

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

PROYECTO DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD”

TEMA

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 DEL TPM (MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL)

AUTOR

CESAR AUGUSTO TUAREZ MEDRANDA

Guayaquil - Ecuador

AÑO

2013

DEDICATORIA

A Dios, porque a lo largo de mi vida me ha enseñado que debo hacerme cargo de lo posible, pues él se encargara de lo imposible.

A mi esposa e hija que estuvieron en todo momento conmigo en esta nueva etapa de formación académica y fueron apoyo incondicional

A mis padres, porque me han enseñado a esforzarme por cumplir mis objetivos y que siempre hay que buscar la excelencia.

AGRADECIMIENTO

A la Ingeniera Ana Cox de Novoa por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo, mediante la orientación metodológica basada en su experiencia como profesional.

A Pablo Vallejo que en las materias que dicto en la Maestría nos enseñó a que las cosas se realizan de mejor manera cuando se las hace simple y sin complicaciones.

A mi jefe el Ing. Lenin Burneo Mora que siempre me ha incentivado avanzar académicamente y mejorar mis competencias bajo el lema de que “ el conocimiento es poder”

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

César Augusto Tuárez Medranda

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

M. Ed. Janet Valdiviezo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MBA. Ana Cox de Novoa

DIRECTOR DEL PROYECTO

MPC. Diana Montalvo Barrera

VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTOR DEL PROYECTO

César Augusto Tuárez Medranda

INDICE GENERAL

	Pág.
ABREVIATURAS.....	IXX
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	XX
OBJETIVOS GENERALES.....	XXI
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	XXI
CAPITULO 1	
INTRODUCCION.....	1
1.1 Breve historia de la compañía.....	1
1.2. Cultura corporativa.....	2
1.2.1 Misión.....	2
1.2.2 Visión.....	2
1.2.3 Valores corporativos.....	2
1.3 Alcance del proyecto.....	4
1.4 Metodología de investigación.....	4
CAPITULO 2	
MARCO TEORICO APLICABLE.....	6

	Pág.
2.1 Historia y evolución del tpm.....	6
2.2 Características y objetivos del TPM.....	7
2.3 Pilares del TPM.....	9
2.3.1 Educación y formación.....	10
2.3.2. Mejoras enfocadas.....	11
2.3.3. Mantenimiento autónomo.....	12
2.3.4 Mantenimiento planificado o progresivo.....	14
2.3.5 Prevención del mantenimiento.....	15
2.3.6 Seguridad y ambiente.....	16
2.4 OEE como indicador de eficiencia.....	16
2.4.1 Las seis grandes pérdidas.....	17
2.4.2 Calculo del OEE.....	18
2.4.3 Beneficios del cálculo del OEE.....	20
CAPITULO 3	
SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA.....	22
3.1 Descripción de los productos.....	22
3.2 Capacidad instalada de la planta de embotellado.....	22

	Pág.
3.3 Descripción del proceso de embotellado.....	24
3.3.1 Preparación del envase.....	24
3.3.2 Llenado.....	25
3.3.3 Empacado.....	26
3.4 Capacidad actual de producción.....	26
3.5 Indicadores del área de producción.....	28
3.6 Programas de mejora en la planta.....	30
3.6.1 Buenas hábitos de manufactura	30
3.6.2 Programa de las 5's.....	31
3.7 Gestión del área de mantenimiento.....	32
3.7.1 Actividades de mantenimiento preventivo.....	34
CAPITULO 4	
ANALISIS DE LAS PÉRDIDAS EN LA LINEA DE EMBOTELLADO....	
4.1 Eficiencia de línea.....	37
4.2 Paradas operacionales.....	38
4.2.1 Análisis de las paradas por calibración de equipos.....	41
4.3 Paradas programadas.....	44

	Pág.
4.3.1 Análisis paralizaciones por cambios de formato.....	47
4.4 Paradas por daños de equipos.....	49
4.4.1 Análisis de los daños en llenadora No. 5.....	52
4.5 Reclamos del mercado por producto con defectos.....	57
4.5.1 Reclamos por tapa mal aplicada.....	60

CAPITULO 5

IMPLEMENTACIÓN PILOTO DEL TPM EN LÍNEA DE EMBOTELLADO.....	63
5.1 Selección de la línea piloto.....	63
5.2 Situación de la línea antes del tpm.....	65
5.2.1 Condiciones en la máquina.....	65
5.2.2 Condiciones de los operadores.....	67
5.2.3 OEE de la línea de embotellado No. 5.....	68
5.3 Implementación de los pilares.....	71
5.4 Pilar educación y entrenamiento.....	71
5.4.1 Cuadro de contribución.....	71
5.4.2 Mejora habilidades técnicas.....	73

5.4.3 Mejora de habilidades operativas mediante lecciones de un punto.....	78
5.5Pilar mejoras enfocadas.....	79
5.5.1 Selección del tema de estudio - mejora rendimiento de tapas coronas.....	79
5.5.2 Creación de estructura para el proyecto.....	80
5.5.3 Identificación de situación actual y objetivos de mejora.....	81
5.5.4 Diagnóstico del problema de estudio.....	82
5.5.5 Formulación del plan de acción.....	86
5.5.6 Implementación de plan mejoras.....	87
5.5.7 Evaluación de resultados.....	89
5.6 Pilar mantenimiento autónomo.....	90
5.6.1 Realizar limpieza inicial.....	91
5.6.2 Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles.....	92
5.6.3 Creación de los estándares de limpieza y lubricación.....	93
5.6.4 Inspección general del equipo.....	95
5.6.5 Realizar inspecciones generales de los procesos.....	96
5.7 Pilar mantenimiento planificado.....	98
5.7.1Mantenimiento planificado preventivo en la línea 5.....	99

	Pág.
5.7.2 Mantenimiento planificado predictivo en la línea 5.....	100
5.7.3 Optimización del mantenimiento preventivo.....	103
5.8 Pilar prevención del mantenimiento.....	105
5.9 Pilar seguridad y medio ambiente.....	106
CAPITULO 6	
RESULTADOS OBTENIDOS.....	109
6.1 Mejora de habilidades de los operadores.....	109
6.2 Optimización del mantenimiento preventivo.....	110
6.3 Reducción de los tiempos por calibración de equipos.....	112
6.4 Reducción de las paradas por daño de llenadora 5.....	115
6.5 Aumento del OEE en la línea 5.....	119
CAPITULO 7	
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
7.1 Conclusiones.....	122
7.2 Recomendaciones.....	125

BIBLIOGRAFIA.....	126
ANEXOS.....	127

INDICE DE GRAFICOS

Grafica 1. Pilares del TPM.....	8
Grafica 2. Pilares del TPM.....	10
Grafica 3. Ciclo PDCA.....	12
Grafica 4. Desglose calculo OEE.....	19
Grafica 5. Cumplimiento de BHM área de operaciones.....	31
Grafica 6. Cumplimiento 5'S área de operaciones.....	32
Grafica 7. Porcentaje de órdenes de trabajo realizadas.....	34
Grafica 8. Comparativo de Mantenimiento preventivos realizados vs. planificados.....	35
Grafica 9. Porcentaje de cumplimiento de Órdenes de MP.....	36
Grafica 8. Porcentaje de diferentes tipos de paradas y eficiencia.....	37
Grafica 9. Porcentaje de paradas operacionales por línea.....	38

	Pág.
Grafica 10. Pareto de paradas operacionales.....	40
Grafica 11. Grafica de resumen para calibración de equipos.....	44
Grafica 12. Porcentaje de paradas programadas por línea.....	45
Grafica 13. Pareto de paradas programadas.....	46
Grafica 14. Diagrama causa y efecto pérdidas por tiempo cambios de formato.....	48
Grafica 15. Pareto de daños de equipos en líneas de embotellado.....	51
Grafica 16. Porcentaje de paradas por daños de equipos en líneas de embotellado.....	52
Grafica 17. Diagrama de cajas horas de paradas en llenadora.....	55
Grafica 18 Histograma de paradas en llenadora.....	56
Grafica 19 Grafica de probabilidad de horas de parada de llenadora.....	57
Grafica 20 Comportamiento del Índice de quejas del consumidor.....	58
Grafica 21 Pareto por tipo de no conformidad en producto.....	59
Grafica 22 Diagrama causa efecto de tapa mal aplicada.....	62
Grafica 23 Comparativo de nivel del OEE.....	70
Grafica 24 Comparativo habilidades operadores de maquina.....	72
Grafica 25 Rendimiento de tapas coronas.....	82

	Pág.
Grafica 26. Porcentaje de cumplimiento de habilidades de operadores.....	109
Grafica 27. Trabajos de mantenimiento realizados en la línea 5.....	111
Grafica 28 Resumen grafico de paradas por calibraciones equipos.....	114
Grafica 29 Resumen grafico de paradas por daños en llenadora 5.....	117
Grafica 30. Tendencia OEE actual en la línea 5.....	120

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de líneas de embotellado.....	23
Cuadro 2. Máquinas y equipos existentes en líneas de embotellado.....	23
Cuadro 3. Capacidad de producción de líneas de embotellado.....	27
Cuadro 4. Horas de paradas operacionales por línea.....	39
Cuadro 5. Muestras tiempos calibración de equipos.....	42
Cuadro 6. Muestras tiempos calibración equipos para análisis estadístico....	43
Cuadro 7. Horas de paradas programadas por línea.....	45
Cuadro 8. Horas de paradas por daños de equipos en líneas de embotellado..	50
Cuadro 9. Muestras tiempos de daños en llenadora.....	53
Cuadro 10. Muestras tiempos daños en llenadora para análisis estadístico...	54

Cuadro 11. Resumen de quejas de producto no conforme.....	59
Cuadro 12. Matriz de decisión para selección de línea.....	63
Cuadro 13. Resultados de matriz de decisión para selección de línea.....	64
Cuadro 14. OEE de línea de embotellado No. 5.....	69
Cuadro 15. Distribución de operadores para capacitación.....	73
Cuadro 16. Cronograma de capacitación técnica de operadores.....	74
Cuadro 17. Desperdicio de tapas coronas en línea 5.....	81
Cuadro 18. Matriz 5 por qué “Desperdicio de tapas”.....	83
Cuadro 19. Plan de acción para reducción de pérdida de tapas.....	86
Cuadro 20. Desperdicio de tapas coronas en línea 5 después de mejoras.....	90
Cuadro 21. Materiales para limpieza.....	91
Cuadro 22. Esquema de lubricación de llenadora y coronador.....	94
Cuadro 23. Dotación de herramientas para operadores de línea 5.....	97
Cuadro 24. Frecuencias de mantenimiento en línea 5.....	100
Cuadro 24 Resumen trabajos realizados por tipo de mantenimiento.....	112
Cuadro 25 Tiempos de paradas por calibración de equipos.....	113
Cuadro 26 Resumen de datos para prueba hipótesis calibración equipos....	114
Cuadro 27 Tiempos de paradas por daños en la llenadora 5.....	116
Cuadro 28 Resumen de datos para prueba hipótesis daños en llenadora....	118

Cuadro 29 OEE actual en la línea 5.....	119
---	-----

INDICE DE FIGURAS

Fig.1 Zona de preparación de envase de línea 5.....	64
Fig. 2 Zona de inspección y llenado de envase de línea 5.....	65
Fig. 3 Exceso de grasa en piñón y objetos extraños en panel eléctrico.....	66
Fig. 4 Parte interna de llenadora con vidrio y cables sueltos.....	67
Fig. 5 Deterioro de alimentador de tapas por golpes.....	68
Fig. 6 Capacitación sobre elementos de neumática.....	74
Fig. 7 Explicación de funcionamiento manómetros llenadora 5.....	75
Fig. 8 Capacitación eléctrica - tipos de sensores y destornilladores.....	76
Fig. 9 Explicación de funcionamiento de sensores.....	76
Fig. 10 Capacitación mecánica - tipos de tornillería y llaves.....	77
Fig. 11 Esquema de tapado de botella.....	80
Fig. 12 Guía de deslizamiento desgastada.....	84
Fig. 13 Deterioro de estructura transporte de tapas.....	85
Fig. 14 Deterioro carrilera de tapas.....	85
Fig. 15 Nuevo guía de deslizamiento de botellas.....	87

	Pág.
Fig. 16 Mejoras en el diseño de la tolva y transporte de tapas.....	88
Fig. 17 Carrilera de tapas nueva.....	89
Fig. 18 Mejoras obtenidas por eliminación de fuentes de contaminación.....	93
Fig. 19 Lubricación de llenadora de botellas.....	95
Fig. 20 Tarjetas de identificación de averías.....	96
Fig. 21 Identificación de partes de máquinas en el SAP.....	99
Fig.22 Análisis vibracional de elementos rodantes de soporte de eje.....	102
Fig. 23 Análisis termografico de panel eléctrico.....	102
Fig. 24 Orden de trabajo preventiva semanal de llenadora.....	105
Fig. 25 Contenido de trabajos semanales preventivos en llenadora.....	105
Fig. 26 Inseguridad en llenadora por falta de puerta acrílica.....	108

ABREVIATURAS

TPM Total productive maintenance

OEE Overall equipment effectiveness

IQC Índice de quejas del consumidor

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La compañía donde se desarrollara el presente proyecto de tesis es parte del segundo grupo embotellador de México el cual en toda Latinoamérica tiene un total de 28 plantas embotelladoras. En el Ecuador al igual que en el resto del mundo el mercado de bebidas no alcohólicas ha ido en crecimiento año a año por ello es necesario que la compañía adopte un sistema de mejora continua que le ayude a mejorar sus operaciones para ser rápidos y efectivos y lograr cubrir la demanda del mercado.

La justificación de la implementación de TPM en las actividades de la compañía se basa en que este sistema de mejora continua tiene entre sus objetivos mejorar la confiabilidad de los equipos mediante el involucramiento de todos los colaboradores, en la actualidad la detención de equipos por averías es del 11,2% esto debido a muchos factores tales como la falta de disponibilidad de los equipos para mantenimiento preventivo, la poca cantidad de técnicos disponibles que tiene el departamento de mantenimiento para realizar las tareas preventivas, el TPM busca mejorar las habilidades de los operadores para que ellos se encarguen de las tareas básicas de mantenimiento de la máquina como son la limpieza, lubricación, reparaciones pequeñas estas actividades van a ayudar a mejorar la disponibilidad de los equipos y alargar su tiempo de vida útil.

Otros de los objetivos del TPM es la reducción de defectos en el producto, en la actualidad el indicador de reclamos por millón de botellas producidas en promedio es mayor a 1.1 siendo la meta 0.9, entre los pilares del TPM se encuentra la educación y entrenamiento, mantenimiento de calidad y las mejoras enfocadas por medio de estos se busca mejorar las habilidades de los colaboradores para formar grupos interdisciplinarios que van a ayudar a encontrar soluciones para lograr minimizar la cantidad de productos que presentan defectos.

La implantación efectiva y gradual de un sistema de gestión TPM se irá traduciendo poco a poco en beneficios no sólo económicos, sino también organizativos, productivos y de seguridad en el trabajo, además que se será un gran apoyo para lo que concierne a futuras

certificaciones en lo que respecta a las normas ISO 9001:2008, ISO 14000 y OSAHS 18000 que están en proceso de aplicación dentro de la empresa.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

La implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora continua bajo la filosofía del TPM en la planta elaboradora y comercializadora de bebidas gaseosas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO

1. Aumentar la confiabilidad de los equipos.
2. Incrementar la eficiencia de las líneas de embotellado mediante la reducción de tiempos de improductivos o muertos.
3. Minimizar los desperdicios por calidad de producto que se generan debido a fallas en el proceso.
4. Involucrar y comprometer a los colaboradores con la adaptación de la filosofía TPM

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 .- BREVE HISTORIA DE LA COMPAÑÍA

La empresa donde se desarrolla este proyecto de Tesis se encuentra ubicada en el sector norte de la Ciudad de Guayaquil, esta dedica a la elaboración, embotellado y comercialización de bebidas no alcohólicas entre las que se encuentran gaseosas, jugos y agua. La compañía trabaja las 24 horas del día en los 365 días del año con el único objetivo de atender eficientemente a sus clientes y consumidores.

La compañía se inició en los años 50 adquiriendo la licencia por parte de The Coca Cola Company para envasar en el Ecuador específicamente en la parte sur del país las marcas producidas por esta multinacional americana.

En el año de 1.998 con fines de regularización legal con respecto a la transferencia de acciones la empresa cambia de razón social y finalmente en febrero de 1.999 como política de The Coca Cola Company se produce la integración de las plantas embotelladoras de las ciudades de Guayaquil, Quito y Santo Domingo

En el año 2010 la compañía fue comprada por el segundo grupo embotellador más grande de México el cual además de las plantas que tiene en su país de origen cuenta con 3 embotelladoras en el norte de Argentina, pasando así la planta de Guayaquil a forma parte de una gran familia de 28 embotelladoras que comercializan los productos de TCCC.

En la Actualidad la empresa está adaptando sus procesos para la certificación de las normas ISO 22000 e ISO 9001 en el año 2013, teniendo como proyección certificar en el año 2014 las normas ISO 14000 y OSHAS 18000.

Además la planta de Guayaquil cuenta con seis líneas de embotellado proyectando la adquisición de una nueva línea para mediados del año 2012.

1.2.- CULTURA CORPORATIVA

1.2.1 MISIÓN

Ser la empresa líder en crecimiento y rentabilidad sostenible en la industria de bebidas, botanas y otros productos de impulso en América Latina y el mercado de los Estados Unidos, en un marco de responsabilidad social con nuestra gente, comunidad y entorno.

1.2.2 VISIÓN

Ser parte de los momentos agradables de tu vida, en cualquier lugar, en cualquier momento, siempre cerca de ti, ofreciéndote los mejores productos y servicios. Nuestra visión también es un compromiso para que todos los que tienen relaciones y contacto con la empresa reciban un trato confiable, positivo y agradable.

1.2.3 VALORES CORPORATIVOS

1. **Orientación al cliente.-** Nuestros clientes y consumidores son la esencia de nuestro negocio. Todas nuestras actividades y esfuerzos están orientados a satisfacerlos entendiendo y anticipando sus necesidades y sus expectativas, brindándoles productos y servicios de la más alta calidad
2. **Honestidad y congruencia.-** Estamos comprometidos a actuar siempre con apego a las leyes y a los principios éticos y morales con absoluta transparencia, hablando con la verdad así como a cumplir responsablemente con nuestros clientes, proveedores, inversionistas, empleados y con la sociedad en general.

3. **Orientación a resultados.-** Nuestro trabajo está dirigido a conocer y lograr el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Estamos enfocados a ser líderes en nuestro sector en rentabilidad y crecimiento con una visión de largo plazo. Evaluamos nuestro desempeño con los más altos estándares en calidad, productividad y responsabilidad social.
4. **Trabajo en equipo.-** El trabajo en equipo es la base de nuestra forma de organización y de operación, contribuye de una manera significativa a mejorar nuestros resultados y es el medio adecuado para el logro de nuestros objetivos. El trabajo en equipo aumenta la motivación y las facultades de decisión de los empleados y promueve la colaboración y la aportación de ideas ayudándole a alcanzar su pleno potencial y el de nuestra organización.
5. **Desarrollo del capital humano.-** Proporcionar a los empleados un ambiente propicio para su desarrollo integral mediante la capacitación constante, la igualdad de oportunidades para mejorar profesional y económicamente, el reconocimiento a su trabajo y el respeto a su dignidad.
6. **Innovación.-** Propiciar y promover la creatividad, el desarrollo de nuevos productos, la apertura al cambio, la utilización de la tecnología y la mejora continua en nuestros procesos, para incrementar la productividad y satisfacción de nuestros clientes y consumidores.
7. **Responsabilidad Social.-** Creemos firmemente que los resultados económicos positivos deben fundamentarse en una operación responsable sustentada por las mejores prácticas de responsabilidad social.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto se realizara en una de las líneas del área de fabricación del producto terminado, esto es preparación de envase, llenado y empacado.

1.4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología a seguir en el proyecto se detalla a continuación:

1. Descripción de los productos que elabora la compañía en cada uno de los respectivos formatos
2. Descripción general del proceso de fabricación de bebidas tanto en envase retornable como no retornable de manera que se conozcan todas las actividades que se realizan para lograr el producto terminado
3. Análisis de los indicadores de fabricación de producto, reclamos del mercado y desperdicios generados en el proceso de producción, esta información se obtendrá de la base de datos de la compañía
4. Identificación de las principales causas que afectan la eficiencia del proceso productivo y la eficacia de los objetivos de calidad del producto por medio de encuestas y lluvias de ideas con los grupos de trabajo de cada línea.
5. Implementación del TPM, para lo cual se seleccionara mediante el uso de una matriz de decisión la línea de embotellado en la que se empezara a realizar las actividades que son pilares de este sistema de mejora continua.

6. Análisis de las mejoras obtenidas por la implementación de TPM, mediante el análisis de datos de los indicadores medidos antes de la implementación del sistema de mejora continua.

7. Para finalizar, presentaremos las conclusiones a la que hemos llegado y determinaremos si los objetivos presentados se cumplieron a cabalidad. Adicionalmente daremos las recomendaciones del caso para futuros enfoques del tema

CAPITULO 2

MARCO TEORICO APLICABLE

2.1 HISTORIA Y EVOLUCION DEL TPM

Se origina en Japón como un concepto innovador y fue definido originalmente por el JIPM (instituto japonés de mantenimiento de planta), se originó por la necesidad de optimizar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos.

Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron.

La empresa Nippon Denso del grupo Toyota desplegó este nuevo enfoque de administración industrial en el año 1969, y se le reconoció con el Premio de Excelencia Empresarial (más tarde Premio PM, Mantenimiento Productivo).

“El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximice la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema preventivo de pérdidas en todas las operaciones de la empresa.

Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero averías” en todo su ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica a todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos.

Se sustenta en la participación de todos los miembros de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos.

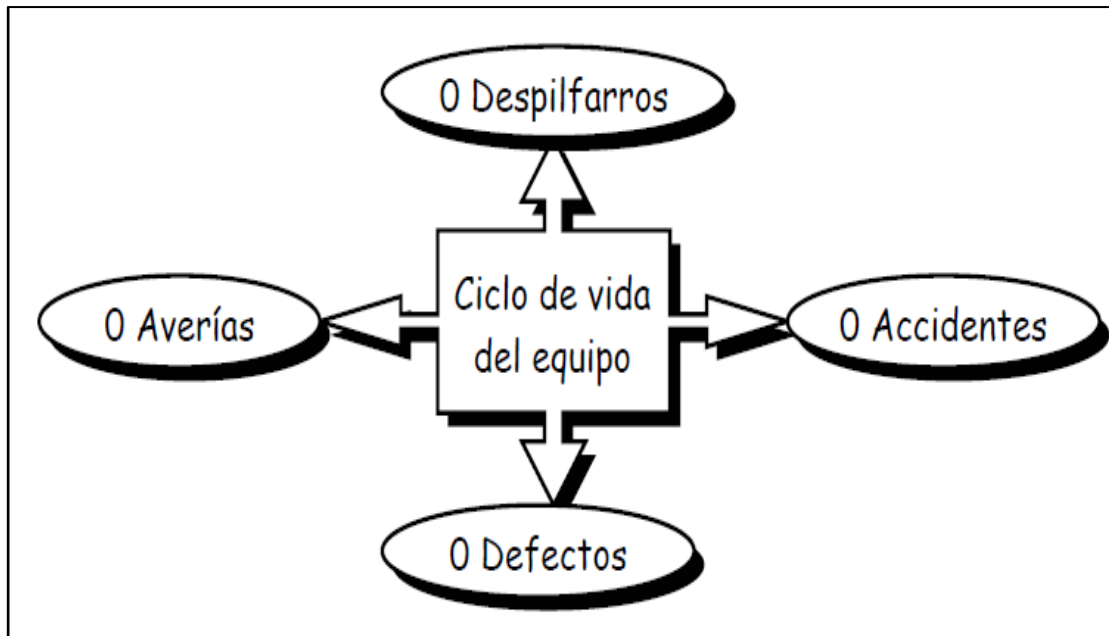
La obtención de “cero pérdidas” se alcanza a través de pequeños grupos.” El término TPM se refiere a tres enfoques:

- T de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa" y se refiere a tres aspectos clave que son: participación del personal, eficacia total, sistema de gestión del mantenimiento desde su diseño enfocado en la prevención.
- P está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos, o incluso se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento".
- M representa acciones de "management" y "mantenimiento". Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa

El JIPM ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que el que este enfoque de mejora continua ha logrado abarcar todos los aspectos de un negocio logrando mejorar la productividad de toda la organización.

2.2 CARACTERISTICAS Y OBJETIVOS DEL TPM

El TPM se caracteriza por los objetivos "cero". Para que cualquier cosa tenga un valor cero, hay que impedir que ni tan siquiera ocurra una sola vez. Sencillamente, es demasiado tarde si se espera a que ocurra un problema para luego resolverlo.



Grafica 1. Pilares del TPM

Fuente: Internet

Autor: César Tuárez

Por ello, el TPM pone sobre todo énfasis en la prevención la cual se fundamenta en los siguientes tres principios:

1. Mantenimiento de las condiciones normales o básicas de la instalación. Para ello, se debe impedir el deterioro de la máquina mediante un mantenimiento que maximice su vida útil y su disponibilidad.
2. Descubrimiento temprano de anomalías o causas de variabilidad, ya que modifican las condiciones operativas normales y afectan negativamente a los resultados económicos del proceso productivo, al incurrirse en mayores gastos.

Por ello se debe seguir una estrategia en la que se empleen herramientas o índices que permitan detectar cualquier indicio de que vaya a ocurrir una situación anormal, sólo así Implantación del TPM se podrán emprender acciones correctivas a tiempo sin merma para las condiciones normales del proceso.

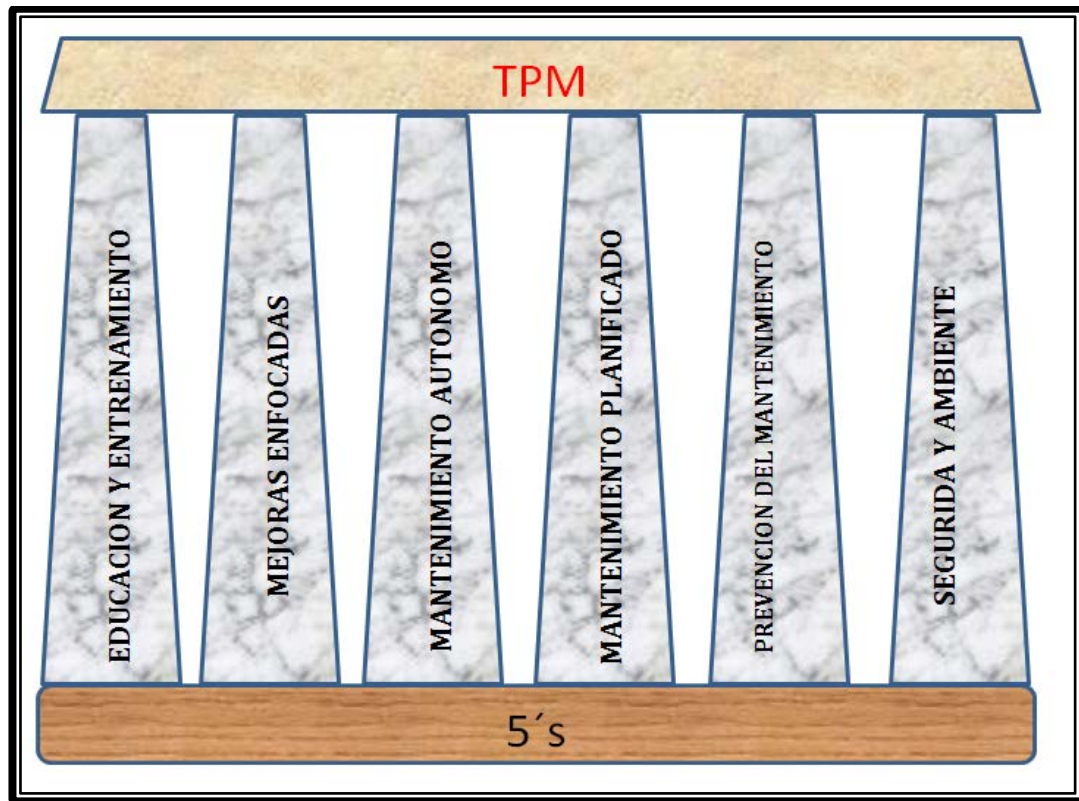
3. Respuesta rápida. Ante la detección temprana de anomalías, la empresa debe disponer de una estructura competente, ágil y flexible que reaccione rápidamente y elimine las incómodas causas de variabilidad, antes de que se produzcan las averías.

Los objetivos principales del TPM son los siguientes:

- Maximizar la eficacia global del equipo (EGE) mediante la implicación total de los empleados.
- Mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos, mejorando así la calidad y productividad.
- Cultivar el “expertise” relacionado con los equipos y las capacidades de los operarios.
- Crear un sentido de la propiedad.
- Promover la Mejora Continua (“Kaizen”) a través de actividades de pequeños grupos que involucran a todo el personal.
- Crear un entorno de trabajo vigoroso y entusiasta.

2.3 PILARES DEL TPM

El sistema de mejora continua TPM se fundamenta en 8 pilares que al ser aplicados dentro de la organización garantizan la obtención de mejoras en los sistemas productivos.



Grafica 2. Pilares del TPM

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

2.3.1 EDUCACIÓN Y FORMACIÓN

Este pilar tiene como objetivo aumentar las capacidades y habilidades de los empleados; La educación y la formación son imprescindibles para adaptar y preparar a los trabajadores de la empresa para los continuos cambios que se suceden en el entorno.

Para que esta situación sea sostenible, es necesario actualizar el conocimiento de las personas al mismo tiempo que van avanzando las tecnologías, las técnicas y al mismo tiempo que lo demanda el mercado. Si esto no se hace, la empresa se estancará con sus ideas antiguas (por muy habilidosos que fuesen sus trabajadores) y su competitividad caerá en picado.

2.3.2. MEJORAS ENFOCADAS

El objetivo de este pilar es eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo, las cuales pueden ser:

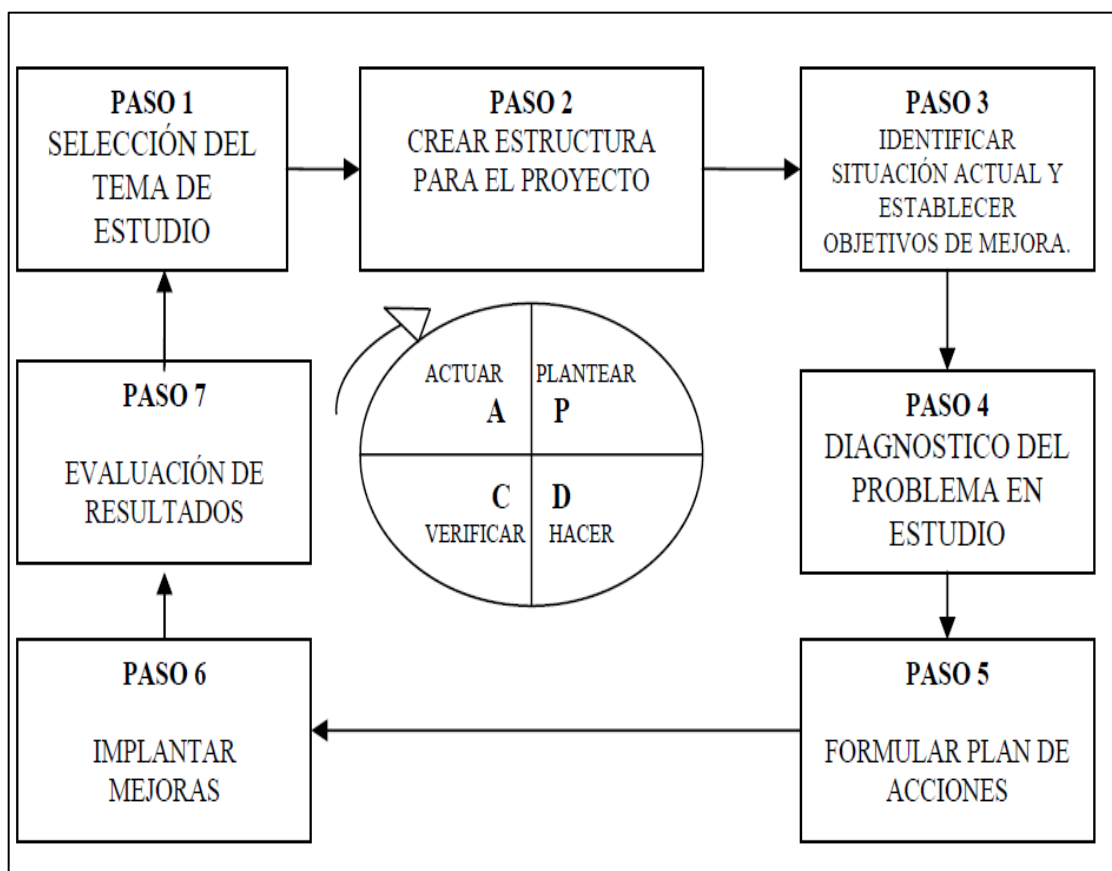
- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Desperdicios y reproceso
- Fallas de equipos auxiliares
- Ocio y paradas menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso

Las actividades que se desarrollan son con la intervención de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo todo ello a través de un trabajo organizado en equipos interdisciplinarios que emplean metodologías específicas y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las grandes pérdidas existentes en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de la Calidad, aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento.

El procedimiento sugerido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PDCA (planificar- hacer- chequear y actuar). El desarrollo de las

actividades Kobetsu Kaizen se realiza a través de los pasos mostrados en la siguiente figura:



Grafica 3. Ciclo PDCA

Fuente: Internet

Autor: César Tuárez

2.3.2.- MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El objetivo de este pilar es conservar y mejorar el las condiciones del equipo con la participación del usuario u operador involucrándolo en el cuidado, a través de un alto grado de formación y preparación profesional que enseñen conductas de respeto hacia las condiciones de operación y conservación de las áreas de trabajo (libres de contaminación, suciedad y desorden). Además con la implementación de este pilar se busca:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y su permanente verificación de acuerdo a los estándares.
- Mejorar el funcionamiento del equipo mediante el aporte creativo del operario.
- Lograr un completo sentimiento de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

La metodología de implementación se desarrolla a través de siete pasos que se describen a continuación:

Limpieza inicial.- desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas.

Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo.- se busca que el operador de la maquinaria proponga medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.

Estándares de limpieza y lubricación.- en los pasos 1 y 2, los operadores identifican las condiciones básicas que tienen sus equipos.

Cuando esto ha sido terminado se deben poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro mediante la limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza de la máquina o equipo.

Inspección general.- en este paso se prueba la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo. Es vital haber mejorado ya las habilidades del personal mediante la capacitación relacionadas a incrementar las habilidades de todo el personal, para que puedan realizar la inspección general.

Inspección autónoma.- en este punto se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación. Incluir inspecciones, listas de verificación y ajustes, además de procedimientos que contengan un ciclo completo de inspección, puesto que son varias las instancias que participan. Es muy importante culminar con la elaboración del manual de acción correctiva.

2.3.4 MANTENIMIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO

El mantenimiento planificado, preventivo o programado es uno de los puntos más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial.

Su meta es el de eliminar los problemas de máquinas o equipo a través de acciones de mejora, preventivas y predictivas, y su propósito final es el de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” en la planta industrial.

Con la implementación de este pilar se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado ya sea por mala operación del equipo, debilidades del diseño original de éste o mala conservación por tiempo de uso.

Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento, es necesario contar con:

- Bases de datos de incidencias y de problemas potenciales más comunes.

- Información interna (experiencia de los operarios y responsables de mantenimiento) y externa (respaldo y experiencia de los proveedores de los equipos).
- Capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento
- Poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Se debe delinear la estructura del diseño del programa de mantenimiento incluyendo en ello los componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

Otros de los objetivos del mantenimiento planeado es la de que el operario ya entrenado pueda diagnosticar la fallas e indique con etiquetas las irregularidades que puedan afectar al desempeño del equipo el técnico especializado que venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina

2.3.5 PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación.

Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la máquina que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo.

Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, lo que exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias de averías y reparaciones.

2.3.6 SEGURIDAD Y AMBIENTE

Este pilar tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad, para prevenir riesgos que puedan afectar a la integridad de las personas o efectos negativos al medio ambiente. Pretende lograr cero accidentes y ceros incidentes medioambientales

2.4 OEE COMO INDICADOR DE EFICIENCIA

El concepto de OEE nace como un KPI (indicador clave de desempeño) asociado al programa estándar de mejora de la producción TPM, mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción:

- Disponibilidad: tiempo real de la máquina produciendo

- Rendimiento: producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.

- Calidad: producción sin defectos generada

El OEE comunica sobre los desperdicios, cuellos de botella del proceso y vincula la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones.

2.4.1 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

Entre los principales objetivos del sistema de mejora continua TPM y del OEE es reducir lo que se denomina “Seis Grandes Perdidas”. Estas pérdidas son las causas más comunes de pérdida de eficacia en la manufactura

1.- Averías – Impacta la Disponibilidad como un tiempo muerto

- ✓ Algunos ejemplos son: fallos de utillajes, mantenimiento no planificado, avería general de equipos, fallos de equipos
- ✓ Hay flexibilidad en donde fijar el umbral entre una avería y una pequeña parada

2.- Puesta a Punto y Ajustes – Impacta la Disponibilidad como un tiempo muerto

- ✓ Algunos ejemplos son: puesta a punto/ cambios de máquinas, falta de materiales, falta de operarios, ajustes mayores, tiempo de calentamiento de máquina.
- ✓ Esta pérdida es normalmente tratada con técnicas de reducción de tiempo de alistamiento de máquinas como el SMED

3.- Micro paradas – Impacta sobre la Eficiencia como pérdida de velocidad de procesamiento.

