

**DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD BASADO
EN EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO**

**LLENADORA MARCA H&K TIPO WF 77/20 DE LA LINEA 2 DEL SALON DE
ENVASE DE LA CERVECERIA BAVARIA S.A. UBICADA EN
BUCARAMANGA**

ERIK RAMIRO GOMEZ BELTRAN

Dirigido por:

CARLOS LEONEL MORA E.

Ingeniero Mecánico Bavaria SA.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA

SECIONAL BUCARAMANGA

2010

**DISEÑO DE ESTRATEGIA DE GESTION DE ACTIVOS BASADO EN EL
MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO**

**LLENADORA MARCA H&K TIPO WF 77/20 DE LA LINEA 2 DEL SALON DE
ENVASE DE LA CERVECERIA BAVARIA S.A. UBICADA EN
BUCARAMANGA**

ERIK RAMIRO GOMEZ BELTRAN

Trabajo de grado presentado como requisito final para adquirir el titulo de

Ingeniero Mecánico

Director

ALFONSO SANTOS.

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

SECCIONAL BUCARAMANGA

2010

Nota de aceptación:

El documento presentado fue calificado y aprobado por los jurados y por el comité académico, bajo las normas vigentes de la universidad.

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 20 de septiembre de 2009

Dedicado a mis Padres,
Hermanas y demás familiares

Erik Gómez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primero que ha sido el artífice de ver mis sueños cumplidos, a la empresa Bavaria SA. Quien prestó su valiosa colaboración y respaldo para la realización de este proyecto.

Sin dejar a un lado el apoyo incondicional de mis padres que pese a las circunstancias y dificultades hicieron un esfuerzo enorme para sustentarme lejos de casa.

Al Ingeniero y amigo Marco Duvan Osorio Q. “padrino” quien creyó en mis capacidades y me apoyo a la hora de seleccionarme como el encargado de realizar este proyecto.

Mis más sinceros agradecimientos a quien ha sido mi “Padre” laboral, tutor y amigo, el Ingeniero Carlos Leonel Mora de quien he aprendido a dar mis primeros pasos como profesional, y me ha inculcado la pasión por la excelencia y la responsabilidad. Como olvidar “la carta a García”

A los Profesores de la Universidad y a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron de un modo desinteresado.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN ANALITICO	1
INTRODUCCIÓN	2
1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA	3
1.1 CONTEXTO OPERACIONAL ENVASADORA DE BOTELLAS H&K TIPO WF 77/20	5
2 DISEÑO DE PLAN DE INPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO	7
2.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS PILOTOS SEGÚN EL ANÁLISIS ABC DE CRITICIDAD.....	7
2.2 ELABORACIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	9
2.3 LINEAMIENTOS GENERALES.....	10
2.3.1 Estrategia de gestión de activos.....	12
2.4 ESTRUCTURA DEL PLAN DE IMPLEMENTACION.....	13
2.4.1 Etapa 1: Apaga Fuegos.....	13
2.4.2 Etapa 2: Estabilización.....	13
2.4.3 Etapa 3: Prevención.....	13
2.4.4 Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento.....	14
2.4.5 Etapa 5: Reducción del Mantenimiento.....	14

2.5	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO.....	16
2.6	CONCLUSIONES DE LA ELABORACION DEL PLAN DE IMPLEMENTACION.....	18
3	CAPACITACIONES Y SENSIBILIZACION.....	19
3.1	Ejercicio 1.....	20
3.1.1	Conclusiones y análisis de resultados del ejercicio 1.....	21
3.2	CAPACITACIÓN ENFOCADA EN MCN.....	22
3.2.1	Desarrollo de la capacitación.....	22
3.2.1.1	Código de conducta de la capacitación en MCN.....	22
3.3	LAS 5 ETAPAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO.....	25
3.3.1	Etapa 1 Apaga Fuegos.....	25
3.3.2	Etapa 2 Estabilización.....	26
3.3.3	Etapa 3 Prevención.....	26
3.3.4	Etapa 4 Eficiencia del Mantenimiento.....	27
3.3.5	Etapa 5 Reducción del Mantenimiento.....	28
3.3.6	Calificación y Retroalimentación.....	28
3.3.7	Análisis de Resultados de la Evaluación.....	29
3.4	CAPACITACION EN 5S.....	32
3.4.1	Que es 5S?.....	32

3.4.2	Desarrollo de la capacitación.....	33
3.4.2.1	Código de conducta de la capacitación 5S.....	34
3.4.3	Calificación y retroalimentación de la capacitación.....	38
3.4.4	Conclusiones.....	49
4	DISMINUCIÓN DEL COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO.....	40
4.1	Costos a Considerar.....	40
4.1.1	Costos directos de mantenimiento.....	40
4.1.2	Costos indirectos de mantenimiento.....	41
4.1.3	Costos de Oportunidad.....	41
4.2	IMPLEMENTACION DE LAS 5S.....	42
4.2.1	Proceso de implementación de 5S.....	42
4.3	PROGRAMAS DE LUBRICACIÓN.....	47
4.3.1	Resultados obtenidos en Lubricación.....	48
4.3.2	Elaboración de un plano de lubricación de la envasadora.....	48
4.3.3	Manejo y almacenamiento de lubricantes.....	50
4.3.4	Puntos de Aplicación de Lubricante en la Envasadora.....	50
4.3.5	Herramientas de Lubricación.....	51
4.3.6	Cuarto de Lubricación.....	52
4.4	RESTAURACION DE LA MAQUINARIA CRÍTICA.....	53
4.4.1	Evaluación de lo que es Critico.....	53
4.5	RESTAURACION DE LA ENVASADORA.....	54

4.6	LA DISPONIBILIDAD DE LAS PARTES DE REPUESTO CRÍTICAS...	57
4.6.1	Proceso para Elaborar Lista de Repuestos Críticos.....	57
4.6.2	Resultado Obtenido.....	58
4.7	Reducción de Costos de Mantenimiento.....	60
4.8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL CAPITULO 4.....	60
5	AUMENTO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA MAQUINA.....	63
5.1	IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS POTENCIALES.....	63
5.1.1	Registro de Mejora.....	67
5.1.2	Registro Fotográfico de la reparación.....	68
5.2	MEJORAS POTENCIALES.....	69
5.2.1	Registro de Mejora 1.....	69
5.2.2	Registro de Mejora 2.....	70
5.2.3	Registro de Mejora 3.....	71
5.2.4	Registro de Mejora 4.....	72
5.3	Medición del OEE (Eficiencia Global de Fábrica).....	72
5.4	CONCLUSION DEL CAPITULO 5.....	74
	RESULTADOS OBTENIDOS.....	75
	RECOMENDACIONES.....	77

TABLA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Tomado de [1] “Diagrama General Llenadora DELTA”	3
Figura 2. Tomado de [5] “Contexto operacional Llenadora”	5
Figura 3. Tomado de [Autor] “Fotografía Maquina Envasadora”	6
Figura 4. Tomado de [3] “Tiempos perdidos Vs. Distribución de equipos”	8
Figura 5. Tomado de [3] “Diagrama pareto ABC”	9
Figura 6. Tomado de [Autor] “presentación plan de trabajo a ingenieros” ...	19
Figura 7. Tomada de [Autor] Capacitación y sensibilización operadores.....	20
Figura 8. Tomada de [Autor] “Capacitación en MCN”	23
Figura 9. Tomada de [Autor] “Gestión de activos en el contexto MCM”	24
Figura 10. Tomada de [Autor] “Etapa 1 apaga fuegos”	25
Figura 11. Tomada de [Autor] “Etapa 2 estabilización”	26
Figura 12. Tomada de [Autor] “Etapa 3 prevención”	27
Figura 13. Tomada de [Autor] “Etapa 4 eficiencia del mantenimiento”	27
Figura 14. Tomada de [Autor] “Etapa 4 reducción del mantenimiento”	28
Figura 15. Tomada de [Autor] “Capacitación en 5S”	33
Figura 16. Tomada de [Autor] “Actividad Capacitación en 5S”	34
Figura 17. Tomada de [Autor] “Para que las 5S”	35
Figura 18. Tomada de [Autor] “Usted es muy importante”	36
Figura 19. Tomada de [Autor] “Que son las 5S”	36
Figura 20. Tomada de [Autor] “Limpieza con significado”	37

