicador de minutos perdidos	Implementado	Indicador que controla el tiempo perdido

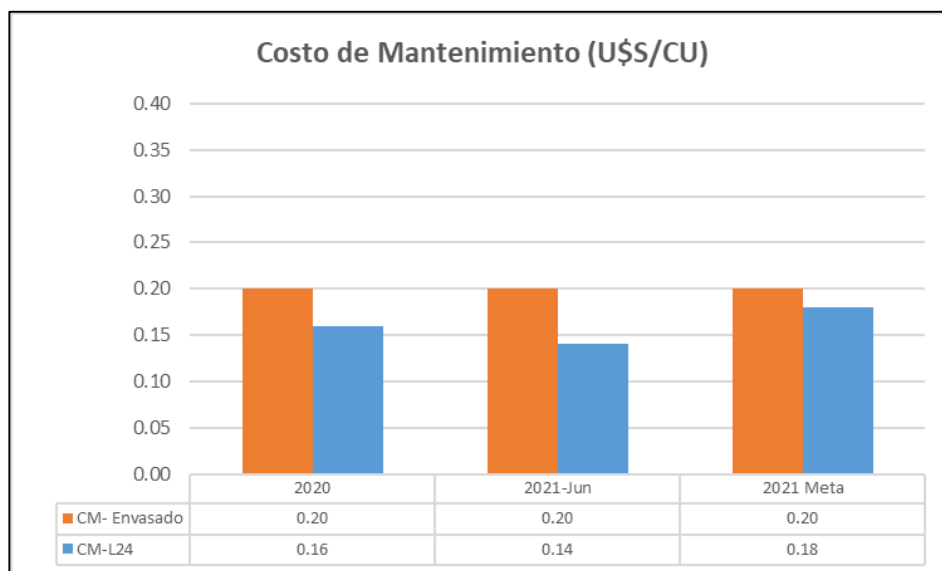
Nota: Elaboración propia.

3.5 RESULTADOS DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN

- a. Costo de mantenimiento:** En comparación al periodo 2020, el valor del 1er semestre del 2021 es de 0.14 US\$ / CU en la línea HF y como área de producción 0.20 US\$ / CU.

Figura 26

Costo de mantenimiento después de la implementación.

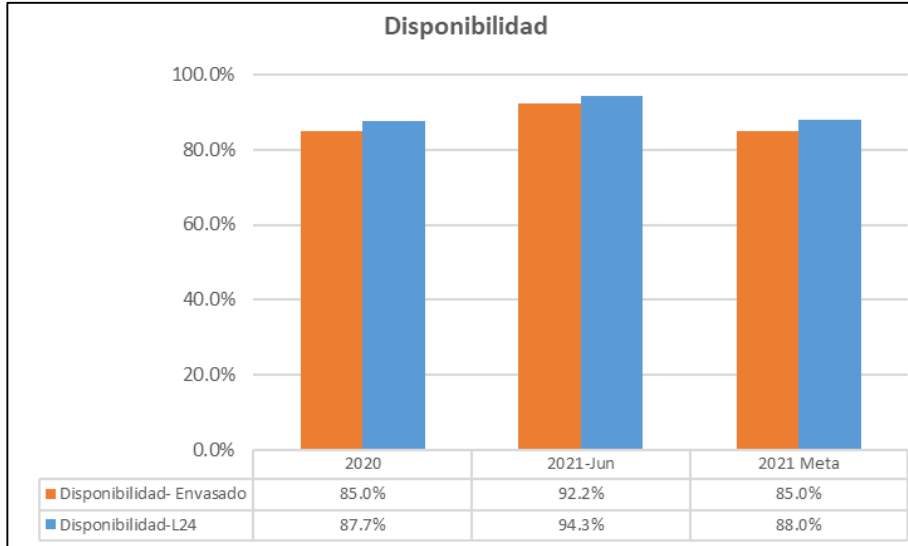


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- b. Disponibilidad:** En comparación al 2020, el valor del 1er semestre del 2021, se obtuvo 94.3% en la línea HF y como área de producción 92.2 %.

Figura 27.

Disponibilidad después de la implementación.

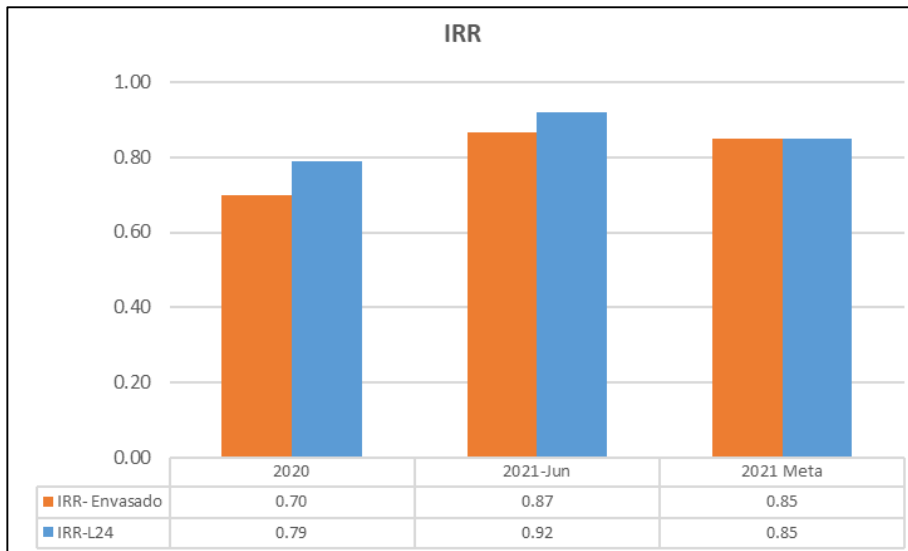


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- c. Gestión de repuestos:** En comparación al periodo 2020, el valor al cierre del 1er semestre del 2021 es de 0.92 en la línea HF y como área de producción 0.87.

Figura 28.

Gestión de repuestos -IRR después de la implementación.