- ✓ Ejemplos: Obstrucción del flujo de productos, Atascos de componentes, alimentaciones incorrectas, sensor bloqueado, entrega bloqueada, limpieza, verificaciones.
- ✓ Típicamente se incluyen las paradas de menos de cinco minutos y que no requiere la intervención del personal de mantenimiento.

4.- Velocidad Reducida – Impacta sobre la Eficiencia como pérdida de velocidad de procesamiento.

- ✓ Ejemplos: funcionamiento áspero, debajo de la capacidad diseñada ó estándar, desgaste de máquina, Ineficacia del operador.
- ✓ Cualquier cosa que evite que el proceso funcione a su velocidad estándar (Ej. ritmo ideal de producción)

5.- Rechazos en el Arranque – Impacta como una pérdida de Calidad

- ✓ Ejemplos: rechazos por ajustes, re-trabajos, re-procesado, daños internos del proceso, caducidad del proceso, montaje incorrecto.
- ✓ Los rechazos durante el calentamiento, cambios o cualquier otro durante el inicio de producción pueden ser debidos a Alistamiento incorrecto, etc.

6.- Rechazos de Producción – Impacta como una pérdida de Calidad

- ✓ Ejemplos: reparaciones, re-trabajos, re-procesado, daños internos del proceso.

2.4.2 CALCULO DEL OEE

La eficiencia Global del equipo se calcula multiplicando la tasa de disponibilidad, la eficiencia y la calidad lo cual se representa en la siguiente figura:



Grafica 4. Desglose calculo OEE

Fuente: Internet

Autor: César Tuárez

Calculo del % disponibilidad.- este indicador se calcula por medio de la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo de producción neto}}$$

Dónde:

Tiempo de producción neto = horas de trabajo – descansos y mantenimiento planificados

Tiempo operativo = Tiempo de producción neto – Tiempos de paradas por averías y ajustes

Calculo de % Eficiencia.- fórmula para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo operativo eficiente}}{\text{Tiempo operativo}}$$

Tiempo operativo eficiente = Tiempo operativo – paradas por baja velocidad – paradas cortas

Calculo del % calidad.- se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total piezas producidas} - \text{piezas para muestras o defectuosas}}{\text{Total de Piezas producidas}}$$

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

- OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- 65% < OEE < 75% Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
- OEE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad

2.4.3 BENEFICIOS DEL CÁLCULO DEL OEE

La efectividad de un equipo afecta en primer lugar a los operarios de producción de la planta. Por tanto, ellos son los primeros que deben implicarse en entender y calcular el OEE así como en planificar e implementar las mejoras en la máquina para ir reduciendo de forma continua las pérdidas de efectividad, al ir midiendo el rendimiento diariamente el operario:

- Se familiariza con los aspectos técnicos de la máquina y la forma en la que procesa los materiales
- Focaliza su atención en las pérdidas; empieza a desarrollar un sentimiento cada vez más fuerte de propiedad con su máquina.

Al ir trabajando con los datos del OEE el Supervisor o Jefe de Planta o Taller

- Aprende con lujo de detalles la forma en que sus máquinas procesan los materiales.
- Es capaz de dirigir indagaciones sobre donde ocurren las pérdidas y cuáles son sus consecuencias;
- Puede dar información a sus operarios y a otros empleados implicados en el proceso de mejora continua de las máquinas;
- Es capaz de informar a sus superiores sobre el estado en que se encuentran sus máquinas y los resultados de las mejoras realizadas en ellas.

CAPITULO 3

SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS

A continuación se detallan los productos que elabora la empresa:

- Bebidas Gaseosas: son 5 las marcas que participan en este segmento todas las cuales se producen en las siguientes presentaciones:
 - ✓ Vidrio, en los formatos de 192 CC, 300 CC y 1250 CC.
 - ✓ Pet (plástico no retornable), en los formatos 250 CC, 400 CC, 500 CC, 1000 CC, 1450 CC, 1700 CC 1950 CC, 2500 CC, 3000 CC.
 - ✓ Ref Pet (plástico no retornable) todos los sabores en el formato de 2000 CC.
- Aguas: se comercializa en envase Pet, en los formatos de 500 CC y 3000 CC
- Jugos: este tipo de producto se comercializa en envase PET en los sabores: naranja, durazno, limón, frutas tropicales, estos se comercializan en los formatos de 250 CC, 450 CC, 1250 CC y 2750 CC.

3.2 CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO

La empresa para satisfacer las necesidades del mercado cuenta en la actualidad con seis líneas de embotellado las cuales se describen brevemente en el siguiente cuadro:

LÍNEA	AÑO INSTALACIÓN	ENVASE QUE PRODUCE	TAMAÑOS
1	2008	Envase PET	Todos
2	1992	Envase PET	Todos
3	1998	Envase PET	Todos
4	2000	Envase PET-Repeft y Vidrio	Todos
5	1995	Envase de vidrio	300 y 200 cc
6	2009	Envase PET	Entre 500 y 400 cc

Cuadro 1. Características de líneas de embotellado

Fuente: Dpto. mantenimiento

Autor: César Tuárez

En la tabla que se presenta a continuación se describe las máquinas utilizadas por cada una de las líneas de embotellado:

Equipo	LINEAS DE EMBOTELLADO					
	1	2	3	4	5	6
Despaletizadora				x	x	
Desencajonadora				x	x	
Encajonadora				x	x	
Paletizadora	x	x	x	x	x	
Lavadora de botellas				x	x	
Lavadora de cajas					x	
Enjuagadora	x	x	x	x		x
Llenadora	x	x	x	x	x	x
Roscador/coronador	x	x	x	x	x	x
Proporcionador	x	x	x	x	x	
Codificador	x	x	x	x	x	x
Inspector de botellas llenas	x				x	
Inspector de botellas vacías				x	x	
Transp. de botellas	x	x	x	x	x	x
Transp. cajas/fardos	x	x	x	x	x	x
Transp. Neumático	x	x	x	x		x
Termoencogible	x	x	x	x		x

Cuadro 2. Máquinas y equipos existentes en líneas de embotellado

Fuente: Dpto. de mantenimiento

Autor: César Tuárez

3.3 DESCRIPCION DEL PROCESO DE EMBOTELLADO

El proceso de elaboración de bebida embotellado tiene 3 etapas importantes las cuales se realizan de manera continua dentro de la línea de embotellado y describen a continuación:

3.3.1 PREPARACIÓN DEL ENVASE

Preparación envase no retornable

La botellas son transportadas por medio del transportador neumático desde la sopladora de botellas si el envase es soplado en planta o desde la despaletizadora de bultos si es comprado de un proveedor externo.

El envase llega a la maquina enjuagadora donde es rociado por una cantidad pequeña de agua blanda clorada para eliminar cualquier agente contaminante, durante este proceso cada 30 minutos los auditores de calidad realizan la medición de parámetros correspondientes al proceso de enjuagado para verificar que se cumplan con los requerimientos de limpieza escritos en los procedimientos, luego si los parámetros están dentro de especificaciones el envase continua hasta la llenadora de botellas, ver anexo 1.

Preparación de envase retornable

El envase Repeft o Vidrio (ambas retornables) vienen en cajas las cuales son traídas desde el área de despacho, las cajas son sacadas de los pallets por la maquina despaletizadora y conducidas hacia la maquina desencajonadora que saca las botellas de las cajas y estas son transportadas hacia la maquina descapsuladora que se encarga de sacar las tapas viejas de las botellas.

Las botellas sin tapas son transportadas hacia una pantalla de pre inspección donde se encuentran 2 operadores que ven las condiciones de las botellas vacías estas son que no tengan productos extraños en su interior, sino están aptas son clasificadas para ser re clasificadas, si cumplen con las especificaciones avanzan hasta la lavadora de botellas.

En la lavadora pasan por un proceso de pre lavado, lavado y enjuague en una mezcla de agua con soda caustica y agua tratada para lo que concierne al enjuague. Se hace un muestreo del envase lavado cada 30 minutos y si se encuentra alguna novedad se para el proceso hasta corregir, de estar todo dentro de especificaciones el envase lavado continua hacia el Inspector electrónico que se encarga de clasificar el envase y su función principal es rechazar botellas dañadas o con objetos extraños difíciles de apreciar en la pantalla de pre inspección, de aquí el envase es enviado a la llenadora. Ver anexo 2

3.3.2 LLENADO

De acuerdo a lo planificado en el programa de producción se envasa el sabor de bebida que viene desde el área de sala de jarabe por medio de bombas centrifugas, al llegar a los equipos de frío sean estos se empieza a hacer la mezcla de agua y jarabe para alcanzar los grados Brix deseados dependiendo el producto que se vaya a envasar, estos parámetros son monitoreados por una pantalla digital que tiene cada equipo y de manera manual cada 30 minutos por los auditores de calidad.

Con los parámetros en orden la bebida recircula por un tanque para ser carbonatada y es enviada por medio de bombas a la llenadora de botellas donde por medio de un sistema de llenado mecánico (igualación de presiones-llenado y despresurización) llena la botella y esta pasa al coronador o capsuladora dependiendo el tipo de envase para luego pasar a ser codificada en este paso se imprime en la botella la fecha de elaboración y caducidad, en que línea de embotellado se realizó y la hora.

Se realiza un muestreo cada 15 minutos de un grupo de botellas para revisar sus parámetros (contenido neto, concentración de CO₂ y grados Brix, revisión de características de los

códigos) para luego ser la botella transportador para el empaque por medio de transportadores de botellas. Ver anexo 3

3.3.3 EMPACADO

Si la botella es de envase no Retornable pasa por transportadores hacia la termoformadora donde dependiendo el formato (6-9-12 unidades) se le coloca un plástico al grupo de botellas y pasa a ser este termoformado lo que ayuda a que el plástico que esta sobre las botellas se adhiera a las mismas para formar el paquete.

Si la botella es envase retornable pasa hacia la maquina encajonadora la cual se encarga por medio de un sistema de agarre individual de botellas de colocarlas sobre las cajas plásticas.

Los paquetes o cajas son movidos por medio de trasportadores de cadenas hacia la máquina paletizadora aquí se colocan los fardos o cajas sobre los pallets formado 4 pisos, se identifica el pallet con No. y fecha y por medio de montacargas son llevados y entregados al área de logística don se entregan a la bodega de producto terminado. Ver anexo 4

3.4 CAPACIDAD ACTUAL DE PRODUCCION

La producción de bebidas gaseosas se la realiza en las seis líneas de producción y se la distribuye en cada una de ellas de acuerdo al tipo de formato o envases para lo cual están diseñadas cada una de las llenadoras de botella. El presupuesto diario que tiene establecida La planta de Guayaquil viene dado de acuerdo a los requerimientos del Área Comercial.

La capacidad de producción de cada una de las líneas se la mide en base velocidad de llenado (botellas por minuto) de las máquinas Llenadoras de Botellas. Cada máquina tiene una capacidad determinada dependiendo del formato del envase lo cual determina la cantidad de cajas o fardos teóricos que se han de producir. En el cuadro que se representa a continuación se describe los formatos que se producen en cada una de las líneas de

embotellado con sus respectivas velocidades representadas en CPH (cajas por hora) y BPH (botellas por hora):

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR LÍNEA Y FORMATO				
LÍNEA	FORMATO	UNIDADES POR CAJA	VELOCIDADES	
			CPH	BPH
1	410 CC	12	1667	20000
	1250 CC	6	4000	24000
	1350 CC	6	4000	24000
	1530 CC	6	3667	22000
	2500 CC	6	2750	16500
	2750 CC	6	2750	16500
	3000 CC	6	2750	16500
2	1250 CC	6	2000	12000
	1350 CC	6	2000	12000
	1530 CC	6	2000	12000
	2500 CC	6	1600	9600
	2750 CC	6	1600	9600
3	250 CC	12	1833	22000
	450 CC	12	1833	22000
	500 CC	12	1833	22000
	1250 CC	6	2000	12000
	2000 CC	6	2000	12000
4	250 CC (PET)	12	2167	26000
	500 CC (PET)	12	2167	26000
	1250 CC (VIDRIO)	12	1000	12000
	2000 CC (REF-PET)	12	1167	14000
5	200 CC (VIDRIO)	24	1458	35000
	300 CC (VIDRIO)	24	1458	35000
6	500 CC	12	500	6000
	400 CC	12	500	6000

Cuadro 3. Capacidad de producción de líneas de embotellado

Fuente: Dpto. de mantenimiento

Autor: César Tuárez

La programación de la producción se hace en base a la velocidad nominal de la línea y en esta no se considera las posibles averías de máquinas o demoras por paradas operacionales no programadas tales como falta de operador, mala calibración, etc.

3.5 INDICADORES DEL AREA DE PRODUCCIÓN

UTILIZACION DE LINEA.- compara el número real de cajas producidas durante el tiempo pagado con el número teórico de cajas que podrían haberse producido. Es una medición de eficiencia total de la operación de producción. El valor objetivo es de 80 % siendo el valor mínimo tolerable del 70%.

$$\text{Utilización de línea (UL)} = \frac{\text{Tiempo ganado (Tg)}}{\text{Tiempo pagado (Tp)}}$$

$$\text{Tiempo pagado (Tp)} = \frac{\text{Producción neta (Pn)}}{\text{Velocidad nominal de la llenadora (Vn)}}$$

DETENCIONES PROGRAMADAS.- miden todas las actividades no productivas, es decir la puesta en marcha, cambio de sabor o envase, CIP, Mantenimiento preventivo, etc, o que detengan la línea para recesos, reuniones, etc. Esta mide la eficacia de la gestión de la producción de la persona encargada de la eficiente programación de línea. El valor máximo que se espera de este indicador es del 9 %.

$$\text{Detenciones Programadas (Dt)} = \frac{\text{Tiempo perdido por Dt}}{\text{Tiempo pagado}} \times 100$$

DISMINUCION DEL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS.- La pérdida de los equipo identifica la disminución de la utilización debido a fallas mecánicas/eléctricas que detengan la llenadora o haga que funcione más lento. Por lo tanto, mide la eficacia de las

operaciones de mantenimiento para optimizar el rendimiento de los equipos. La compañía tiene como meta para el año 2012 llevar a este indicador al 8 % del total del tiempo pagado.

Disminución Desempeño de Equipos

$$= \frac{\text{Tiempo perdido (averías de equipos)}}{\text{Tiempo pagado}} \times 100$$

DISMINUCION DEL DESEMPEÑO OPERACIONAL.- La disminución del rendimiento operacional identifica la utilización pérdida por las detenciones o la velocidad lenta de funcionamiento que no tengan relación con el rendimiento de los equipos, e incluye entre otros calibraciones realizadas por los operadores, El valor considerado por la compañía como aceptable y tolerable es del 6 % siendo el ideal 0.

$$\text{Disminución desempeño operacional} = \frac{\text{Tiempo perdido (operacionales)}}{\text{Tiempo pagado}} \times 100$$

INDICE DE QUEJAS DEL CONSUMIDOR.- El monitoreo de las quejas de los consumidores provee información referente a la calidad del producto que se provee. Las quejas de los consumidores resultan en pérdida de consumidores y pérdida de negocios. Los consumidores satisfechos continuarán comprando los productos de la compañía. La meta de este indicador es que sea menor 0.9 es decir aproximadamente una botella por millón producida.

$$\text{Indice de quejas del consumidor} = \frac{\text{Reclamos del consumidor (producto con defecto)}}{\text{No. de envases llenados (millones)}}$$

RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE TAPAS.- El rendimiento de Sistemas de tapas mide la cantidad teórica de tapas necesarias para los productos elaborados en comparación con la cantidad comprada, el objetivo de este indicador es del 99,7 %.

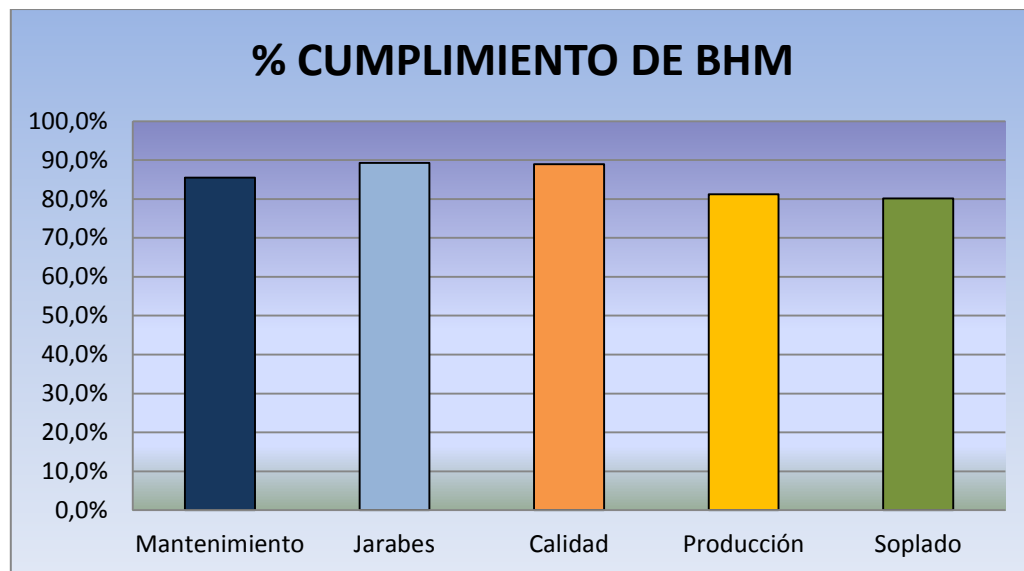
$$\text{Rendimiento de tapas} = \frac{\text{Total tapas teoricos necesarios para la producción}}{\text{Cantidad real de tapas utilizados}} \times 100$$

3.6 PROGRAMAS DE MEJORA EN LA PLANTA

En la compañía se desarrollan 2 programas que buscan mejorar las condiciones de trabajo de los colaboradores, asegurara y con estas lograr mejorar las operaciones estos son:

3.6.1 BUENAS HÁBITOS DE MANUFACTURA

El Programa de BHM lleva implementado desde el año 2000 dentro de la compañía y se lo realiza bajo el esquema que propone el Programa de prerrequisitos PASS 220. El mismo se aplica a las diferentes áreas de la planta de Guayaquil, en el siguiente grafica se presentan los resultados promediados del año del 2011 de las áreas que están involucradas de manera directa con la elaboración del producto final:



Grafica 5. Cumplimiento de BHM área de operaciones

Fuente: Dpto. Sistema de Gestión

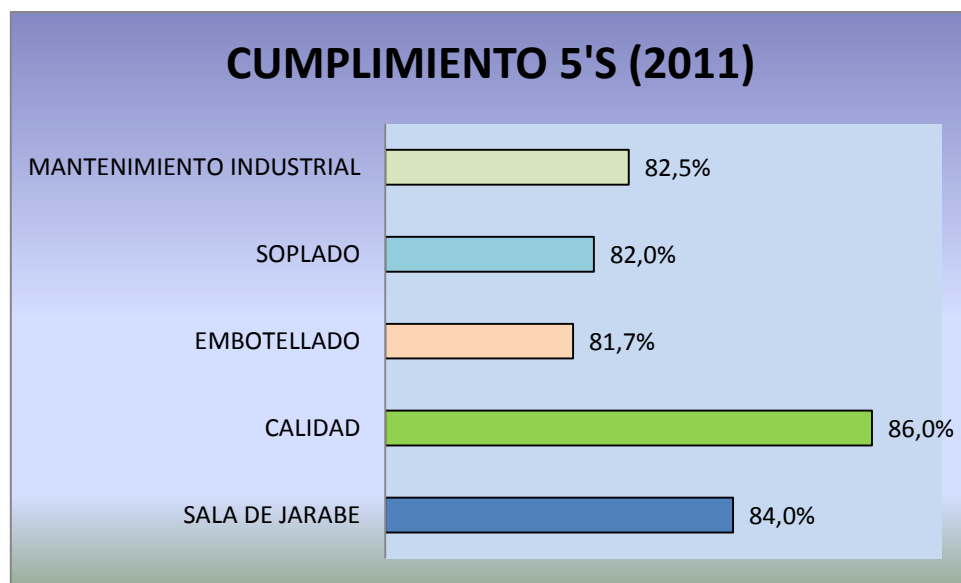
Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar las áreas detalladas están por encima del 80% aunque la meta que tiene establecida la gerencia es del 85%, mensualmente se realizan reuniones para el análisis de las oportunidades de mejoras a tomar por las respectivas áreas auditadas.

El área de producción de bebidas y soplado de botellas son las que tienen el indicador más bajo esto en parte al poco tiempo que se da para realizar las tareas básicas de mantenimiento y limpieza de las máquinas que conforman las áreas mencionadas.

3.6.2 PROGRAMA DE LAS 5'S

Este programa se empezó a implementar a partir de Junio del año 2011 con el objetivo de fortalecer y apoyar el programa de Buenas Prácticas de Manufactura ya que la compañía tiene previsto que a mediados del año 2013 empezar los procesos de certificación de las normas ISO 22000:2005 e ISO 9001:2008



Grafica 6. Cumplimiento 5'S área de operaciones

Fuente: Dpto. Sistema de Gestión

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar en el cuadro las áreas que más destacan en el cumplimiento son las de Calidad y Sala de Jarabe estas mismas también ocupan los primeros lugares con lo que respecta a los BHM.

3.7 GESTION DEL AREA DE MANTENIMIENTO

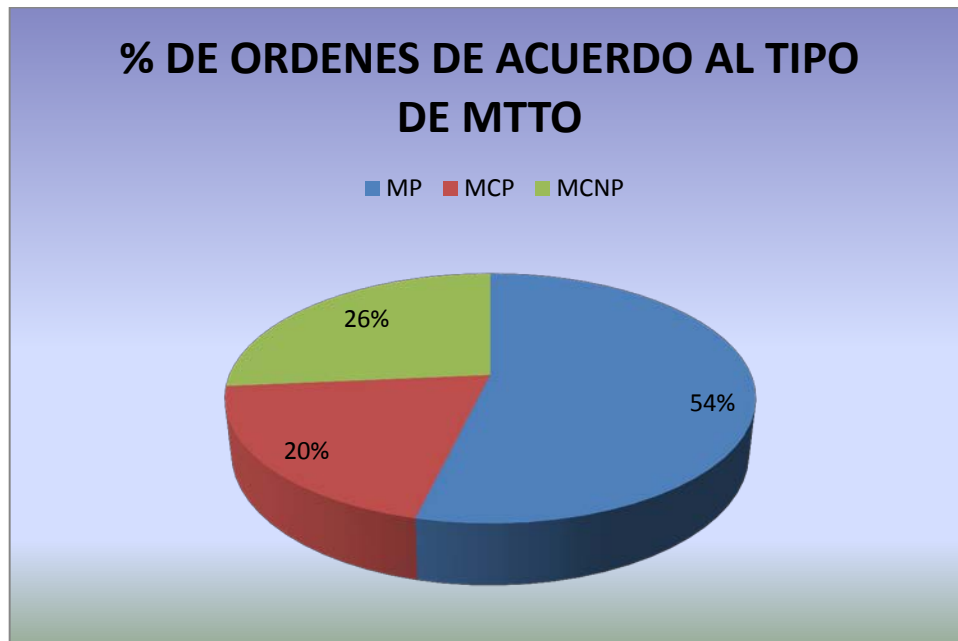
La empresa cuenta con un departamento de mantenimiento el cual es el encargado de mantener en óptimas condiciones todos los equipos de las diferentes áreas de la planta, el responsable de la gestión de mantenimiento es el Jefe de Mantenimiento, quien tiene bajo su cargo:

- Un Planificador de Mantenimiento
- Un Coordinador de Mantenimiento Mecánico
- Un Coordinador de Mantenimiento Eléctrico
- Tres Supervisores de Mantenimiento Mecánico
- Tres Supervisor de Mantenimiento Eléctrico-Electrónico
- Cinco Técnicos ecléticos
- Cinco Técnicos electrónicos
- Dos lubricadores
- Diez técnicos mantenimiento mecánico
- Un Instrumentista
- 4 Técnicos de mantenimiento Sopladoras
- 2 Técnicos para equipos de soporte (calderos, compresores, planta de agua)

Con todos estos colaboradores debe se debe atender las áreas de llenado, soplado, tratamiento de agua, sala de jarabe, aguas residuales, edificios y agencias cercanas.

En la planta se realizan los siguientes tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento Preventivo (MP).**- son actividades destinadas a la revisión de las condiciones del equipo para asegurar que elementos y partes funcionen correctamente y se mantengan en buen estado
- **Mantenimiento Correctivo Planificado (MCP).**- Son tareas de mantenimiento destinadas a corregir anomalías en partes y piezas de las máquinas que pueden provocar la detención de la misma, esta actividades se realiza de manera planificada con el área de producción
- **Mantenimiento correctivo no planificado, falla o avería (MCNP).**- son actividades destinadas a corregir cualquier tipo de falla que haya parado alguna máquina en pleno proceso productivo.



Grafica 7. Porcentaje de órdenes de trabajo realizadas

Fuente: Dpto. de mantenimiento

Autor: César Tuárez

Las órdenes de trabajo ya sean de MP, MCP o MCNP son generadas por el planificador de mantenimiento en conjunto con los coordinadores y supervisores del área, con ayuda del módulo PM de la plataforma del SAP (ver anexo 5).

Para ello se elaboran las órdenes de trabajo en las cuales se indica el personal que realizara el mantenimiento, el tipo de mantenimiento, horas de trabajo planificadas, descripción del trabajo, repuestos usados, fecha de comienzo y finalización, como se puede apreciar en la gráfica anterior en el periodo 2011 se realizaron solo un 54% de ordenes preventivas.

3.7.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo son generadas automáticamente por el sistema, y corridas por el planificador de mantenimiento (ver anexo 6) pero las mismas no se las realizan en su totalidad, muchas veces debido a:

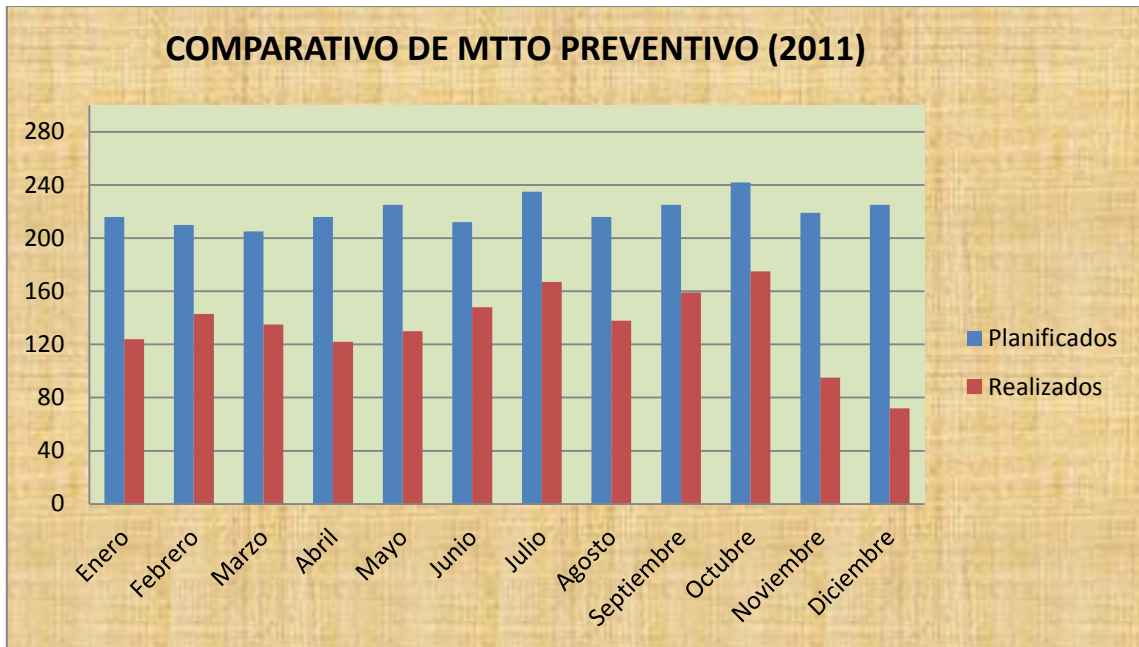
- ✚ Falta de disponibilidad de las líneas debido a que para abastecer el mercado no se realizan las paradas programadas para mantenimiento preventivo

- ✚ Daños no planificados en las maquinas no asignadas a mantenimiento

- ✚ Exceso de carga de trabajo para el tiempo planificado para mantenimiento preventivo

- ✚ Falta de ayudantes para los técnicos de mantenimiento

Todas estas razones planteadas influye a que se averíen los equipos en el proceso de producción y disminuya la eficiencia de las líneas de embotellado, en el siguiente grafico se presenta el comparativo de trabajos de mantenimiento que debían haberse realizado en el año 2011 Vs lo que se pudieron realizar, cabe destacar que solo se encuentran los trabajos concernientes a las seis líneas de embotellado.



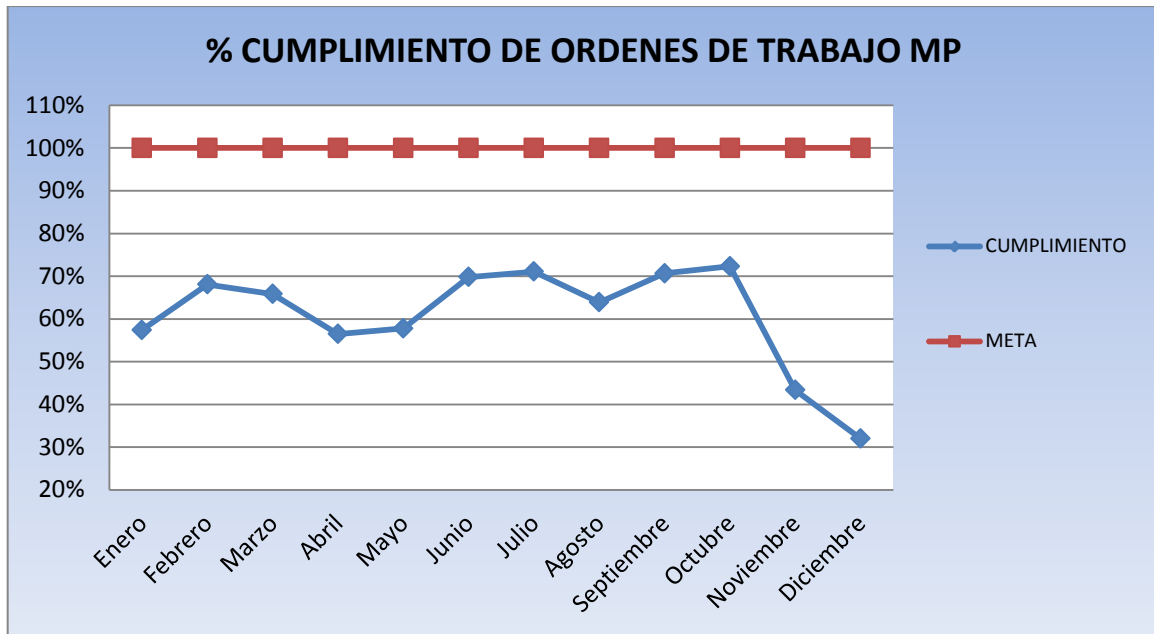
Grafica 8. Comparativo de Mantenimiento preventivos realizados vs. Planificados

Fuente: Dpto. de mantenimiento

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar mensualmente se generan un promedio de 220 órdenes preventivas y que en ningún mes del año 2011 se pudieron cumplir al 100%.

Los meses donde el incumplimiento es mayor son en aquellos en que el volumen de ventas de bebidas aumenta lo que sumado a la actual utilización de línea no permite que se pare la producción para realizar trabajos de mantenimiento, esto se puede observar en la gráfica que se presenta a continuación.



Grafica 9. Porcentaje de cumplimiento de Órdenes de MP

Fuente: Dpto. de mantenimiento

Autor: César Tuárez

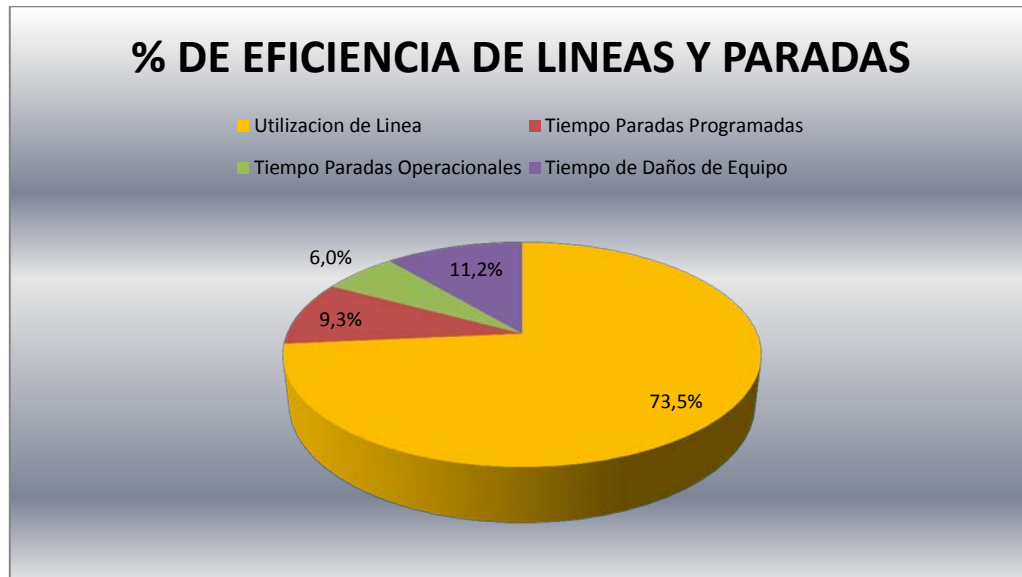
CAPITULO 4

ANALISIS DE LAS PÉRDIDAS EN LA LINEA DE EMBOTELLADO

4.1 EFICIENCIA DE LINEA

Como se indicó en el capítulo anterior el indicador con el que se mide la eficiencia de la planta es el de utilización de línea, el cual en el año 2011 fue en promedio general de todas las líneas del 73,5 %. El cual se ve reducido por:

- Detenciones programadas, el objetivo de este tipo de parada es que sea menor o igual al 9 %
- Disminución de desempeño operacional el cual debe como ser como objetivo menor o igual al 6%
- Disminución de desempeño de equipos cuyo objetivo es que sea menor o igual es del 8%



Grafica 8. Porcentaje de diferentes tipos de paradas y eficiencia

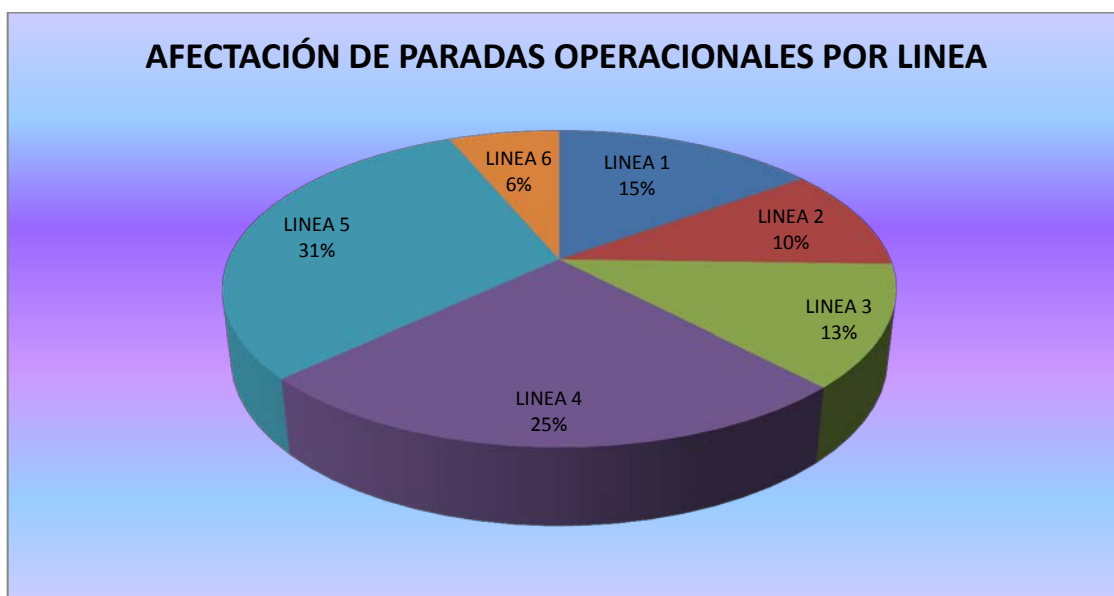
Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Los supervisores de producción registran de manera diaria todos los acontecimientos que afectan a la utilización de línea en un registro (anexo 7), donde se indica los tiempos por los diferentes tipos de paradas registradas en el proceso productivo. El análisis de las causas que ocasionan los diferentes tipos de paradas se realizara en este capítulo para ello se obtuvieron la información de la base de datos que maneja el área de operaciones.