Figura 21. Tomada de [Autor] “Beneficios de las 5S”	37
Figura 22. Tomada de [Autor] “Dinámica final de calificación”	38
Figura 23. Tomada de [Autor] “Dinámica final de calificación”	38
Figura 24. Tomada de [Autor] “Dinámica final de calificación”	39
Figura 25. Tomada de [2] “Despeje inicial elementos desechados”	43
Figura 26. Tomada de [2] “Limpieza general del taller”	44
Figura 27. Tomado de [Autor] “Taller antes 5s”	44
Figura 28. Tomado de [Autor] “Taller después 5s”	44

27

Figura 29. Tomado de [Autor] “Taller antes 5s armario motores”	45
Figura 30. Tomado de [Autor] “Taller después 5s armario de Motores”	45
Figura 31. Tomado de [Autor] “Taller antes 5s” Repuestos, Empaques y rodamientos”	45
Figura 32. Tomado de [Autor] “Taller después 5s Armario con Repuestos, empaques y rodamientos”	45
Figura 33. Tomado de [Autor] “Taller antes 5s” Estación de soldadura”	46
Figura 34. Tomado de [Autor] “Taller después 5s” Estación de soldadura”	46
Figura 35. Tomado de [Autor] “Taller antes 5s” Cómoda Personal”	46
Figura 36. Tomado de [Autor] “Taller después 5s” Cómoda Personal”	46
Figura 37. Tomado de [Autor] “Taller después 5s”	46
Figura 38. Tomado de [Autor] “Adecuación del tablero de herramientas.”	47
Figura 39. Tomado de [Autor] “Plano de lubricación de la Envasadora”	49
Figura 40. Tomado de [Autor] “Estandarización Aceite GW”	50

Figura 41. Tomado de [Autor] “Estandarización Aceite HY”.....	50
Figura 42. Tomado de [Autor] “Estandarización Aceite MP”.....	51
50Figura 43. Tomado de [Autor] “Estandarización Grasa AC”.....	51
Figura 44. Tomado de [Autor] “Estandarización Aceite HY”.....	51
Figura 45. Tomado de [Autor] “Estandarización Grasa AL”.....	51
Figura 46. Tomado de [Autor] “Engrasadora manual SKF”.....	52
Figura 47. Tomado de [Autor] “Recipiente dispensador de aceite”.....	52
Figura 48. Tomado de [Autor] “cuarto de Lubricación”.....	52
Figura 49. Tomado de [Autor] “Cartelera con normas de lubricación”.....	52
Figura 50. Tomado de [3] “Grafica evaluación de criticidad”.....	53
Figura 51. Tomado de [Autor] “Desmonte Carrusel Envasadora”.....	54
Figura 52. Tomado de [Autor] “Rodamiento principal dañado”.....	54
Figura 53. Tomado de [Autor] “Repuesto del rodamiento principal”.....	55
Figura 54. Tomado de [Autor] “Ensamble carrusel y nuevo rodamiento”.....	55
Figura 55. Tomado de [Autor] “Nuevo rodamiento principal ya instalado”....	55
Figura 56. Tomado de [Autor] punto de sangrado para cambio de aceite”..	56
Figura 57. Tomado de [Autor] Nuevo punto de sangrado”.....	56
<i>Figura 58. Tomada de [Autor] “Promedio reducción de tiempos de mantenimiento”.....</i>	<i>61</i>
Figura 59. Tomado de [Autor] “Pareto del protocolo caza fallas”.....	67
Figura 60. Tomado de [Autor] “Reparación tapadora”.....	68
Figura 61. Tomado de [Autor] “Tapadora”.....	68
Figura 62. Tomado de [Autor] “ <i>Tambor de la tapadora</i> ”.....	68

Figura 63. Tomado de [Autor] “sistema de transmisión de potencia”.....	68
Figura 64. Tomado de [Autor] “plano del buje”.....	69
Figura 65. Tomado de [Autor] “buje reductor principal”.....	69
Figura 66. Tomado de [Autor] conjunto eje y buje del reductor”.....	70
Figura 67. Tomado de [Autor] buje reductor principal con recubrimiento cerámico”.....	70
Figura 68. Tomado de [Autor] puntos de lubricación”.....	71
Figura 69. Tomado de [Autor] punto de lubricación automatizado”.....	71
Figura 70. Tomado de [Autor] distribución de lubricación mediante la automatización”.....	72
Figura 71. Tomado de [Autor] “Estrella de entrada”.....	72
Figura 72. Tomado de [Autor] “Estrella de entrada rediseñada”.....	72
Figura 73. Tomada de [Autor] “Medición OEE L2”.....	74

TABLA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Tomado de [3] “Clasificación por criticidad ABC”	8
Cuadro 2. Tomada de [Autor] “Cronograma de actividades”	10
Cuadro 3. Tomado de [Autor] “Lista de Verificación Auto- evaluación”	16
Cuadro 4. Tomado de [Autor] “Lista de verificación importancia del cuidado de los activos”	20
Cuadro 5. Tomado de [Autor] “Evaluación de capacitación en MCN”	29
Cuadro 6. Tomado de [Autor] “Evaluación de capacitación en MCN”	31
Cuadro 7 Tomado de [Autor] “Lista de verificación de sistema de almacenes”	59
Cuadro 8. Tomado de [Autor] “Protocolo de paros menores”	65
Cuadro 9. Tomado de [Autor] “Resultado de la implementación del formato caza fallas por una semana”	66
Cuadro 10. Tomada de [Autor] “Datos medición OEE”	73

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan basado en la filosofía de mantenimiento centrado en el negocio (MCN) con el propósito de lograr una reducción efectiva en materia de costos de las fallas que implican para Bavaria SA. Gastos elevados de dinero y consumen tiempo y a su vez optimizar la confiabilidad del mantenimiento y disponibilidad del los equipos, esto se logra con la aplicación de herramientas como RAM (confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad), AM (gestión de activos), RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad), RCA (análisis de causa raíz), y ATM (mantenimiento autónomo).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Planear y ejecutar la estrategia de mantenimiento centrado en el negocio, sobre la maquina: LLENADORA - HKS DELTA 77/20, **Resultado:** plan de implementación de de mantenimiento centrado en el negocio, **Indicador:** siguiendo siempre los parámetros establecidos por la norma de manufactura de clase mundial MCM.
- Capacitar a los operadores del equipamiento acerca de las ventajas y la importancia que tiene la implementación del programa de mantenimiento centrado en el negocio. **Resultado:** Operadores de las máquinas llenadoras capacitados en cada una de las 5 etapas del plan de MCN y en programas de Análisis de causa raíz (RCA). **Indicador:** Auditorias de las capacitaciones a cada uno de los operadores y mecánicos de las envasadoras.
- Disminuir el costo anual de mantenimiento entre un 3% y 5% en las máquinas envasadoras. **Resultado:** Informe donde se demuestre la reducción en los costos de mantenimiento de las maquinas anteriormente nombradas. **Indicador:** los datos que demuestran la veracidad de la reducción de costos, se obtendrán del reporte financiero incluido en el plan de mantenimiento que entrega el salón de embotellado a la gerencia.

- Alcanzar una mejora en la eficiencia, así como en la disponibilidad y costos de mantenibilidad de la maquinaria crítica del salón de embotellado (llenadora de botellas), **Resultado:** Detallado informe con los registros de mejoras en cada una de las metas propuestas. **Indicador:** la Eficiencia Global de Maquinaria (en inglés, **OEE = Disponibilidad x Tasa de Desempeño x Tasa de Calida**). El cual actualmente esta en el 68% y se pretende alcanzar un 75% al concluir el proyecto.