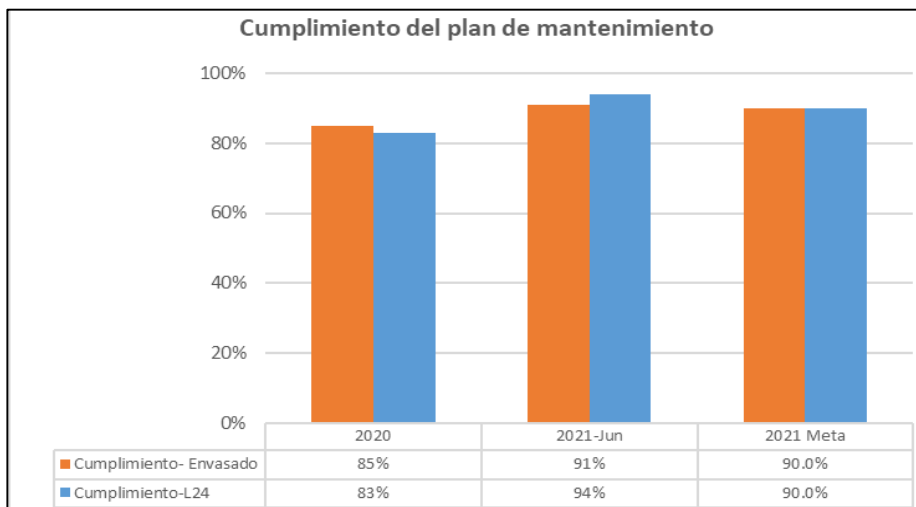


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- d. **Grado de cumplimiento del plan de mantenimiento:** En comparación al periodo 2020. El valor al cierre del 1er semestre del 2021 fue de 94% en la Línea HF y 91% en el área de producción.

Figura 29.

Grado de cumplimiento del programa de mantenimiento después de la implementación.

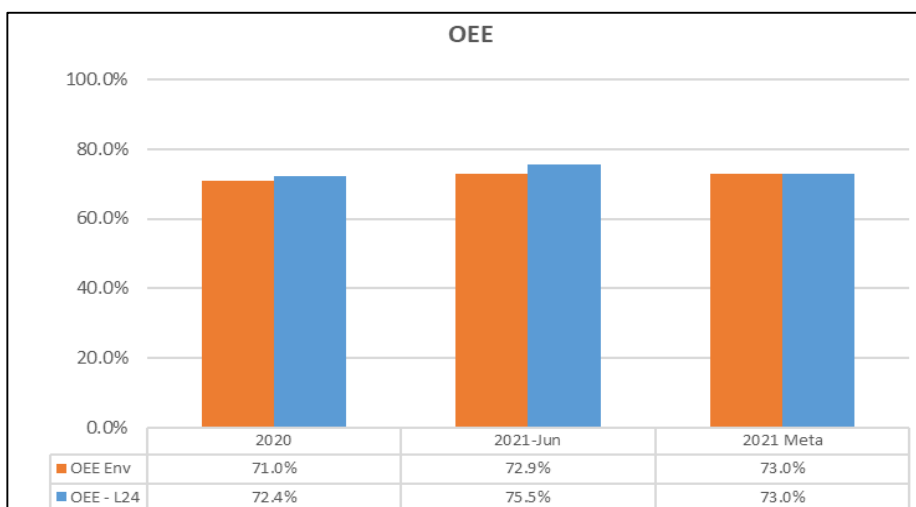


Nota: La empresa.
Elaboración propia.

- e. **OEE:** En comparación al periodo 2020, el valor del 1er semestre del 2021 de la línea HF es de 75.5% y un OEE del 72.9%. Figura 30.

Figura 30.

OEE después de la implementación.



Nota: La empresa.
Elaboración propia.

f. Tiempos perdidos: como resultado se tiene un total de 5,190 minutos perdidos durante el 1er semestre 2021:

Tabla 16.

Resultados de los minutos perdidos en la etiquetadora

Equipo	Detalle de Parada	Tiempo (Min)	Frecuencia
Etiquetadora	Sistema Eléctrico	315	2
	Rodamientos Gastados	257	14
	Falla en el Sistema Eléctrico	225	26
	Falla de sensor	84	4
	Torpedo Gastado	61	3
	Cambio De Faja	35	1
	Reparación Del Plato De La Cuchilla	18	1
	Motorreductor	10	1
Total		1,005	52

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Tabla 17.

Resultados de los minutos perdidos en la sopladora

Equipo	Sistema con falla	Tiempo (Min)	Frecuencia
Soplado	Sistema de alimentación	1,455	69
	Sistema de estirado	436	16
	Sistema eléctrico - electrónico	399	20
	Panel neumático	392	9
	Sistema de molde	373	15
	Prensa de soplado	212	8
	Sistema de horno	200	9
	Sistema bloque de soplado	197	8
	Transferencia bot/preforma	190	10
	Sistema hidráulico	186	12
	Sistema de transmisión	145	4
Total		4,185	180

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la evaluación realizada a la actual Gestión del Mantenimiento en la empresa Embotelladora Graco SAC se concluye que la Gerencia Mantenimiento tiene dificultades las cuales no le permite manejar adecuadamente los diferentes aspectos que requiere la Gestión del mantenimiento; este hecho, se fundamenta en que no se cumple el plan de mantenimiento, se tiene costos elevados, los repuestos se deterioran en el almacén y la disponibilidad es baja, es decir los indicadores de mantenimiento están por debajo de las metas.

Al tener un bajo cumplimiento del programa de mantenimiento, afecta en la planificación de la gestión de repuestos para realizar el mantenimiento preventivo a los equipos, por ello hay problemas y se refleja en la baja disponibilidad de equipos

Como aspecto importante, en la línea de envasado Hot Fill en la presente Tesis, se tiene un impacto en los minutos perdidos los cuales hacen que la disponibilidad sea del 75% y el OEE sea de 61.6% en la línea HF, clasificado como inaceptable. Por lo que se requiere tomar contramedidas para revertir la condición de los equipos.

Otro aspecto relevante es que el mantenimiento se viene ejecutando cuando el equipo falla, realizando paliativos y acumulando los avisos para ser ejecutados en

una parada programada de toda la línea veinticuatro. Sin embargo, no es lo más recomendable, ya que los problemas se han vuelto crónicos y conlleva a una mayor ratio de costo de mantenimiento por mes, es decir, la empresa viene perdiendo dinero y genera lucro cesante por la insuficiente Gestión del Mantenimiento la línea de producción Hot Fill.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En esta investigación la verificación o contrastación de la hipótesis principal es la razón del trabajo de investigación, dado que está relacionada con el objetivo que se persigue, “Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora”.