4.2 PARADAS OPERACIONALES

Estas afectan directamente a la eficiencia de las líneas de embotellado y no son consideradas en la elaboración de los programas de producción, las mismas son ocasionadas por condiciones ajenas al estado de los equipos, en el año 2011 la cantidad de horas de paradas operacionales en las seis líneas de embotellado fueron de 2209. En la gráfica No 10 se presenta porcentaje de impacto por horas de paradas de cada línea de embotellado.



Gráfica 9. Porcentaje de paradas operacionales por línea

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar la línea con un mayor porcentaje de afectación es la línea 5 mientras que la línea 6 es la que tiene un menor impacto sobre este indicador.

En la tabla 4 se han resumido para el respectivo análisis las horas de paradas operacionales de acuerdo a sus características y línea.

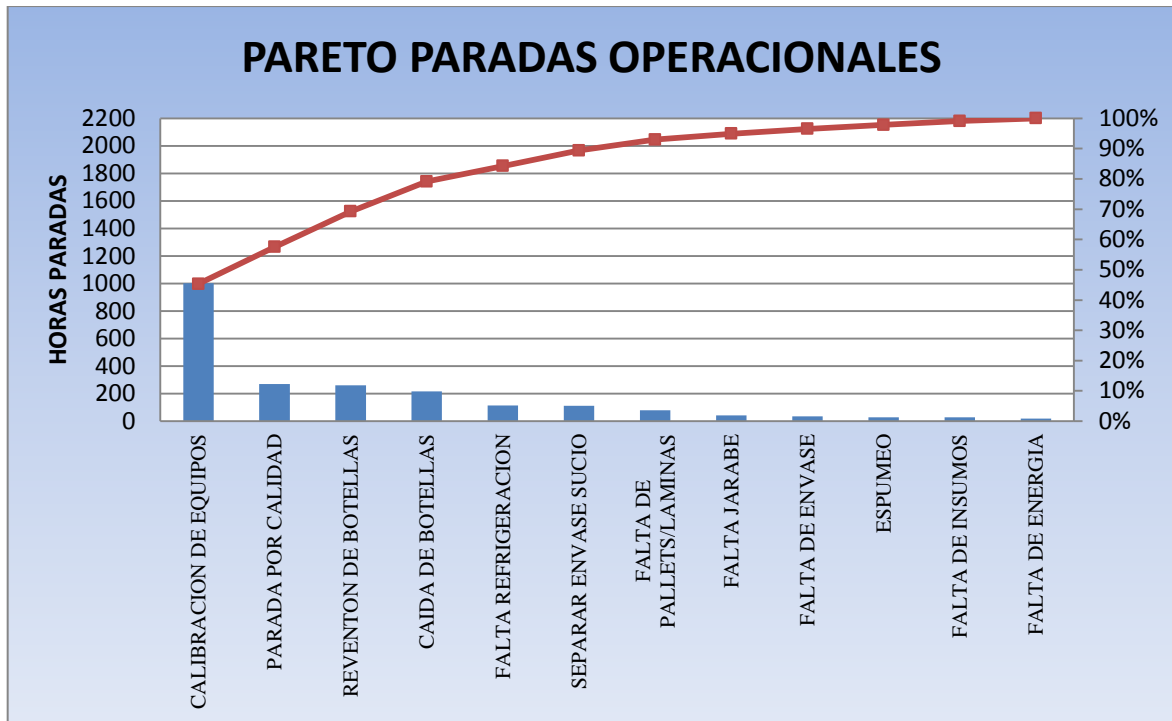
PARADAS OPERACIONALES 2011							
DESCRIPCION	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5	LÍNEA 6	TOTAL
CALIBRACION DE EQUIPOS	169	136	198	235	243	20	1001
PARADA POR CALIDAD	43	55	34	68	70	0	269
REVENTON DE BOTELLAS	4	0	4	36	126	90	260
CAIDA DE BOTELLAS	2	0	10	127	78	0	217
FALTA REFRIGERACION	20	23	0	32	40	0	114
SEPARAR ENVASE SUCIO	0	0	1	29	83	0	113
FALTA DE PALLETS/LAMINAS	78	1	1	1	0	0	80
FALTA JARABE	2	6	10	4	6	16	43
FALTA DE ENVASE	5	0	14	6	0	10	35
ESPUMEO	2	3	0	2	21	0	29
FALTA DE INSUMOS	5	3	1	11	6	3	28
FALTA DE ENERGIA	5	3	1	7	2	1	20

Cuadro 4. Horas de paradas operacionales por línea

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Para analizar el impacto de cada uno de los aspectos que se consideran como parada operacional y que afectan el porcentaje total de este indicador se ha procedido a la elaboración del siguiente diagrama de Pareto para identificar cuáles son a las que hay que dar mayor atención pues serán consideradas como vitales, esta grafica se presenta a continuación:



Grafica 10. Pareto de paradas operacionales

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Calibración de equipos.- este tipo de paradas refiere se da cuando se han realizado malas calibraciones en los cambios de formato y en el proceso de producción se tiene que parar la línea para hacer las correcciones necesarias, en las máquinas donde se realiza calibraciones son:

- Llenadora de botellas
- Roscador/Coronador
- Termoformadoras

Paradas por calidad.- estas paradas concierne a las detenciones realizadas por los auditores de calidad para verificar o corregir condiciones de calidad de producto, toma de muestras, etc.

Reventón de botellas.- se reporta cuando en la llenadora existe la explosión de botellas ya sean por fisuras internas (botellas de vidrio o repect) o mala distribución del material (botellas pet), esto provoca pérdida de presión interna dentro del tanque de la máquina y el mismo se inunda lo que provoca que las botellas no salgan con el contenido neto correcto y tenga que bajar la velocidad de la máquina.

Caídas de botellas.- la característica de este problema refiere cuando las botellas se viran en los transportadores esto debido a diferentes causas como bases de botella deformadas (botellas pet), falta de lubricación de las cadenas, etc.

4.2.1 ANÁLISIS DE LAS PARADAS POR CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

Se ha considerado esta característica para efecto de análisis debido a que su impacto es del 45% del total de paradas operacionales lo cual en horas representa 1001 horas entre las 6 líneas de embotellado, donde la que tiene mayor impacto es la línea 5 con 243 horas de parada durante el año 2011 por lo que se van a utilizar los datos registrados en los reportes de esta línea.

Para realizar un análisis estadístico de los tiempos por calibración de equipos en la línea 5 y tomar un número de muestra que sea representativo se lo va a realizar mediante un muestreo aleatorio simple sin reposición y utilizaremos las siguientes fórmulas para deducir los tamaños de muestra:

$$n = \frac{No}{1 + \frac{No}{N}} \qquad No = \frac{Z^2 \alpha/2 \times S^2}{e^2}$$

Para determinar el tamaño de la muestra se escogieron al azar 20 reportes generados por los líderes de producción de la línea en año 2011 en los que se obtuvo los siguientes datos de horas de paralización:

M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS
1	1/05/2011	0,2	11	21/10/2011	0,3
2	4/06/2011	0,5	12	29/10/2011	0,1
3	9/07/2011	0,9	13	4/11/2011	0,8
4	17/07/2011	1,5	14	15/11/2011	0,5
5	31/07/2011	0,6	15	23/11/2011	0,5
6	12/09/2011	0,8	16	29/11/2011	1,2
7	19/09/2011	0,5	17	30/11/2011	1,0
8	27/09/2011	0,8	18	5/12/2011	0,2
9	18/10/2011	1,1	19	6/12/2011	0,2
10	19/10/2011	1,2	20	17/12/2011	0,8

Cuadro 5. Muestras tiempos calibración de equipos

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Estadísticas descriptivas: tiempo de calibración de equipo

Variable : N **Media** **Desv.Est.** **Varianza** **Mínimo** **Máximo**

Tiempo calibración equipos : 20 0,6683 0,3955 0,1564 0,0833 1,5000

La población de la cual se van a obtener los datos son los registros de producción donde se reportaron paradas operacionales en el año 2011 y de los cuales obtuvimos los siguientes datos:

N= 240

$s^2 = 0,1564$

I.C. del 97 % = 2,17

e= 0.16 horas (10 minutos)

Remplazando en la formula obtuvimos:

$$N_o = \frac{2,17^2 \times 0,1564}{0,16^2} = 28,76$$

$$n = \frac{28,76}{1 + \frac{28,76}{240}} = 25,68 \approx 26 \text{ reportes para muestra}$$

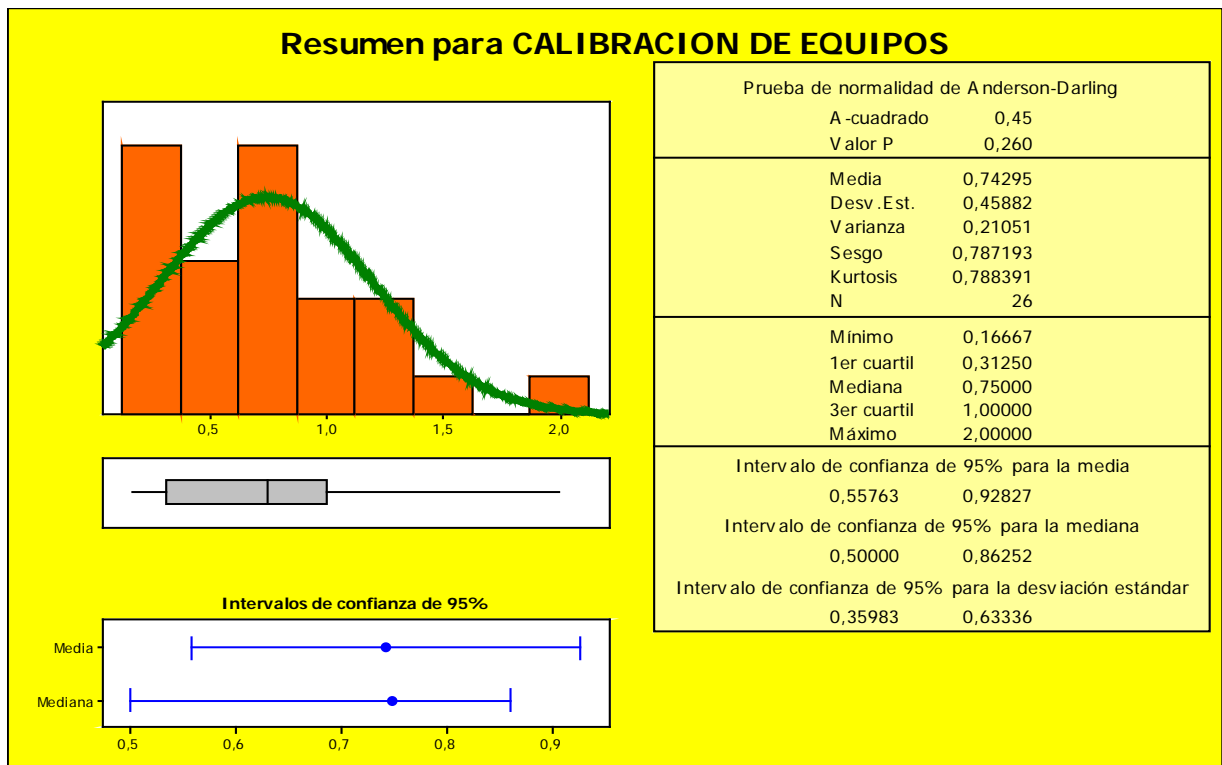
M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS
1	01/02/2011	1	14	24/08/2011	0,8
2	27/03/2011	0,6	15	09/09/2012	0,8
3	15/04/2011	1,3	16	17/09/2012	0,2
4	26/04/2011	1,2	17	27/09/2011	0,3
5	05/05/2011	0,3	18	06/10/2011	0,8
6	19/05/2011	0,8	19	24/10/2011	0,6
7	21/05/2011	1	20	12/11/2011	0,8
8	31/05/2011	2	21	19/11/2011	1,5
9	12/06/2011	1,3	22	26/11/2012	0,9
10	19/07/2011	0,2	23	02/12/2012	0,8
11	25/07/2011	0,3	24	08/12/2012	0,5
12	29/07/2011	0,2	25	15/12/2012	0,2
13	18/08/2011	0,5	26	21/12/2012	0,8

Cuadro 6. Muestras tiempos calibración de equipos para análisis estadístico

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Los datos obtenidos y mostrados en la tabla 6, sirvieron para la delimitación de la información y efectuar un análisis descriptivo de los eventos y estos datos se muestran en forma gráfica 12.



Grafica 11. Grafica de resumen para calibración de equipos

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

El grafico nos indica que los datos según la prueba de normalidad de Anderson Darling tienen una distribución normal ya que tiene un valor P mayor a 0,1 y en promedio el tiempo que se detienen la línea de embotellado por calibración de equipos que realizan los operadores es de 0.74 horas es decir aproximadamente 45 minutos, y que con un 95% de confianza la media de las paradas por calibración va a estar entre 0,55 y 0,92 horas.

4.3 PARADAS PROGRAMDAS

Este tipo de paradas están contabilizadas y son consideradas dentro de los programas de producción, en el año 2011 el total de tiempo que se detuvieron las líneas por este indicador fue de 3335 horas, la línea que tiene un mayor porcentaje de número de horas paralizadas es la línea 5, estos datos se representan en la gráfica siguiente:



Gráfica 12. Porcentaje de paradas programadas por línea

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Para analizar el impacto de este tipo de paradas se han resumido y ordenado en la siguiente tabla los tiempos de detención en cada los mismos fueron tomados del año 2011 y se muestran a continuación:

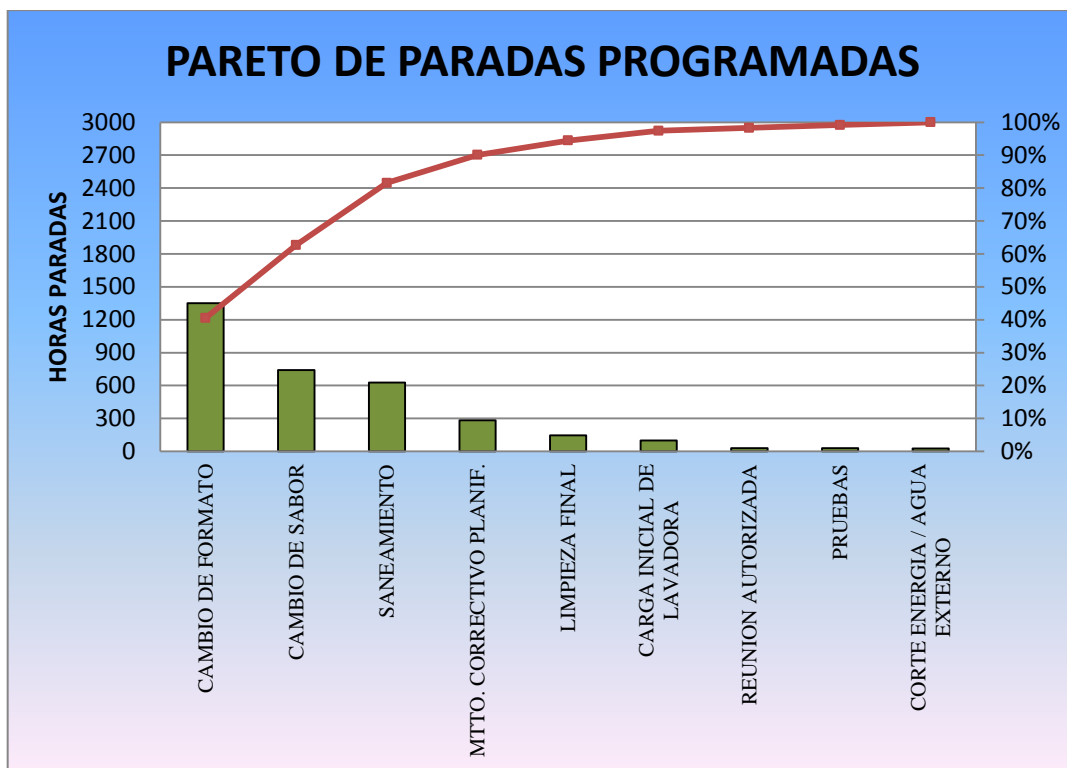
PARADAS PROGRAMADAS							
DESCRIPCION	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	LINEA 4	LINEA 5	LINEA 6	TOTAL
CAMBIO DE FORMATO	294,0	183,1	241,1	284,2	322,4	26,8	1351,6
CAMBIO DE SABOR	182,9	123,5	89,6	156,4	174,0	13,4	739,7
SANEAMIENTO	73,7	112,4	174,6	48,1	21,0	198,6	628,4
MTTO. CORRECTIVO PLANIF.	37,5	27,6	18,9	68,0	47,9	84,0	283,9
LIMPIEZA FINAL	12,5	19,3	29,7	41,6	29,3	13,9	146,3
CARGA INICIAL DE LAVADORA	0,0	0,0	0,0	25,0	72,6	1,0	98,6
REUNION AUTORIZADA	3,3	1,8	3,0	9,0	13,0	0,0	30,0
PRUEBAS	4,7	1,0	3,1	6,6	14,2	0,0	29,5
CORTE ENERGIA / AGUA EXTERNO	8,3	0,0	3,6	5,5	9,9	0,0	27,3

Cuadro 7. Horas de paradas programadas por línea

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Para analizar el impacto de cada tipo de parada sobre el porcentaje total de este indicador se ha procedido a la elaboración del siguiente diagrama de Pareto:



Grafica 13. Pareto de paradas programadas

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

De los datos obtenidos tenemos que el 80% del tiempo de paradas programadas está concentrado en las siguientes detenciones:

Cambio de formato.- estas actividades tiene un tiempo determinado de acuerdo al tipo de botella que se vaya a producir y aquí la máquina que determina estos tiempos es la llenadora de botellas los mismos se reducen cuando se hacen corridas largas de producción

Cambio de Sabor.- la actividad que se realiza en esta operación es la limpieza interna del tanque de la llenadora y el proporcionador, tiene un tiempo de duración de 20-30 minutos

de acuerdo a la línea y el tipo de sabor que se va a realizar existe procedimiento documentado de las actividades y los tiempos d que se deben realizar la limpieza.

Saneamiento.- el tiempo promedio de esta actividad es de 2 horas cuando es 5 pasos y 1 hora cuando es 3 pasos, se realiza en todas las llenadoras y proporcionadores mediante la recirculación de una solución de soda caustica al 2%, esta actividad se la realiza en cada cambio de sabor en productos sensibles (te o jugos) o cada 36 horas cuando son corridas largas de producción de productos sensibles, para esta actividad existe un procedimiento documentado donde se especifica el tiempo y temperaturas de operación.

4.3.1 ANÁLISIS PARALIZACIONES POR CAMBIOS DE FORMATO

Esta causa de parada de línea tiene un impacto de 1351 horas lo que representa el 41% del total de detenciones y aunque son consideradas dentro de la planificación con tiempos establecidos de acuerdo al tipo de formato, las actividades que se realizan en los cambios de son las siguientes:

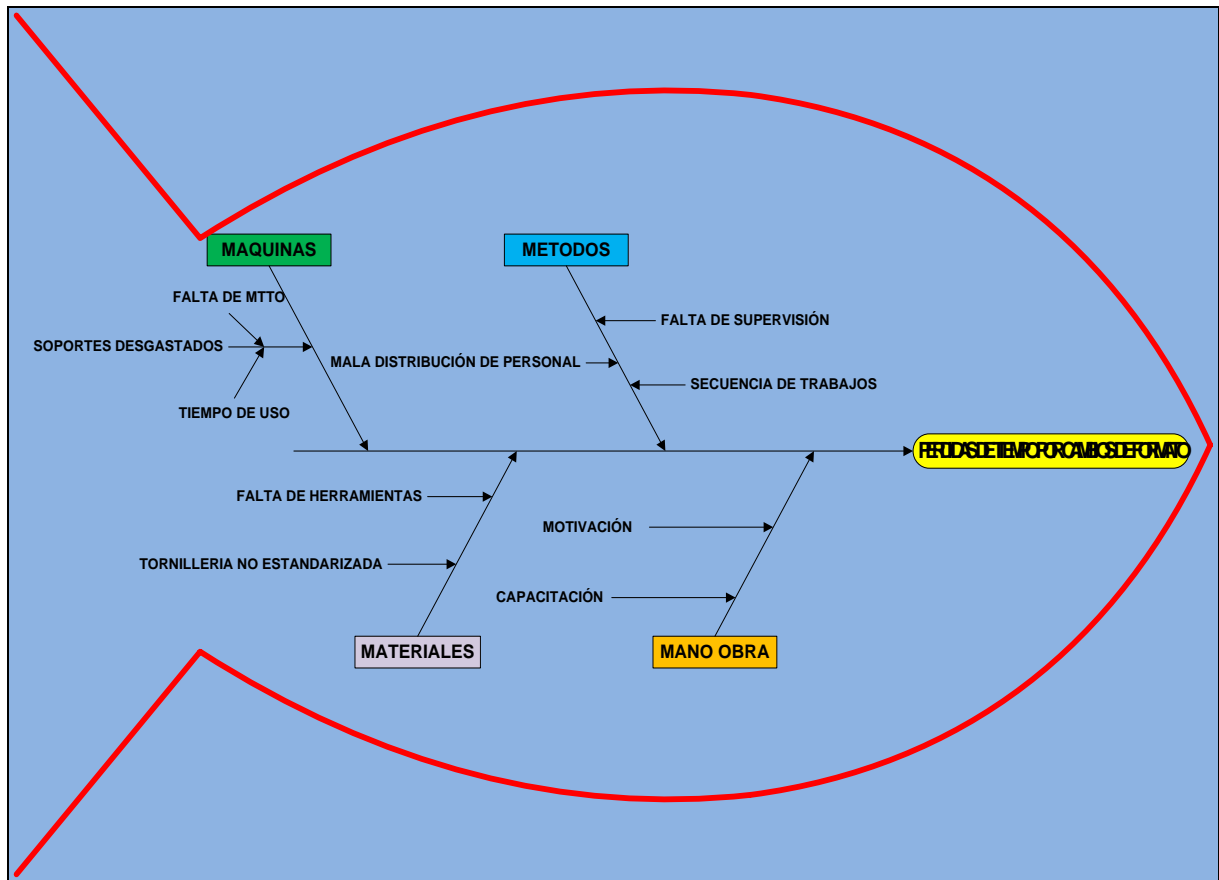
- Cambio de manejos de botellas

- Cambios de tubos de llenado

- Subir o bajar altura de la llenadora y taponadora/coronador

- Vaciado de la tolva y transportador de tapas.

Hay factores que no permiten disminuir los tiempos tradicionales de cambios de formato los cuales se representan el siguiente diagrama de causa-efecto y se describen a continuación:



Grafica 14. Diagrama causa y efecto pérdidas por tiempo cambios de formato

Fuente: Propia del autor.

Autor: César Tuárez

- **Soportes desgastados.-** se refiere a las bases donde se ajustan los manejos de botellas, estos en la actualidad tienen desgaste ya que por las vibraciones normales de la máquina, golpes de botellas en trabamientos y la falta de mantenimiento demora el tiempo al momento de acoplar los elementos de los manejos (guías, estrellas y mesa)
- **Mala distribución de personal.-** en los momentos de cambios de formato solo se encuentran 3 operadores realizando el cambio de elementos y se puede poner operadores de otras máquinas a que ayuden en los mismos para reducir estos tiempos.
- **Falta de supervisión y secuencia de actividades.-** el supervisor de línea en los cambios de formato procede a realizar el cuadro de la producción por lo que no está

presente en las actividades que realizan los colaboradores, además que los operadores no llevan una secuencia estandarizada de las actividades que van a realizar ya que se evidencio de manera visual que algunas ocasiones primero cambia los tubos de llenado y luego bajan el nivel de la taza, cuando primero pueden bajar en automático e ir cambiando los tubos.

- **Falta de capacitación.**- cuando los operadores titulares de la llenadora se van de vacaciones o faltan por alguna razón personal, las personas que quedan en remplazo no conocen totalmente la manera de realizar los cambios debido a que no se los capacita además tienen problemas en identificar las llaves necesarias para ajustar o apretar elementos.

- **Falta de herramientas.**- los operadores titulares tienen herramientas viejas y deterioradas, mientras que los operadores que hacen de reemplazo carecen de herramientas y pierden tiempo al ir a conseguir las mismas para realizar los trabajos de cambio.

- **Tornillería no estandarizada.**- existe mezcla de pernos y tuercas en milímetros y pulgadas, pernos allen o de cabezal hexagonal, esto causa demora debido a que se tiene que estar cambiando de llaves en cada momento y muchas veces se carece de alguna medida específica de las mismas.

4.4 PARADAS POR DAÑOS DE EQUIPOS

Para el análisis de las paradas por detenciones de equipos se han tomado los datos acumulados del año 2011, los cuales se representan de manera resumida en la siguiente tabla donde se detalla la cantidad de horas de detención por avería que ha sufrido cada máquina en su respectiva línea de embotellado.

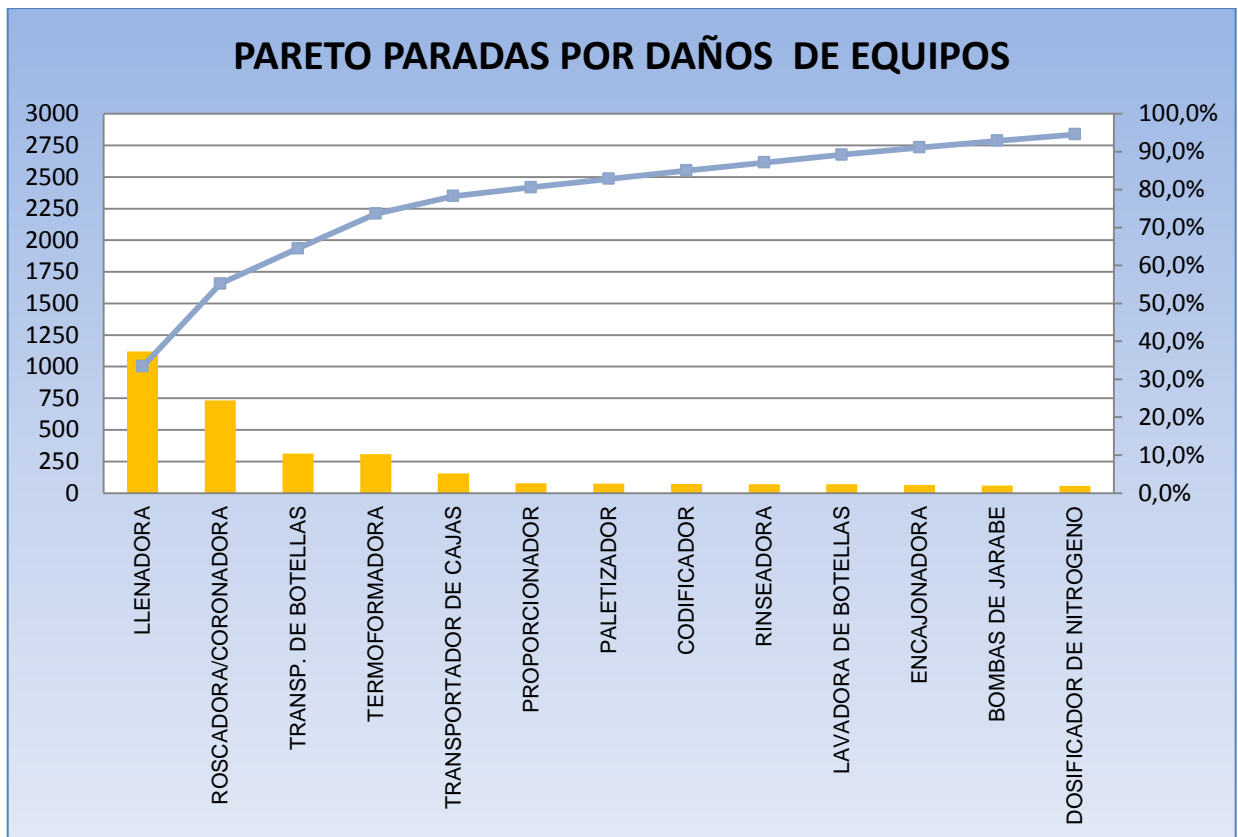
PARADAS POR DAÑOS DE EQUIPOS							
DESCRIPCION	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	LINEA 4	LINEA 5	LINEA 6	TOTAL
LLENADORA	187	182	178	198	288	86	1120
ROSCADORA/CORONADORA	121	127	136	131	189	28	732
TRANSP. DE BOTELLAS	19	25	56	87	124	1	312
TERMOFORMADORA	87	93	71	47	0	9	307
TRANSPORTADOR DE CAJAS	48	26	17	28	36	1	156
PROPORCIONADOR	33	13	20	7	4	0	78
PALETIZADOR	23	13	5	7	26	1	76
CODIFICADOR	8	25	11	17	9	3	73
RINSEADORA	5	45	6	6	0	9	71
LAVADORA DE BOTELLAS	0	0	0	27	42	0	69
ENCAJONADORA	0	0	0	36	27	2	65
BOMBAS DE JARABE	9	15	11	8	16	0	59
DOSIFICADOR DE NITROGENO	11	7	5	2	0	31	57
INSP. BOTELLAS VACIAS	0	0	0	9	46	0	55
DESPALETIZADORA DE CAJAS	0	0	0	14	35	0	49
DESENCAJONADORA	0	0	0	21	26	0	47
DESCAPSULADOR	0	0	0	19	0	0	19
ALEXUS	0	0	0	12	0	0	12

Cuadro 8. Horas de paradas por daños de equipos en líneas de embotellado

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Se han recopilado los datos del cuadro 8 y para visualizar que máquinas tienen mayor número de horas paradas se ha hecho un diagrama de Pareto el cual se presenta a continuación:



Grafica 15. Pareto de daños de equipos en líneas de embotellado

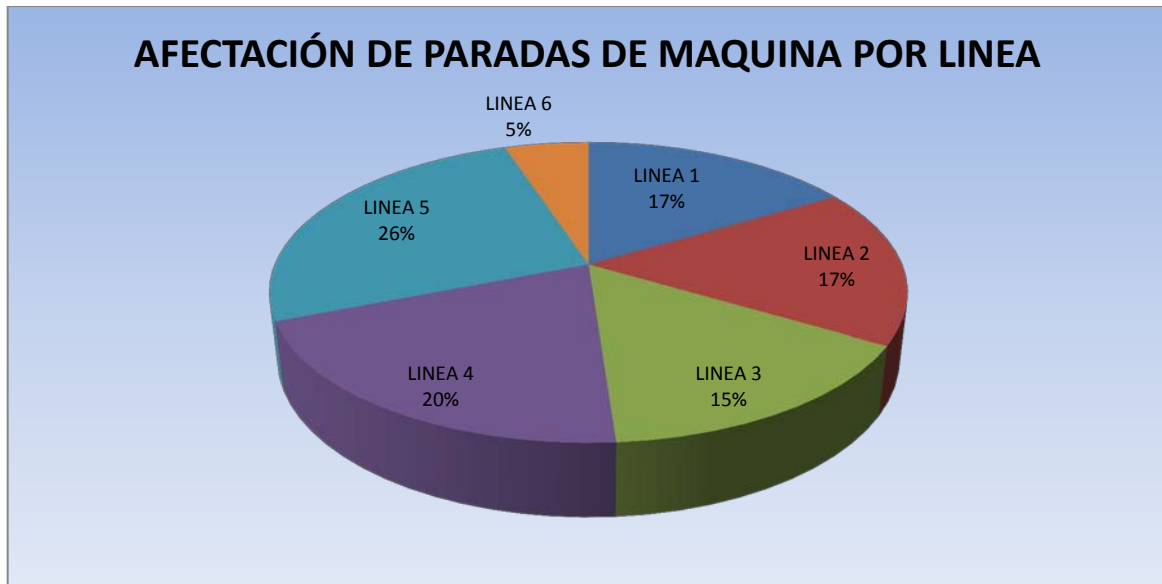
Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

De los datos obtenidos tenemos que el 80% del tiempo de detención de equipos esta acumulado en las siguientes máquinas:

- Llenadora de botellas
- Roscador/coronado
- Transportador de botellas
- Termoformadora
- Transportador de cajas

Además se ha hecho un análisis de que línea de embotellado tiene un mayor porcentaje de detención de equipos de lo que se pudo observar que la línea que tiene un mayor número de horas paralizadas por daños en los equipos es la línea 5, estos datos se representan en la gráfica siguiente:



Grafica 16. Porcentaje de paradas por daños de equipos en líneas de embotellado

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

De los datos obtenidos en la gráfica tenemos que la línea de embotellado No. 5 es la que presenta mayor cantidad de horas por detención de equipos las cuales son 868 horas que representa el 26 % del total de detenciones por daños de la planta, por ello va a realizar el respectivo análisis de paradas en esta línea.

4.4.1 ANÁLISIS DE LOS DAÑOS EN LLENADORA No. 5

Se ha considerado esta máquina para efecto de análisis debido a que su impacto en horas durante el periodo del año 2011 ha sido de 288 horas es decir los daños representan el 33% de la línea de embotellado No. 5

Para realizar un análisis estadístico de los tiempos por calibración de equipos en la línea 5 y tomar un número de muestra que sea representativo se lo va a realizar mediante un muestreo aleatorio simple sin reposición y utilizaremos las siguientes fórmulas para deducir los tamaños de muestra:

$$n = \frac{No}{1 + \frac{No}{N}}$$

$$No = \frac{Z^2 \alpha / 2 \times S^2}{e^2}$$

Para determinar el tamaño de la muestra se escogieron al azar 20 reportes del año 2011 en los que se obtuvo los siguientes datos de horas de paralización:

M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS
1	01/05/2011	1,50	11	21/10/2011	1,25
2	04/06/2011	1,33	12	29/10/2011	1,33
3	09/07/2011	2,00	13	04/11/2011	3,17
4	17/07/2011	2,67	14	15/11/2011	1,25
5	31/07/2011	2,83	15	23/11/2011	2,42
6	12/09/2011	1,50	16	29/11/2011	2,83
7	19/09/2011	2,17	17	30/11/2011	1,67
8	27/09/2011	3,00	18	05/12/2011	2,17
9	18/10/2011	2,50	19	06/12/2011	1,25
10	19/10/2011	2,83	20	17/12/2011	2,33

Cuadro 9. Muestras tiempos de daños en llenadora

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Estadísticas descriptivas: tiempo daños en llenadora

Variable	:	N	Media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Máximo
Tiempo Daños en llenadora	:	20	2,10	0,668	0,446	1,250	3,167

La población de la cual se van a obtener los datos son los registros de producción donde se reportaron paradas por daños en la llenadora en el año 2011 y de los cuales obtuvimos los siguientes datos:

N= 150

s²= 0,446

I.C. del 97 %= 2,17

e= 0.16 horas (10 minutos)

Remplazando en la formula obtuvimos:

$$No = \frac{2,17^2 \times 0,446}{0,16^2} = 82$$

$$n = \frac{82}{1 + \frac{82}{150}} = 53,7 \approx 54 \text{ reportes para muestra}$$

Los datos obtenidos de los reportes de producción para el análisis los tiempos de daños en la llenadora se presentan en el siguiente cuadro:

M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS
1	05/01/2011	0,8	15	13/04/2011	2,0	29	11/07/2011	2,8	43	25/10/2011	0,8
2	14/01/2011	2,1	16	21/04/2011	1,2	30	22/07/2011	1,8	44	29/10/2011	7,0
3	22/01/2011	2,0	17	25/04/2011	1,3	31	29/07/2011	2,1	45	31/10/2011	2,3
4	27/01/2011	1,5	18	27/04/2011	1,0	32	06/08/2011	1,0	46	13/11/2011	2,5
5	07/02/2011	1,2	19	08/05/2011	1,9	33	15/08/2011	1,3	47	20/11/2011	2,8
6	16/02/2011	1,4	20	12/05/2011	3,5	34	17/08/2011	0,8	48	24/11/2011	1,6
7	18/02/2011	1,5	21	19/05/2011	2,8	35	24/08/2011	3,0	49	29/11/2011	1,3
8	22/02/2011	1,8	22	24/05/2011	0,8	36	26/08/2011	3,3	50	08/12/2011	0,8
9	25/02/2011	2,2	23	06/06/2011	1,5	37	05/09/2011	1,5	51	13/12/2011	1,3
10	01/03/2011	3,0	24	10/06/2011	12,0	38	07/09/2011	1,7	52	19/12/2011	1,3
11	14/03/2011	3,7	25	19/06/2011	1,1	39	18/09/2011	0,8	53	22/12/2011	1,6
12	21/03/2011	4,1	26	24/06/2011	2,5	40	22/09/2011	6,0	54	25/12/2011	1,8
13	22/03/2011	10,0	27	28/06/2011	1,7	41	12/10/2011	3,2			
14	12/04/2011	3,2	28	07/07/2011	2,5	42	21/10/2011	1,2			

Cuadro 10. Muestras tiempos daños en llenadora para análisis estadístico

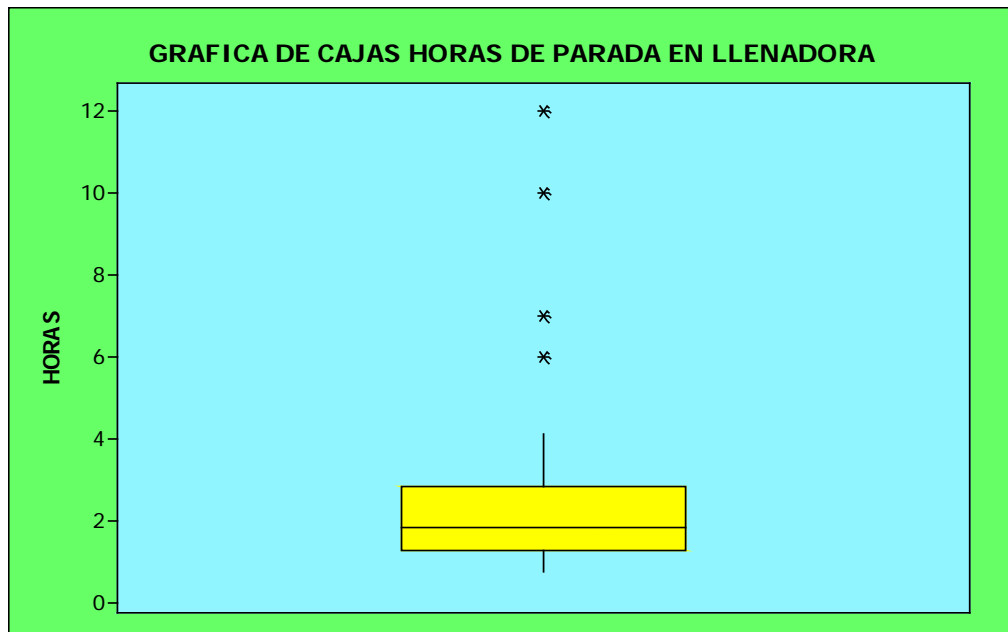
Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Los datos obtenidos y mostrados en las tabla 9 se han utilizado para la delimitación de la información y efectuar un análisis descriptivo de los eventos. Como se puede observar en la gráfica 17 se procedió a construir una gráfica de cajas de los 54 datos analizados y se encontraron que 4 de ellos son atípicos, se procedió a la verificación de los mismos en los reportes de mantenimiento y se encontró lo siguiente:

- Parada de 12 horas, corresponde al cambio del reductor principal de la llenadora de botellas
- Parada de 10 horas, corresponde a la reparación del sistema de elevación de la llenadora debido a que se torcieron 3 de los 4 ejes y se averiaron los cardanes de este sistema
- Parada de 6 y 7 horas, corresponde a la parada por reparación de pistones de elevación de botella debido a que se torcieron por trabamiento de botellas

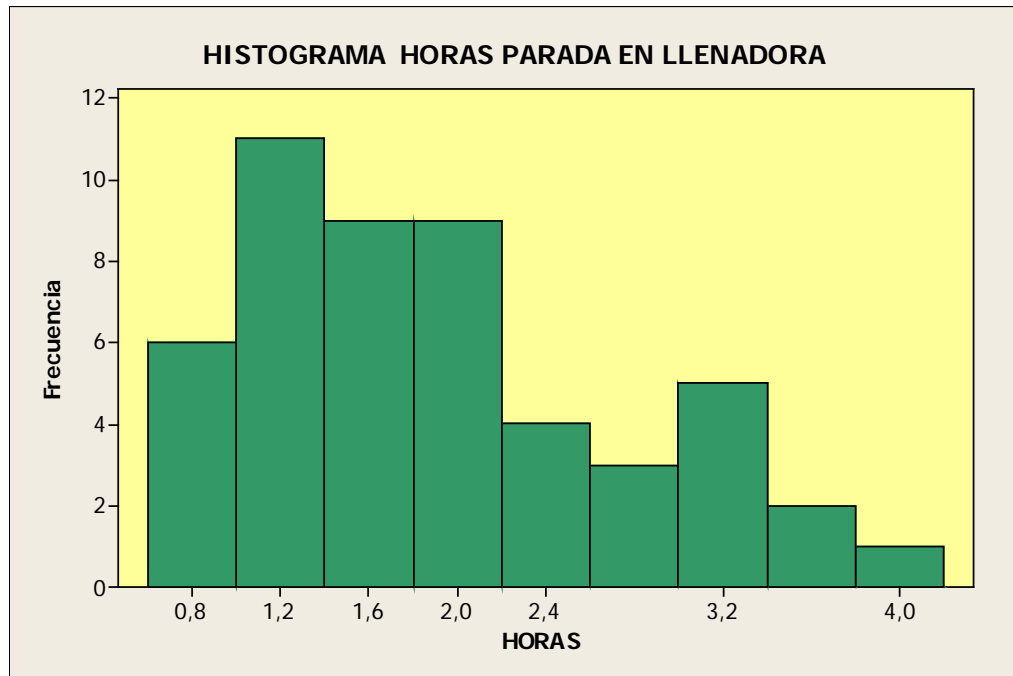
Parada de 6 horas, debido a la reparación de las columnas que soportan las estrellas de transferencia de botellas, esto sucedió debido a daños en los rodamientos.