ALCANCES

- Elaborar un entregable con datos concretos que certifiquen la mejora de la eficiencia y disponibilidad en un 10% en las maquinas LLENADORA - HKS DELTA 77/20.
- Entregar informe con datos concretos que certifiquen disminución de costos de mantenimiento entre un 3% y un 5% en las maquinas LLENADORA - HKS DELTA 77/20.
- Elaborar y ejecutar un plan detallado para implementación del mantenimiento centrado en el negocio, abarcando las 5 etapas que indica el manual Tracc de implementación proporcionado por la firma consultora CCI Ltd.
- Elaborar y entregar auditorias que certifiquen el diseño, elaboración sensibilización y ejecución del programa de Mantenimiento Centrado en el Negocio perteneciente al departamento de GESTION DE ACTIVOS (AM)

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD BASADO EN EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO EN LA LLENADORA MARCA H&K TIPO WF 77/20 DE LA LINEA 2 DEL SALON DE ENVASE DE LA CERVECERIA BAVARIA S.A.

AUTOR: ERIK RAMIRO GÓMEZ BELTRÁN

FACULTAD: INGENIERIA MECÁNICA

DIRECTOR: ALFONSO SANTOS

RESUMEN

El fin del proyecto consiste en la implementación del Mantenimiento Centrado en el Negocio (MCN), el cual esta asociado directamente con el departamento de Gestión de Activos. Y utiliza herramientas como: RCA (análisis de causa raíz), RAM (confiabilidad disponibilidad y mantenibilidad), AM (gestión de activos) y ATM (mantenimiento autónomo), con el propósito de convertir el mantenimiento un área rentable.

Con el diseño de un estratégico plan de implementación, el cual incluye capacitaciones a los operadores e ingenieros a cargo de las maquinas, ejecución de sistemas de resolución de problemas y el uso de técnicas de análisis de causa raíz. Se busca una reducción de costos de mantenimiento así como en el aumento de la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria.

Palabras Claves: Confiabilidad, Disponibilidad, Eficiencia, Mantenimiento, Negocio, Causa Raíz.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITULO: design of strategy to improve reliability, based on business-centered maintenance. Packer brand H & K WF 77/20 Line 2 of the packaging in the brewery Bavaria SA...

AUTHOR: ERIK RAMIRO GÓMEZ BELTRÁN

FACULTY: INGENIERIA MECÁNICA

DIRECTOR: ALFONSO SANTOS

ABSTRACT

The goal of this process is the implementation of the Business Centered Maintenance (BCN), which is directly associated with the Asset Management department. And using tools such as RCA (root cause analysis), RAM (reliability, available and maintainability), AM (asset management) and ATM (autonomous maintenance) for the purpose of converting the maintenance to a profitable area.

With the design of a strategic implementation plan, which includes training for operators and engineers in charge of the machines, delivery systems for problem solving and using analytical techniques such as 5 whys. Seeks a reduction in maintenance costs as well as the increased availability and reliability of machinery.

KEY WORDS: Confiabilidad, Disponibilidad, Eficiencia, Mantenimiento, Negocio, Causa Raíz.

MARCO TEORICO

El Mantenimiento Centrado en el Negocio, trata con todos los sistemas y actividades necesarias para asegurar la máxima disponibilidad y desempeño del equipo o maquinaria a un costo óptimo. Se enfoca principalmente en la función del departamento de mantenimiento y su asociación con el departamento de producción.

Se dirige hacia su objetivo por medio de una estrategia de mantenimiento para el cuidado de los activos, la cual se revisa cada cierto tiempo basándose en el progreso y madurez de la función de mantenimiento. Un área importante de su enfoque es la prevención de averías mediante un efectivo programa de mantenimiento preventivo y el análisis de dichas averías para prevenir su recurrencia. También se mejora la disponibilidad inherente de la maquinaria, su confiabilidad y mantenibilidad, a través de la prevención por etapas del mantenimiento de la maquinaria nueva, así como por el modelado de la confiabilidad.

El mantenimiento centrado en el negocio esta compuesto por 5 etapas las cuales son: *Apaga Fuegos – Estabilización – Prevención - Eficiencia del Mantenimiento - Reducción del Mantenimiento.* (Ver 2.4 Pág.13)

1. DESCRIPCIÓN MAQUINA LLENADORA H&K TIPO WF 77/20

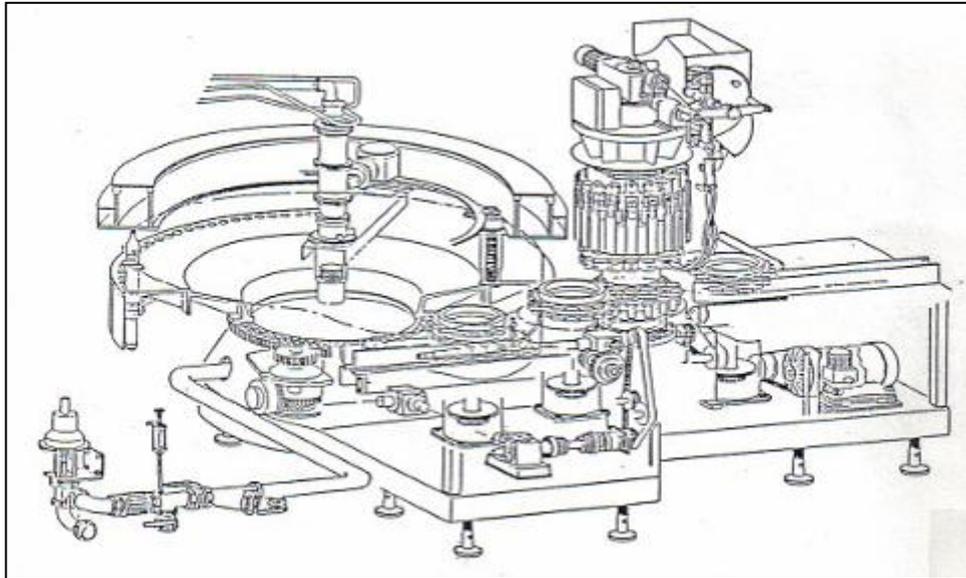


Figura 1 Diagrama General LLenadora Tomada de [1].

La máquina llenadora es la encargada de envasar el producto proveniente de los tanques de contrapresión, en un envase que puede ser de vidrio, metal o plástico. (Ver figura 1).

La máquina envasadora debe garantizar:

- Un nivel de llenado correcto y constante. Esto es, tener un volumen específico de llenado, de acuerdo con el formato que se encuentre en producción.
- No desperdicios de cerveza (merma).
- Ninguna contaminación microbiológica del producto. Ser estable microbiológicamente.
- Un tapado que garantice la inocuidad de las características del producto.

1.1 CONTEXTO OPERACIONAL ENVASADORA DE BOTELLAS H&K TIPO WF 77/20

En la cervecería de Bucaramanga la línea 2 del salón de embotellado opera con 2 envasadoras en paralelo de 36000 Bot/h para una capacidad total de 72000 Bot/h. La envasadora está conformada por 77 válvulas de llenado y 20 pistones tapadores, se envasa en formato 330 ml, (+ ò -) 5ml, para las marcas Pony Malta, Águila, Pilsen y Póker.