Al respecto, en la investigación, la contrastación de la hipótesis general, se sustenta en la verificación de las hipótesis específicas que se formularon en el capítulo I.

Hipótesis específica 01: “La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará la disponibilidad de una empresa embotelladora.”

En el capítulo III, páginas 42 a la 53, se realizó la aplicación de las mejoras enfocadas, obteniendo después de la implementación una mejora en la disponibilidad con 94.3%. En la Tabla 18 se evidencia el impacto positivo con el aumento de la disponibilidad, con lo cual queda contrastado la hipótesis.

Tabla 18.

Disponibilidad en la línea HF y área de producción

	Línea HF	Área de producción
Disponibilidad antes	75.00%	86.00%
Disponibilidad después	94.30%	92.20%

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Hipótesis específica 02: “La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorara los costos unitarios de mantenimiento de una empresa embotelladora.”

En el capítulo III, páginas 42 a la 53, se realizó la aplicación de las mejoras enfocadas, obteniendo después de la implementación una mejora en el costo unitario de mantenimiento con 0.14 US\$/CU. En la Tabla 19 se evidencia el impacto positivo con la reducción del costo unitario de mantenimiento, con lo cual queda contrastado la hipótesis.

Tabla 19.

Costo unitario de mantenimiento en la línea HF y área de producción

	Línea HF	Área de producción
Costo unitario de mantenimiento antes	0.32 USD/ CU	0.24 USD/ CU
Costo unitario de mantenimiento después	0.14 USD/ CU	0.20 USD/ CU

Nota: La empresa.

Elaboración propia.

Hipótesis específica 03: “La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora.”

En el capítulo III, páginas 42 a la 53, se realizó la aplicación de las mejoras enfocadas, obteniendo después de la implementación una mejora en el índice de rotación de repuestos (IRR) con un 0.92. En la Tabla 20 se evidencia el impacto positivo con el aumento del IRR, con lo cual queda contrastado la hipótesis.

Tabla 20.

Índice de rotación de repuestos en la línea HF y área de producción

	Línea HF	Área de producción
Gestión de repuestos (IRR) antes	0.72	0.7
Gestión de repuestos (IRR) después	0.92	0.87

Nota: La empresa.

Elaboración propia.

Hipótesis específica 04: “La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorara el OEE de una empresa embotelladora.”

En el capítulo III, páginas 42 a la 53, se realizó la aplicación de las mejoras enfocadas, obteniendo después de la implementación una mejora en la eficiencia global de equipos (OEE) con un 75.50%, clasificado como aceptable. En la Tabla 21

se evidencia el impacto positivo con el aumento del OEE, con lo cual queda contrastado la hipótesis.

Tabla 21.

OEE en la línea HF y área de producción

	Línea HF	Área de producción
OEE antes	61.60%	72.00%
OEE después	75.50%	73.65%

Nota: La empresa.
Elaboración propia.

Finalmente, habiendo contrastado las cuatro (04) hipótesis específicas en las cuales se sustenta la hipótesis general de la investigación que menciona:

“La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorara la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora.”

Se concluye, que dicha hipótesis general queda verificada.

CONCLUSIONES

1. La evaluación de los indicadores de mantenimiento tiene el siguiente estado situacional, disponibilidad de la línea en 75%, costo unitario de mantenimiento en 0.32 USD/CU, índice de rotación de inventario en 0.72, cumplimiento del plan de mantenimiento en 74%, así también el OEE de la línea es del 61.6 %, clasificado como inaceptable.
2. Teniendo en cuenta la evaluación al estado situacional de la gestión de mantenimiento, se determinó que los indicadores de la línea Hot Fill y del área de producción están debajo de lo esperado y lo cual tiene impacto negativo en la gestión de mantenimiento de la embotelladora.
3. Se analizó el estado situacional de las paradas de los equipos de la línea Hot Fill y se determinó los equipos que tienen mayor impacto, sopladora y etiquetadora, así mismo los principales problemas y tiempos perdidos en estos equipos, en total 12,122 minutos perdidos.
4. Se realizó la aplicación del pilar TPM Mejoras Enfocadas en los equipos de mayor impacto, sopladora y etiquetados, se logró reducir a 5,190 minutos perdidos, en total una reducción del 57.2%.
5. Se determinó que la aplicación del pilar Mejoras Enfocadas en la línea crítica Hot Fill, aumento la disponibilidad de la línea a 94.3%, se redujo el costo unitario de mantenimiento a 0.14 US\$/CU, índice de rotación de inventario

aumento a 0.92, el cumplimiento del plan de mantenimiento aumento a 94%, así también el OEE de la línea HF es del 75.5%, clasificado como aceptable.

RECOMENDACIONES

- 1.** Realizar el análisis de los indicadores de las líneas de embotellado de las otras plantas de la Embotelladora Graco SAC, con la finalidad de determinar los equipos que están generando problemas crónicos.
- 2.** Evaluar constantemente el estado situacional de la gestión de mantenimiento de la línea Hot Fill, con el fin de evitar desviaciones y mantener los indicadores dentro de lo esperado.
- 3.** Analizar periódicamente el estado situacional de las paradas, con el fin de determinar nuevos problemas crónicos que puedan impactar los resultados de la línea Hot Fill y en el área de producción.
- 4.** Aplicar el “Plan de Mejoras Enfocadas” en las demás líneas de la empresa Embotelladora Graco SAC.
- 5.** Continuar con la implementación de los demás pilares TPM en la línea Hot Fill.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCON FALCONI, A. H. (2014). “Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico”. *Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador: Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8043>.
- BACIGALUPO VÁSQUEZ, F. G. (2021). “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la Línea de embotellado en una industria vitivinícola”. *Tesis de maestría. Universidad Ricardo Palma* . Lima, Perú: Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4600>.
- CANAHUA APAZA, N. M. (2021). “Implementación de la metodología TPM – LEAN Manufacturing para mejorar la eficiencia OEE de la producción de repuestos en una empresa metalmecánicas.”. *Tesis de maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Lima, Perú: Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16972>.
- CUATRECASAS ARBÓS, L., & TORREL MARTÍNEZ, F. (2010). “*TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva control*” (Libro). Barcelona , España: PROFIT.
- DUFFUAA, S. O. (2006). “*Sistemas de mantenimiento: planeación y control*” (Libro). Ciudad de México, México: Grupo Noriega Editores.
- GARCÍA GARRIDO, S. (2010). “*Organización y gestión integral de mantenimiento* (Libro). Madrid , España: Ediciones Díaz de Santos, S. A.