Grafica 17. Diagrama de cajas horas de paradas en llenadora

Fuente: Dpto. producción Autor: César Tuárez

Una vez eliminado los datos atípicos se procedió a realizar un histograma para mostrar la frecuencia en horas de daños en la llenadora, los mismos se presentan en la siguiente grafica 18



Grafica 18 Histograma de paradas en llenadora

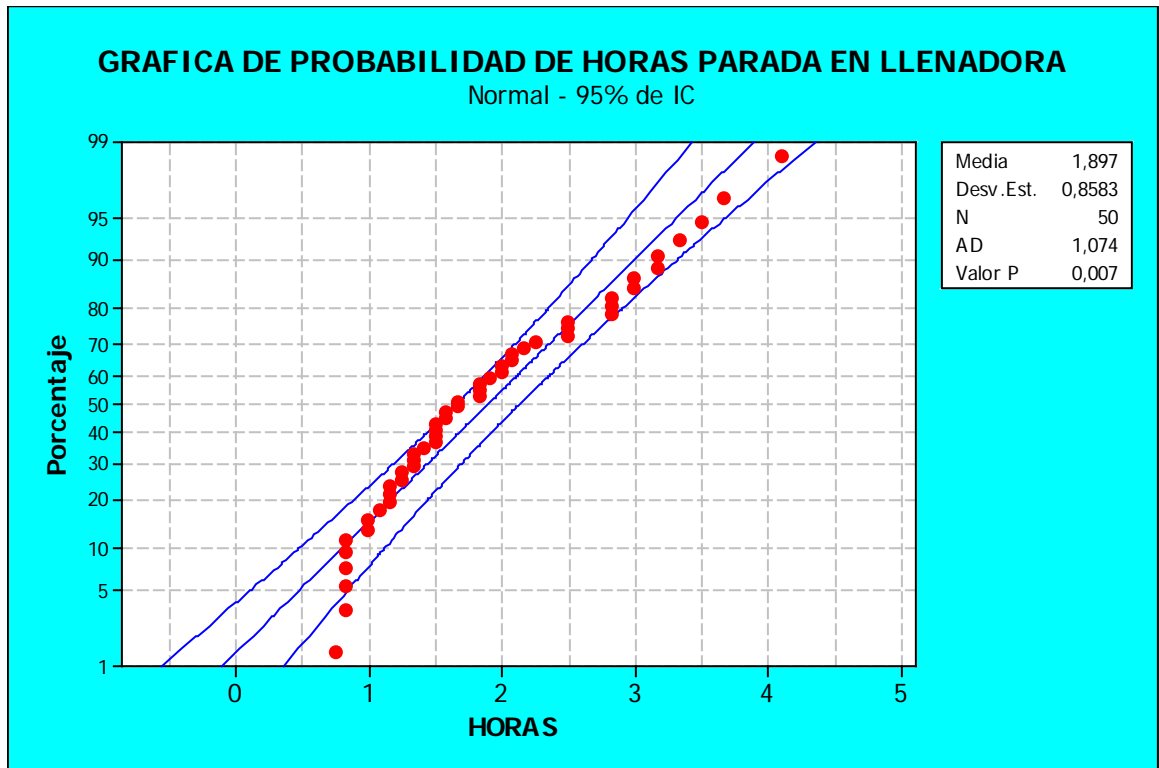
Fuente: Dpto. producción Autor: César Tuárez

Podemos observar que los tiempos de parada que mayor frecuencia presenta son los comprendidos entre 1 y 2,2 horas.

Estos según la experiencia de los operadores y del personal técnico corresponden a :

- Reparaciones en tornillo sin fin de entrada de botellas
- Cambio de bandas y cardanes de sistema de transmisión principal
- Reparaciones menores en estrellas de llenadora
- Calibración de sistema de elevación debido a desgaste en cardanes
- Reparaciones de transportador de entrada y salida de botellas de llenadora.
- Calibraciones de guías de entrada y salida de llenadora
- Cambio de rodillos seguidores de cilindros

Finalmente para comprobar el comportamiento de los datos se procedió a realizar el test de normalidad que se presenta a continuación:



Grafica 19 Grafica de probabilidad de horas de parada de llenadora

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

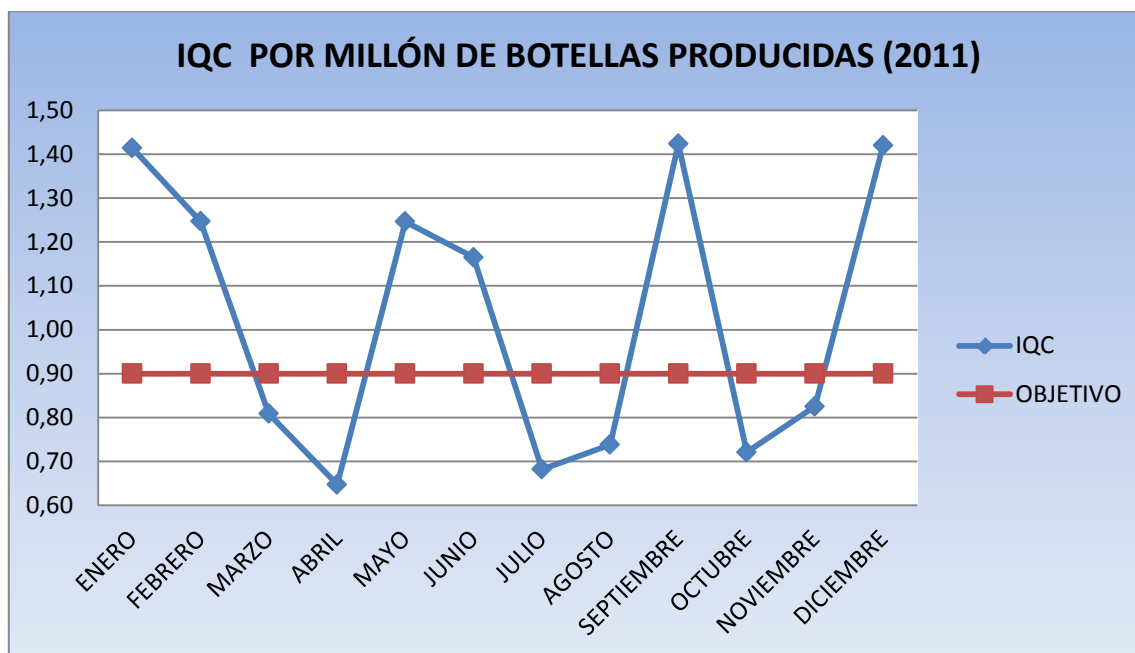
Como podemos apreciar al igual que en el histograma la mayor frecuencia de tiempos se encuentra entre 1 y 2,2 horas aproximadamente y el promedio de horas de parada de la llenadora es de 1,89 horas es decir aproximadamente 2 horas. El valor P es menor a 0,05 lo que significa que no existe normalidad en los datos presentados

4.5 RECLAMOS DEL MERCADO POR PRODUCTO CON DEFECTOS

La empresa por medio del departamento de Aseguramiento de la Calidad realiza el monitoreo de la características claves de sus productos que de manera general se resumen en calidad de empaque (condiciones de envase, aplicación de etiqueta y tapa) y calidad de la bebida (concentración de CO₂, Brix, contenido neto, apariencia, etc.) las mismas que se realizan en intervalos pre determinados en el proceso productivo.

Pero además de estos controles dentro de la planta, realiza auditorías de calidad externas con el fin de conocer como el producto final llega hasta los consumidores, también el departamento de calidad junto con el de servicio al cliente monitorean quejas debidas a no conformidades en el producto por parte del consumidor final

Para medir el nivel de quejas que se tiene de los productos existe el indicador “Índice de quejas del consumidor” el cual tiene un valor meta de 0.9, es decir casi una botella con defecto por cada millón producida, en el capítulo 3 se especificó su fórmula de cálculo. En el periodo del año 2011 el indicador anual fue de 1.03 en este año solo se pudo cumplir seis meses con la meta, el desempeño de este indicador se presenta en la siguiente gráfica:



Grafica 20 Comportamiento del Índice de quejas del consumidor

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

En el siguiente tabla se presentan las quejas recibidas por productos no conforme, las cuales están clasificadas por línea de embotellado y tipo de no conformidad, los datos son del año 2011.

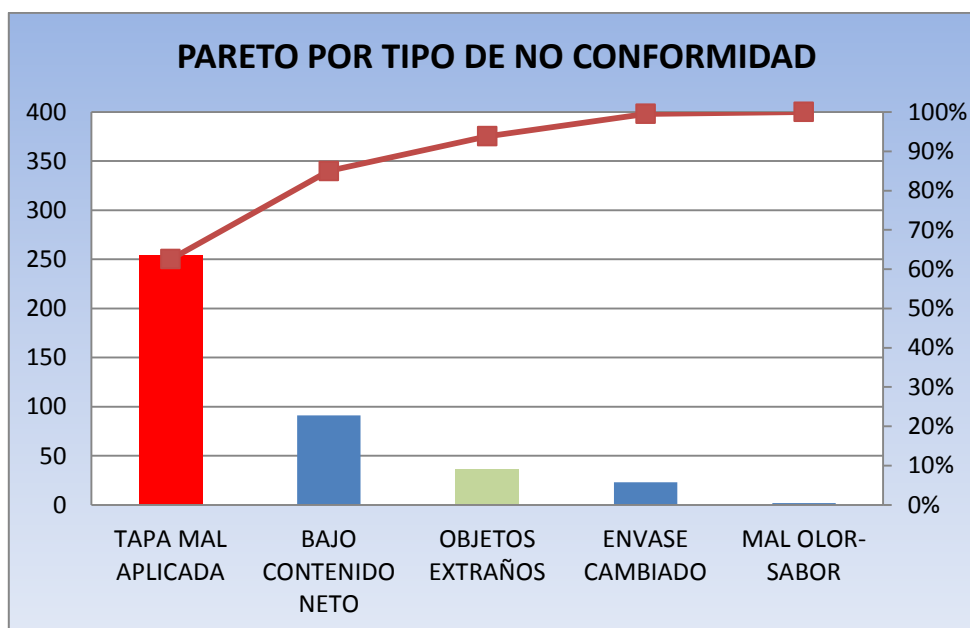
RESUMEN DEL IQC AÑO 2011							
DESCRIPCIÓN	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5	LÍNEA 6	TOTAL
TAPA MAL APLICADA	45	39	23	43	96	8	254
BAJO CONTENIDO NETO	9	15	29	15	22	1	91
ENVASE CAMBIADO				9	14		23
OBJETOS EXTRAÑOS				5	31		36
MAL OLOR-SABOR				1	1		2
TOTAL	54	54	52	73	164	9	406

Cuadro 11. Resumen de quejas de producto no conforme

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

De los datos resumidos tenemos que la tapa mal aplicada y el bajo contenido neto representa el 85% de las causas que ocasionan las quejas de los consumidores esto se representa de en la siguiente grafica de Pareto:



Grafica 21 Pareto por tipo de no conformidad en producto

Fuente: Dpto. producción

Autor: César Tuárez

Podemos observar que la línea con mayor número de producto no conforme es la línea de embotellado No. 5 la cual tuvo 164 botellas con problemas y esto representa el 40% del total de quejas recibidas.

Para efectos de investigación de los problemas se va a analizar los datos obtenidos de la línea 5 en las características de tapa mal aplicada debido a que esta afecta directamente a la calidad del producto final.

4.5.1 RECLAMOS POR TAPA MAL APLICADA

Para realizar un análisis de las causas que afectan para que llegue producto no conforme hasta el consumidor final se realizó una lluvia de ideas con operadores de la llenadora y analistas de calidad de la línea 5, auditores de calidad y personal de mantenimiento, las ideas planteadas se presentan en el siguiente diagrama de causa y efecto:

MAQUINAS:

- **Holgura en coronadores.-** El coronador de botellas presenta holgura en cada una de las 20 columnas lo que provoca que estas al avanzar a poner la tapa en algunas ocasiones no la coloque de manera correcta.
- **Transportadores de botellas averiados.-** los transportadores de salida del coronador presentan desgaste en las cadenas lo que provoca que a alta velocidad la botella vaya inestable y las que no estén bien tapadas o con bajo contenido neto no sean rechazadas por el inspector de botellas.
- **Manejos de botellas averiados.-** Debido al uso y a la falta de mantenimiento los manejos presentan desgaste lo que provoca que la botella se mueva antes de ser colocada la tapa.

METODOS

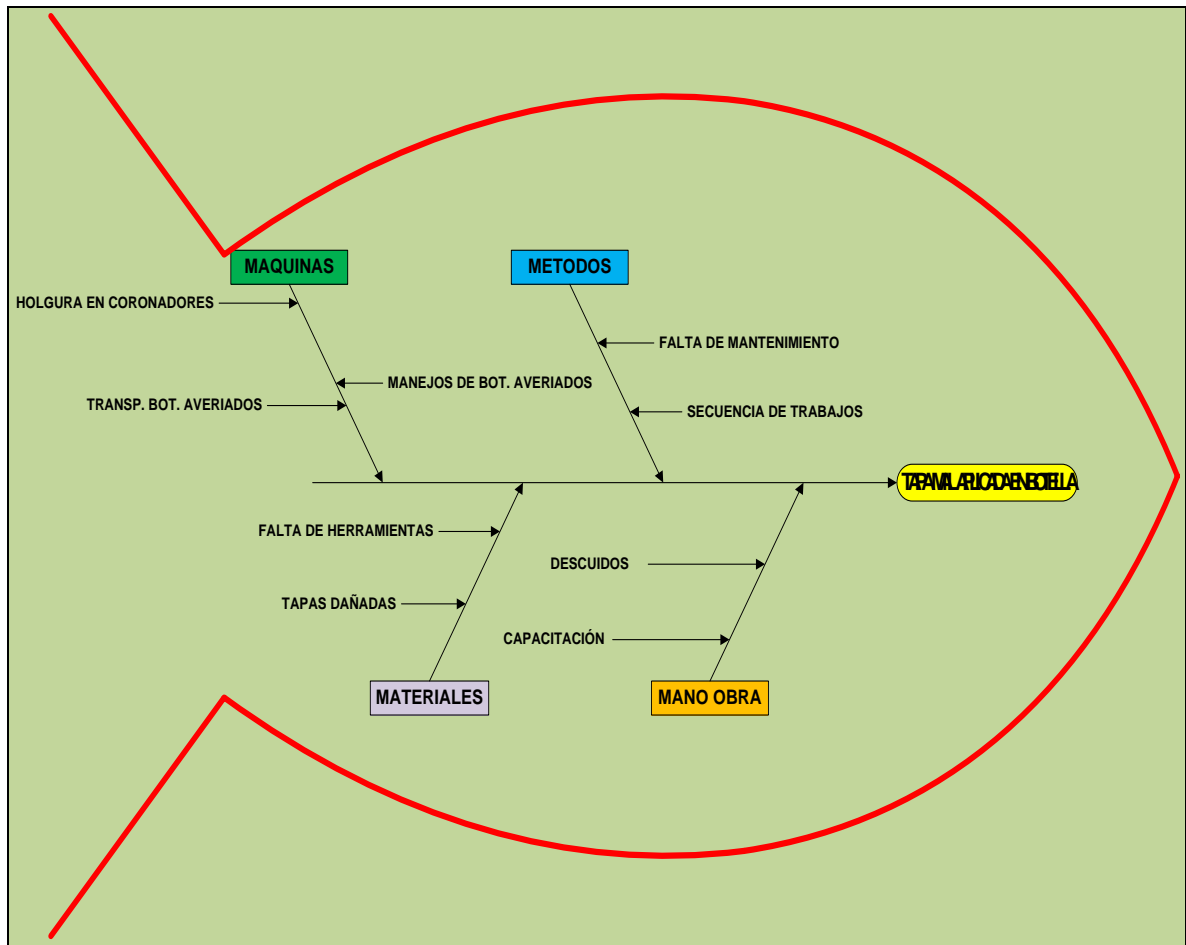
Falta de mantenimiento.- esto debido a la demanda que existe del mercado y debido a la baja eficiencia de la línea provoca que las paradas para mantenimiento se vean reducidas por cumplir el programa de producción.

MANO DE OBRA

- **Capacitación.-** los operadores de las máquinas no reciben una capacitación correcta para indicarles la manera de cómo se deben realizar los ajustes y calibraciones finas de las máquinas y esto se hace más crítico cuando los operadores titulares están de vacaciones o faltan por asuntos de causa mayor.
- **Descuidos.-** en ocasiones los operadores de la llenadora se entretienen en otras actividades ajenas a la de la máquina que están operando lo que provoca que no se den cuenta cuando empiezan por cualquier circunstancia a salir botellas mal tapadas.

MATERIALES

- **Falta de herramientas.-** los operadores titulares tienen herramientas viejas y deterioradas, mientras que los operadores que hacen de reemplazo carecen de herramientas y pierden tiempo al ir a conseguir las mismas para realizar los trabajos de cambio.
- **Tapas dañadas.-** las tapas coronas son metálicas y muchas veces se averían en la tolva de tapas o vienen averiadas desde fabrica lo que provoca que se atoren en la carrilera y se descalibre la estrella que posiciona la tapa en los cabezales magnéticos.



Grafica 22 Diagrama causa efecto de tapa mal aplicada

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

CAPITULO V

IMPLEMENTACIÓN PILOTO DEL TPM EN LÍNEA DE EMBOTELLADO

5.1 SELECCIÓN DE LA LÍNEA PILOTO

Para la selección de la línea donde se implementaran los pilares del TPM se realizó una matriz de decisión en la cual se consideró las paradas programadas, operacionales, por daños de equipo y el índice de reclamos del consumidor. Esta matriz fue construida considerando el porcentaje del tiempo en que cada línea incidía en el valor total de cada parada e IQC, para lo cual a efectos de cálculo se usaron en valores decimales. En la tabla No. 11 se muestran los valores en decimales de cada una de las paradas y sus respectivos pesos:

	FACTORES DE DECISION			
	PARADAS PROGRAMDAS	PARADAS OPERACIONALES	DAÑOS DE EQUIPOS	IQC
PESOS	1	2	3	4
LINEA 1	0,185	0,151	0,165	0,133
LINEA 2	0,141	0,104	0,170	0,133
LINEA 3	0,169	0,124	0,154	0,128
LINEA 4	0,193	0,252	0,202	0,180
LINEA 5	0,211	0,306	0,259	0,404
LINEA 6	0,101	0,063	0,050	0,022

Cuadro 12. Matriz de decisión para selección de línea

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez

Los pesos que se asignaron se los dio de acuerdo a la importancia que el área de operaciones consideran importante para su gestión, siendo el índice de quejas del consumidor la más importante ya que afecta a la imagen del producto por lo que se dio un valor de 4, la parada de equipos se consideró con un valor de 3 debido a que es la que

ocasiona un mayor número de horas de detenciones y las paradas operacionales ocuparon el tercer lugar en importancia por lo que se asignó un valor de 2.

	RESULTADOS DE LA MATRIZ				
	PARADAS PROGRAMDAS	PARADAS OPERACIONALES	DAÑOS DE EQUIPOS	IQC	TOTAL
LINEA 1	0,19	0,30	0,50	0,53	1,51
LINEA 2	0,14	0,21	0,51	0,53	1,39
LINEA 3	0,17	0,25	0,46	0,51	1,39
LINEA 4	0,19	0,50	0,61	0,72	2,02
LINEA 5	0,21	0,61	0,78	1,62	3,22
LINEA 6	0,10	0,13	0,15	0,09	0,47

Cuadro 13. Resultados de matriz de decisión para selección de línea

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez

De los datos obtenidos en la tabla 11 la línea seleccionada para la implementación piloto fue la línea de embotellado número 5, en el anexo 10 se presenta el plano de la distribución de máquinas.



Fig.1 Zona de preparación de envase de línea 5

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez



Fig. 2 Zona de inspección y llenado de envase de línea 5

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez

5.2 SITUACIÓN DE LA LÍNEA ANTES DEL TPM

La línea de producción No.5 está especializada en el embotellado de bebida carbonatada en envases de vidrio y fue puesta en marcha en año de 1985, las condiciones del material que manipula ha provocado el deterioro de partes y piezas de manera más rápida que en las líneas de embotellado que trabajan con envase PET. Además esta línea como se ha mostrado en el cuadro 2 es la línea que más máquinas trabajan de manera continua ya que la línea 4 algunas trabajan cuando se produce en formatos retornables y otras funcionan en formato no retornable.

5.2.1 CONDICIONES EN LA MÁQUINA

La línea 5 presenta una infraestructura deteriorada debido a la agresividad de las botellas de vidrio sobre todo en las máquinas donde se encuentran botellas con bebida, además aunque

se realiza la limpieza de la línea el cuidado de la máquina por parte de los operadores no es el correcto ya que no existe un conocimiento detallado de cómo y dónde realizarla por lo que las características actual de las condiciones son entre otras:

- ✓ La máquina o equipos en sus partes internas está generalmente muy sucia.
- ✓ Material y producto disperso alrededor de la máquina
- ✓ Motores están calientes o emiten ruidos extraños.
- ✓ Grandes cubiertas se usan para proteger la máquina, pero sus parte internas no se limpian.
- ✓ La posición del equipo dificulta el acceso para chequeos de rutina de algunas partes
- ✓ Toma mucho tiempo en reparar problemas menores y a veces la reparación es provisoria.

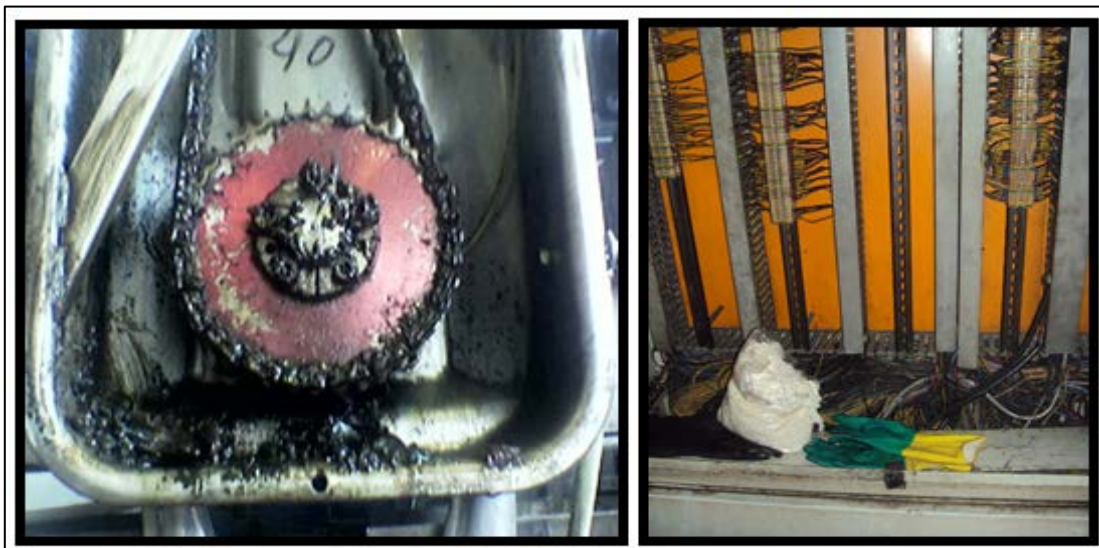


Fig. 3. Exceso de grasa en piñón y objetos extraños en panel eléctrico

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez



Fig. 4 Parte interna de llenadora con vidrio y cables sueltos

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez

5.2.2 CONDICIONES DE LOS OPERADORES

Entre las cosas se pueden apreciar en cuanto a los operadores de línea se puede decir que:

- ✓ No efectúan chequeos regulares a las máquinas.
- ✓ La limpieza de los componentes son de manera superficial
- ✓ Sólo algunos operadores saben cuándo y dónde se debe lubricar la máquina y cuanto aceite usa.
- ✓ Cuando los operadores detectan algo anormal, llaman al personal de mantención sin tratar de entender el problema.
- ✓ Los operadores no ven las paradas como sus propios problemas.
- ✓ No hay capacitación por parte de los especialistas a los operadores

- ✓ No hay retroalimentación de las reparaciones por parte del departamento de mantenimiento hacia producción
- ✓ Producción y mantenimiento actúan en forma independiente
- ✓ Gran número de repuestos en bodega que no eran usados. Elevado costo de mantenimiento tanto en repuestos como mano de obra



Fig. 5. Deterioro de alimentador de tapas por golpes
 Fuente: Dpto. Producción Autor: César Tuárez

5.2.3 OEE DE LA LÍNEA DE EMBOTELLADO No. 5

Es una medida que representa el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente las piezas de la calidad, comparadas con el tiempo que fue planeado para hacerlo en definitiva, el OEE indica cuántas piezas han salido como producto correcto funcionando la máquina a la velocidad nominal y sin averiarse. En este concepto están incluidas todas las fuentes de ineficiencia, estén o no programadas, ya que la única manera de mejorar es identificar todo para trabajar después sobre lo que es susceptible de mejora.

El OEE es un indicador que no se considera dentro de la compañía, para efectos de cálculo en la línea de embotellado No 5 se realizó una matriz donde se registró las novedades encontradas (anexo 10), la toma de datos se realizó en la llenadora de botellas ya que esta máquina es la que presenta mayor cantidad de horas por paradas y además es la que marca el ritmo de la producción Se utilizó las ecuaciones presentadas en el punto 2.4.2 sobre el “cálculo del OEE” y se obtuvieron los siguientes resultados:

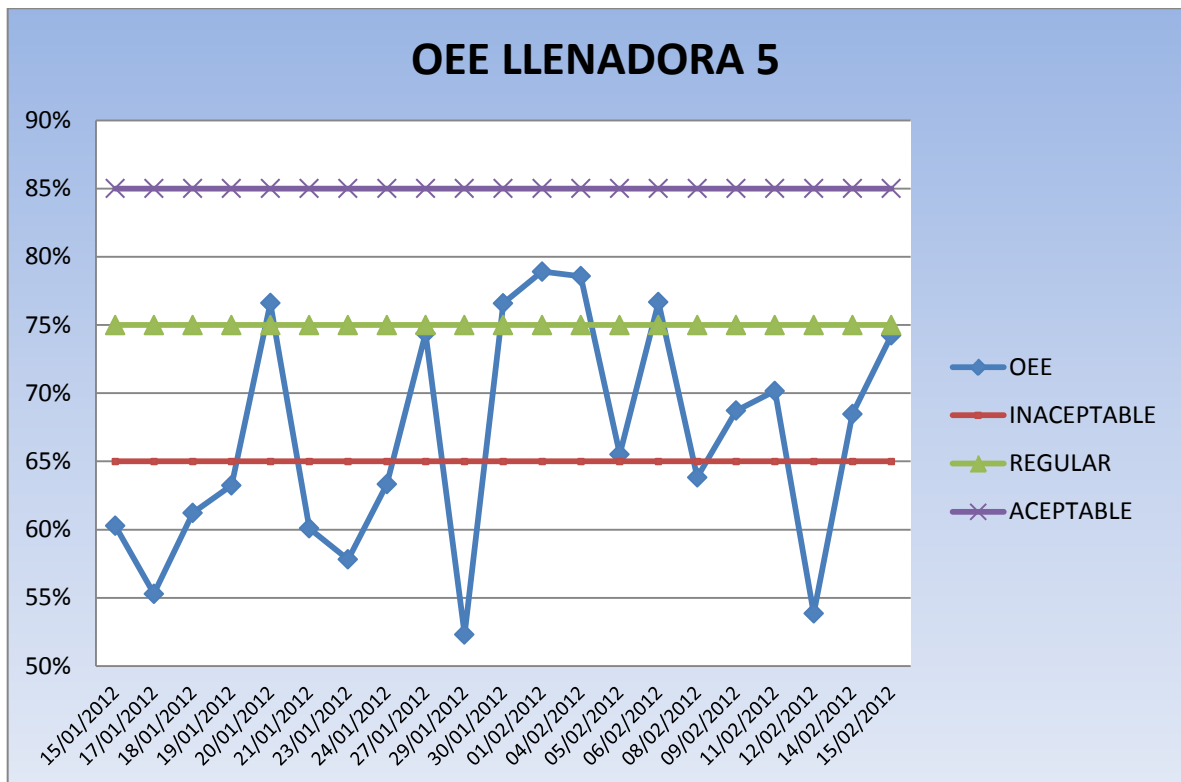
CALCULO DEL OEE EN LLENADORA 5				
FECHA	RENDIMIENTO	DISPONIBILIDAD	CALIDAD	OEE
15/01/2012	77%	79%	99,56%	60%
17/01/2012	69%	81%	99,45%	55%
18/01/2012	74%	83%	99,35%	61%
19/01/2012	70%	91%	99,60%	63%
20/01/2012	83%	92%	99,59%	77%
21/01/2012	70%	87%	99,55%	60%
23/01/2012	79%	74%	99,20%	58%
24/01/2012	69%	93%	99,49%	63%
27/01/2012	83%	90%	99,69%	74%
29/01/2012	65%	80%	99,43%	52%
30/01/2012	81%	95%	99,61%	77%
01/02/2012	88%	90%	99,79%	79%
04/02/2012	88%	90%	99,65%	79%
05/02/2012	80%	82%	99,59%	66%
06/02/2012	79%	97%	99,62%	77%
08/02/2012	75%	86%	99,59%	64%
09/02/2012	75%	92%	99,60%	69%
11/02/2012	78%	90%	99,58%	70%
12/02/2012	77%	71%	98,99%	54%
14/02/2012	78%	88%	99,61%	68%
15/02/2012	82%	91%	99,63%	74%
PROMEDIO	77,03%	86,82%	99,53%	66,56%

Cuadro 14. OEE de línea de embotellado No. 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Como podemos observar en la gráfica el OEE de la línea de embotellado en promedio se encuentra en el 67% es decir se su rendimiento es regular.



Grafica 23 Comparativo de nivel del OEE

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

- $OEE < 65\%$ Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- $65\% < OEE < 75\%$ Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- $75\% < OEE < 85\%$ Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad regular.
- $85\% < OEE < 95\%$ Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
- $OEE > 95\%$ Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad

5.3 IMPLEMENTACION DE LOS PILARES

Una vez que se ha seleccionado el área piloto, se realiza una reunión para comunicar del lanzamiento oficial de la implementación piloto del TPM y adicionalmente se explica el objetivo de la implementación y los beneficios que se pretenden obtener haciendo hincapié tanto que favorece a los colaboradores como a la compañía, en el anexo 9 se presenta el esquema de implementación.

5.4 PILAR EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO

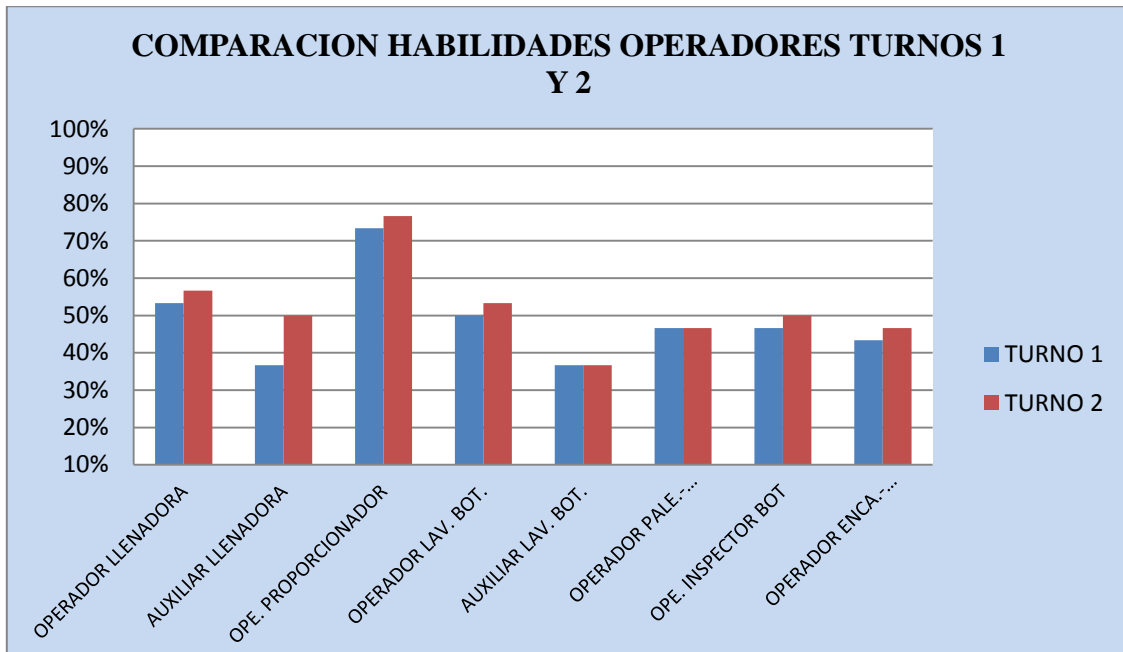
El TPM como los otros sistemas de mejora continua llámense ISO, QDF, TOC consideran el capital humano como una posesión valiosa, merecedora de inversiones continuas. Las compañías que invierten en sus colaboradores cosechan mejores resultados económicos a corto y mediano plazo.