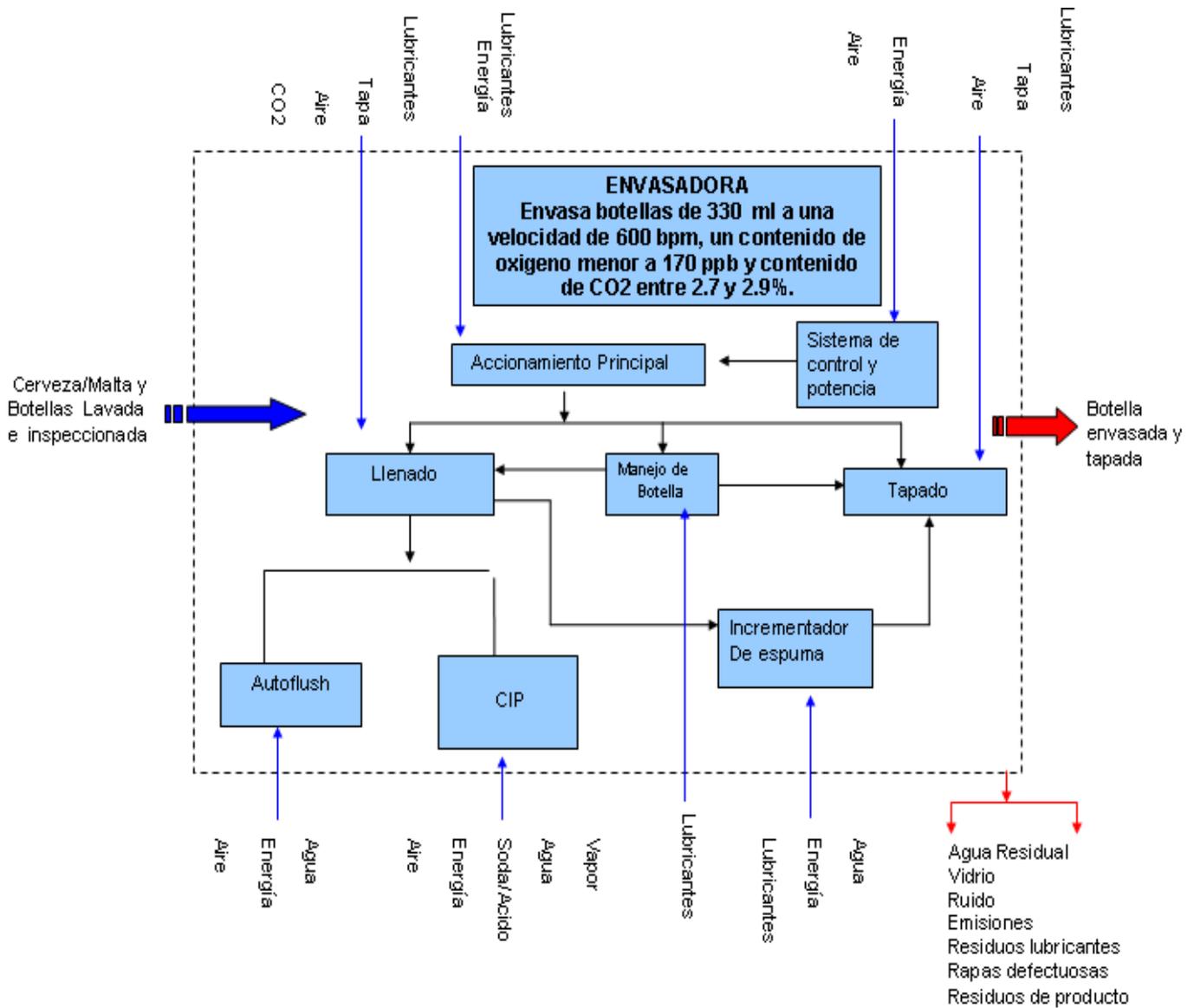
Se opera de lunes a sábado, 24 horas diarias distribuidas en tres turnos, al final de la semana se contemplan 8 horas para el aseo y 8 horas para la ejecución del mantenimiento.

Se inicia producción los lunes a las cero horas, con marca Pilsen, luego se hace el cambio para formato de Águila y se finaliza con la marca que requiera el área de producción, en el cambio de marca entre cervezas se hace un enjuague con agua. [5]

Las siguientes son las condiciones de arranque, operación y aseo de la Envasadora de botellas HK. ENTRADAS Y SALIDAS.

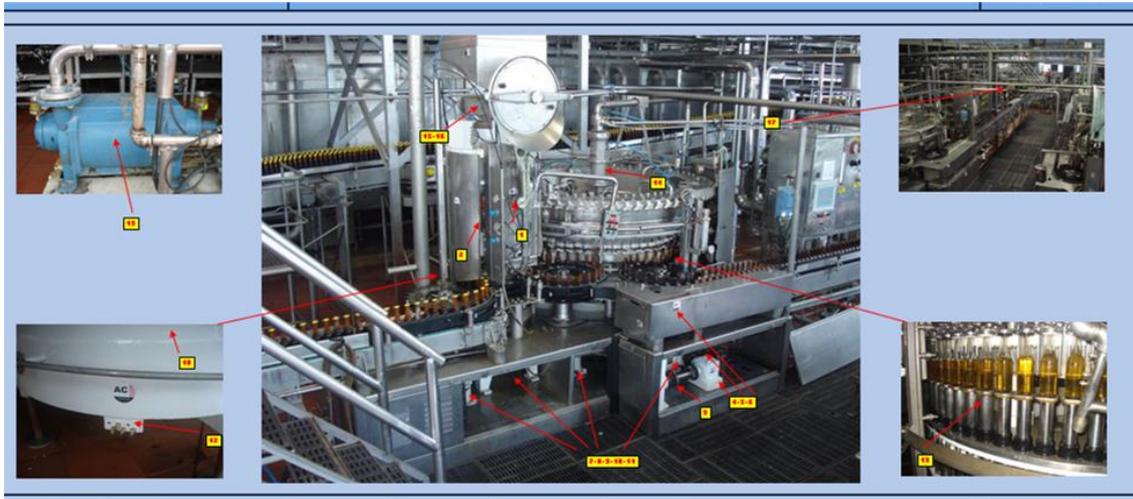
Suministro de vapor a 60Psi, 2m³/hl de agua potable con un límite operacional de presión 60Psi, 15Kg/hl de CO₂ a una presión mínima de 40Psi, presión mínima de aire de 40Psi y cerveza a una temperatura máxima de cerveza 2^o C, contenido de oxígeno total menor de 170 PPB y contenido de CO₂ entre 2.7 y 2.9%. (Ver figura 2)

Figura 2 contexto operacional envasadora H&K TIPO WF 77/20



Fuente: Holstein and Kappert. Catalogo de partes llenadora [1]

Figura 3. Tomada de [Autor] “Fotografía Maquina Envasadora H&K TIPO WF 77/20”



Con la llenadora DELTA se puede embotellar o enlatar tanto agua como limonadas, gaseosas y cerveza con o sin pre-evacuación. Además se puede hacer con ella sin problema una variedad de combinaciones razonables con otras maquinas, como son: bloque de llenado con inspector directamente acoplado o etiquetadora directamente acoplado o como monobloque con cerradora de latas o como monobloque con taponadora para tapones corona y para tapones roscados.

La fijación de las piezas de guía se efectúa a mano o hidráulicamente por medio de tensores. Los elementos de mando están combinados en un cuadro de distribución de disposición clara para asegurar también aquí una manipulación sencilla y fácilmente comprensible. (Ver figura 3) [5]

2. DISEÑO DE PLAN DE IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO

Según los lineamientos de la empresa Bavaria SA. Se aconseja al departamento de Gestión de Activos, que Antes de emprender con la implementación de Mantenimiento Centrado en el Negocio, se debe seleccionar mediante el análisis de criticidad ABC, los equipos de criticidad A. Estos equipos se tomaran como PILOTOS los cuales afectaran directamente y de manera evidenciable los siguientes KPIs, Eficiencia Mecánica, Costos de Mantenimiento, Inventario de Repuestos y medición de OEE. [3]

2.1 Selección de Equipos Pilotos según el Análisis ABC de Criticidad

Los equipos se seleccionaron mediante el análisis de criticidad ABC, hecho por la cervecería de Bucaramanga BAVARIA S.A. Este análisis establece ciertas condiciones de análisis basadas en matrices de criticidad de los sistemas, tales como: calidad, HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), seguridad, medio ambiente y mantenibilidad. [3]