- GERMAN GABRIEL, A. V. (2020). Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos S.A.S. en la región de Rio Claro – Antioquia”. *Tesis de Maestría. Universidad EAN (Colombia)*. Bogotá, Colombia: Disponible en <http://hdl.handle.net/10882/10058>.
- GÓMEZ SANTOS, C. (2010). “*Mantenimiento Productivo Total. Una visión global.*” (Libro). Las Canarias. España: Editorial LULU.
- GONZALO, L. V. (2011). “Desarrollo e implementación de un sistema de gestión mantenimiento productivo total (TPM) en ICAPEB CIA. LTDA.”. *Tesis de maestría. Escuela Politécnica Nacional* . Quito, Ecuador: Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7773>.
- HEREDIA ESPINOZA, E. F. (2009). “Propuesta de un plan para administración de procesos mediante mantenimiento productivo total (TPM) para planta de fuerza Cartopel S.A.”. *Tesis de maestría. Universidad de Cuenca (Ecuador)*. Cuenca, Ecuador: Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2703>.
- LLONTOP MENDOZA, L. A. (2018). “Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA”. *Tesis de Maestría. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*. Chiclayo, Perú: Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1426>.
- MORA GUTIÉRREZ, L. A. (2009). “*Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*” (Libro). Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor.
- NAKAJIMA, N. (1991). “*Introducción Mantenimiento Productivo Total*” (Libro). Madrid, España: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A.

- PARRA MARQUEZ, C. A., & CRESPO MARQUEZ, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Sevilla , España: INGEMAN.
- TUAREZ MEDRANA, C. A. (2013). "Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de guayaquil por medio de la aplicación de la aplicación del TPM (Mantenimiento productivo total). *Tesis de maestría. Escuela Superior Politécnica Del Litoral*. Guayaquil, Ecuador: Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24859>.
- ULDAMAR NANCY, L. R. (2011). "Diseño de estrategias de gestión de mantenimiento basado en el TPM, para mejorar la productividad de empresas agroindustriales de Arequipa". *Tesis de maestría. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa* . Arequipa, Perú: Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14013>.
- YARIN ACHACHAGUA, A. J. (2011). "Análisis del incremento de productividad en la línea de envasado de la Empresa CPPQ S.A. utilizando el Mantenimiento Productivo Total". *Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Callao*. Callao, Perú: Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12952/502>.

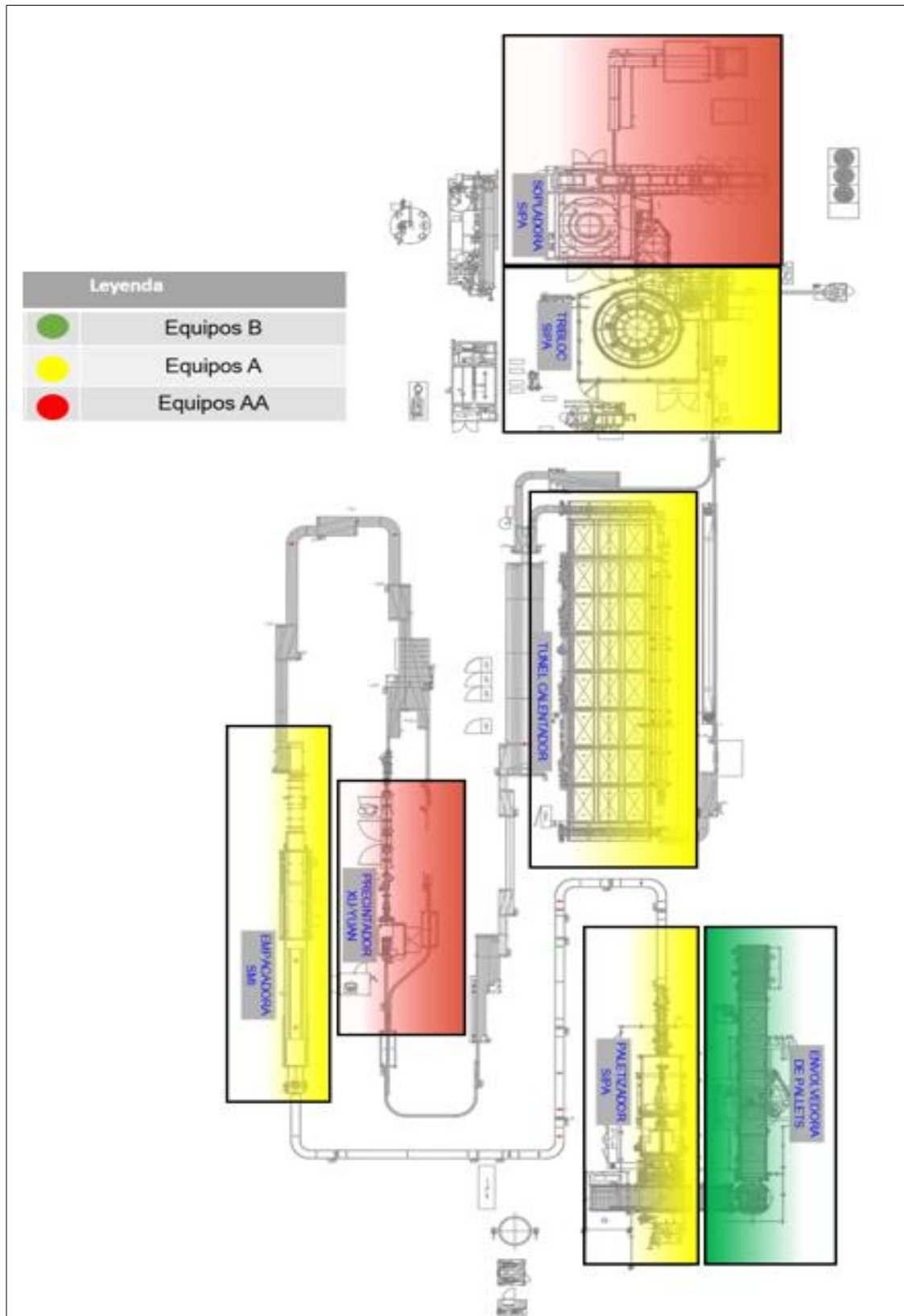
ANEXO

Anexo 1. Matriz de consistencia	1
Anexo 2. Disposición de la línea Hot Fill	2
Anexo 3. Fotografías de las máquinas de la línea de producción HF	3
Anexo 4. Descripción de la unidad de negocio	7
Anexo 5. Paso 03 planificación de actividades	8
Anexo 6. Paso 04 analizar las causas	10
Anexo 7. Paso 05 implementar las contramedidas	14