Este pilar asegura que todo el personal de la línea de producción esté capacitado para el auto mantenimiento de cada puesto.

5.4.1 CUADRO DE CONTRIBUCIÓN

Es una matriz en el que aparece toda la plantilla de operadores de máquina, en nuestro caso de la línea de producción No. 5, en la misma se detalla el nivel de conocimiento de los colaboradores tanto en lo operativo como en lo técnico básico, de esta manera se puede detectar alguna carencia, y subsanarla por medio de formación específica. La línea 5 para realizar su correcto funcionamiento tiene 12 operadores de los cuales 8 trabajan en máquinas críticas, y 4 en la parte de transportadores de botellas y cajas.

La matriz de contribución que se construyó y se presenta en el anexo 11 está dividida en 2 bloques donde se evalúan los conocimientos básicos tanto operacionales como técnicos necesarios para asegurar el correcto desempeño de los colaboradores en las máquina que se les ha sido asignada, la misma se aplicó a los 2 turnos de producción, el resultado de las entrevistas realizadas se resume en el siguiente gráfico:



Grafica 24 Comparativo habilidades operadores de maquina

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar en la gráfica en ambos turnos solo los operadores del Proporcionador tienen un porcentaje mayor al 60 % en lo que refiere a habilidades operativas y técnicas para poder realizar de manera correcta su trabajo, con la ayuda de estos datos se puede planificar las actividades necesarias para mejorar las habilidades de los colaboradores.

De los resultados obtenidos en la matriz se puede observar que las habilidades técnicas de los operadores son las que tienen un menor porcentaje de cumplimiento, y que en la parte de habilidades operativas la debilidad que más afecta es la falta de capacitación para hacer reparaciones menores.

5.4.2 MEJORA HABILIDADES TÉCNICAS.

Para poder hacer un diagnóstico de los problemas que se puedan presentar en las máquinas o solucionar alguna falla menor es necesario que los operadores tengan un conocimiento

básico sobre neumática, electricidad y mecánica por lo que se consideró capacitarlos por medio de los técnicos especialistas del departamento de mantenimiento.

Para las capacitaciones se formaron 3 grupos por turno de trabajo los cuales recibieron el entrenamiento en los momentos de cambio de formatos, esto bajo coordinación entre las áreas de producción y mantenimiento, tuvieron una duración promedio de 40 minutos, en el cuadro 14 que se presentan a continuación se detalla las personas por cada grupo, esta distribución se aplicara a los 2 turnos de trabajo.

FORMACIÓN DE GRUPOS PARA CAPACITACIÓN		
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Operador de Llenadora	Operador proporcionador	Operador Insp. Botellas
Auxiliar de Lavadora	Auxiliar Llenadora	Operador pale.-despale.
Ayudante 1	Ayudante 2	Ayudante 3
Operador enca-desenca.	Ayudante 4	Operador transp.

Cuadro 15. Distribución de operadores para capacitación

Fuente: Propia Autor: César Tuárez

En el cuadro 15 se presenta el cronograma de las capacitaciones para cada uno de los grupos las mismas se realizan cuando se encuentran en el turno de día.

		FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
TURNO 1	GRUPO 1	MEC	NOCHE	MEC	NOCHE	ELECT	NOCHE	ELECT	NOCHE	NEUM	NOCHE	NEUM	NOCHE
	GRUPO 2	NEUM		NEUM		MEC		MEC		ELEC		ELEC	
	GRUPO 3	ELECT	ELECT	NEUM	NEUM	MEC	MEC						
TURNO 2	GRUPO 1	NOCHE	MEC	NOCHE	MEC	NOCHE	ELECT	NOCHE	ELECT	NOCHE	NEUM	NOCHE	NEUM
	GRUPO 2		NEUM		NEUM		MEC		MEC		ELEC		ELEC
	GRUPO 3	ELECT	ELECT	NEUM	NEUM	MEC	MEC						

Cuadro 16 Cronograma de capacitación técnica de operadores

Fuente: Propia Autor: César Tuárez

Capacitación de neumática básica.- El contenido de la capacitación que se dictó a los operadores se detalla a continuación:

1. Conceptos básicos de aire comprimido (presión, caudal, unidades de medida)
2. Seguridad con el equipamiento neumático
3. Elementos y simbología de un circuito neumático básico
4. Unidades de mantenimiento, funciones y elementos
5. Identificación de racores y mangueras neumáticas.



Fig. 6 Capacitación sobre elementos de neumática

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Los objetivos de este módulo fueron:

- Lograr que los operadores conozcan los distintos elementos neumáticos de sus máquinas para que hagan los cambios caso de daño y sepan como las deben solicitar el repuesto.
- Mejorar la interpretación de lectura de los instrumentos de medición para que los operadores hagan diagnósticos sobre funcionamiento de sus máquinas
- Mejorar las habilidades para reparaciones y mantenimiento básicos de elementos neumáticos



Fig. 7 Explicación de funcionamiento manómetros llenadora 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Capacitación de electricidad básica.- El contenido de la capacitación que se dictó fue el siguiente:

1. Riesgos eléctricos
2. Seguridades eléctricas de máquinas
3. Uso de herramientas eléctricas (destornilladores, alicates)
4. Tipos de sensores, funcionamiento y limpieza
5. Identificación de alarmas en máquinas
6. Tipos de seguridades de máquinas



Fig. 8 Capacitación eléctrica - tipos de sensores y destornilladores

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Los objetivos de este módulo fueron:

- Concientizar a los operadores sobre riesgo de manipular o abrir los tableros eléctricos
- Conocer los diferentes tipos de sensores, sus aplicaciones y su adecuada limpieza.
- Mejorar las habilidades de detección de fallas eléctricas que anuncian los diferentes tipos de alarmas



Fig. 9 Explicación de funcionamiento de sensores

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Mecánica básica.- Los temas que se trataron en esta capacitación fueron los siguientes:

1. Metrología básica
2. Lectura en calibrador (pie de rey)
3. Tipos de roscas-clasificación de pernos y tornillos
4. Uso correcto de herramientas manuales (torquimetro, llaves, martillo, etc.)
5. Sistemas de transmisión: mantenimiento y riesgos relacionados.
6. Fundamentos de lubricación de máquinas



Fig. 10 Capacitación mecánica - tipos de tornillería y llaves

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Los objetivos de este módulo fueron:

- Mejorar el uso de herramientas manuales para los diferentes trabajos de cambios o reparaciones básicas en las máquinas
- Identificar los diferentes tipos de tornillería para estandarizar las mismas en las diferentes partes de las máquinas.
- Mejorar las destrezas de los operadores en lo que respecta a metrología mediante el uso de calibrador o pie de rey.
- Identificar lubricantes y frecuencias de lubricación en máquinas

5.4.3 MEJORA DE HABILIDADES OPERATIVAS MEDIANTE LECCIONES DE UN PUNTO

Las lecciones puntuales tienen como objetivo formar a cualquier operario para realizar tareas de mantenimiento básico de piezas o elementos, métodos de producción, que pueden no resultar obvios con una simple explicación.

Las lecciones puntuales son documentos explicativos creados por mantenimiento a petición de producción por medio de gráficos para una mejor comprensión, que se ubican en el puesto junto al resto de la documentación.

En la línea 5 se considera la creación de lecciones puntuales a algunas de las actividades realizadas con mayor frecuencia en la llenadora ya que esta máquina es la que presenta cambios frecuentes de piezas pequeñas por desgaste.

Además de otras lecciones de actividades de calibración que se consideran pueden ser realizadas por operadores. Las lecciones puntuales realizadas fueron:

- Cambio de sellos de llenadora de botellas
- Cambio de elementos en válvulas de llenado
- Cambio de elementos de apertura y cierre de válvulas
- Cambio de piñones de transporte por cadenas
- Funcionamiento de válvulas de llenado de botellas
- Calibraciones de tensión de bandas y cadenas
- Calibración de sensores inductivos
- Calibración de sensores reflectivo
- Nivelación de tanque de llenadora

En el anexo 12 se presenta algunas de lecciones puntuales realizadas para mejorar la efectividad de las actividades realizadas por los operadores.

5.5 PILAR MEJORAS ENFOCADAS

Las mejoras enfocada son actividades que se desarrollan individualmente o con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado individualmente o en equipos internacionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

Antes de empezar el proyecto el equipo de mejoras enfocadas recibirá entrenamiento de manera general de herramientas básicas de análisis como:

- Método Why & Why conocida como técnica de conocer por qué.
- Diagrama Pareto
- Diagrama causa-efecto
- Histogramas
- Estratificación de información
- Hojas de chequeo o Verificación
- Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFES).

5.5.1 SELECCIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO - MEJORA RENDIMIENTO DE TAPAS CORONAS

Se ha seleccionado el tema de mejorar el rendimiento de tapas coronas ya que este problema afecta al área de producción por la gran cantidad de desperdicios que se generan de este insumo.

El proceso de taponado de botellas comienza con el vaciado de las cajas de tapas en la tolva la misma tiene una capacidad para 35.000 tapas coronas de almacenamiento.

Dentro de la tolva las tapas son movilizadas por medio de un transportador de banda plana hasta el distribuidor, el mismo es una cubierta con un disco rotatorio que gira en sentido de las manecillas del reloj por medio de un moto reductor de regulación variable, y, envía las tapas por medio de un ducto o carrilera la cual gracias a su configuración gira las tapas en el sentido correcto.

La estrella transfiere las tapas hacia el coronador y este se encarga mediante un movimiento vertical de colocar la tapa en la botella y sellarla.

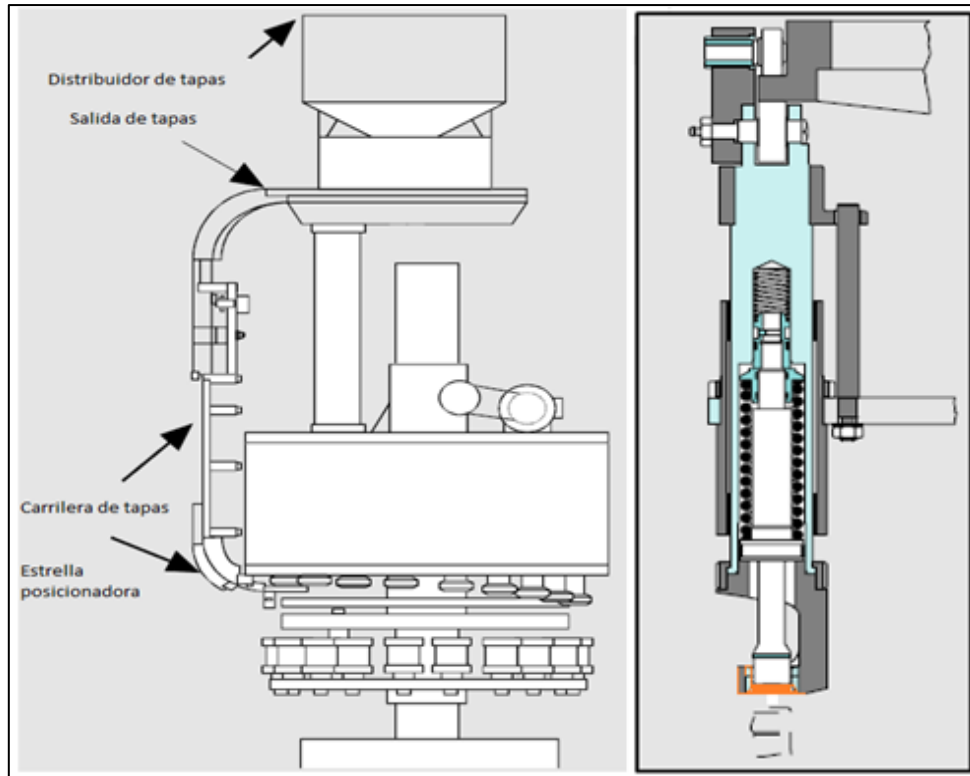


Fig. 11 Esquema de tapado de botella

Fuente: Catalogo llenadora Simonazi

Autor: César Tuárez

5.5.2 CREACIÓN DE ESTRUCTURA PARA EL PROYECTO

Para el desarrollo de este proyecto se ha escogido un equipo multidisciplinario el cual cuenta con las siguientes personas:

- 1 supervisor de mantenimiento mecánico
- Los operadores y auxiliares de la llenadora de botellas de los 2 turnos
- 2 auditores de calidad
- 1 Supervisor de mantenimiento eléctrico

5.5.3 IDENTIFICACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETIVOS DE MEJORA

Se obtuvieron datos históricos de 6 meses sobre el desperdicio de tapas coronas teniendo los resultados que se presentan en el siguiente cuadro:

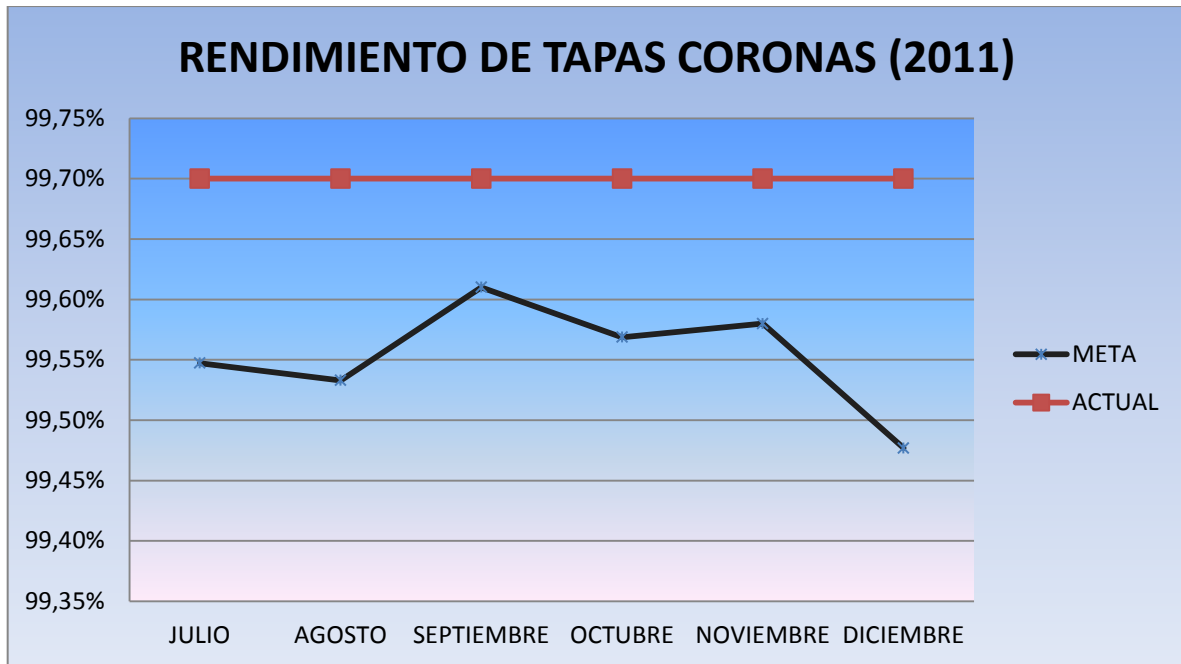
DESPERDICIOS DE TAPAS CORONA (2011)						
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CONSUMO REAL	8.103.050	9.191.183	9.930.289	10.019.067	9.807.302	9.792.320
CONSUMO TEORICO	8.066.359	9.148.257	9.891.563	9.975.860	9.766.111	9.741.088
DESPERDICIO (U)	36.691	42.926	38.726	43.207	41.191	51.232
RENDIMIENTO (%)	99,55%	99,53%	99,61%	99,57%	99,58%	99,48%
COSTO DE MERMA	\$ 210,97	\$ 246,82	\$ 222,67	\$ 248,44	\$ 236,85	\$ 294,58

Cuadro 17. Desperdicio de tapas coronas en línea 5

Fuente: Dpto. de producción Autor: César Tuárez

Como se puede ver en el cuadro, el valor monetario por desperdicio de tapas no es considerable ya que el precio por cada 1000 unidades en promedio es de usd \$5,74 dólares , pero si lo es como indicador critico como materia prima.

Ya que el objetivo establecido por la gerencia de operaciones es del 99, 70 % de utilización de tapas lo que en otras palabras indica que el porcentaje de merma debe ser menor al 0, 30 %, en la gráfica que se presenta a continuación se presenta la evolución de este indicador en el último semestre del año 2011.



Grafica 25 Rendimiento de tapas coronas

Fuente: Dpto. de producción Autor: César Tuárez

5.5.4 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

En la actualidad la línea de embotellado No. 5 tiene un indicador de utilización de tapa por debajo de la meta esto en unidades durante los 6 últimos meses del año 2011 representa un promedio de 42.000 unidades desperdiciadas.

Se realizó el análisis de los eventos que se pudieron observar sobre los problemas que afectan el rendimiento de tapas coronas mediante la herramienta de “Cinco Por qué”, la cual es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis para buscar posibles causas principales de un problema.

La técnica requiere que el equipo de trabajo pregunte “Por Qué” al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder al “Por Qué”, la causa más probable habrá sido identificada.

Se ejecutó la respectiva matriz para la aplicación de esta técnica y se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

MATRIZ 5 PORQUÉS										
Por qué (1)	Check	Por qué (2)	Check	Por qué (3)	Check	Por qué (4)	Check	Por qué (5)	Check	
DESPERDICIO DE TAPAS MAYOR AL OBJETIVO DE 0,30%	SI	Tapa mal aplicada	SI	Botella no se centra respecto a coronador	SI	Movimiento axial en el envase	SI	Desgaste guía de deslizamiento	SI	
		Nivel bajo de bebida	SI	Exceso de espumeo	SI	Excesivo movimiento de botella	SI	Desgaste guía de deslizamiento	SI	
	SI	Poco espacio en área	SI	Supervisor saca cajas para todo el turno	SI	Lo indica el procedimiento	NO			
	SI	Estructura deteriorada	SI	Polvo y suciedad	SI	Operadores no limpia	SI	Difícil acceso por diseño	SI	
			SI	Falta de protecciones	SI	Movimiento de máquina	SI	Cambios de diseño	SI	
	si	Mala calibración tubo de recolector	SI	Desconocimiento del operador	No					
				Diseño inadecuado de tubo	No					
	SI	Sobre llenado de recipiente	SI	Sensor no trabaja correctamente	SI	Suciedad en espejo reflectivo	Si	Falta de limpieza	SI	
		Trabamiento en carrilera	SI	Estructura deteriorada	SI	Golpes y desgaste de carrilera	SI	Mala operación y falta de Mto.	SI	

Cuadro 18. Matriz 5 por qué “Desperdicio de tapas”

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar en la matriz de las 6 causas encontradas se las puede concentrar en 3 grupos los cuales se describe a continuación:

1. **Desgaste en guías de deslizamiento.-** esto provocan que las botellas se muevan de manera excesiva y debido a esta causa el envase salga mal tapado o con nivel de llenado bajo de bebida por el espumeo que se ocasiona en el envase.

Al suceder esto las botellas que pasan bajo estas condiciones por el Filtec sean rechazadas lo que ocasiona el desperdicio de tapas y bebida, en la fig. 12 se muestra el estado de dicho elemento



Fig. 12 Guía de deslizamiento desgastada

Fuente: Dpto. de producción

Autor: César Tuárez

2. **Diseño de transportador de cinta inadecuado.-** debido a los cambios en el diseño original del transportador se ha dificultado la limpieza y se han perdido muchas de las protecciones de la banda, lo que ha provocado que haya un deterioro en la estructura metálica del transporte de tapas, ocasionando pérdidas de este insumo en el momento que es llevada hacia el distribuidor, esto se lo puede apreciar en la siguiente figura:



Fig. 13 Deterioro de estructura transporte de tapas

Fuente: Dpto. de producción

Autor: César Tuárez

3. **Condiciones básicas del distribuidor inadecuadas.**- en el distribuidor de tapas se presenta otro punto de pérdidas de tapas los cuales se describe a continuación:

- Falta de mantenimiento y mala operación de la carrilera de tapas, debido al desgaste de elementos o deformaciones ocasionadas por golpes se ha perdido continuidad del proceso a velocidades mayores a 35.000 bpm



Fig. 14 Deterioro carrilera de tapas

Fuente: Dpto. de producción

Autor: César Tuárez

- Falta de limpieza de los espejos refractivos del distribuidor de tapas que provoca que los sensores que detectan el nivel máximo no funciona y este exceso provoca que las tapas se averíen o se caigan del distribuidor lo que además de ser un desperdicio provoca paradas de línea menores a 5 minutos.

5.5.5 FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para minimizar o eliminar estas causas que afectan el rendimiento de tapas se hizo el plan de acción que se presenta en el siguiente cuadro:

PROCESO AFECTADO	HALLAZGO	ACCION CORRECTIVA A PROPUESTA	COSTO APROX.	RESPONSABLE IMPLEMENTACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FINAL	OBSERV.
EMBOTELLADO LINEA 5	Guía de deslizamiento de botellas desgastadas	Rediseño y construcción de nuevas guías de deslizamiento	\$ 1.500,0	Mantenimiento	01/03/2012	20/03/2012	Construcción externa
	Diseño inadecuado de transporte de tapas	Cambio de diseño de tolva de tapas	\$ 300,0	Mantenimiento	18/02/2012	20/02/2012	Mano de obra externa
		Acortar Transporte de banda plana	\$ 100,0	Mantenimiento	18/02/2012	20/02/2012	Mano de obra externa
		Construcción de protecciones contra suciedad	\$ -	Mantenimiento	20/02/2012	28/02/2012	Mano de obra interna
	Condiciones básicas del distribuidor equipo inadecuadas	Capacitar al personal operativo sobre limpieza de distribuidor	\$ -	Mantenimiento	20/02/2012	09/03/2012	Mano de obra interna
		Compra y montaje de nuevo distribuidor de tapas	\$ 2.500,0	Mantenimiento y Producción	01/03/2012	10/05/2012	Compra por importación

Cuadro 19. Plan de acción para reducción de pérdida de tapas

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar la inversión en dólares es de USD 4400 dólares americanos los cuales son necesarios para las actividades que se requieren de materiales físicos necesarios para diseño o construcción de partes y piezas que se van a realizar de manera terciarizada.

5.5.6 IMPLEMENTACIÓN DE PLAN MEJORAS

Las acciones correctivas propuestas para reducir la merma de tapas coronas se implementaron y se describe a continuación de manera resumida la implementación:

1. **Cambio de guías de deslizamiento de deslizamiento**, se cambió el diseño y material de construcción para las nuevas guías de deslizamiento y para aumentar la durabilidad de la mismas se las construirá en acero inoxidable y así aumentar la dureza y resistencia a la fricción con el vidrio.



Fig. 15 Nuevo guía de deslizamiento de botellas

Fuente: Dpto. Mantenimiento Industrial

Autor: César Tuárez

2. **Diseño inadecuado de transportador**, mediante trabajos de mantenimiento por contratistas externos se realizó la modificación estructural del transporte de tapas y de la tolva para evitar el desperdicio que existían con el diseño anterior, además estas modificaciones junto con la construcción de las protecciones ayudan a disminuir la suciedad por polvo que se generaba en dichos elementos de manera que ayuda a prolongar el tiempo de vida útil.



Fig. 16 Mejoras en el diseño de la tolva y transporte de tapas

Fuente: Dpto. Mantenimiento industrial

Autor: César Tuárez

3. **Condiciones básicas del equipo.-** En lo que refiere a condiciones básica del equipo en el distribuidor de tapas, para mejorarlas se procedió al cambio completo de la carrilera de tapas y con ayuda de lo aplicado en los pilares de educación-entrenamiento y el mantenimiento autónomo se va a lograr mantener en óptimas condiciones el funcionamiento mecánico de los nuevos elementos.

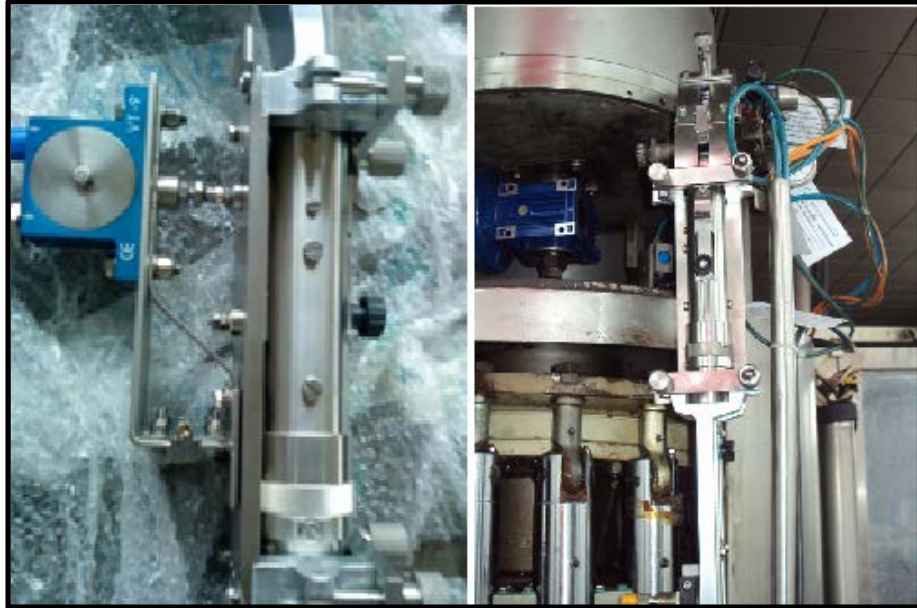


Fig. 17 Carrilera de tapas nueva

Fuente: Dpto. Mantenimiento industrial

Autor: César Tuárez

5.5.7 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

El desperdicio de tapas se redujo gradualmente con las modificaciones estructurales realizadas el transporte y el distribuidor, pero el punto fuerte de las mejoras que mantiene y permite que el indicador pase la meta objetivo a partir del mes de abril son las buenas practicas operativas que los colaboradores.

Esta mejora de los colaboradores es gracias a los conocimientos adquiridos al poner en práctica lo enseñado sobre el mantenimiento autónomo y los conocimientos tanto

técnicos como de procesos que se mejoraron con la implementación del pilar de educación y entrenamiento.

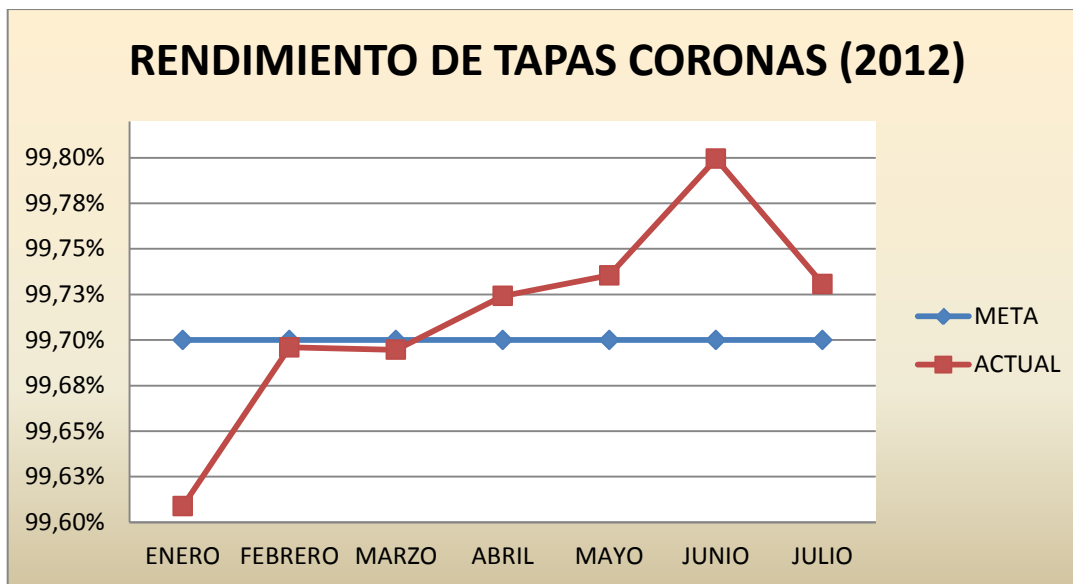
Esto se lo demuestra la tendencia de los datos del primer semestre de utilización de tapas los cuales se presenta en el siguiente cuadro y gráfico:

RENDIMIENTO DE TAPAS CORONA							
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
CONSUMO REAL	9.659.935	9.760.735	9.457.897	9.161.402	8.758.257	8.852.895	8.759.685
CONSUMO TEORICO	9.622.142	9.731.057	9.429.018	9.136.128	8.735.087	8.835.139	8.736.097
DESPERDICIO (U)	37.793	29.678	28.879	25.274	23.170	17.756	23.588
RENDIMIENTO (%)	99,61%	99,70%	99,69%	99,72%	99,74%	99,80%	99,73%
COSTO DE MERMA	\$ 217,31	\$ 170,65	\$ 166,05	\$ 145,33	\$ 133,23	\$ 102,10	\$ 135,63

Cuadro 20. Desperdicio de tapas coronas en línea 5 después de mejoras

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez



Grafica 25 Rendimiento de tapas coronas después de las mejoras

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

5.6 PILAR MANTENIMIENTO AUTONOMO

El propósito del mantenimiento autónomo es el de enseñar a los operadores cómo mantener su equipo llevando a cabo:

- Verificaciones diarias.
- Lubricación.
- Reemplazo de partes.
- Reparaciones.
- Verificar precisión.
- Detectar de manera temprana condiciones anormales en el equipo.

5.6.1 REALIZAR LIMPIEZA INICIAL

Como esta implementado dentro de la compañía las 5s' este paso será sencillo, pues ya se ha logrado el compromiso del personal de mantener limpia toda el área de trabajo, pero si hay que mostrarles los beneficios obtenidos para que se continúen con la limpieza en toda la línea de producción.

Se ha proporcionado materiales para limpieza adicionales para ser usados en esta línea, dichos elementos serán custodiados por el supervisor de producción a cargo y están presupuestados para que sean consumidos mensualmente, en el siguiente cuadro se detalla los materiales y las cantidades entregadas.

MATERIALES PARA LIMPIEZA				
Descripción	Unidad	Cantidad	PRECIO USD	
			UNIT.	TOTAL
Brochas 2"	Unidad	10	\$ 3,22	\$ 32,20
Wypall	Unidad	2	\$ 11,72	\$ 23,44
Cepillos domésticos	Unidad	10	\$ 1,36	\$ 13,60
Fibra Scotch	Unidad	50	\$ 0,82	\$ 41,00
Limpiador Acero Inox. (spray)	Unidad	3	\$ 8,22	\$ 24,66
Wype	Kg.	15	\$ 1,93	\$ 28,95
TOTAL				\$ 163,85

Cuadro 21. Materiales para limpieza

Fuente: propia

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar no se consideraron elementos como escobas, recogedores, detergente ya que estos antes de empezar este pilar se encontraban presupuestado en los gastos de la línea.

5.6.2 ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y ÁREAS INACCESIBLES

En este paso, se hacen mejoras para eliminar la contaminación y fugas de lubricante, aire, aceite o grasa para lograr identificar posibles averías, esto permitirá hacer más fácil y sobre todo seguro las actividades de verificación de las condiciones de los equipos. En la siguiente lista aparecen los puntos clave de la mejora que se deben tener en cuenta en la línea 5:

- Minimizar la dispersión de suciedad, óxido y polvo en los transportadores de cajas.
- Eliminar la contaminación por exceso de grasa en el momento de lubricar las chumaceras.
- Apretar las partes sueltas del equipo, guías laterales de transportadores, planchas anti explosión, orientadores de botellas.

- Cambiar mangueras de aire o lubricación que se encuentre rotas o deterioradas.
- Completar tornillería y nivelar las canaletas de recolección de lubricantes que se encuentran en los transportadores de botellas y cajas.



Fig. 18 Mejoras obtenidas por eliminación de fuentes de contaminación

Fuente: Dpto. Producción

Autor: César Tuárez

5.6.3 CREACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN

El departamento de mantenimiento debe explicar a los operadores sobre las condiciones óptimas de limpieza y lubricación de máquinas y equipo, los estándares deben especificar qué se debe hacer, dónde, la razón, procedimientos, cuándo y tiempos empleados. Para hacer todo esto, se debe decidir qué partes del equipo necesitan limpieza diaria, qué procedimientos hay que utilizar, cómo inspeccionar el equipo, cómo juzgar anomalías, etc.

En el caso de lubricación se debe identificar el tipo de lubricante y la cantidad que se utiliza en cada máquina, señalar los puntos de lubricación y el intervalo de tiempo que hay que lubricar cada máquina y elemento de la misma, en la línea de embotellado No 5 la máquina

que presenta más puntos de lubricación es la llenadora debido a la velocidad y las características de funcionamiento, pero lo cual se elaboró la tabla que se presenta a continuación:

PUNTOS LUBRICACION LLENADORA -CORONADOR				
FRECUENCIA	PUNTO	DESCRIPCIÓN	METODO	LUBRICANTE
SEMANAL	-	Rodamiento central llenadora	Lubricadora Neumática	Grasa multifack EP2
	14	Rodamiento central de coronador	Lubricadora Neumática	Grasa multifack EP2
	15	Sistema de elevación de coronador	Lubricadora manual	Grasa multifack EP2
	16	Caja de transmisión tornillo Sin fin	Lubricadora Neumática	Grasa multifack EP2
	17	Reductores de sistema de elevación de llenadora	Lubricadora manual	Grasa multifack EP2
DIARIA	-	Eje principal coronador	Lubricar con pincel	Grasa Cassida eps2
	5	Estrellas de transferencia de botellas	Lubricadora Neumática	Grasa multifack EP2
	-	Juntas cardanicas	Lubricadora manual	Grasa multifack EP2
	-	Rodamientos posicionadora de tapas	Lubricadora manual	Grasa Cassida eps2
	2	Cilindros elevadores de botellas	Completar nivel de recipiente	Aceite Randhon 32
	1	Rodamientos rodillos seguidores	Lubricar con pincel	Grasa Cassida EPS2

Cuadro 22. Esquema de lubricación de llenadora y coronador

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

En base a esta tabla se puede observar lo siguiente:

- La frecuencia está identificada por colores de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Tipos de lubricantes de acuerdo a los que se usan en la empresa y son los equivalentes a los recomendados por el fabricante de máquina
- El tipo de herramienta que se debe usar para lubricar esto dependiendo de la presión y cantidad de lubricante necesaria.
- Identificación de la parte de máquina a ser lubricada dependiendo del punto marcado y los espacios vacío son de manera manual.



Fig. 19 Lubricación de llenadora de botellas

Fuente: propia

Autor: César Tuárez

5.6.4 INSPECCIÓN GENERAL DEL EQUIPO

Los operarios de los equipos deben ser instruidos en los aspectos comunes de las diferentes máquinas, así como en las peculiaridades de cada uno tales como:

- Funcionamiento

- Posibles fallas
- Ubicación de sus partes principales

Esto se logra mediante la implementación de lecciones puntuales y las capacitaciones que reciben los colaboradores por parte del personal técnico.

Para poder visualizar las anomalías que encuentren los operadores, se utilizaron tarjetas de identificación de anomalías las cuales iban a ser llenada por ellos con la ayuda del supervisor de producción, y estas se iban a ser colocadas en el lugar respectivo de la anomalía con el objetivo que sea un impacto visual de referencia para el personal de mantenimiento.

Descripción de la anomalía : _____

LOCALIZACIÓN : _____

CONSECUENCIA

Grave
Importante
Menos importante

Encontrada por : _____ Tenida en cuenta por : _____

El : _____ El : _____

Causada por : _____

PLAZO de tratamiento

Inmediato : 1° mes : 3° mes :
 Semana : 2° mes :

N° MAO : _____

ETIQUETA DE ANOMALÍA TPM

Fig. 20 Tarjetas de identificación de averías

Fuente: Propia Autor: César Tuárez

Estas tarjetas además van a ayudar al departamento de mantenimiento a priorizar las actividades preventivas pues son una pauta para la realización de los trabajos de reparaciones y revisión de máquinas.

5.6.5 REALIZAR INSPECCIONES GENERALES DE LOS PROCESOS

Se asignaron herramientas para cada operador y ayudante de máquina de cada turno con el objetivo de que cuenten con los recursos físicos necesarios para realizar las actividades básicas de mantenimiento.

La evaluación de utillajes que se necesitarían se hizo en base al criterio tanto de las necesidades del operador como las recomendaciones del departamento de mantenimiento, se presenta a continuación la matriz de asignación de herramientas.