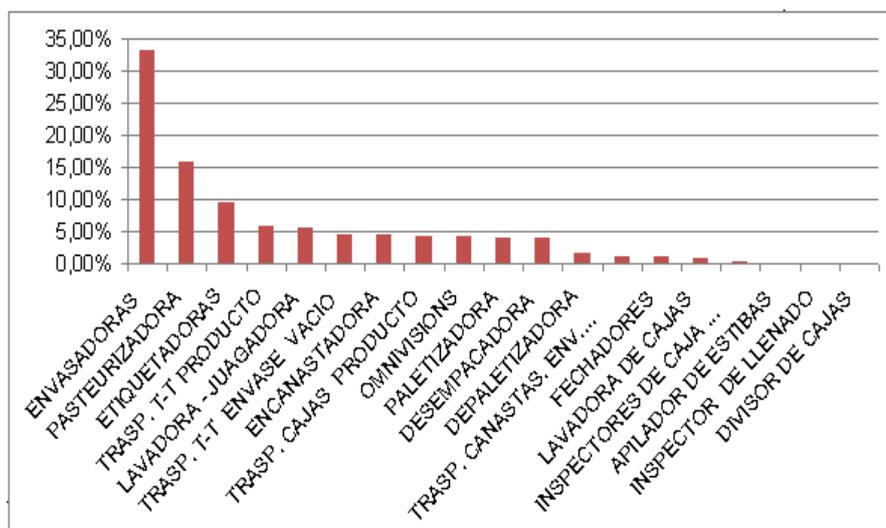
La importancia de la maquinaria depende del impacto de sus fallas en la seguridad, medio ambiente, calidad del producto, resultados de producción y costo del mantenimiento. La siguiente tabla ayudará a clasificar la importancia de la maquinaria o equipos. (Ver Cuadro 1)

En la Figura 5. La distribución de tiempos perdidos en los equipos de acuerdo a los reportes de producción.

Cuadro 1. Tomado de [3] “Clasificación por criticidad ABC”.

MAQUINA	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	CALIDAD	TIEMPO DE TRABAJO	ENTREGA	FRECUENCIA	MANTENIBILIDAD	CLASE
ENVASADORAS	B	A	A	B	A	A	A
PASTERIZADORA	B	A	A	B	B	B	A
ETIQUETADORAS	B	A	A	A	A	A	A
TRASP. T-T PRODUCTO	C	C	A	A	A	A	A
LAVADORA - JUAGADORA	B	A	A	B	B	A	A
TRASP. T-T ENVASE VACIO	C	C	A	B	A	B	B
ENCANASTADORA	B	B	A	B	B	B	C
TRASP. CAJAS PRODUCTO	C	C	A	A	B	B	B
OMNIVISIONS	B	A	A	B	B	B	A
PALETIZADORA	B	C	A	A	B	B	B
DESEMPACADORA	C	C	A	A	B	B	B
DEPALETIZADORA	C	C	A	A	C	C	C
TRASP. CANASTAS. ENV. VACIO	C	C	A	C	C	C	C
FECHADORES	C	A	A	B	C	C	A
LAVADORA DE CAJAS	C	B	A	C	C	C	C
INSPECTORES DE CAJA LLENA	C	B	A	C	C	C	C
INSPECTOR DE LLENADO	A	B	A	B	C	C	A

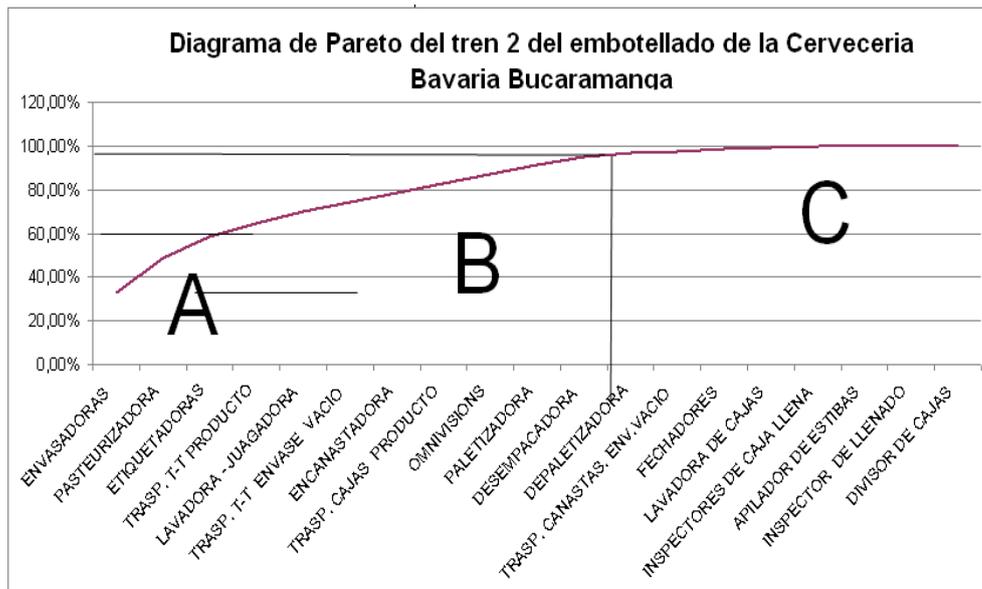
Figura 4. Tomado de [3] “Tiempos perdidos Vs. Distribución de equipos”



Fuente: Bavaria S.A.

Diagrama de Pareto ABC se muestra la distribución de tiempos perdidos en los equipos de acuerdo a la producción según diagrama de Pareto. (Figura 6)

Figura 5. Tomada de [3] “Diagrama Pareto ABC”



Fuente: Bavaria S.A.

2.2 ELABORACIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

EL primer paso para implementar el mantenimiento centrado en el negocio en la empresa Bavaria, fue elaborar un plan de implementación donde se detalla cada una de las 5 etapas que este posee donde se les asigna un tiempo determinado dentro de un cronograma de actividades para su posterior ejecución. (Ver cuadro 1)

Cuadro 2. Tomada de [Autor] “CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES”

ITEM	PASOS	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Etapa 1: Apaga Fuegos	■	■	■	■																
	AUDITORIA ETAPA 1				■																
2	Etapa 2: Estabilización					■	■	■	■												
	AUDITORIA ETAPA 2								■												
3	Etapa 3: Prevención									■	■	■	■								
	AUDITORIA ETAPA 3												■								
4	Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento													■	■	■	■	■			
	AUDITORIA ETAPA 4																	■			
5	Etapa 5: Reducción del Mantenimiento																	■	■	■	■
	AUDITORIA ETAPA 5																			■	■

El plan de implementación fue elaborado siguiendo los siguientes lineamientos establecidos por la empresa Bavaria SA.

2.3 LINEAMIENTOS GENERALES

La implementación de Mantenimiento Centrado en el Negocio debe:

- Estar orientada a obtención rápida de resultados: La implementación debe conseguir resultados en el GEM 6 e impactar la consecución de los KPIs; Eficiencia Mecánica, Costos de Mantenimiento, Inventario de Repuestos y medición de OEE (Eficiencia Total de Equipo, incluyendo
- Disponibilidad x Desempeño x Calidad, aplicado a la línea piloto de MCM) en F10.

- Garantizar sostenibilidad de lo implementado, mediante fortaleza metodológica. Se debe tener implementación vía GEM evidenciados con la metodología TRACC. [3]
- Estar liderada en planta por Director de la Planta, Gerente de DM e Ingeniería y Servicios. Deberán tener metas PM asociadas a esta práctica:
 - Gerentes de Desarrollo de Manufactura
 - Gerentes de Ingeniería y Servicios
 - Gerentes de Área.
- Avanzar con una autonomía guiada: La función central, Gerencia de Mantenimiento y Proyectos, define hitos principales y la planta decide como alcanzarlos siempre informando su avance. La función central presta soporte activo en la ejecución de la estrategia. Se contará también con el soporte del gerente de DM – BPL de la práctica (Isnardo Mendivelso). [3]

VISION

“Apalancamiento de la confiabilidad de activos para lograr una ventaja competitiva sostenible”

MISION

“Lograr disponibilidad, confiabilidad y resultados de calidad con los activos para los programas de operación de la planta acordados, en la forma más costo-eficiente sin arriesgar la Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Protección Ambiental – HSE (Health, Safety and Environment)” [3].