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: "APLICACIÓN DEL TPM PILAR MEJORAS ENFOCADAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA"						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
Problema general	Objetivo general	Hipótesis generales	Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas, pilar del TPM, contribuirán a mejorar la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora?	Aplicar el TPM pilar Mejoras Enfocadas para mejorar la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora.	La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorara la gestión de mantenimiento de una empresa embotelladora.	X: TPM Pilar Mejoras Enfocadas	La Mejora Enfocada es un pilar del TPM que tienen el objetivo eliminar los tiempos perdidos de las maquinas y del proceso, eliminando las causas de las pérdidas.	Planear	X1. Aprobación del plan de actividades
					Hacer	X2. % Cumplimiento del plan de trabajo
					Verificar	X3. % Reduccion de minutos perdidos
					Actuar	X4. Cumplimiento de la aplicación en los equipos críticos.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variable dependiente (Y)	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
1.¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar la disponibilidad de una empresa embotelladora?	1. Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar la disponibilidad de una empresa embotelladora.	1.La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará la disponibilidad de una empresa embotelladora.	Y: Gestión de Mantenimiento	La Gestión de Mantenimiento es la administración de los recursos asignados a mantenimiento, utilizando procedimientos adecuados para la planificación, ejecución y control, asegurando una alta disponibilidad.	Ejecución de mantenimiento	Y1. Disponibilidad
2.¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar el costo unitario de mantenimiento de una empresa embotelladora?	2.Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar el costo unitario de mantenimiento de una empresa embotelladora.	2.La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará los costos unitarios de mantenimiento de una empresa embotelladora.				Y2. Costo de mantenimiento
3.¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora?	3.Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora.	3.La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará el índice de rotación de repuestos de una empresa embotelladora.			Gestión de repuestos	Y3. Índice de rotación de repuestos
4. ¿En qué medida la aplicación de las Mejoras Enfocadas permitirá mejorar el OEE de una empresa embotelladora?	4.Aplicar las Mejoras Enfocadas para mejorar el OEE de una empresa embotelladora.	4.La aplicación de las Mejoras Enfocadas mejorará el OEE de una empresa embotelladora.			Eficiencia global de equipos	Y4. OEE

Anexo 2. Disposición de la línea Hot Fill



Anexo 3. Fotografías de las máquinas de la línea de producción HF

Sopladora SIPA-línea HF



Llenadora SIPA - línea HF



Túnel de enfriamiento – línea HF



Precintador XU YUAN - línea HF



Empacadora SMI – línea HF



Paletizadora SIPA- línea HF



Envolvedora ROBOPAC – línea HF



Anexo 4. Descripción de la unidad de negocio

Descripción de la Unidad de Negocio : Mantenimiento y Proyectos			
INPUT		PROCESO	OUTPUT
PROVEEDORES	INSUMOS	NEGOCIO	PRODUCTOS
CLIENTES	VISIÓN		
Compras	Repuestos y servicios locales (Homologados) e importados para mantenimiento en el mejor tiempo optimo.	<p>Ser referencia en el Pilar de Gestión de Activos con el 50% de cumplimiento en la fase de conciencia asegurando: Flexibilidad, Eficiencia de Maquina, Confiabilidad y cumplimiento de PCCA al mejor costo. Con buenas practicas de conservación del medio ambiente.</p>	Gerente de Planta
Planeamiento de Cadena de suministros	Tiempo disponible para mantenimiento de líneas productivas para el cumplimiento del PCCA e implementación de proyectos de mejora.		Confiabilidad de equipos de planta
Talento Humano	Programa de capacitaciones anuales Atención de comedor,movilidades,etc. durante mantenimientos extraordinarios.		Mantenimiento Planificado (Paradas programadas y Mantenimientos Mayores)
Calidad	* Observaciones y No conformidades de auditorias internas y externas. * PCC identificados en el plan Haccp		Mantenimiento Ejecutado (Mantenimientos de PCC's y requisitos legales)
Seguridad y Salud Ocupacional	Capacitaciones Entrega de EPP'S ATS- PTR- Permisos de trabajo	MISIÓN	Gerente de Planta
Gerencia de Cadena de Suministros	Aprobación de la ejecución de presupuesto de mantenimiento asignado.	Alcanzar el 85% de eficiencia de máquina a nivel nacional cumpliendo el ratio de costo de 0.25 \$/Caja de 30 Litros. Cumplir con la ejecución de los proyectos dentro del margen del CAPEX aprobado.	Control de Capex Cumplimiento de los proyectos de cadena de suministros.
Almacén de repuestos	Entrega de repuestos para la ejecución de mantenimientos programados.		
Gerencia de Cadena de Suministros	Aprobación de CAPEX de proyectos		Gerencia Global de Operaciones Técnicas

Anexo 5. Paso 03 planificación de actividades

Cronograma de actividades en la sopladora.

Nº		ACTIVIDAD	QUIEN RESPONDE	P/E	2020												META	AVANCE (%)	
					ENE	FEB	MAR	ABR	AGO	OCT	NOV	DIC							
					S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11 S12 S13 S14 S15 S16 S17 S18 S22 S33 S34 S35 S36 S37 S38 S39 S40 S41 S42 S43 S44 S45 S46 S47 S48 S49 S50 S51 S52														
1	Paso 01 - Seleccionar el tema	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100
2	Paso 02 - Comprender la situación actual y establecer objetivos	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100
3	Paso 03 - Planificar las actividades	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100
4	Paso 04 - Analizar las causas	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100
5	Paso 05 - Considerar e implementar las contamedidas	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100
6	Paso 06 - Verificar resultados	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100
7	Paso 07 - Estandarizar y establecer control	Edgardo Quiliche / Progr. Jose Requena / Ejec.																100	100

Legenda:
 Progr.
 Ejec.