HERRAMIENTAS	UNIDAD	LLENADORA	LAVADORA	INSP. DE BOTELLAS	TRANSPORTAR	ENCAJONADORA-DESENCAJONADORA	PALETIZADORA-DESPALETIZADORA	PROPORCIONADOR	PRECIO UNITARIO USD	COSTO TOTAL
Llaves Boca Corona 6 - 19 mm	Juego	1	1	1	1	1	1		\$ 56,00	\$ 336,00
Llave francesa 12 pulg.	Unidad		1			1		1	\$ 12,32	\$ 36,96
Llave de tubo de 12 Pulg.	Unidad		1						\$ 17,65	\$ 17,65
Llaves allen 1.5 a 12 mm	Juego	1	1	1	1	1	1	1	\$ 15,30	\$ 107,10
Caja de dados 13 a 24 mm	Juego	1	1		1				\$ 27,36	\$ 82,08
Martillo 3 Kg	Unidad				1	1	1		\$ 7,50	\$ 22,50
Martillo de goma	Unidad	1		1				1	\$ 9,32	\$ 27,96
Botadores de cadena	Juego				1				\$ 8,50	\$ 8,50
Destornilladores	Juego	1		1					\$ 6,32	\$ 12,64
Caja de herramientas	Unidad	1	1	1	1	1	1	1	\$ 17,90	\$ 125,30
TOTAL										\$ 776,69

Cuadro 23. Dotación de herramientas para operadores de línea 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Para asegurar que los operadores mejoren sus habilidades técnicas y operativas el departamento de mantenimiento además de las capacitaciones técnicas y lecciones puntuales debe:

- Facilitar instrucciones en técnicas de inspección y ayudar a los operarios a preparar estándares de inspección (puntos a revisar, intervalos de revisión, etc.)
- Facilitar formación en técnicas de lubricación, identificación de pérdidas de insumos que afecten al desempeño del equipo como por ejemplo fugas de aire, vapor, deterioro de elementos eléctricos.
- Tratar rápidamente el deterioro, las pequeñas deficiencias, y las deficiencias en las condiciones básicas del equipo (por ejemplo, realizar prontamente el trabajo de mantenimiento identificado por los operarios)
- Dar asistencia técnica en las actividades de mejora tales como eliminar las fuentes de contaminación, hacer más accesibles las áreas difíciles para la limpieza, lubricación, e inspección y mejorar la eficiencia del equipo.
- Enseñar sobre los puntos de inspección y dejar bien especificada la asignación de tareas para evitar omisiones.
- Ver si las tareas de inspección pueden o no ser realizadas dentro del horario de trabajo, realizar mejoras que ahorren tiempo si es necesario.
- Ver si puede elevarse el nivel de los conocimientos necesarios de los operarios para la inspección.
- Asegurarse de que la inspección autónoma se lleva a cabo correctamente por todos los operarios.

5.7 PILAR MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Como ya se mencionó en el capítulo 2, el objetivo de este pilar es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, preventivas y predictivas, y su

propósito final es el de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” en la planta industrial.

5.7.1 MANTENIMIENTO PLANIFICADO PREVENTIVO EN LA LÍNEA 5

Dentro de la compañía todas las máquinas y equipos que forman parte del proceso productivo o se encuentran como equipos de soporte (calderos, compresores de aire, amoniaco, etc.) están ingresadas en el módulo PM del SAP, en el mismo se identifica hasta nivel de componente las partes de máquina de manera que se puede conocer los elementos que son considerados como principales y necesarios de mantenimiento.

The screenshot shows the SAP interface for 'Repr.estructura ubicacion técnica: Lista de estructura'. The header indicates 'Ubic.técn.' EC-E-RSUR-6535-M and 'Válido de' 08.10.2012. The main table lists various machine components under the 'Maquinaria' category. The components are organized hierarchically, with some expanded to show sub-components. The sub-components are listed with codes like M-001 through M-093, descriptions, and quantities (e.g., 1 PZA).

Denominación	Maquinaria	GYEM	6535	6535	Icons
2007003	DESENCAJONADORA SIMONAZZI 3925	GYEM3925	6535	6535	Icons
2007004	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	GYEM3920	6535	6535	Icons
2007005	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	GYEM3928	6535	6535	Icons
2007006	INSPECTOR DE BOTELLAS FT FILTEC 3906	GYEM3906	6535	6535	Icons
2007007	INSPECCIONADORA DE BOTELLAS KRONES 3904	GYEM3904	6535	6535	Icons
2007008	INSPECTOR DE CAJAS CAJAS 3926	GYEM3926	6535	6535	Icons
2007009	LAVADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3912	GYEM3912	6535	6535	Icons
2007010	LAVADORA DE CAJAS SIMONAZZI CAJAS 3934	GYEM3934	6535	6535	Icons
2007011	LLENADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3754	GYEM3754	6535	6535	Icons
M-001	VALVULAS LLENADO	I	1	PZA	
M-002	CILINDROS ELEVACION	I	1	PZA	
M-003	DISTRIBUIDOR PRINCIPAL	I	1	PZA	
M-004	TAZON	I	1	PZA	
M-005	SISTEMA MOTRIZ	I	1	PZA	
M-006	SISTEMA NEUMATICO	I	1	PZA	
M-007	SISTEMA ELECTRICO	I	1	PZA	
M-008	JUEGOS DE FORMATO	I	1	PZA	
M-016	SISTEMA CONTROL	I	1	PZA	
M-024	GUIA-CUELLO	I	1	PZA	
M-037	BASTIDOR	I	1	PZA	
M-043	SISTEMA HIDRAULICO	I	1	PZA	
M-093	TABLERO ELECTRICO	I	1	PZA	
2007012	PALETIZADOR SIMONAZZI 3919	GYEM3919	6535	6535	Icons

Fig. 21 Identificación de partes de máquinas en el SAP.

Fuente: Dpto. Mantenimiento Industrial

Autor: César Tuárez

Cada máquina de la línea de embotellado No. 5 tiene su plan de mantenimiento preventivo (anexo 12) con sus respectivas frecuencias las cuales pueden ser semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, de acuerdo a lo planificado en base al

manual del proveedor y la experiencia del personal de mantenimiento. En el cuadro que se presenta a continuación se detallan las frecuencias por cada máquina.

FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LÍNEA 5							
MAQUINAS	SEMANAL	QUINCENAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	PREDICTIVO
PALETIZADORA		X	X	X	X	X	X
DESPALETIZADORA		X	X	X	X	X	X
ENCAJONADORA	X		X	X	X	X	X
DESENCAJONADORA	X		X	X	X	X	X
LAVADORA CAJAS			X			X	
LAVADORA BOTELLAS	X		X	X	X	X	X
INSP. DE BOTELLAS	X		X	X	X	X	
LLENADORA	X		X	X		X	X
PROPORCIONADOR	X		X	X			X
TRANSPORTE DE CAJAS			X	X		X	
TRANS. DE BOTELLAS		X	X	X		X	
TRASPORTE DE PALETS			X	X	X	X	

Cuadro 24. Frecuencias de mantenimiento en línea 5

Fuente: Dpto. mantenimiento

Autor: César Tuárez

5.7.2 MANTENIMIENTO PLANIFICADO PREDICTIVO EN LA LÍNEA 5

Su objetivo es detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Las actividades de mantenimiento predictivo se las realiza con una frecuencia semestral en las maquinas críticas, y las ventajas de realizarla son:

- Reduce los tiempos de parada.

- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.

- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.

- Facilita el análisis de las averías.

Para cada una de las máquinas, se establecen los mismos tipos de mantenimientos predictivos, dentro de la compañía se realizan los siguientes:

Mantenimiento predictivo muestras de aceite.- el análisis de aceite es un conjunto de procedimientos y mediciones aplicadas al aceite usado en las máquinas y equipos, que facilitan el control tanto del estado del lubricante, como de manera indirecta permiten establecer el estado de los componentes como son: rodamientos, corona, tornillo si fin, carcaza del reductor (anexo 13).

La información brindada por los informes permite adelantarse a tomar acciones para el mantenimiento de estos elementos de máquinas.

Mantenimiento predictivo análisis vibracional.- cuando en una máquina existe un fallo sea este mecánico o eléctrico genera vibraciones ya sea debido a desgaste de elementos o aumentos de fricción entre elementos

Estas vibraciones generan ondas de frecuencia las cuales son leídas y comparadas por los instrumentos de análisis.

La amplitud de la onda ayuda a determinar la severidad del problema que se comparan con parámetros específicos conocidos como firma de vibración los cuales están establecidos a lo largo de años de experiencia en el uso y mantenimiento de maquinaria.

Con este tipo de mantenimiento se busca conocer si existe un cambio en algunos de los mecanismo que accionan las máquinas tales: bandas flojas, grietas en la estructura, daños

en los rodamientos, desbalanceo, desgaste ya sea en los motores , elementos de transmisión de potencia, etc.



Fig.22 Análisis vibracional de elementos rodantes de soporte de eje

Fuente: Dpto. mantenimiento

Autor: César Tuárez

Mantenimiento predictivo análisis termográficos.- esta es una técnica que permite medir temperaturas exactas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar.



Fig. 23 Análisis termografico de panel eléctrico

Fuente: Dpto. mantenimiento

Autor: César Tuárez

El objetivo de este tipo de análisis es mediante la captación de la radiación infrarroja utilizando cámaras termográficas analizar los incrementos de temperaturas que indique el estado de los elementos constituyentes de la máquina, en nuestro caso este tipo de análisis se lo realiza en mayor parte en el sistema eléctrico de las máquinas (ver anexo 15) sean estos tableros de fuerza o control, conexiones de motores, etc.

5.7.3 OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Optimizar el Mantenimiento Preventivo es la herramienta más útil y con resultados más visibles de esta fase, se optimizó la carga de mantenimiento preventivo de dos maneras

1.- Tercerización de actividades de mantenimiento, el objetivo de este paso es quitar carga de trabajo al departamento de mantenimiento en las actividades preventivas que no requieran de:

- Calibraciones finas de sincronización de máquina como por ejemplo: calibraciones con encoder, ajustes con herramientas especiales como torquimetro, etc.
- Conocimiento del funcionamiento exacto de máquina, ejemplo: sistema de mezcla del proporcionador, limpieza de cámaras de inspector de botellas.

Los trabajos de mantenimiento que son designados al personal externo son los siguientes:

- Mantenimiento mecánico de los reductores de las principales máquinas de la línea 5
- Mantenimiento de motores cuyo potencia sea mayor a 10 HP
- Mantenimientos que se requiera más de 5 personas y duren más de 24 horas de trabajo.

En el anexo 16 se presenta el nuevo flujo del proceso de mantenimiento preventivo donde se visualiza como se realizan las actividades de mantenimiento preventivo.

2.- Transfiriendo actividades preventivas que anteriormente la realizaban los técnicos de mantenimiento a los operadores.- que ahora ya con conocimientos técnicos básicos revisan las máquinas y equipos en sus actividades de mantenimiento autónomo.

Para transferir dichas actividades se hizo un análisis por medio de las áreas de mantenimiento y producción para evaluar que actividades serían transferidas a los operadores, para lo cual se planteó que sean las actividades semanales las cuales en son tareas de revisiones básicas.

Visual.MTTO PREVENTIVO MAQUINARIA 721331710: Resumen operaciones

Orden: MP01 721331710 MTTO PREV. SEMAN LLENADORA LS

Stat.est.: BLOQ CERR XOMP NLIQ PREC MEJE

Datos cab. Oper. Componentes Costes Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

Op.	SOp	PstoTbjo	Can	Clav	Olv.mod	E	Txt.br.v.operación	TE	Trabajo	Un	Ca	Dur.	Un	OvCá	CIAct	Destinatario
0010	MGYELU1	6535	PM01			0	LUBRICACION SEMANAL LLEN SASIB LS		1.0H	1		1.0H		Calcular tra...		
0020	MGYEM1	6535	PM01			0	RUTINA SEMANAL MECANICO LLEN SASIB LS		1.0H	1		1.0H		Calcular tra...		
0030	MGYTE2	6535	PM01			0	RUTINA SEMANAL ELECTRICA LLEN SASIB LS		1.0H	1		1.0H		Calcular tra...		

Fig. 24 Orden de trabajo preventiva semanal de llenadora

Fuente: Dpto. mantenimiento

Autor: César Tuárez

Las actividades semanales a realizar son básicas y solo implican pequeños ajustes, limpieza y verificación, que mediante la formación y entrenamiento recibido las pueden realizar sin ninguna complicación, y de encontrar novedades pueden reportarlas con un criterio técnico que ayude al departamento de mantenimiento a realizar sus actividades de manera puntual y efectiva.

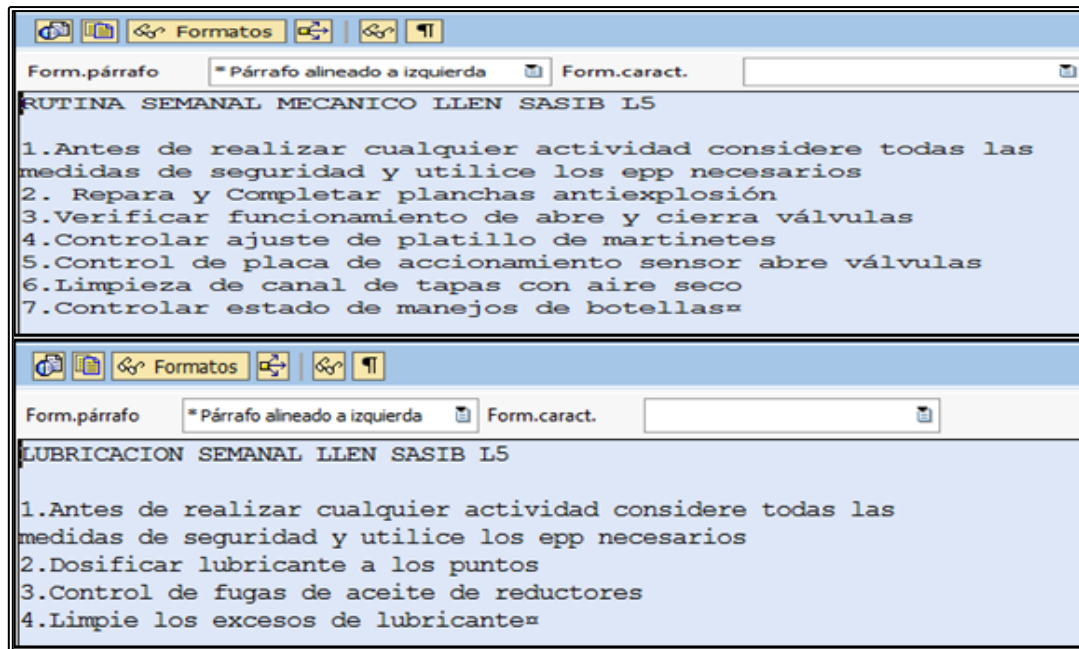


Fig. 25 Contenido de trabajos semanales preventivos en llenadora

Fuente: Dpto. mantenimiento

Autor: César Tuárez

5.8 PILAR PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Este pilar tiene su aplicación cuando se desea identificar y prevenir problemas potenciales que una la organización puede encontrar cuando se va a adquirir, instalar y poner en marcha una máquina, equipo o proceso, basándose en las experiencias que los colaboradores han adquirido a través del tiempo, entre los objetivos que se pueden obtener con la implementación de este pilar tenemos:

1. Aumentar la eficiencia de inversiones de equipo.
2. Reducir los tiempos de aplicación de nuevos cambios de procesos o tecnológicos en los equipos
3. Lograr arranques verticales, es decir sin complicaciones mayores

Para lograr estos objetivos la empresa debe:

1.- Investigar y analizar la situación actual.- se busca tomar las experiencias pasadas para identificar los puntos problemas, ó, inconvenientes que se puedan presentar en cada una de sus fases de los proyectos

2.- Establecer un sistema de gestión temprana.- con la información hallada en el primer paso se investiga y esquematiza la estructura básica del sistema de gestión temprana requerido, el cual tiene como objetivo acumular información acerca de los puntos débiles de los diseños de equipos, procesos ó desarrollos, para luego ser utilizados en futuros proyectos.

3.- Depurar el nuevo sistema y facilitar formación, el nuevo sistema se pone en práctica por medio de diversos proyectos modelo, y se valora el grado de comprensión de los colaboradores, la eficiencia con la que se usan las técnicas, la eficiencia de las retroalimentaciones, estos permite modificar el sistema y sus estándares o documentos.

4.- Aplicar el nuevo sistema aumentando su radio de acción.- con ello se optimiza el costo del ciclo de vida y se intensifica el uso de la información y se estudian cada uno de los indicadores establecidos para poder así mejorar las condiciones del sistema y lograr un arranque vertical.

5.9 PILAR SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Para mantener las condiciones adecuadas de seguridad y ambiente se deben seguir los siguientes pasos:

1.- Seguridad en la limpieza inicial en el Mantenimiento autónomo.- Los operadores de manera general deben conocer el funcionamiento básico la máquina o equipo e identificar las fuentes de contaminación que se generan y los riesgos potenciales que se generan y afectan a las personas, máquinas y ambiente.

Como por ejemplo en el proceso de llenado de botellas de vidrio existen explosiones de botellas que pueden provocar heridas en los colaboradores si no se tienen las puertas de la

máquina cerrada y además los residuos de vidrio si no se limpian pueden contaminar otras botellas.

2.- Evitar fugas que producen trabajos inseguros.- es decir los operadores deben eliminar cualquier fuente de contaminación o fuga que pueda provocar riesgos potenciales de accidentes, como por ejemplo:

- Mangueras de aire con fisuras pueden romperse y con la presión que existe en el sistema (6 bar) puede golpear a una persona y causar una lesión
- Derrame de lubricantes por fallas en retenedores de reductores, cañerías averiadas pueden ser causa de caídas de personas

3.- Estandarizar las rutinas de seguridad.- para ello se apoya en las labores de mantenimiento autónomo que realizan los colaboradores y es aquí donde se deben identificar condiciones de máquinas o equipos que debido a deterioro, pérdida o cualquier otra situación pueden ser transformada la operación normal del equipo en una condición de riesgo potencial para ello se puede hacer uso de las tarjetas de identificación de averías que se usan en el mantenimiento autónomo,

Entre las condiciones de inseguridad que se pueden presentar en la línea 5 o en cualquier parte del área de producción tenemos:

- La falta de protección de una guarda de máquina
- Avería de un sensor de seguridad
- Deterioro por oxidación de alguna tubería que transporte fluidos

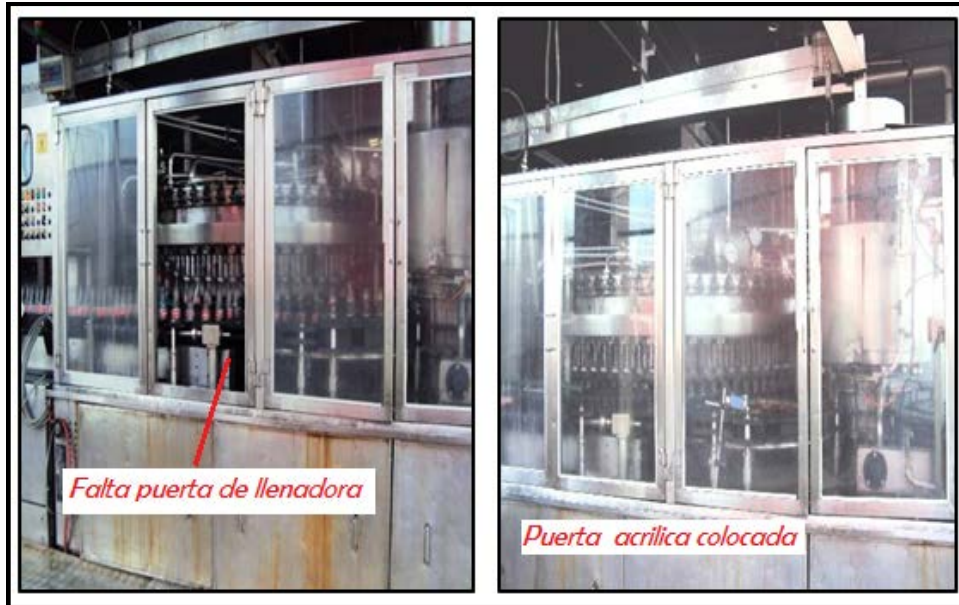


Fig. 26 Inseguridad en llenadora por falta de puerta acrílica

Fuente: Dpto. Seguridad industrial

Autor: César Tuárez

4.- Inspección general del proceso y entorno.- en esta parte se debe profundizar el conocimiento de los operadores sobre los procesos de producción con el objetivo que desarrollen habilidades que les ayude a identificar que variaciones puedan provocar algún accidente al entorno, como ejemplo citamos:

- Conocer las presiones máximas que deben marcar los manómetros con los diferentes fluidos que manejan
- Identificar que riesgos pueden provocar una elevación de la temperatura en los equipos
- Que sucede si en las actividades de limpieza la concentración de químicos es mayor a la requerida o especificada por el fabricante.

5.- Sistematizar el mantenimiento autónomo de seguridad.- para ello se deben revisar estándares, revisar sus cumplimientos e implantar acciones de mejora continua.

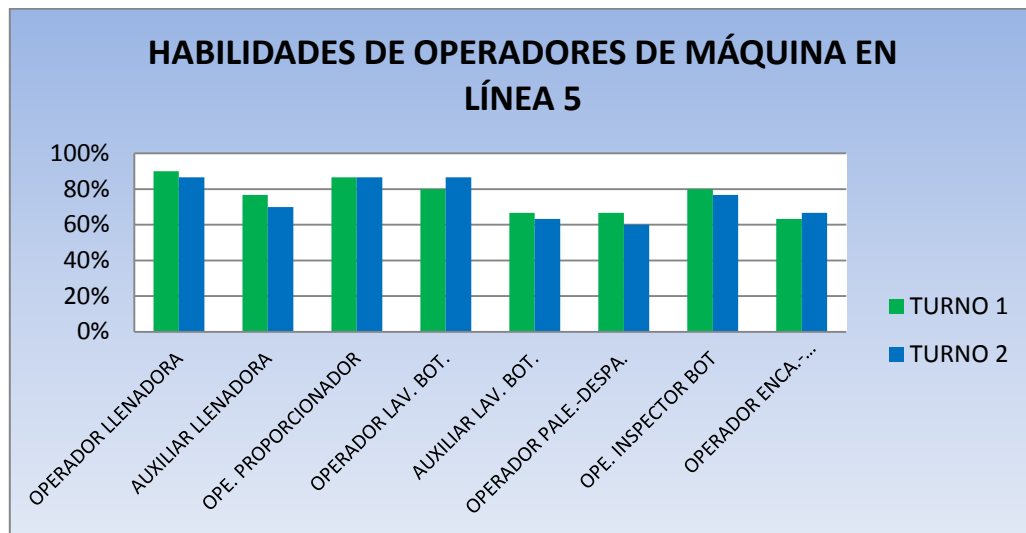
CAPITULO VI

RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 MEJORA DE HABILIDADES DE LOS OPERADORES

Durante el periodo de capacitación de los operadores, fortalecieron sus habilidades en cuanto al conocimiento de los procesos y la parte técnica, mediante algunas de las herramientas que el sistema de mejora continua TPM recomienda.

El uso de las lecciones puntuales y la capacitación en el sitio de trabajo con ayuda del personal de mantenimiento tuvo como resultado el incremento de habilidades de los colaboradores (ver anexo 17).



Grafica 26. Porcentaje de cumplimiento de habilidades de operadores

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Antes de la implementación del pilar de educación y entrenamiento solo los operadores del Proporcionador cumplían con el conocimiento técnico y operacional básico para trabajar en los equipos, en la actualidad todos cumplen por lo menos con el mínimo requerido en la matriz de habilidades para garantizar el desempeño correcto en el equipo o máquina que se encuentra bajo su responsabilidad, tal como se lo muestra en el cuadro 26.

Como se puede apreciar todavía existe oportunidad de seguir mejorando las habilidades de los colaboradores para lo cual se debe reforzar sus conocimientos mediante prácticas en sitio para pulir los vacíos que todavía existan sobre todo en aquellos grupos que estén por debajo del 80% de cumplimiento.

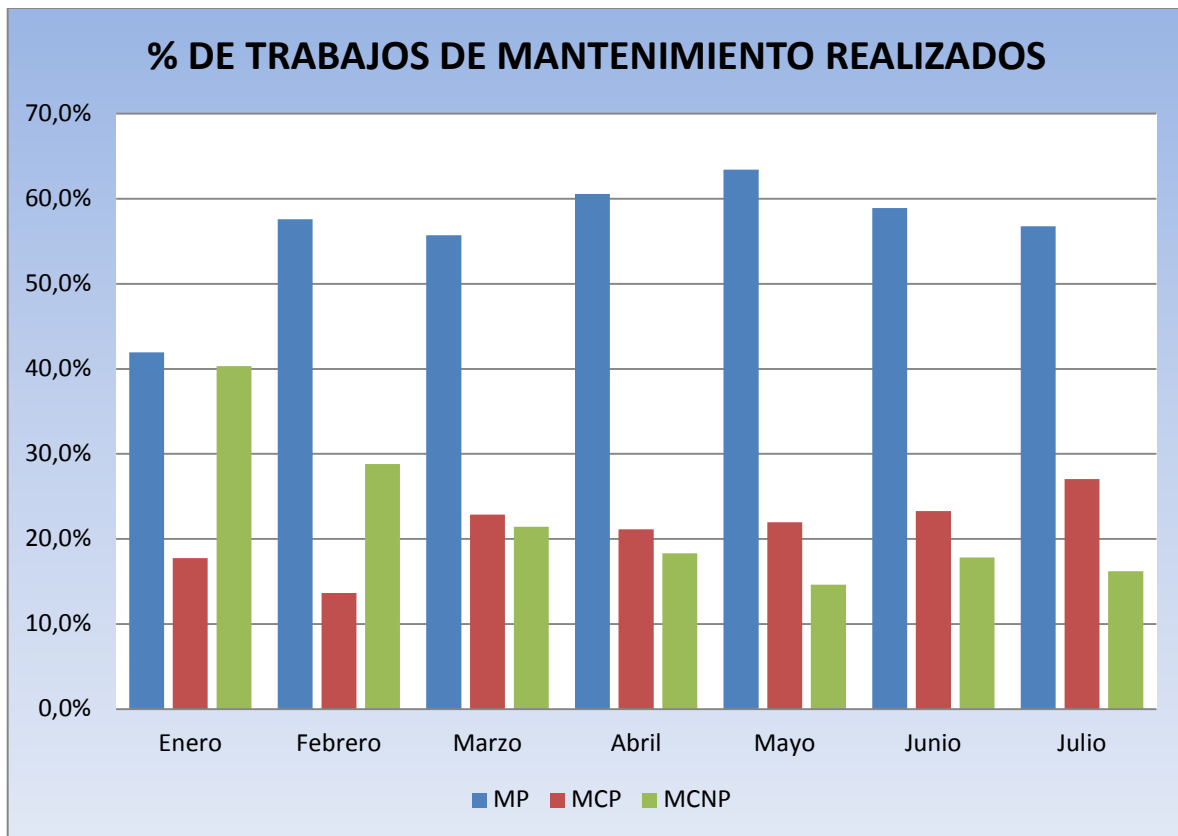
6.2 OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Durante el periodo de implementación de los pilares del TPM se logró optimar las tareas de mantenimiento preventivo mediante la asignación a los operadores de ciertos trabajos puntuales de revisiones y calibraciones.

Esta delegación de responsabilidades se pudo realizar ya que mediante el conocimiento teórico adquirido y la puesta en práctica al realizar las actividades de mantenimiento autónomo fueron adquiriendo la pericia necesaria para solucionar daños menores y diagnosticar problemas que podían afectar el desempeño de la máquina, para lo cual se hizo uso de las tarjetas de identificación de averías.

Para analizar los resultados obtenidos se debe recordar los siguientes conceptos ya analizados en el capítulo 3, dichos conceptos son los siguientes:

- **Mantenimiento Preventivo (MP).**- son actividades destinadas a la revisión de las condiciones del equipo para asegurar que elementos y partes funcionen correctamente y se mantengan en buen estado
- **Mantenimiento Correctivo Planificado (MCP).**- Son tareas de mantenimiento destinadas a corregir anomalías en partes y piezas de las máquinas que pueden provocar la detención de la misma, esta actividades se realiza de manera planificada con el área de producción
- **Mantenimiento correctivo no planificado, falla o avería (MCNP).**- son actividades destinadas a corregir cualquier tipo de falla que haya parado alguna máquina en pleno proceso productivo.



Gráfica 27. Trabajos de mantenimiento realizados en la línea 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

En la gráfica podemos apreciar que a medida que se fueron implementando los pilares el cumplimiento de las tareas de trabajo preventivo (MP) fueron ascendiendo y de esta manera se mejora el indicador interno del departamento de mantenimiento industrial, además que se minimizar el impacto de daños no programados que detengan la línea de producción (MCNP).

Las tareas de mantenimiento correctivo planificado (MCP) fueron aumentando gracias al uso de las tarjetas de identificación de averías las cuales no se colocaban en las máquinas ya que por disposición interna se las entregaba de manera directa al responsable del área de mantenimiento el cual se encargaba de asignar el recurso humano y material para la solución de dichas averías.

En el cuadro que se presenta a continuación se detalla la evolución de los trabajos de mantenimiento durante el periodo de implementación.

O/T REALIZADAS EN LA LÍNEA DE EMBOTELLADO 5 (ENERO-JULIO 2012)						
MES	Preventivos			Correctivos planificados	Correctivos no planificados	Total
	Planificados	Realizados	Cumplim.			
Enero	46	26	57%	11	25	62
Febrero	55	38	69%	9	19	66
Marzo	48	39	81%	16	15	70
Abril	49	43	88%	15	13	71
Mayo	58	52	90%	18	12	82
Junio	47	43	91%	17	13	73
Julio	51	42	82%	20	12	74

Cuadro 24 Resumen trabajos realizados por tipo de mantenimiento

Fuente: Dpto. de mantenimiento

Autor: César Tuárez

6.3 REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS POR CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

La calibraciones de equipos refiere a la tiempo que necesita el operador para reajustar partes, tornillería o elementos de la máquina que por algún motivo se han aflojado o desubicado de su posición original provocando detenciones en la máquina en el proceso normal de trabajo.

Antes de la implementación de los pilares el tiempo promedio de calibraciones de equipos era de 0.74 horas lo que equivale a 45 minutos.

Para analizar si se obtuvieron resultados positivos y para tener una muestra considerable, se hizo uso de los datos registrados por los líderes de producción en los meses de mayo a julio en los respectivos informes de producción.

Se escogió estos meses ya que es el periodo en que se consideran que los colaboradores han asimilado de manera práctica lo aprendido en la teoría que se les enseñó sobre el TPM y sus pilares.

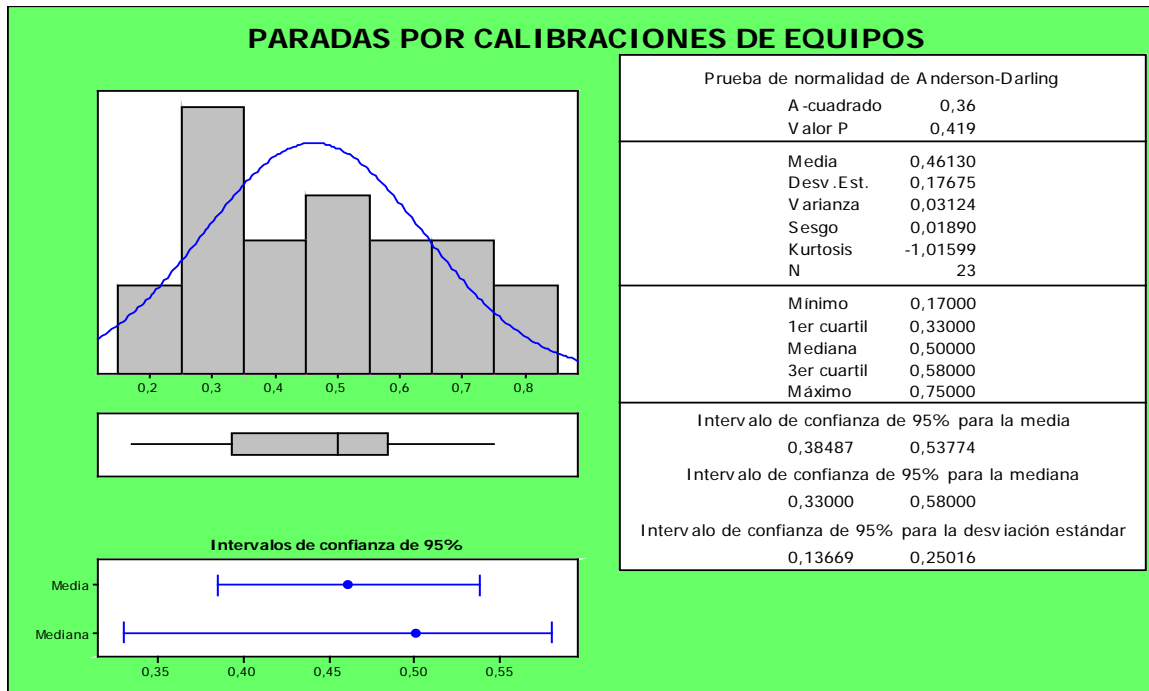
M	FECHA	HORAS	M	FECHA	HORAS
1	02/05/2012	0,25	13	23/06/2012	0,33
2	08/05/2012	0,75	14	28/06/2012	0,25
3	11/05/2012	0,67	15	04/07/2012	0,58
4	12/05/2012	0,17	16	06/07/2012	0,58
5	19/05/2012	0,33	17	07/07/2012	0,42
6	25/05/2012	0,5	18	08/07/2012	0,50
7	26/05/2012	0,67	19	12/07/2012	0,33
8	30/05/2012	0,75	20	13/07/2012	0,42
9	04/06/2012	0,5	21	14/07/2012	0,50
10	13/06/2012	0,33	22	21/07/2012	0,36
11	15/06/2012	0,17	23	26/07/2012	0,67
12	22/06/2012	0,58			

Cuadro 25 Tiempos de paradas por calibración de equipos

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Los datos obtenidos y mostrados en cuadro 25 sirvieron para la delimitación de la información y efectuar un análisis descriptivo de los eventos los cuales se presentan en la siguiente gráfica.



Grafica 28 Resumen grafico de paradas por calibraciones equipos

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Como se puede apreciar el tiempo en promedio necesario para calibración de equipos es de 0,461 horas lo que equivale a 28 minutos.

Para verificar si la mejora planteada es efectiva y estadísticamente significativa procedemos a realizar una prueba de hipótesis utilizando obtenidos en la gráfica anterior y se los compara con respecto a los obtenidos antes de la implementación piloto del TPM los cuales se registran en el capítulo 4, los datos resumidos se presentan en el siguiente cuadro:

CALIBRACION DE EQUIPOS	
CON TPM	SIN TPM
$x_1=0,4613$	$x_2=0,74295$
$S_1=0,17675$	$S_2=0,45882$
$n=23$	$n=26$

Cuadro 26 Resumen de datos para prueba hipótesis calibración equipos

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Donde

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Vs.

$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

Para el análisis de los datos se utilizó el Minitab y se obtuvieron los siguientes resultados:

Prueba T de dos muestras e IC

Diferencia = $\mu(1) - \mu(2)$

Estimado de la diferencia: -0,282

Límite superior 95% de la diferencia: -0,111

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -2,77 Valor P = 0,004 GL = 47

Con un nivel de confianza del 95% el valor de $P < 0.005$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 a favor de H_1 , lo que quiere decir que existe evidencia estadística para determinar que la media de calibración de equipos después de implementación piloto del TPM ha disminuido.

6.4 REDUCCIÓN DE LAS PARADAS POR DAÑO DE LLENADORA 5

La llenadora de botellas es la máquina que da la velocidad nominal de la línea de embotellado, es el corazón del proceso de fabricación de bebidas,

Antes de la implementación piloto de los pilares del TPM el tiempo promedio de parada por averías de 1, 89 horas es decir aproximadamente 113 minutos.

Para analizar si se obtuvieron resultados positivos y para tener una muestra considerable, se hizo uso de los datos registrados por los líderes de producción en los meses de mayo a

julio, se escogió estos meses ya que es el periodo en que se consideran que los colaboradores han asimilado de manera práctica lo aprendido en la teoría.

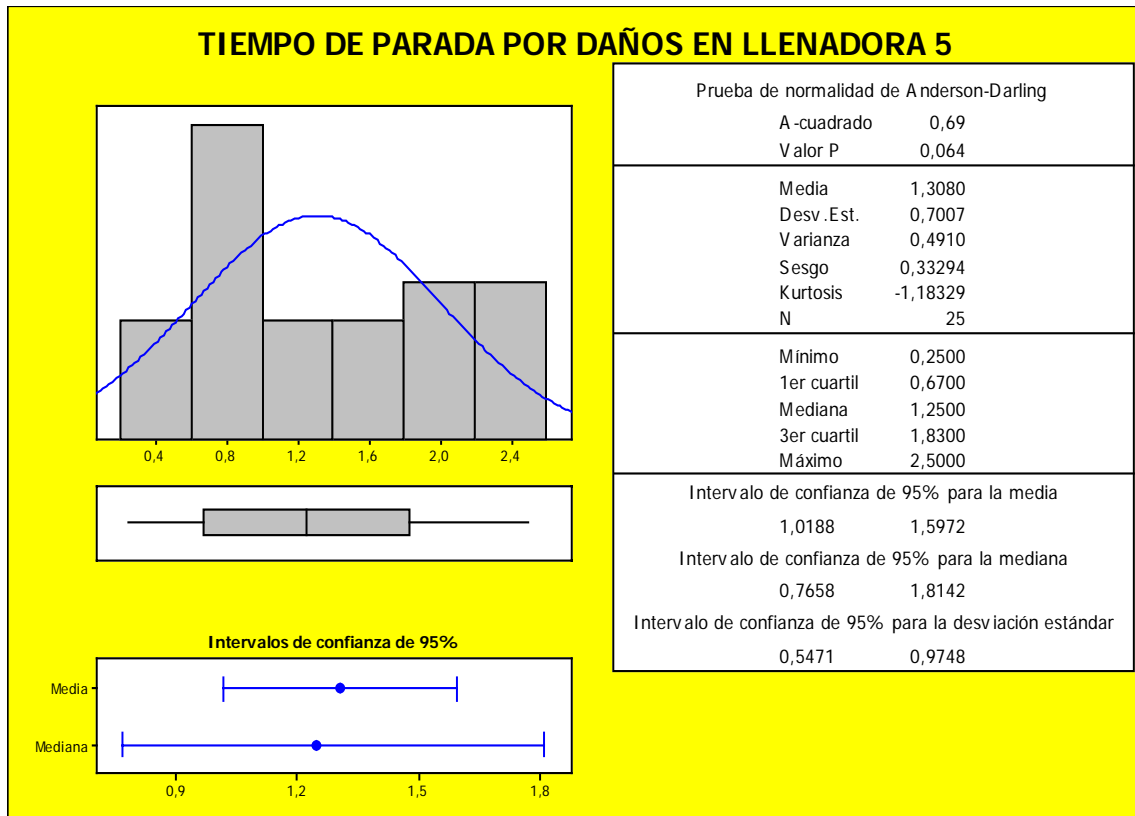
MUESTRA	FECHA	M	MUESTRA	FECHA	M
1	01/05/2012	0,25	13	11/06/2012	1,25
2	04/05/2012	1,5	14	14/06/2012	1,83
3	07/05/2012	0,67	15	22/06/2012	0,83
4	14/05/2012	0,75	16	28/06/2012	0,42
5	18/05/2012	1,5	17	30/06/2012	0,83
6	19/05/2012	2,45	18	01/07/2012	0,67
7	22/05/2012	2,33	19	07/07/2012	1,83
8	26/05/2012	0,67	20	07/07/2012	0,5
9	28/05/2012	1,25	21	15/07/2012	1,17
10	30/05/2012	2,5	22	21/07/2012	1,75
11	04/06/2012	0,83	23	22/07/2012	2,42
12	09/06/2012	2	24	29/07/2012	0,67
			25	30/07/2012	1,83

Cuadro 27 Tiempos de paradas por daños en la llenadora 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Los datos obtenidos y mostrados en cuadro 27 sirvieron para la delimitación de la información y efectuar un análisis descriptivo de los eventos los cuales se presentan en la siguiente gráfica.