2.3.1 Estrategia de Gestión de Activos

Se establece como criterio unificado la realización de las siguientes evaluaciones del GEM 6, utilizando la herramienta de sincronización planes de implementación TRACC-GEM: Para activos “piloto”, clasificados como A y escogidos inicialmente para enfocarse en F10 y que da respuesta el compromiso de la meta MCM.

Activos restantes de clasificación A y todos los activos de clasificación B. (Esta evaluación será de control interno para la identificación de brechas y manejada por los Ingenieros de Gestión de Activos. [3]

Cada planta escogerá los pilotos, para avanzar en Gestión de Activos en el F10, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- El piloto tiene que tener clasificación A del análisis ABC.
- Un piloto estará definido como, un activo o activos asociados a un proceso o subproceso.
- La implementación de Gestión de Activos en estos activos, impactará de manera evidenciable, el logro de los siguientes KPIs, Eficiencia Mecánica, Costos de Mantenimiento, Inventario de Repuestos y medición de OEE, para el F10.
- Los activos piloto deben corresponder a los seleccionados en Mantenimiento Autónomo y confirmados con la función central la lista de los mismos. [3].

2.4 ESTRUCTURA DEL PLAN DE IMPLEMENTACION

2.4.1 Etapa 1: Apaga Fuegos

En esta etapa el mantenimiento no es efectivo. Se caracteriza por fallas en la maquinaria, por una ausencia total de sistemas y muy poca comprensión de los problemas que existen. Todos en mantenimiento se concentran en apagar fuegos inmediatos – corregir averías, tratar de obtener repuestos, evitar las culpas o pelear con el departamento de producción.

2.4.2 Etapa 2: Estabilización

En esta etapa, el enfoque es romper la espiral apaga fuegos. Esto se logra a través de un ejercicio para corregir todos los defectos de la maquinaria e introducir las tareas de inspección y lubricación recomendadas por el fabricante. Hay conciencia general de lo que implica el mantenimiento centrado en el negocio y existe un plan de mejoras. También se ha iniciado con la captura de datos y la medición del desempeño. [2]

2.4.3 Etapa 3: Prevención

Las acciones anteriores le han dado un respiro de tiempo a mantenimiento para establecer los sistemas básicos. Las tareas de mantenimiento son debidamente planificadas y controladas usando un sistema de cómputo; los planos y repuestos están disponibles y bajo control. Se han desarrollado planes de capacitación para todo el personal.

2.4.4 Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento

Estando las averías bajo control, el énfasis pasa a la efectividad en los costos de la función de mantenimiento. Se están reduciendo las partes de repuesto, los técnicos tienen habilidades múltiples y son más flexibles, se introducen actividades proactivas de prevención del mantenimiento y se utiliza mejor el sistema de cómputo. El programa de mantenimiento preventivo se apoya principalmente en tareas basadas en las condiciones y cubre todo la maquinaria significativa para mantenimiento.

2.4.5 Etapa 5: Reducción del Mantenimiento

Este es el santuario del mantenimiento efectivo. Las averías y el mantenimiento ya no son factor, gracias al monitoreo de las condiciones en línea, los modelos de confiabilidad y la prevención del mantenimiento durante el desarrollo de nuevos equipos o maquinaria. El personal de mantenimiento forma parte de los equipos de trabajo autodirigidos que realizan su propia planificación y control del mantenimiento. [2]

El plan de implementación fue elaborado basado en el Manual TRACC [2] haciendo énfasis en los diez temas principales del Mantenimiento Centrado en el Negocio, los cuales se detallan a continuación en el plan de implementación. (Ver cuadro 3).

2.5 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO

Cuadro 3. Tomado de [Autor] “Lista de Verificación Auto- evaluación”

IMPLELENTACION DE MTTO CENTRADO EN EL NEGOCIO EN LAS ENVASADORAS DEL TREN No 2	YTD F09	Fecha:
	100 %	
	Tema 1	
Tema 1: Estrategia de la Gestión de Activos	100.00%	Mayo 2009
Auditoria inicial	100.0%	Auditoria inicial
	Tema 2	
Tema 2: Capacitación y Desarrollo	100.00%	Mayo 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria
	Tema 3	
Tema 3: Gestión del Cambio	100.00%	Mayo 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria
	Tema 4	
Tema 4: Desarrollo del Programa de Mantenimiento	100.00%	Junio 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria
	Tema 5	
Tema 5: Talleres y Almacenes de Herramientas y Aceites	100.00%	Junio 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria

Tema 6		
Tema 6: Gestión Temprana del Equipamiento	100.00%	Julio 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria
	Tema 7	
Tema 7: Inventario de Repuestos y Materiales	100.00%	Julio 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria
	Tema 8	
Tema 8: Mantenimiento y Control del Presupuesto de Capital	100.00%	Julio 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	Auditoria
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	
	Tema 9	
Tema 9: Mantenimiento Basado en la Condición	100.00%	Agosto 2009
Etapa 2: Estabilización	100.0%	
Etapa 3: Operación Confiable	100.0%	
Etapa 4: Eficiencia del Mantenimiento	100.0%	
Etapa 5: Prevención del Mantenimiento	100.0%	Auditoria

Con la implementación del mantenimiento centrado en el negocio se logró alcanzar los objetivos propuestos y a continuación se detallara cada uno de ellos según su orden

2.6 CONCLUSIONES DE LA ELABORACION DEL PLAN DE IMPLEMENTACION

Con relación a la elaboración del plan de implementación, del mantenimiento centrado en el negocio se concluye lo siguiente:

- El hecho de tener un plan detallado y sincronizado cronológicamente facilitó el trabajo de implementación, se considera que fue la mejor estrategia para alcanzar este propósito, ya que se pudo monitorear y calificar todo el proceso
- La capacitación al personal operativo en el mantenimiento centrado en el negocio fue todo un éxito, pues se contó con un plan detallado y conciso que les facilitó asimilar el objetivo de la implementación así como las metas trazadas.
- Con respecto a la elaboración de un plan de implementación se considera que fue una decisión acertada, pues por medio de este se pudo programar cronológicamente y con anticipación todas las actividades realizadas en mira de culminar satisfactoriamente este propósito

3 CAPACITACIONES Y SENSIBILIZACION

Una vez terminado el procedimiento de elaboración del plan de implementación, fue necesario difundir la estrategia a todos los niveles jerárquicos de la fábrica, empezando por darlo a conocer a todos los ingenieros y directivos del salón de envase exponiéndolo en la reunión de segundo nivel, que se realiza todos los días de 8:30 AM a 9:00 AM. Y en ella se tratan todos los temas correspondientes al día anterior, tomándose ahí decisiones acerca de las posibles soluciones a problemas. A esta reunión asisten todos los ingenieros del salón de embotellado así como el gerente, coordinador y planeadores.



Figura 6. Tomada de [Autor] “presentación plan de trabajo a ingenieros”

3.1 Ejercicio 1

Con el ánimo de conocer el punto de vista de cada individuo en particular y así evaluar cuál sería la mejor forma de impactar y lograr un apoyo voluntario del personal directamente implicado en esta implementación, se les pidió que completaran el siguiente listado de verificación con el cual es posible determinar cuán importante es el cuidado de los activos para la supervivencia y crecimiento de la organización. (Ver cuadro 2)

Listado de Verificación – Importancia del Cuidado de los Activos		
		
¿Pueden algunas de las directrices estratégicas de la organización estar directamente vinculadas a la disponibilidad de la maquinaria y al cuidado efectivo de los activos?		
¿Hay necesidad de establecer un plan específico de mejora para el cuidado de los activos?		
¿Pueden algunas de las directrices estratégicas de la organización estar directamente vinculadas a la disponibilidad de la maquinaria y al cuidado efectivo de los activos?		
¿'Reparaciones y mantenimiento' representan un gasto importante en el estado de resultados (>3% de la facturación)?		
¿Su proceso depende de una alta disponibilidad de la maquinaria?		
¿Su proceso es intensivo en inversión de capital?		
¿Existen problemas periódicos de producción u operaciones? debido a:		
fallas de la maquinaria		
preparaciones o ajustes		
máquinas ociosas o paros menores		
velocidades de operación reducidas		
pérdidas de arranque		
defectos de calidad relacionados al proceso		
Si hay equipos redundantes, ¿cree usted que se pueda reducir el costo general de mantenimiento y la inversión de capital?		
Elaboro: Erik Gomez Beltran	Revisó: Carlos Mora Asset management specialist	

Cuadro 4. Tomado de [Autor] “Importancia del cuidado de los activos”

3.1.1 Conclusiones y análisis de resultados del ejercicio 1

El resultado obtenido con el ejercicio de verificación acerca de la importancia del cuidado de los activos en la planta, fue todo un éxito.