MEJORA ENFOCADADA EN LA SOPLADORA SIPA EVO24

PHVA

- 1.- OBJETIVO: Minimizar las pérdidas en la sopladora
- 2.- PUNTO DE CONTROL: Promedio del cumplimiento de implementación del proyecto de mejora.
- 3.- UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)
- 4.- META: e^{-98} %
- 5.- FECHA DE LOGRO: 31/12/2020

Anexo 6. Paso 04 analizar las causas

Diagrama de ISHIKAWA del problema 01 de la sopladora - Sistema Eléctrico y Electrónico

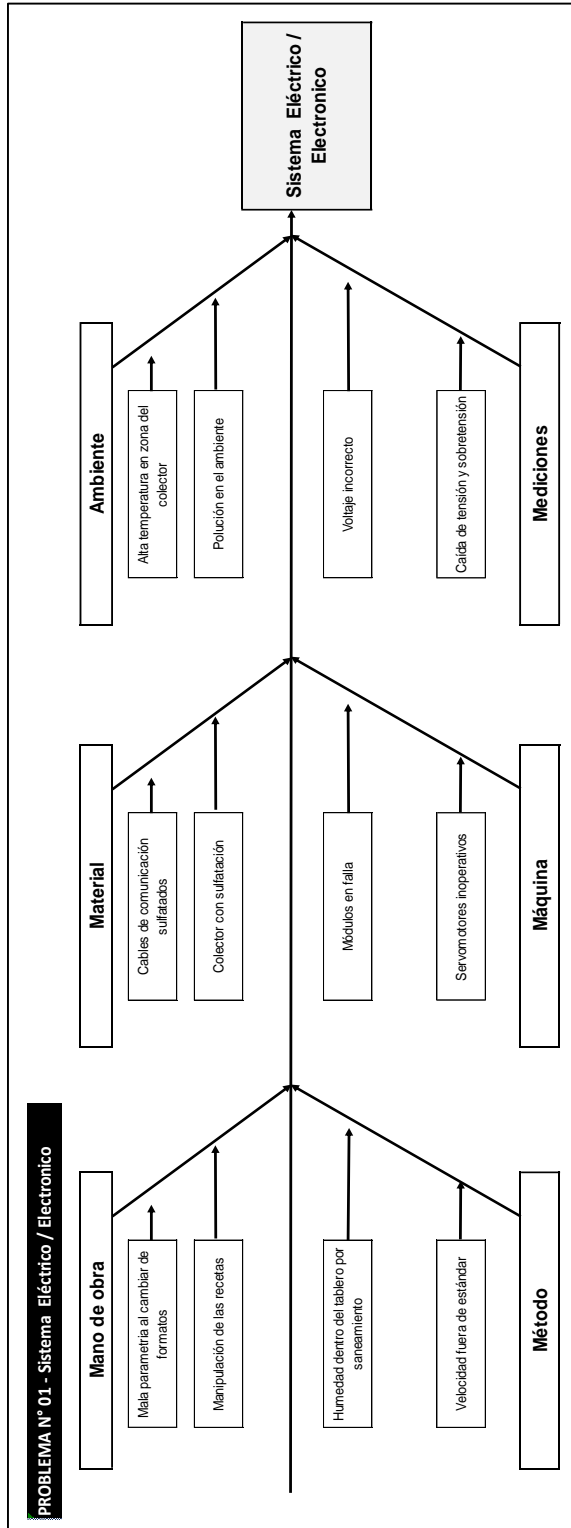


Diagrama de ISHIKAWA del problema 02 de la sopladora - Sistema de transferencia

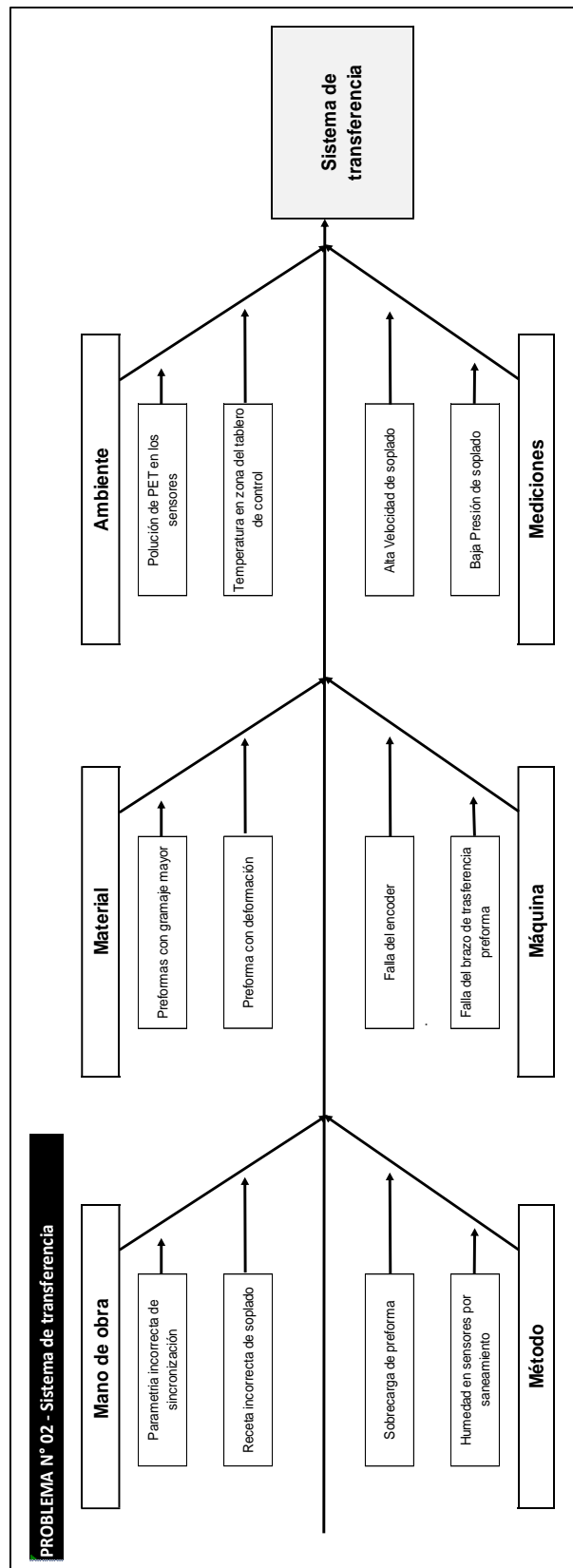


Diagrama de ISHIKAWA del problema 01 de la etiquetadora - Traba de Prescinto

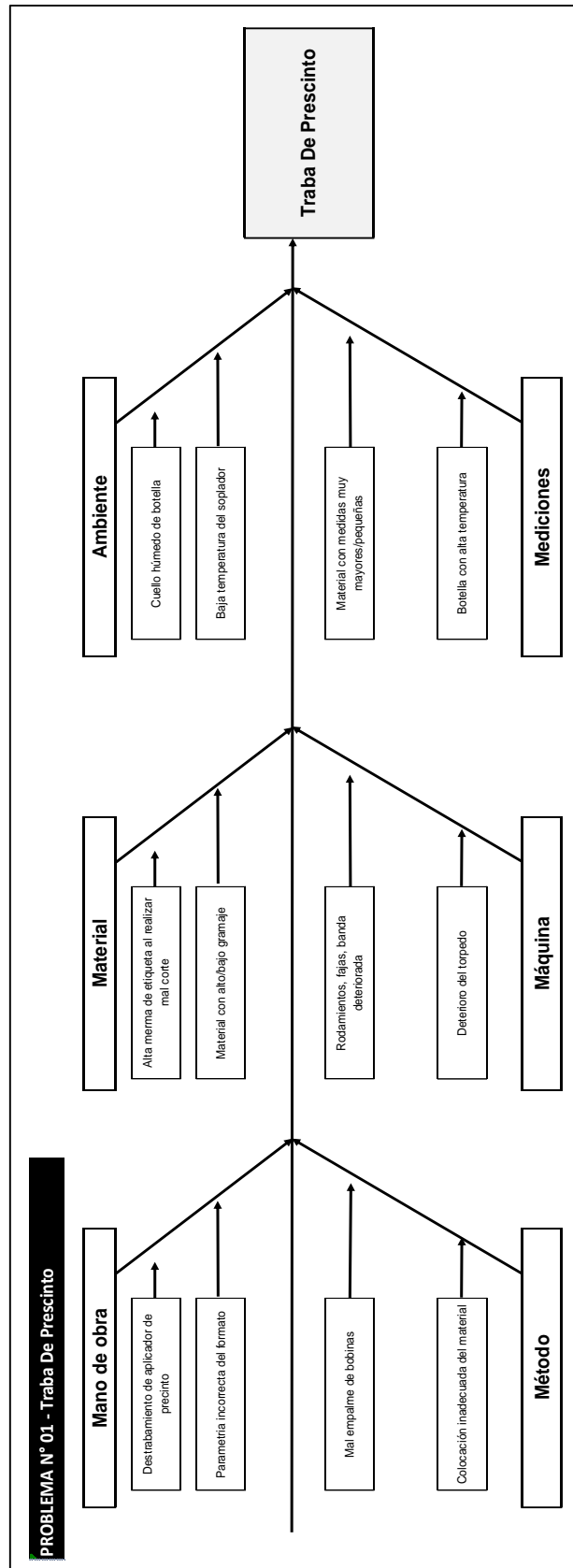
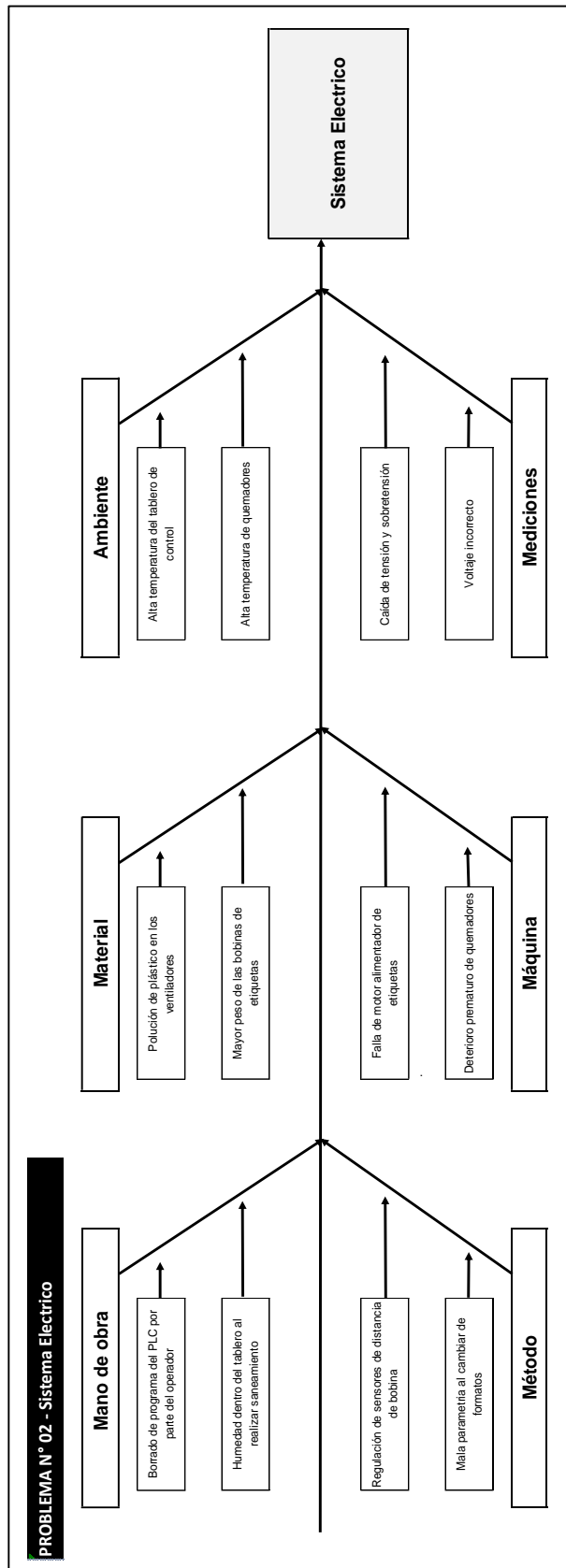