Grafica 29 Resumen grafico de paradas por daños en llenadora 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Como se puede visualizar después de la implementación del TPM el tiempo promedio de reparación en la llenadora sea por daño mecánico o eléctrico es en promedio de 1,30 horas, lo que equivale aproximadamente a 80 minutos.

Para verificar si las acciones planteadas para obtener la mejora de la máquina fueron efectivas y estadísticamente significativa procedemos a realizar una prueba de hipótesis utilizando obtenidos en la gráfica anterior y se los compara con respecto a los obtenidos antes de la implementación piloto del TPM los cuales se registran en el capítulo 4.

DAÑOS EN LLENADORA	
CON TPM	SIN TPM
$x_1=1,308$	$x_2=1,897$
$S_1=0,7007$	$S_2=0,8583$
$n=25$	$n=50$

Cuadro 28 Resumen de datos para prueba hipótesis daños en llenadora

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Donde

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Vs.

$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

Para el análisis de los datos se utilizó el Minitab y se asumió que los datos tienen una distribución normal, obtuvieron los siguientes resultados:

Prueba T de dos muestras e IC

Diferencia = $\mu_1 - \mu_2$

Estimado de la diferencia: -0,589

Límite superior 95% de la diferencia: -0,279

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = -3,18 Valor P = 0,001 GL = 57

Con un nivel de confianza del 95% el valor $P < 0.005$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula H_0 a favor de H_1 , lo que quiere decir que existe evidencia estadística para determinar que los tiempo de daños en la llenadora se han disminuido desde que el personal operativo y técnico han asimilado y puesto en práctica los pilares de la filosofía TPM.

6.5 AUMENTO DEL OEE EN LA LÍNEA 5

Ya se ha demostrado estadísticamente mejoras puntuales obtenidas por el TPM ahora se va a medir el indicador clave de esta filosofía de mejora continua.

Las mediciones realizadas entre el mes de enero y febrero tenían como promedio del OEE en un 67% es decir 2 puntos por encima de un nivel inaceptable.

Utilizando la matriz que se encuentra en el anexo 11 y consolidando los datos se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en el siguiente cuadro:

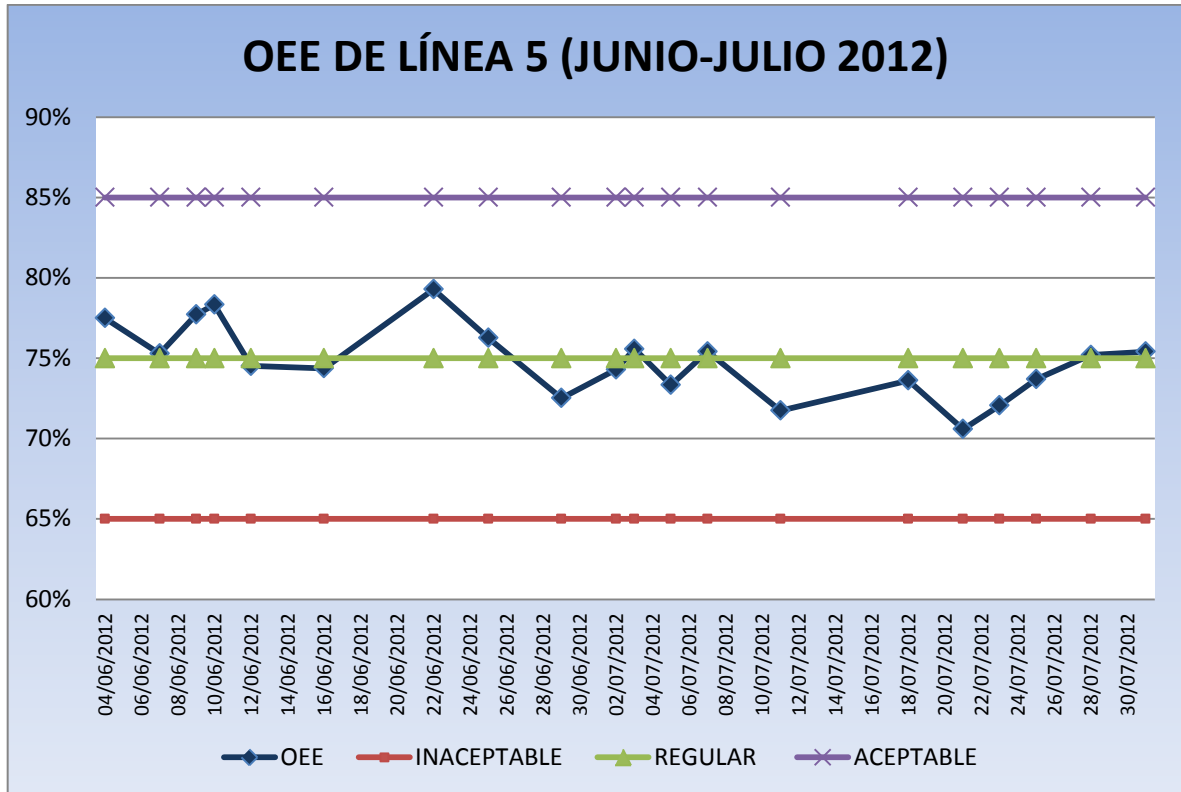
CALCULO DEL OEE EN LLENADORA 5				
FECHA	RENDIMIENTO	DISPONIBILIDAD	CALIDAD	OEE
04/06/2012	82,27%	94,49%	99,69%	77%
07/06/2012	78,15%	96,65%	99,67%	75%
09/06/2012	82,25%	94,83%	99,64%	78%
10/06/2012	87,10%	90,22%	99,68%	78%
12/06/2012	78,21%	95,59%	99,68%	75%
16/06/2012	81,41%	91,62%	99,71%	74%
22/06/2012	84,90%	93,62%	99,75%	79%
25/06/2012	91,07%	84,04%	99,65%	76%
29/06/2012	78,96%	92,12%	99,70%	73%
02/07/2012	74,53%	100,00%	99,69%	74%
03/07/2012	78,30%	96,81%	99,70%	76%
05/07/2012	81,41%	90,32%	99,74%	73%
07/07/2012	78,31%	96,66%	99,64%	75%
11/07/2012	84,90%	84,80%	99,64%	72%
18/07/2012	81,08%	91,07%	99,70%	74%
21/07/2012	79,17%	89,47%	99,66%	71%
23/07/2012	74,62%	96,86%	99,71%	72%
25/07/2012	81,33%	90,89%	99,69%	74%
28/07/2012	77,73%	97,08%	99,64%	75%
31/07/2012	86,21%	87,70%	99,73%	75%
PROMEDIO	81,10%	92,74%	99,69%	74,98%

Cuadro 29 OEE actual en la línea 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

En promedio el OEE eta en el 74,84 % es decir regular, conociendo que siendo mayor al 75% se encuentra en un nivel aceptable el esfuerzo que la organización debe realizar es poco para llegar a este nivel, en la siguiente grafica se muestra la tendencia de este indicador.



Grafica 30. Tendencia OEE actual en la línea 5

Fuente: Propia

Autor: César Tuárez

Las mejoras alcanzadas también han sido logradas por:

- La disminución del tiempo en los cambios de formato donde en promedio se utilizaba 1 hora y en la actualidad el promedio es de 45 minutos
- Las reparaciones de válvulas de llenado demoraban 15 minutos antes de la capacitación de los operadores en la actualidad en promedio el tiempo de reparación es de 10 minutos.

- Identificación oportuna de grandes averías por medio de las tarjetas de identificación y también a la limpieza autónoma que realizan los operadores.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación piloto de TPM en la línea de embotellado No 5 se realizó en un periodo aproximado de 5 meses, se hizo mayor énfasis en mejorar las condiciones de equipos y disminuir tiempos muertos en la llenadora de botellas, ya que la velocidad teórica de esta máquina es la que marca el ritmo de producción y era la que más afectaba a la utilización de línea (eficiencia).

.

7.1 CONCLUSIONES

- Lo más complejo que se presentó fue la resistencia al cambio por parte de los operadores de la línea, ya que tenían la imagen de que el TPM sería para ellos una carga adicional de responsabilidad, pero a medida que se iba mostrando los beneficios que traería para mejorar sus actividades y ambiente de trabajo sin necesidad de requerir mayor esfuerzo físico u horas adicionales a su jornada laboral, hubo apertura al aprendizaje y a practicar los conocimientos que iban asimilando.

- Debido a que en la compañía se practica la técnica de las 5 eses y los buenos hábitos de manufactura (BHM), la asimilación y aplicación del pilar de mantenimiento autónomo no complicada como se esperaba ya que los operadores contaban con nociones de los beneficios de mantener todo ordenado, clasificado y limpio, lo que es un requisito fundamental para implementar este pilar.

- Al implementar el pilar de capacitación y entrenamiento, se pudo visualizar como los colaboradores se involucraban para aprender y conocer un poco más tanto del

funcionamiento de sus máquinas como en mejorar sus habilidades técnicas y esto se evidencio al volver a realizar el check list sobre el nivel de habilidades de los operadores y se constató que la todos elevaron su nivel operativo y técnico, una de las cosas que hizo más fácil el aprendizaje fue el uso de lecciones de un punto donde se buscó simplificar las tareas básicas a realizar.

- Se optimizo las tareas de mantenimiento preventivo gracias a que los operadores empezaron a realizar las tareas básicas de inspección en las máquinas entre estas actividades estaban la inspección de estado de tornillería, limpieza de sensores, lubricación básica. El cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que en el mes de Enero estaba en un 57% llego a aumentar al mes de Junio al 91 %

- Se redujo la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 25 actividades en el mes de Enero y al mes de Junio se redujo a 13, esto gracias al uso de las tarjetas de identificación de averías que colocaban con criterio técnico los operadores y hacían más fácil al departamento de mantenimiento observar los potenciales daños y dar una solución que evitara la detención de equipos en el proceso normal de producción y con ello se logró mejorar la confiabilidad de los mismos.

- Se disminuyó el tiempo de reparación de los equipos sobre todo en la llenadora de botellas, que como se ha dicho es la que marca el ritmo de la producción de la línea, antes del TPM el tiempo promedio de parada por daño era de 1,897 horas (113 minutos) y luego gracias a lo aprendido el promedio de parada de esta máquina es de 1,308 horas (78 minutos) lo que representa una reducción de 35 minutos es decir toma menos tiempo reparar la máquina.

- Al mejorar las habilidades de los operadores se pudo además reducir los tiempos por calibración de equipos y con esto incrementar la eficiencia en la llenadora, antes del TPM el tiempo promedio que tenía que usar un operador para calibrar la

máquina era de 0,74 horas (44 minutos) mientras que ahora el tiempo se redujo a 0,46 horas (28 minutos), todo esto gracias a estandarizar elementos, conocer que llaves debían utilizar y hacer confiables los cambios de formato.

- El proyecto ejecutado en el pilar de mejoras enfocadas “mejora del rendimiento de tapas corona” tuvo una inversión monetaria de \$ 4400 dólares americanos, con esto se logró mejorar la utilización de esta manera prima y aunque el ahorro por cada 1000 unidades es solo de \$ 5,70 dólares, el beneficio se tradujo en reducción de producto terminado rechazado por mala aplicación de tapa y con ello también se reduce la probabilidad que llegue al consumidor final producto no conforme. Además otro de los logros a corto plazo de la implementación de este pilar fue el trabajo en equipo que se pudo presenciar y como cada uno de los involucrados generaba ideas y se comprometía con el seguimiento de las acciones planteadas.

- El OEE de la llenadora de botellas se aumentó al 74,84% cuando antes se encontraba en 66,67% , es considerable su aumento aunque faltaron detalles para ubicarlo en un nivel aceptable tal como se lo presento en el capítulo 2, donde por debajo del 75% se considera como regular el desempeño de una máquina.

- En el análisis de resultados se puede visualizar que en el mes de Julio los indicadores tiene un desempeño menor, esto debido a que por otros trabajos de crecimiento de la planta se dio prioridad a los actividades en otras líneas de embotellado que necesitaban del departamento de mantenimiento industrial.

7.2 RECOMENDACIONES

- Luego de terminar los proyectos de mejoras de las otras líneas de embotellado las jefaturas de mantenimiento y producción deben volver a fortalecer los pilares del TPM para que lo aprendido durante el periodo de implementación piloto sea un aporte valioso para mejorar el nivel de utilización de línea.

- Continuar la formación de los operadores de la línea de embotellado No. 5 de manera constante para que tengan un nivel de habilidad tanto técnico como operacional del 100% así no solo se garantizara que se puede elevar el nivel del OEE de la línea, sino que se podrá contar con colaboradores capaces de formar a personal de las otras líneas de embotellado en futuros proyectos de mejora sea en TPM o habilidades básicas de operación

- De manera progresiva asignar tareas de mantenimiento un poco más complejas a los operadores para que reten sus capacidades y explicar que no es una carga adicional de trabajo sino que con ello se busca que no dependan de terceros para hacer reparaciones que van a permitirles mejorar su ambiente de trabajo y hacerlo más seguro.

- Las jefaturas deben considerar que la implementación del TPM según los expertos toma entre 3 y 5 años dependiendo del tamaño y los recursos que se asignen por lo que no deben saber que los resultados se pueden visualizar a mediano plazo.

BIBLIOGRAFIA

- The Coca Cola Company, manual del embotellador, Atlanta 1998, 1era edición.

- Embotelladora Arca Continental, diseño y evaluación de indicadores claves de operaciones, México 2011, 2da edición.

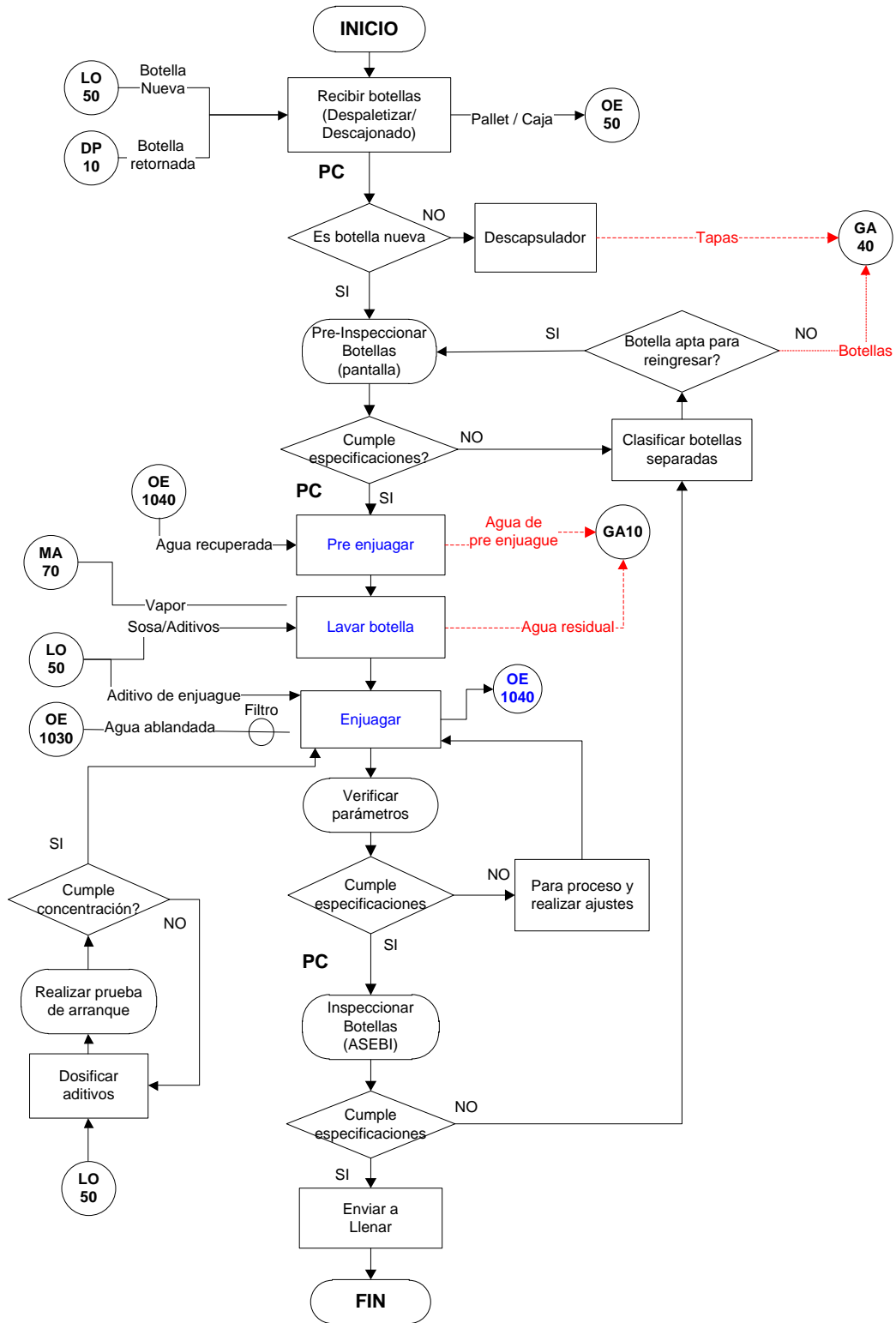
- www.mantenimientoplanificado.com

- www.ceroaverias.com

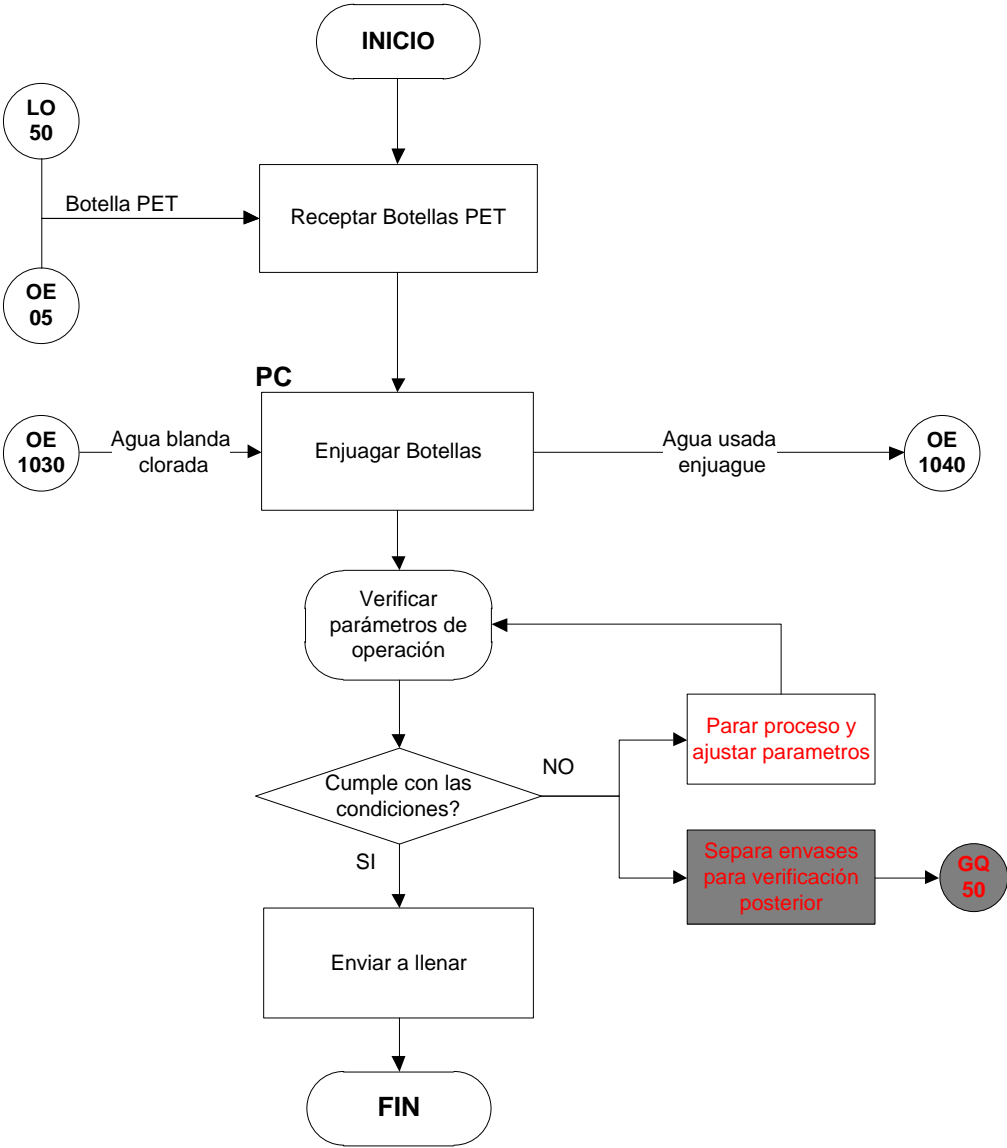
- www.solomantenimiento.com

ANEXOS

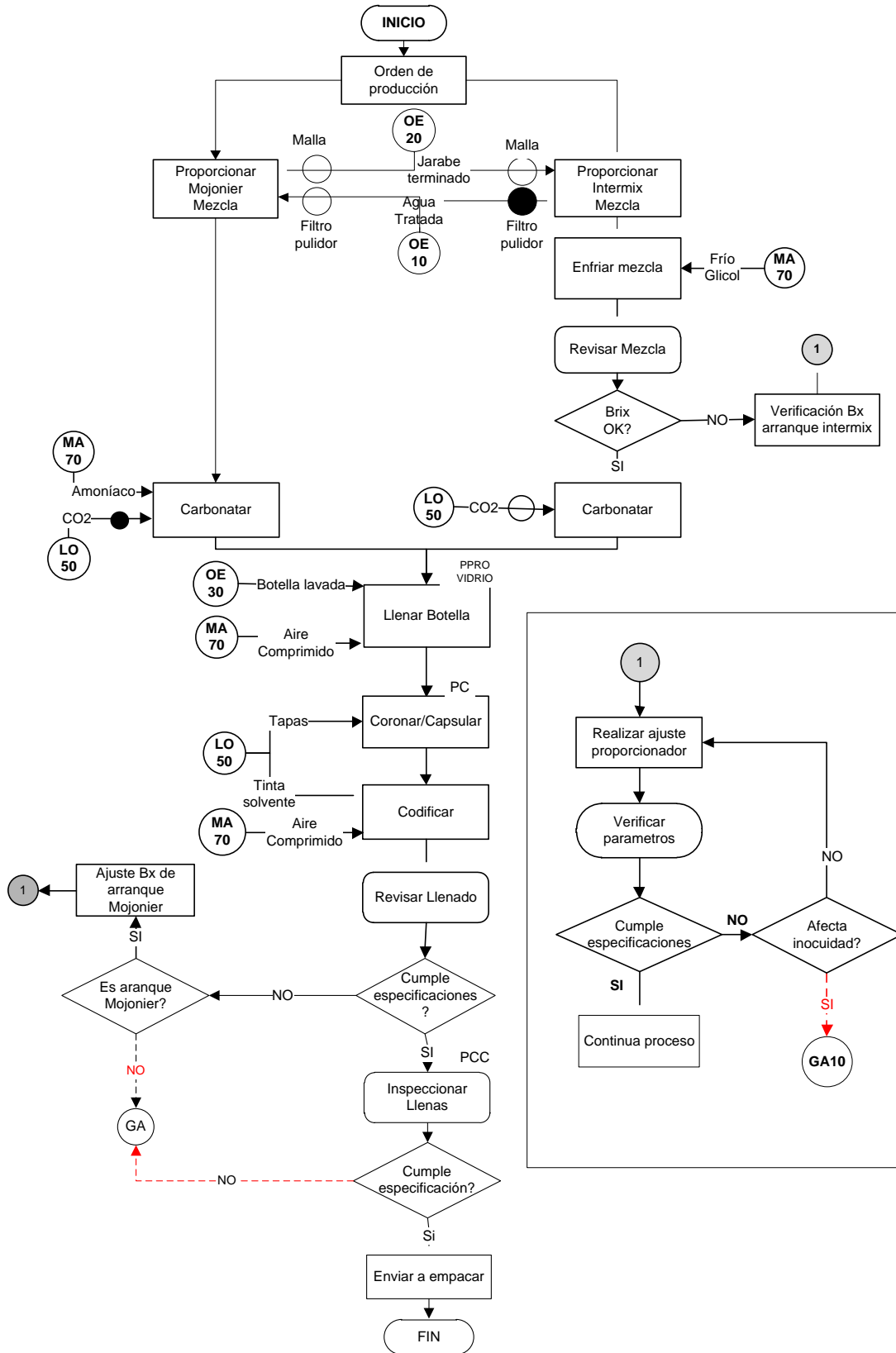
ANEXO 1 PREPARACION DE ENVASE RETORNABLE



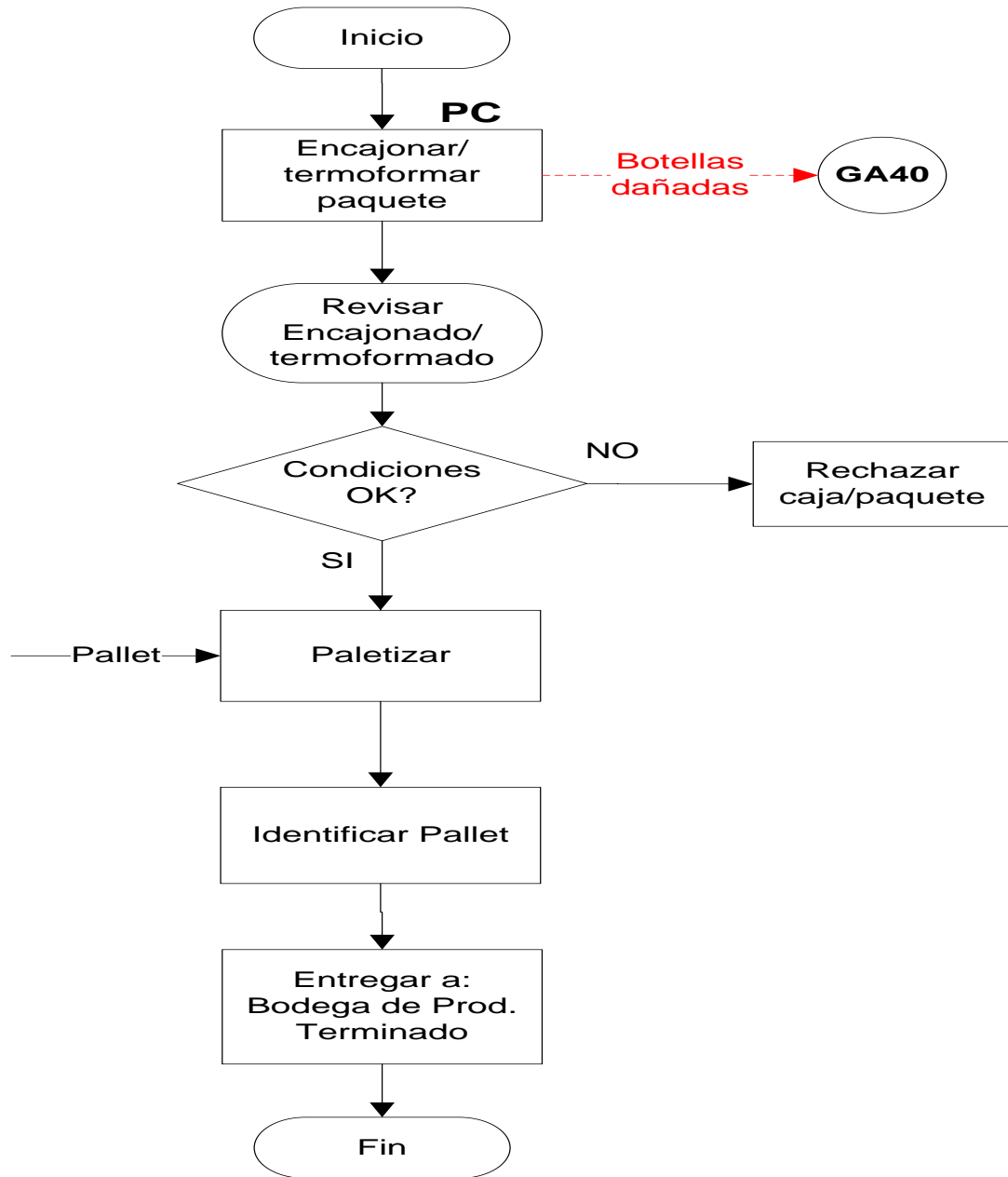
ANEXO 2 PREPARACION DE ENVASE NO RETORNABLE



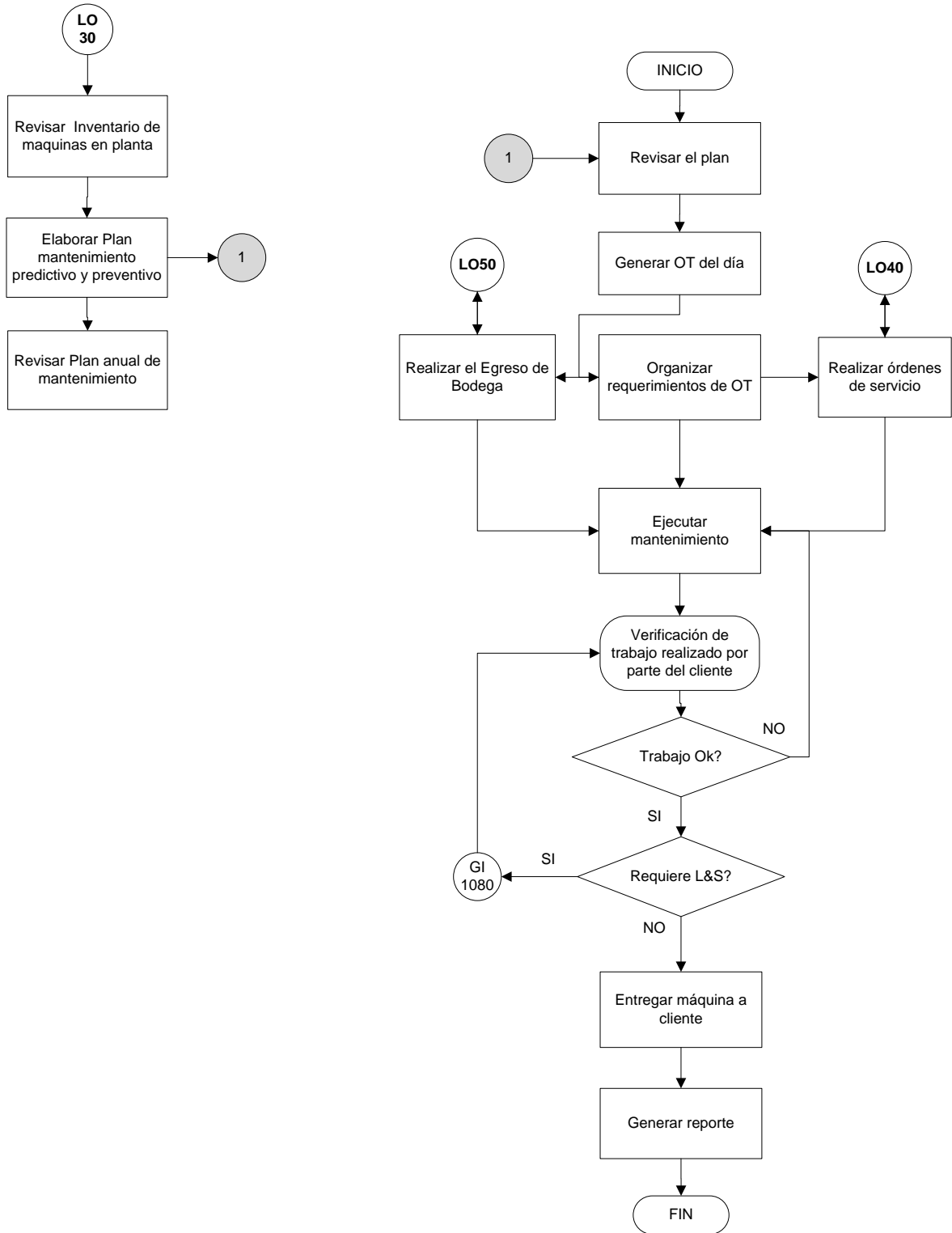
ANEXO 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LLENAR BEBIDA



ANEXO 4 DIAGRAMA DE FLUJO DE EMPACAR PRODUCTO TERMINADO



ANEXO 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



ANEXO 6 MODULO PM

Lista Tratar Pasara Detalles Entorno Opciones Sistema Ayuda

Repr.estructura ubicacion técnica: Lista de estructura

Nivel hacia arriba Detalles completos

Ubic.téc. EC-E-RSUR-6535-M Válido de 05.05.2012

Denominación Maquinaria

Ubic.téc.	Denominación	Maquinaria	6535 6535	6535 6535
EC-E-RSUR-6535-M	Maquinaria			
EC-E-RSUR-6535-M-CA	Calidad		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-EA	Equipos auxiliares		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PA	Proceso agua		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE	Proceso de Embotellado		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-CODF	Codificadores		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LAVI	Lavado industrial		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN1	Linea 1 Embotellado Pet		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN2	Linea 2 Embotellado Pet		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN3	Linea 3 Embotellado Pet		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN4	Linea 4 Embotellado Pet-Returnable		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN5	Linea 5 Embotellado Vidrio Returnable		6535 6535	
2007000	CARBOCOOLER SIMONAZZI 3909	GYEM3909	6535 6535	
2007001	ACUMULADOR DE PALETS SIMONAZZI 3938	GYEM3938	6535 6535	
2007002	CONTROLADOR DE BRIX MASSELI 3525	GYEM3525	6535 6535	
2007003	DESENCAJONADORA SIMONAZZI 3925	GYEM3925	6535 6535	
2007004	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	GYEM3920	6535 6535	
2007005	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	GYEM3928	6535 6535	
2007006	INSPECTOR DE BOTELLAS FT FILTEC 3906	GYEM3906	6535 6535	
2007007	INSPECCIONADORA DE BOTELLAS KRONES 3904	GYEM3904	6535 6535	
2007008	INSPECTOR DE CAJAS CAJAS 3926	GYEM3926	6535 6535	
2007009	LAVADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3912	GYEM3912	6535 6535	
2007010	LAVADORA DE CAJAS SIMONAZZI CAJAS 3934	GYEM3934	6535 6535	
2007011	LLENADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3754	GYEM3754	6535 6535	
2007012	PALETIZADOR SIMONAZZI 3919	GYEM3919	6535 6535	
2007013	TOLVA DE TAPAS SIMONAZZI TAPAS 3903	GYEM3903	6535 6535	
2007014	TRANSP DE PALETS SIMONAZZI PALETS 6919	GYEM6919	6535 6535	
2007015	TRANSPORTADOR DE CAJAS SIMONAZZI 6920	GYEM6920	6535 6535	
2007016	TRANSP BOT SALIDA SIMONAZZI SALIDA 3951	GYEM3951	6535 6535	
2007017	TRANSPORT DE BOT ENTRAD SIMONAZZI 3953	GYEM3953	6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN6	Linea 6 Embotellado Pet		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIPM	Linea post mix		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PE-PLUB	Proceso lubricacion		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-FR	Proceso de residuales		6535 6535	
EC-E-RSUR-6535-M-PS	Proceso de Soplado		6535 6535	

Orden Tratar Pasara Detalles Entorno Sistema Ayuda

Visualizar MTTO PREVENTIVO MAQUINARIA 721375558: Cabecera central

Orden MP01 1375558 MTTO PREV. MENSUAL LLENADORA L5

Stat.sist. LIB. KGMP NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

Responsable

Gpo.plan. M01 / 6535 PLAN_MAO_1

Rs.pto.tr. MGYEITM1 / 6535 TECNICO MECANI..