Pues el 100% de las personas a las cuales se les dio el formato a llenar, contestaron afirmativamente la totalidad de las preguntas realizadas, indicándonos esto que: **El cuidado de los activos debería ocupar un lugar importante en la agenda de prioridades corporativas. Y que ese era el momento propicio para abordar con la implementación del mantenimiento centrado en el negocio.**

Posterior a la aprobación del plan de trabajo por parte del forum de ingenieros del salón de envase, se dio a conocer el plan de trabajo a los operarios y mecánicos. (Ver figura 7)



Figura 7. Tomada de [Autor] Capacitación y sensibilización operadores

3.2 CAPACITACIÓN ENFOCADA EN MCN

Una vez terminado todo el proceso de sensibilización acerca de la importancia de la implementación del Mantenimiento Centrado en el Negocio. Fue evidente y necesario que todo el personal involucrado tuviera un conocimiento mas profundo de la esencia del mismo.

Por lo tanto se programo y ejecuto una capacitación donde se estudio a fondo todos los aspectos correspondientes al cuidado de los activos y además se dio a conocer la estrategia corporativa de Sabmiller, con respecto a la Gestión de Activos, como es llamado el mantenimiento centrado en el negocio.

3.2.1 Desarrollo de la capacitación

Esta actividad Se realizó el día 14 de Abril de 2010 Siendo el conferencista el Sr. Carlos Leonel Mora E. quien es el Ingeniero de Gestión de Activos de la cervecería de Bucaramanga. (Ver figura 9).

Esta capacitación contó con la asistencia de 17 personas entre los cuales se destacaron el gerente del embotellado, el coordinador de mantenimiento del embotellado, ingenieros team leaders, mecánicos y operadores.

3.2.1.1 Código de conducta de la capacitación en MCN

- Actitud Positiva y abierta.
- Respeto por la palabra.
- Celulares en Modo Silencio.
- Seamos puntuales.

Siendo las 8:05 AM del día martes 14 de abril se dio inicio la capacitación de todo el personal del salón de embotellado involucrado con la implementación del mantenimiento centrado en el negocio. (Ver figura 8)

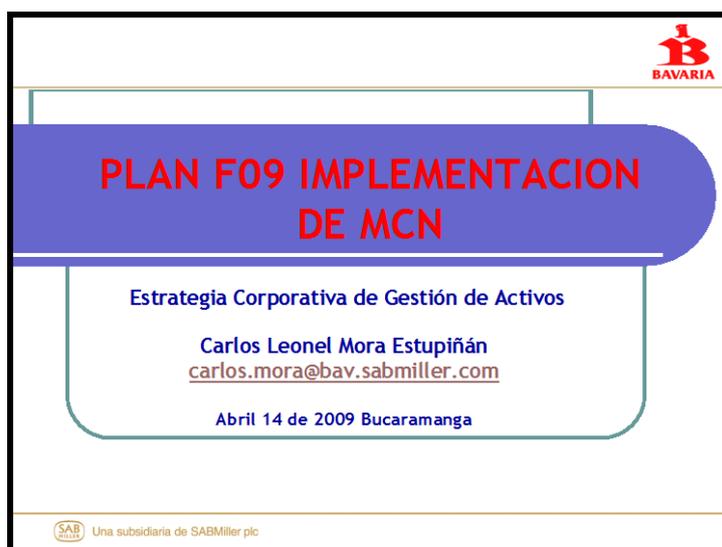


Figura 8. Tomada de [Autor] “Capacitación en MCN”

Luego de una introducción al tema principal, se dio a conocer la visión y misión de la gestión de activos, también así llamado por la compañía el MCN.

VISION

“Apalancamiento de la confiabilidad de activos para lograr una ventaja competitiva sostenible”

MISION

“Lograr disponibilidad, confiabilidad y resultados de calidad con los activos para los programas de operación de la planta acordados, en la forma más costo

eficiente sin arriesgar la Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Protección Ambiental - HSE (Health, Safety and Environment)”.

El mantenimiento centrado en el negocio es un pilar fundamental dentro de la estructura de la de manufactura de clase mundial, siendo esta soportada por cimientos firmes como el liderazgo, gestión de cambio y la estrategia de negocios y operaciones. (Ver figura 9)



Figura 9. Tomada de [Autor] “Gestión de activos en el contexto MCM”

El Mantenimiento Centrado en el Negocio trata con todos los sistemas y actividades necesarias para asegurar la máxima disponibilidad y desempeño del equipo o maquinaria a un costo óptimo. Se enfoca principalmente en la función del departamento de mantenimiento y su asociación con el departamento de producción. [2]

3.3 LAS 5 ETAPAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN EL NEGOCIO

Consta de cinco etapas las cuales son: Apaga fuegos, estabilización, prevención, eficiencia del mantenimiento y reducción del mantenimiento.

3.3.1 Etapa 1 Apaga Fuegos

La etapa 1 se caracteriza por un pobre desempeño de los equipos o maquinaria, por muchas fallas y por paros menores recurrentes. Las malas condiciones generales de los equipos resultan en defectos de calidad y en paros, lo que contribuye a tener pérdidas de producción y a otras formas de desperdicio. (Ver figura 10) [2]

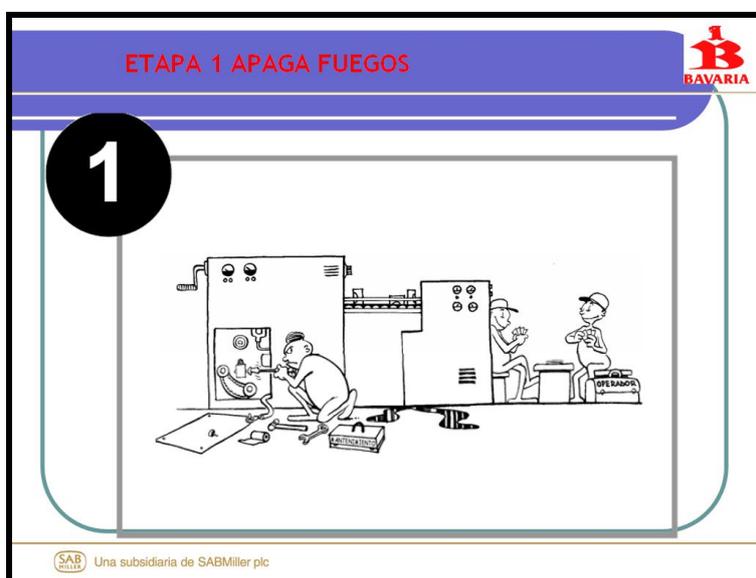


Figura 10. Tomada de [Autor] “Etapa 1 apaga fuegos”

3.3.2 Etapa 2 Estabilización

Para la segunda etapa se espera que el personal de mantenimiento y de producción haya entendido los principios del Mantenimiento Centrado en el Negocio (MCN). Se creen ventanas de mantenimiento en el plan de producción, y la planeación futura del mantenimiento se lleva a cabo semanalmente.