Diagrama de ISHIKAWA del problema 02 de la etiquetadora - Sistema eléctrico



Anexo 7. Paso 05 implementar las contramedidas

Contramedidas a implementar –Sopladora problema 01

N°	Equipo	GAP / Problema / Oportunidad	Causa	Qué y/o Cómo	Quién	Cuándo	Fecha Realización	Días de Atraso	Status
1	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Mala parametria al cambiar de formatos	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
2	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Manipulación de las recetas	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados. Back up de cada reseta.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
3	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Módulos en falla	Implementar mantenimiento de los modulos.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
4	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Servomotores inoperativos	Implementar mayor ventilación en la zona de estiramiento.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
5	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Cables de comunicación sulfatados	Renovación de cable ethercat y modificación de las bases.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
6	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Colector con sulfatación	Implementar mantenimiento del colector	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
7	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Humedad dentro del tablero por saneamiento	Entrenamiento al equipo de saneamiento y actualización del procedimiento.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
8	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Velocidad fuera de estándar	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en las velocidades del proceso.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
9	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Alta temperatura en zona del colector	Climatización en la cabina de soplado.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
10	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Polución en el ambiente	Implementar mantenimiento de los filtros de aire de la cabina.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
11	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Voltaje incorrecto	Mantenimiento del transformador y corrección de tab.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
12	Sopladora	Sistema Eléctrico / Electronico	Caída de tensión y sobretensión	Colocación de UPS / estabilizador	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada

Contramedidas a implementar –Sopladora problema 02

Nº	Equipo	GAP / Problema / Oportunidad	Causa	Qué y/o Cómo	Quién	Cuándo	Fecha Realización	Días de Atrasc.	Status
13	Sopladora	Sistema de transferencia	Parametría incorrecta de sincronización	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
14	Sopladora	Sistema de transferencia	Receta incorrecta de soplado	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
15	Sopladora	Sistema de transferencia	Falla del encoder	Implementar mantenimiento del encoder.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
16	Sopladora	Sistema de transferencia	Falla del brazo de transferencia preforma	Implementar inspecciones mensuales de sistema de transferencia.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
17	Sopladora	Sistema de transferencia	Preformas con gramaje mayor	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en el proceso de soplado.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
18	Sopladora	Sistema de transferencia	Preforma con deformación	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en el proceso de soplado.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
19	Sopladora	Sistema de transferencia	Sobrecarga de preforma	Entrenamiento al operador de soplado y actualización del procedimiento.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
20	Sopladora	Sistema de transferencia	Humedad en sensores por saneamiento	Entrenamiento al equipo de saneamiento y actualización del procedimiento.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
21	Sopladora	Sistema de transferencia	Polución de PET en los sensores	Implementar mantenimiento de los filtros de aire de la cabina.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
22	Sopladora	Sistema de transferencia	Temperatura en zona del tablero de control	Climatización del tablero de control.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
23	Sopladora	Sistema de transferencia	Alta Velocidad de soplado	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en las velocidades del proceso.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
24	Sopladora	Sistema de transferencia	Baja Presión de soplado	Entrenamiento al ingeniero de producción y operador en las regulaciones de presión del proceso.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada

Contramedidas a implementar –Etiquetadora problema 01

Nº	Línea/ Equipo	GAP / Problema / Oportunidad	Causa	Qué y/o Cómo	Quién	Cuándo	Fecha Realización	Días de Atraso	Status (Automático)
1	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Desarreglo de aplicador de prescinto	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
2	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Parametría incorrecta del formato	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
3	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Rodamientos, fajas, banda deteriorada	Actualización de la frecuencia de cambio de componentes y Actualizar la criticidad de repuestos.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
4	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Deterioro del torpedeo	Fabricación de 02 torpedos, para medidas altas y bajas. Clasificar como repuesto critico	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
5	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Alta mermas de etiqueta al realizar mal corte	Cambio de formato de control de insumos e inspección en línea	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
6	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Material con alto/bajo gramaje	Cambio de formato de control de insumos e inspección en línea	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
7	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Mal empalme de bobinas	Actualización del procedimiento de operación de precintador / como desatrar correctamente el equipo	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
8	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Colocación inadecuada del material	Actualizar el procedimiento de inspección de los pantalleros / Colocar inspector de botellas	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
9	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Cuello húmedo de botella	Instalar sopladores adicionales al ingreso del precintador	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
10	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Baja temperatura del soplador	Mejorar la temperatura mínima	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
11	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Material con medidas muy mayores/pequeñas	Capacitación en uso de equipos de pruebas en línea	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
12	Etiquetadora	Traba De P rescinto	Botella con alta temperatura	Capacitación en uso de pirómetro	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada

Contra medidas a implementar –Etiquetadora problema 02

Nº Línea/ Equipo	GAP / Problema / Oportunidad	Causa	Qué y/o Cómo	Quién	Cuándo	Fecha Realización	Días de Atraso	Status (Automático)
13	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Borrado de programa del PLC por parte del operador	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
14	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Humedad dentro del tablero al realizar saneamiento	Entrenamiento al equipo de saneamiento y actualización del procedimiento.	Calidad / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
15	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Falla de motor alimentador de etiquetas	Implementar mantenimiento del periférico.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
16	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Deterioro prematuro de quemadores	Mejora en el diseño de los quemadores	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
17	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Pollución de plástico en los ventiladores	Implementar mantenimiento de los filtros de aire de la cabina.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
18	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Mayor peso de las bobinas de etiquetas	Actualización de gramajes de los formatos.	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
19	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Regulación de sensores de distancia de bobina	Implementar inspecciones semanales de la posición de los sensores.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
20	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Mala parametria al cambiar de formatos	Entrenamiento del personal por los operadores mas experimentados	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
21	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Alta temperatura del tablero de control	Climatización del tablero de control.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
22	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Alta temperatura de quemadores	Regulación diaria de la parametrización	Producción / Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
23	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Caída de tensión y sobretensión	Colocación de UPS / estabilizador	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada
24	Etiquetadora Sistema Eléctrico	Voltaje incorrecto	Mantenimiento del transformador y corrección de tab.	Mantenimiento	31-Ago-20	1-Ago-20	0	Cerrada