Aviso

Cl.activ.PM M18 ACTIVIDADES ..

EstadInstal

Fechas

Inic.extr. 14.03.2012

Fin extr. 14.03.2012

Prioridad

Revisión

Objeto de referencia

Ubic.téc. EC-E-RSUR-6535-M-PE-LIN5 Linea 5 Embotellado Vidrio Returnable

Equipo 2007011 LLENADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3754

Conjunto

Primera operación

Operación MATTO PREV.MENSUAL MEC LLEN SASIB L5

PtoTrab/Ce MGYEITM1 / 6535 CvcCtrl PM01 Cl.activ.

TrabInvert 12.0 H Cantidad 1 Dur.oper. 12.0 H

Nº pers. 0

ANEXO 7 REGISTRO DE PARADAS DE PRODUCCION

FPOE6001A/ 10-11-

REPORTE DIARIO DE PRODUCCION DE BEBIDAS

LIDER DE LINEA	Fecha	Año	Mes	Día	LINEA N°	Turno	
SKU / FORMATO							Total
Cajas Físicas Producidas							
Velocidad Nominal CPH							
Horas Estandar (CF/HS)							
Botellas por caja							
Inicio							
Termino							
Tiempo Pagado / Trabajado							
Alimentación							
Carga Inicial de Lavadora							
Cambio de Sabor							
Cambio de Formato							
Mantenimiento Programado							
Saneamiento / Esterilización							
Reunión Autorizada							
Limpieza Final							
Trasvase bultos a cajas							
Corte Energía / Agua Externo							
Transferencia Personal a otra línea							
Pruebas							
Total Detenciones Planificadas							
Tiempo Operacional (TP-Dpl)							
Falta de Envase Pet / vidrio /Tapas							
Falta de Cajas							
Calibración de Equipos							
Reventon de Botellas							
Envase Sucio							
Parada por Calidad							
Baja velocidad Llenadora							
Falta Jarabe							
Falta de Pallets							
Falta de Laminas							
Falta de Agua							
Falta de Vapor							
Falta de Aire							
Falta de Energía							
Falta de Refrigeración							
Caída de Botellas en Transportadores							
Espumeo / Rebote de Bebida							
Falta de Materia Prima en Línea							
Total Detenciones Operacionales							
Tiempo Efectivo (TO-DO) 							
Transportador de Botellas							
Despaletizadora de Cajas							
Despaletizador / Posicionador							
Desencajonadora							
Descapsulador							
Alexus							
Lavadora de Botellas							
Asebi							
Rinseadora							
Proporcionador							
Llenadora							
Dosificador de Nitrogeno							
Roscadora / Coronadora							
Codificador							
Transportador de Cajas							
Lavadora de Cajas							
Encajonadora							
Termoformadora							
Palesador							
Otros (especificar)							
Total Detenciones de Equipos							

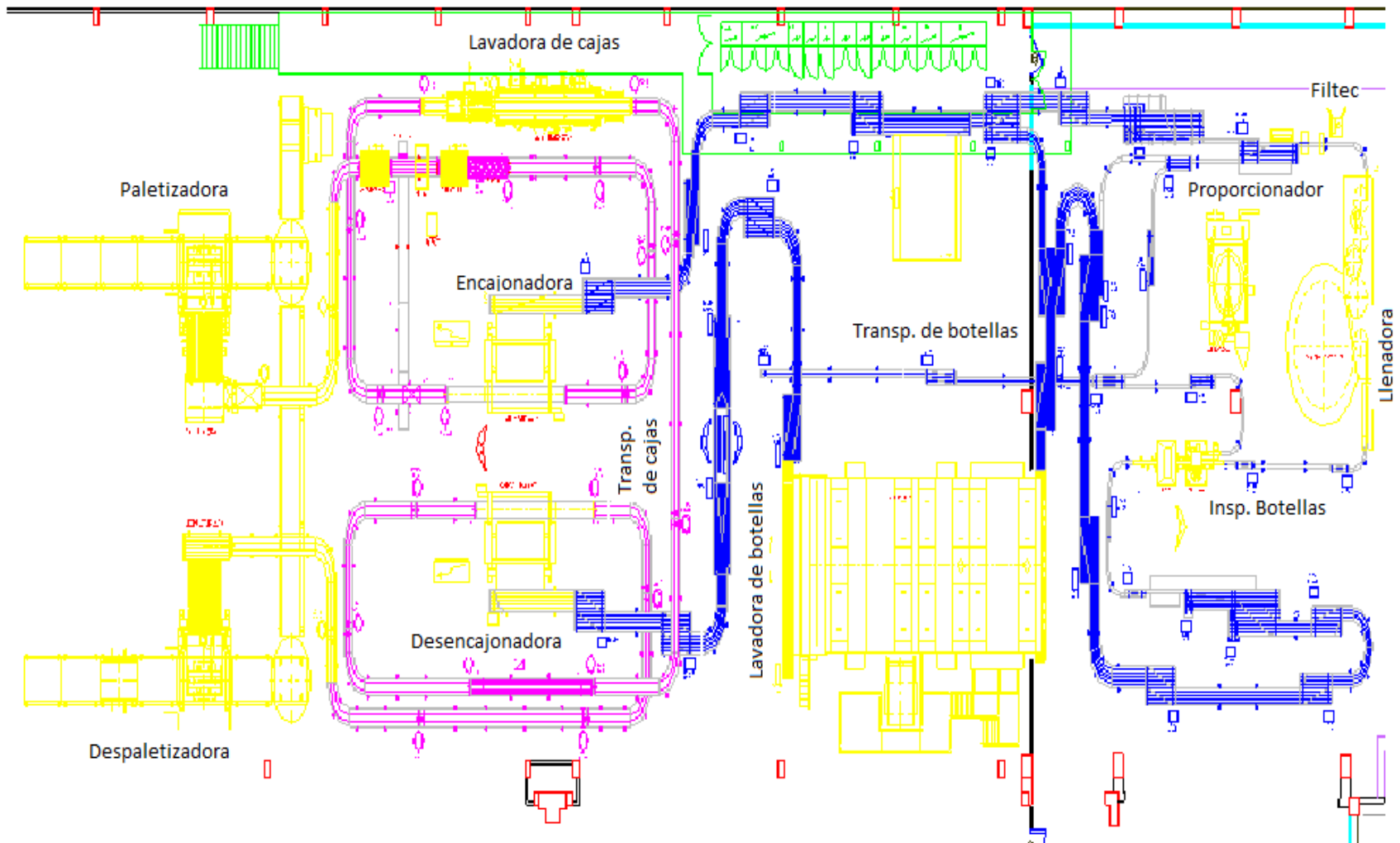
Observaciones:

Realizado por Líder de Línea

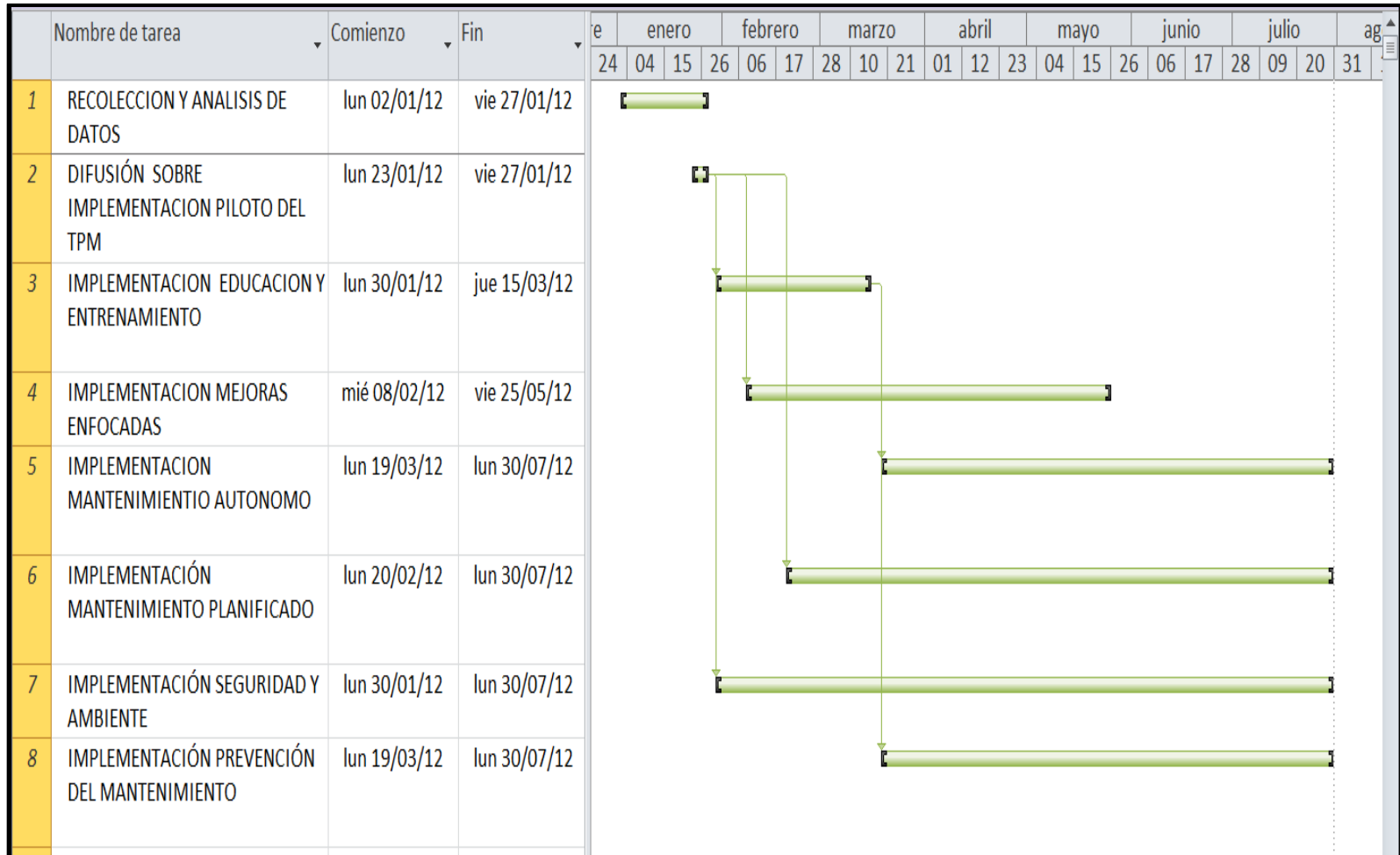
Visado por Jefe de Producción

Aprobado por Gerencia Operaciones

ANEXO 8 PLANO DE LINEA DE EMBOTELLADO N° 5



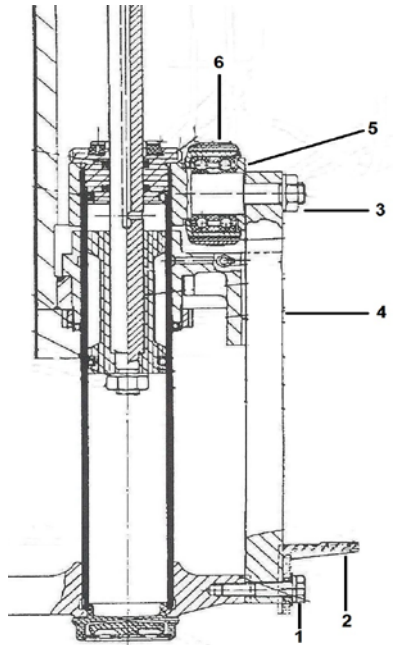
ANEXO 9 DIAGRAMA DE GANTT IMPLEMENTACION DEL TPM



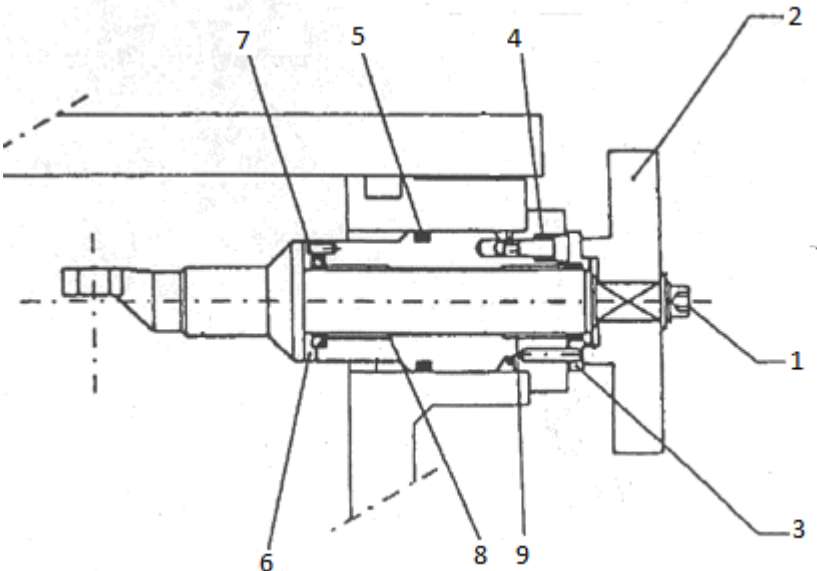
ANEXO 11 FORMATO DE HABILIDADES DE OPERADOR

MATRIZ DE HABILIDADES OPERADORES DE LINEA																
LÍNEA DE EMBOTELLADO No. 5	TURNO 1							TURNO 2								
DESCRIPCIÓN DE PUNTUACIÓN																
0	No Conoce. No recibió Instrucción															
1	Opera con limitaciones y necesita ayuda. Frecuentemente carece de reproducibilidad.															
2	Opera sin ayuda aunque no conoce los fundamentos teóricos y falta de reproducibilidad.															
3	Aplica la teoría y lleva a cabo las tareas sin dificultad y sin cometer errores															
CONOCIMIENTOS BASICOS DE OPERACIÓN																
1	Conocer y aplicar los procedimientos relacionados al puesto (SGI)															
2	Conocimiento general sobre cada etapa del Proceso de elaboración de bebidas.															
3	Conoce el funcionamiento secuencial de la máquina a su cargo															
4	Realiza cambios de componentes de su máquina con facilidad															
5	Conoce y aplica los conceptos de la metodología "5S"															
Porcentaje de Cumplimiento Parcial	67%	47%	80%	60%	47%	53%	47%	47%	67%	53%	80%	67%	47%	53%	53%	47%
CONOCIMIENTO TECNICOS BASICOS																
1	Interpretar y analizar manuales, catálogos de la máquina a su cargo.															
2	Conocimiento del funcionamiento mecánico, hidráulico y neumático de los equipos e instalaciones, a fin de detectar fallas y establecer diagnósticos y acciones correctivas.															
3	Conocimiento de electricidad Industrial aplicados al proceso: función de sensores, seguridades eléctricas, diagnostico de fallas por alarmas.															
4	Posee conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo															
5	Conoce sobre sistemas de lubricación de la máquina															
Porcentaje de Cumplimiento Parcial	40%	27%	67%	40%	27%	40%	47%	40%	47%	47%	73%	40%	27%	40%	47%	47%
CUMPLIMIENTO PROMEDIO GENERAL	53%	37%	73%	50%	37%	47%	47%	43%	57%	50%	77%	53%	37%	47%	50%	47%
H: Habilitado a Operar - NH: No Habilitado a Operar (Hab. con el 60 % de Cumpl.)	N H	N H	H	N H	N H	N H	N H	N H	N H	N H	H	N H	N H	N H	N H	N H

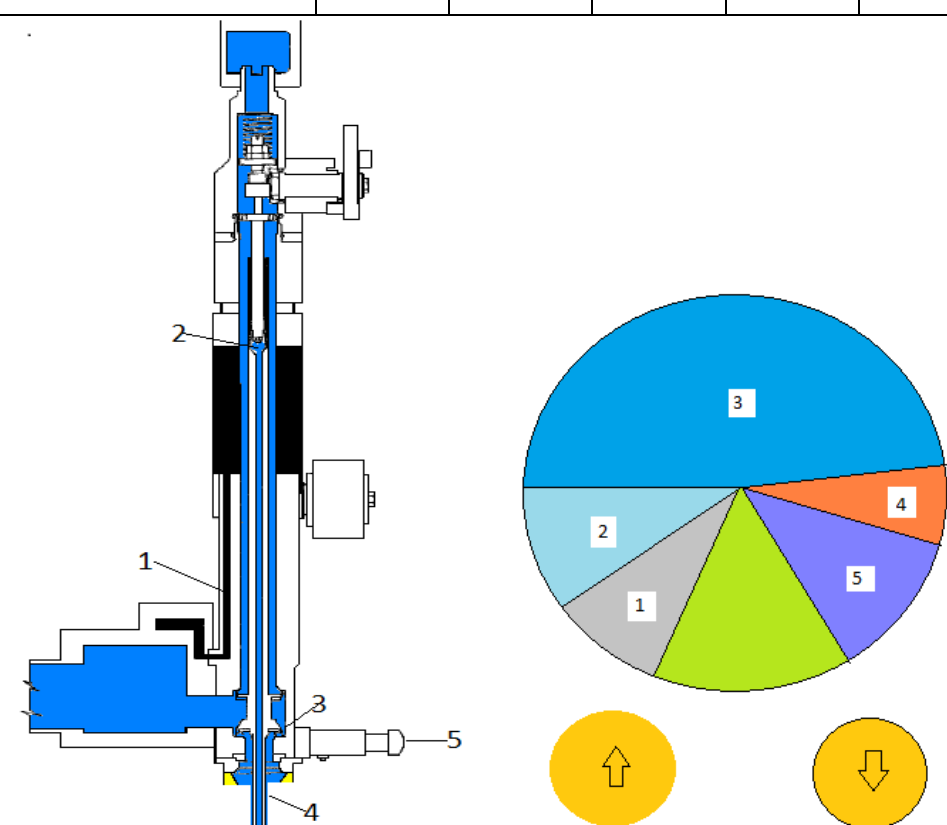
ANEXO 12 LECCIONES DE 1 PUNTO

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	AUTOR		CESAR TUAREZ MEDRANDA			
	MAQUINA	LLENADORA	SECCION	CILINDRO ELEVADOR		
	TEMA					
	CAMBIO DE RODILLO SEGUIDOR DE ELEVADOR DE BOTELLAS					
	TIPO DE ACTIVIDAD					
	OPERACIONAL	MECANICA	ELECTRICA	NEUMATICA	LUBRICACIÓN	CONOCIMIENTO DE PROCESO
						
PASO	DESCRIPCION					
	Detener máquina y pulsar paro de emergencia antes de hacer el trabajo.					
1	Aflojar con llave boca corona de 17 mm perno M10					
2	Desmonta soporte martinete con la mano					
3	Aflojar tuerca M16 con llave boca corona 24mm					
4	Quitar barra cuadrada de soporte con cuidado					
5	Quitar anillo separador con cuidado					
6	Sacar rodillo seguidor hacia afuera golpeando con un martillo y colocar el rodillo nuevo					

ANEXO 12 LECCIONES DE 1 PUNTO

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	AUTOR		CESAR TUAREZ MEDRANDA			
	MAQUINA	LLENADORA	SECCION	ESTRELLA DE APERTURA Y CIERRE		
	TEMA					
	REPARACION ESTRELLAS DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA					
	TIPO DE ACTIVIDAD					
	OPERACIONAL	MECANICA	ELECTRICA	NEUMATICA	LUBRICACION	OTROS
						
PASO	DESCRIPCION					
	Eliminar presión del tanque de llenadora y activar paro de emergencia					
1	Aflojar con allen 5mm el tornillo M6.					
2	Sacar mariposa junto con el anillo de desgaste					
3	Aflojar tornillo de sujeción con allen 5 mm					
4	Quitar oring viejo y colocar el nuevo					
5	Extraer conjunto y cambiar oring por uno nuevo					
6	Sacar palanca mecánica en el sentido de las manecillas del reloj					
7	Cambiar anillo de desgaste por uno nuevo					
8	Lubricar con grasa alimenticia el buje de teflón puro (color blanco)					
9	Quitar oring viejo y colocar el nuevo					
	Colocar el conjunto y apretar el tornillo (1) hasta los 20 newton-metro usando taquímetro					

ANEXO 12 LECCIONES DE 1 PUNTO

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	AUTOR		CESAR TUAREZ MEDRANDA			
	MAQUINA	LLENADORA	SECCION	VALVULA DE LLENADO		
	TEMA					
	FUNCIONAMIENTO VALVULA DE LLENADO					
	TIPO DE ACTIVIDAD					
	OPERACIONAL	MECANICA	ELECTRICA	NEUMATICA	LUBRICACIÓN	OTROS
						
PASO	DESCRIPCION					
	Las botellas entran a la llenadora por medio de una estrella de transferencia					
1	Por medio de la bomba de vacío se absorbe aire de la botellas					
2	Se abre la válvula por medio de la mariposa para igualar presión tanque-botella					
3	Se abre internamente el sello y se empieza a llenar la botella					
4	La bebida llega al tubo de aire y tiene una fase de estabilización de bebida					
5	Se activa la válvula que descarga la presión en el cuello de la botella					
	La botella sale por la estrella de transferencia para ser tapada					

ANEXO 13 LISTADO DE ORDENES DE MP LINEA 5

SAP

Lista Tratar Pasara Orden Entorno Opciones Sistema Ayuda


Repr.estructura ubicación técnica: Lista de órdenes PM

Orden Operaciones Subtotal

Orden	Texto breve	Inic.extr.	SumCostPln	SumCosR...	Status del sistema	Ce.	Denominación de objeto técnico	ArE	Clorden
721463532	MANTTO PREDICTIVO DESECAJONADORA L5	12.07.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721404745	MANTTO PREDICTIVO DESPALT. DE CAJAS L5	12.06.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721404719	MANTTO PREDICTIVO ENCAJONADORA L5	28.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	LIS	MP01
721390702	MANTTO PREDICTIVO LAVADORA DE BOT. L5	13.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	LAVADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3912	LIS	MP01
721403853	MANTTO PREDICTIVO LLENADORA L5	12.06.2012	0.00	0.00	LIB. KKMP NLIQ PREC	6535	LLENADORA DE BOTELLAS SIMONAZZI 3754	LIS	MP01
721375836	MANTTO PREDICTIVO PALETIZ. DE CAJAS L5	13.04.2012	0.00	0.00	LIB. NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	PALETIZADOR SIMONAZZI 3919	LIS	MP01
721403859	MANTTO PREDICTIVO PROPORCIONADOR L5	02.06.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	CARBOCOOLER SIMONAZZI 3909	LIS	MP01
721463545	MTTO PREV. ANUAL DESECAJONADORA L5	12.07.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721404751	MTTO PREV. ANUAL DESPALT. DE CAJAS L5	12.06.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721404725	MTTO PREV. ANUAL ENCAJONADORA L5	28.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	LIS	MP01
721463740	MTTO PREV. ANUAL INSP. BOT. VACIAS L5	11.08.2012	0.00	0.00	LIB. KKMP NLIQ PREC	6535	INSPECCIONADORA DE BOTELLAS KRONES 3904	LIS	MP01
721390719	MTTO PREV. ANUAL LAVADORA DE CAJAS L5	03.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	LAVADORA DE CAJAS SIMONAZZI CAJAS 3934	LIS	MP01
721375845	MTTO PREV. ANUAL PALETIZ. DE CAJAS L5	13.04.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	PALETIZADOR SIMONAZZI 3919	LIS	MP01
721375692	MTTO PREV. ANUAL TRANSP. DE BOTELLAS L5	29.03.2012	0.00	0.00	LIB. KKMP NLIQ PREC	6535	TRANSP BOT SALIDA SIMONAZZI SALIDA 3951	LIS	MP01
721375718	MTTO PREV. ANUAL TRANSP. DE CAJAS L5	13.04.2012	0.00	0.00	CERR NOTP KKMP NLIQ PREC	6535	TRANSPORTADOR DE CAJAS SIMONAZZI 6920	LIS	MP01
721404715	MTTO PREV. ANUAL TRANSP. DE PALETS L5	12.06.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	TRANSP DE PALETS SIMONAZZI PALETS 6919	LIS	MP01
721340985	MTTO PREV. ELECT SEM INSP. BOT.VACIAS L5	22.02.2012	0.00	0.00	CERR KKMP NLIQ PREC	6535	INSPECCIONADORA DE BOTELLAS KRONES 3904	LIS	MP01
721375829	MTTO PREV. MENSUAL DESECAJONADORA L5	14.03.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721375830		13.04.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721390788		13.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721404731		12.06.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721463540		12.07.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721463541		11.08.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721463542		10.09.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESECAJONADORA SIMONAZZI 3925	LIS	MP01
721375856	MTTO PREV. MENSUAL DESPALT. DE CAJAS L5	14.03.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721375857		13.04.2012	0.00	0.00	LIB. KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721390797		13.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721404748		12.06.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721463590		12.07.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721463591		11.08.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721463592		10.09.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	DESPALETIZADOR SIMONAZZI 3920	LIS	MP01
721344783	MTTO PREV. MENSUAL ENCAJONADORA L5	28.02.2012	0.00	0.00	CERR KKMP NLIQ PREC	6535	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	LIS	MP01
721375813		29.03.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	LIS	MP01
721375814		28.04.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	LIS	MP01
721404722		28.05.2012	0.00	0.00	CERR NOTI KKMP NLIQ PREC	6535	ENCAJONADORA SIMONAZZI 3928	LIS	MP01

10:15
01/10/2012

ANEXO 14 MTTT. PREDICTIVO ANALISIS DE ACEITE DE REDUCTORES

LABORATORIO NUMERO	249	250	251	252
NOMBRE DEL CLIENTE	ARCACONTINENTAL	ARCACONTINENTAL	ARCACONTINENTAL	ARCACONTINENTAL
REQUERIDO POR	CONAUTO GYQUIL	CONAUTO GYQUIL	CONAUTO GYQUIL	CONAUTO GYQUIL
REFERENCIA	031/07	031/07	031/07	031/07
MUESTRA NUMERO N°	1	2	3	4
NOMBRE DEL PRODUCTO/MARCACIÓN	MEROPA 220	MEROPA 460	MEROPA 460	MEROPA 460
MUESTRA - FECHA DE OBTENCION	14-01-12	14-01-12	14-01-12	14-01-12
MUESTRA - FECHA DE RECEPCION EN TEXACO	mié, 18 ene 12	mié, 18 ene 12	mié, 18 ene 12	mié, 18 ene 12
HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	14:00	14:00	14:00	14:00
FECHA DE ENTREGA TEXACO	mar, 24 ene 12	mar, 24 ene 12	mar, 24 ene 12	mar, 24 ene 12
PROCEDENCIA	LLENADORA L5 REDUCTOR DE LA ESTRELLA DE TRANSF.	LLENADORA L2 REDUCTOR #1	LLENADORA #2 REDUCTOR #2	REDUCTOR DE LA MAQUINA #1
HOROMETRO	-	-	-	-
PERIODO DE SERVICIO	2 MESES	6 MESES	6 MESES	7 MESES
APARIENCIA	CAFÉ TURBIO	EMULSIONADO	EMULSIONADO	CAFÉ OSCURO
OLOR	USADO			USADO
AGUA POR CREPITACION	POSITIVO			NEGATIVO
AGUA, KARL FISCHER, %				
AGUA POR DESTILACION%, ASTM D95				
VISCOSIDAD A 40°C CST,ASTM 445				434.98
TBN , ASTM D-2896				
FLASH POINT. PM, ° F				
INSOLUBLES EN PENTANO COAGULANTE,%				
METALES DE DESGASTE, ASTM D-6595				
METAL MOLIBDENO, Mo, ppm				0
METAL MAGNESIO, Mg, Ppm				9
ELEMENTO FOSFORO, P. ppm				351
METAL BORO, B . Ppm				19
METAL DE DESGASTE CROMO, Cr, ppm				1
METAL CALCIO, Ca, ppm				121
METAL DE DESGASTE NIQUEL, Ni, ppm				1
METAL DE DESGASTE TITANIO, Ti, ppm				0
METAL DE DESGASTE PLATA, Ag, ppm				0
METAL DE DESGASTE COBRE, Cu, ppm				4
METAL DE DESGASTE ESTAÑO, Sn, ppm				0
METAL DE DESGASTE ALUMINO, Al, ppm				1
METAL DE DESGASTE PLOMO, Pb, ppm				2
METAL DE DESGASTE HIERRO, Fe, ppm				67
ELEMENTO SILICIO, Si, ppm				5
METAL BARIO, Ba, ppm				2
METAL ZINC, Zn, ppm				49
COMENTARIOS	<p>LAB 249.- La muestra contiene agua cuyo origen debe ser investigado y eliminado de inmediato.</p> <p>El aceite correspondiente no está apto para continuar en servicio.</p> <p>LAB 250-251.- Las muestras de aceite se encuentran totalmente emulsionada. Sugerimos investigar la causa de esta emulsión y tomar los correctivos del caso.</p> <p>El aceite correspondiente no está apto para continuar en servicio y debe ser cambiado de inmediato.</p> <p>LAB 252.- Los resultados obtenidos en la muestra de la referencia son satisfactorios.</p> <p>Sugerimos seguir las instrucciones del fabricante del equipo respecto al intervalo de cambio del lubricante.</p> <p>El aceite correspondiente si está apto para continuar en servicio.</p>			
Atentamente,				
Dra. Tanya Martínez Laboratory Technician				

ANEXO 15 MTTT. PREDICTIVO ANALISIS DE ACEITE DE REDUCTORES

Mantenimiento Predictivo Termografico

IR image file: BREAKER A20.1 LLENADORA 5.eif

Incident Summary	
Location	PLANTA LÍNEA 5
Detail	LLENADORA 5
Equipment	BREAKER A20.1
Incident Date	6/14/2011 3:02:42 PM
Recommendation	Limpieza y reajuste
Severity	P3
Units	°C
Global Emissivity	0.95

Inspection Detail	
Thermographer	Víctor Cabrera
Component Temperature	63.2
Reference Temperature	56.6
Temperature Rise	6.6
Component Emissivity	0.95
Background Temperature	26

Comments	
En el termograma se puede apreciar un leve incremento de temperatura en la tornillería del breaker. Se recomienda limpieza y reajuste de tornillería del breaker.	

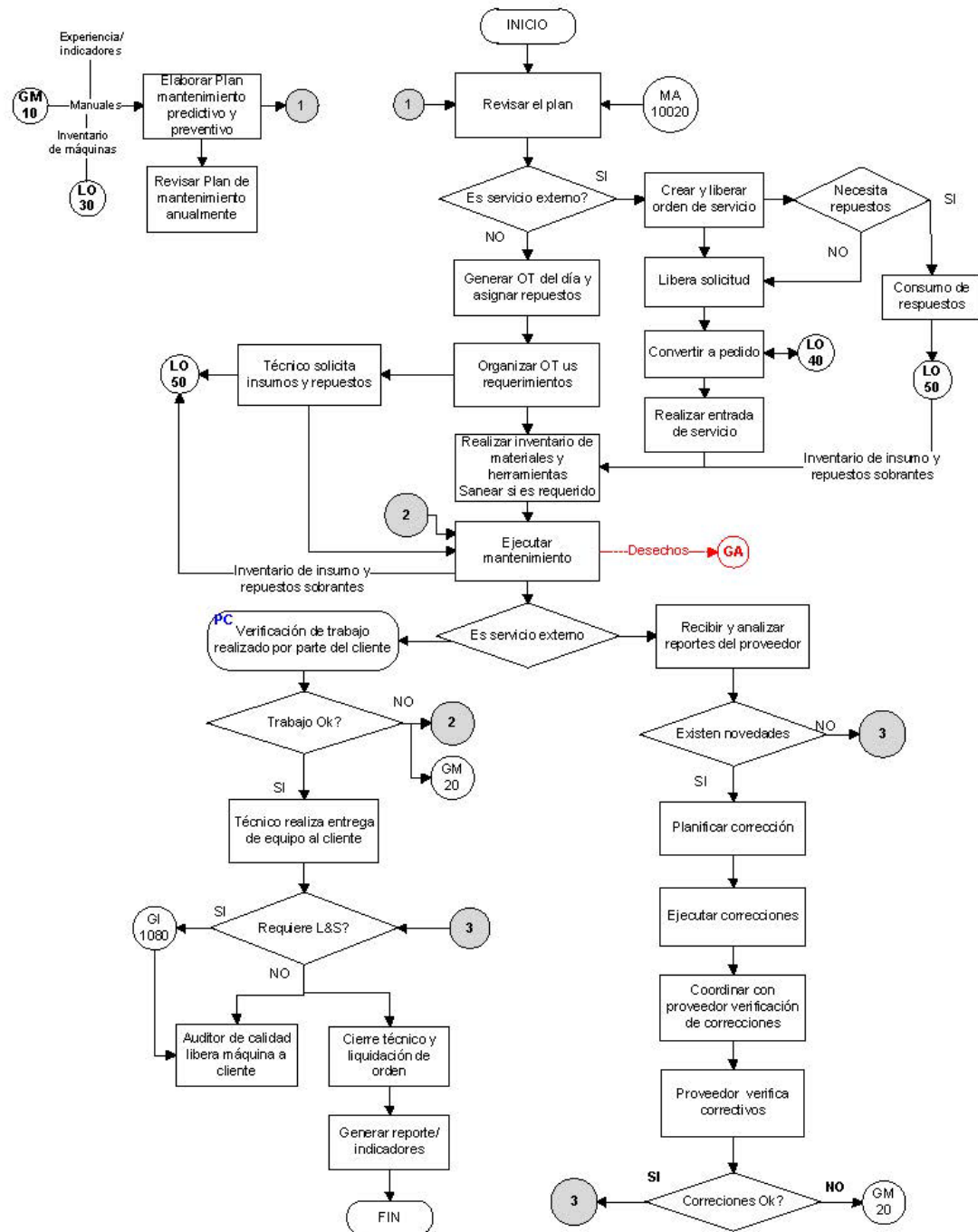
Spot Meter	Emissivity	Temp*
S01	0.95	63.2
S02	0.95	56.6
S03	0.95	60.5

Analysis Tool	Emissivity	Mean Temp*	Min Temp*	Max Temp*
A01	0.95	53.7	49.3	63.5
A02	0.95	51.9	48.4	57.1
A03	0.95	53.7	49.4	61.7

0/T : 0198208

* All tabulated readings are in °C.

ANEXO 16 NUEVO FLUJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



ANEXO 17 NUEVO FLUJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MATRIZ DE HABILIDADES OPERADORES DE LINEA																	
LÍNEA DE EMBOTELLADO No. 5	TURNO 1								TURNO 2								
DESCRIPCIÓN DE PUNTUACIÓN																	
0	No Conoce. No recibió Instrucción	OPERADOR LLENADORA	AUXILIAR LLENADORA	OPE. PROPORCIONADOR	OPERADOR LAV. BOT.	AUXILIAR LAV. BOT.	OPERADOR PALE.-DESPA.	OPE. INSPECTOR BOT	OPERADOR ENCA.-DESENCA.	OPERADOR LLENADORA	AUXILIAR LLENADORA	OPE. PROPORCIONADOR	OPERADOR LAV. BOT.	AUXILIAR LAV. BOT.	OPERADOR PALE.-DESPA.	OPE. INSPECTOR BOT	OPERADOR ENCA.-DESENCA.
1	Opera con limitaciones y necesita ayuda. Frecuentemente carece de reproducibilidad.																
2	Opera sin ayuda aunque no conoce los fundamentos teóricos y falta de reproducibilidad.																
3	Aplica la teoría y lleva a cabo las tareas sin dificultad y sin cometer errores																
CONOCIMIENTOS BASICOS DE OPERACIÓN																	
1	Conocer y aplicar los procedimientos relacionados al puesto (SGI)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
2	Conocimiento general sobre cada etapa del Proceso de elaboración de bebidas.	3	3	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3	3	1	3	2
3	Conoce el funcionamiento secuencial de la máquina a su cargo	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	3
4	Realiza cambios de componentes de su máquina con facilidad	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2
5	Conoce y aplica los conceptos de la metodología "5S"	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2
Porcentaje de Cumplimiento Parcial		93 %	87 %	93 %	80 %	73 %	67 %	87 %	60 %	93 %	67 %	93 %	93 %	73 %	67 %	80 %	67 %
CONOCIMIENTO TECNICOS BASICOS																	
1	Interpretar y analizar manuales, catálogos de la máquina a su cargo.	2	1	3	2	2	2	3	1	2	2	3	2	1	2	2	2
2	Conocimiento del funcionamiento mecánico, hidráulico y neumático de los equipos e instalaciones, a fin de detectar fallas y establecer diagnósticos y acciones correctivas.	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2
3	Conocimiento de electricidad Industrial aplicados al proceso: función de sensores, seguridades eléctricas, diagnostico de fallas por alarmas.	3	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3	2	2	1	2	2
4	Posse conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2
5	Conoce sobre sistemas de lubricación de la máquina	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	3	1	1	1	2
Porcentaje de Cumplimiento Parcial		87 %	67 %	80 %	80 %	60 %	67 %	73 %	67 %	80 %	73 %	80 %	80 %	53 %	53 %	73 %	67 %
CUMPLIMIENTO PROMEDIO GENERAL		90 %	77 %	87 %	80 %	67 %	67 %	80 %	63 %	87 %	70 %	87 %	87 %	63 %	60 %	77 %	67 %

**H: Habilitado a Operar - NH: No
Habilitado a Operar
(Hab. con el 60 % de Cumpl.)**

N	N	H	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	N	N	N
H	H		H	H	H	H	H	H	H	H		H	H	H	H	H