(Ver figura 11)



Figura 11. Tomada de [Autor] “Etapa 2 estabilización”

3.3.3 Etapa 3 Prevención

La etapa 3 se caracteriza por el enfoque en la prevención de fallas de forma sostenible y por el establecimiento de sistemas formales de gestión del mantenimiento para apoyar la estrategia del cuidado de los activos.

(Ver figura 12)

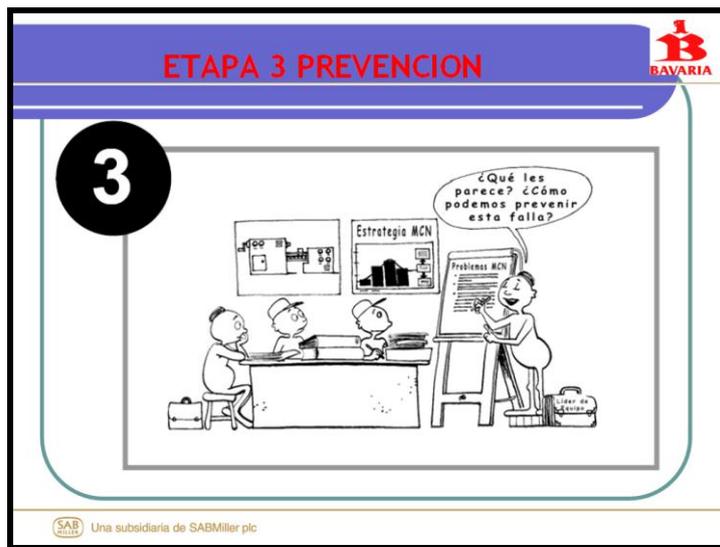


Figura 12. Tomada de [Autor] “Etapa 3 prevención”

3.3.4 Etapa 4 Eficiencia del Mantenimiento

Ya en etapa 4, la mayoría de las fallas de los equipos o maquinaria están bajo control, y el enfoque se mueve hacia la mejora de la efectividad en costos y a la eficiencia de la función del cuidado de los activos. (Ver figura 13)



Figura 13. Tomada de [Autor] “Etapa 4 eficiencia del mantenimiento”

3.3.5 Etapa 5 Reducción del Mantenimiento

La Etapa 5 no es realmente un punto de destino, sino un estado de mejora continua que empuja los límites de la tecnología y la innovación. En términos del mantenimiento centrado en el negocio, esto implica un esfuerzo constante para reducir o eliminar la necesidad del mantenimiento. (Ver figura 14)

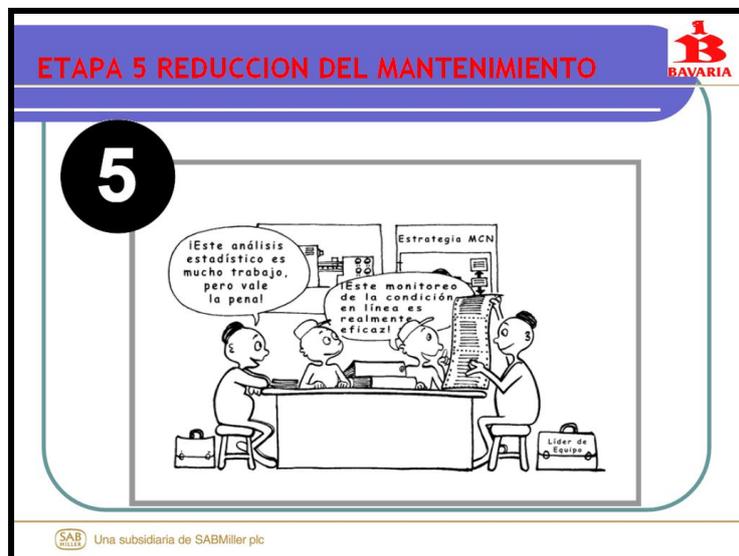


Figura 14. Tomada de [Autor] “Etapa 4 reducción del mantenimiento”

3.3.6 Calificación y Retroalimentación

Se elaboro un formato para la calificación del personal capacitado donde se evaluaron los principales aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de implementar el mantenimiento centrado en el negocio y a la vez se evaluó el

conocimiento acerca de los lineamientos corporativos de la empresa acerca de esta implementación

3.3.7 Análisis de Resultados de la Evaluación.

La evaluación del personal capacitado en MCN arrojó resultados muy satisfactorios, pues denoto el interés del personal en involucrarse con las actividades programadas por la compañía, así como con el avance progresivo de la misma llevándola a alcanzar la excelencia de la manufactura de clase mundial. A continuación en el cuadro 5 los resultados de la evaluación.

No	NOMBRE	CARGO	CALIFICACION/10
1	MARCO D. OSORIO	CORDINADOR DE MTTO	10
2	JORGE BARRETO	GERENTE ENVASE	10
3	NELSON MORENO	CONTROLADOR MTTO	10
4	PEDRO ACEVEDO	PLANEADOR MTTO	10
5	HEBERTH GONZALEZ	INGENIERO STL	10
6	JAIME SARMIENTO	INGENIERO STL	8,75
7	LUIS SALAZAR	INGENIERO STL	5
8	GERARDO VILLAMIZAR	MECANICO ESPECIALISTA	10
9	HILDER URIBE	MECANICO DE LINEA	8,75
10	JESUS TARAZONA	MECANICO DE LINEA	10
11	FERNANDO BAEZ	OPERADOR ENVASADORA	10
12	JAVIER MAESTRE	OPERADOR ENVASADORA	10
13	VIDAL CORREDOR	OPERADOR ENVASADORA	10
14	NAIRO SERRANO	OPERADOR ENVASADORA	10
15	HECTOR AMAYA	OPERADOR ENVASADORA	10
16	ALBERTO OREJARENA	OPERADOR ENVASADORA	10
% DE EFECTIVIDAD DE LA CAPACITACION			95,31%

. Cuadro 5. Tomado de [Autor] “Evaluación de capacitación en MCN”

El resultado total de la evaluación de la capacitación fue un gratificante 95.31% de comprensión del tema, y se explica de la siguiente manera.

- Dos personas con una calificación de 8.75 / 10 la cual equivale a un 87.5% del examen aprobado. esta calificación fue resultado de errar en una respuesta de las 8 planteadas
- Una persona obtuvo 5 / 10 esto equivale a un 50% del examen. Esta mala calificación fue validamente argumentada, pues esta persona se encontraba pasando por una crisis familiar, impidiéndole esto concentrarse en la capacitación.
- Trece personas obtuvieron un satisfactorio 10 /10

Las acciones correctivas que se tomaron con respecto a la evaluación fueron las siguientes: se corrigió inmediatamente el examen permitiendo eso la aclaración de dudas y corrección de las respuestas erradas.



EVALUACION DE CAPACITACION MCN

Por: Carlos Leonel Mora Estupiñán AM Engineer



NOMBRE:		CALIFICACION:	
AREA		ESCALA DE CALF.1 A 10	
FECHA		VALOR X PREGUNTA = 1.25	
1	Con sus propias palabras de una defeción del Mantenimiento Centrado en el Negocio MCN		
2	Mencione las 5 etapas del Mantenimiento Centrado en el Negocio		
3	Diga cual es la Visión del Mantenimiento Centrado en el Negocio		
4	Diga cual es la Misión del Mantenimiento Centrado en el Negocio		
5	Según los linemientos de bavaria. La implementación de Mantenimiento Centrado en el Negocio debe:		
	A	Estar orientada a obtención rápida de resultados	
	B	Garantizar sostenibilidad de lo implementado	
	C	Estar liderada en planta por Director de la Planta	
	D	Avanzar con una autonomía guiada	
	E	Todas las anteriores	
6	Según los linemientos de bavaria. A cuales equipos se les va a implementar inicialmente MCN		
	A	A todo el equipamiento critico	
	B	A equipos pilotos seleccionados dentro del los equipos críticos	
	C	A todo el equipamiento de la planta	
	D	Ninguna de las anteriores	
7	¿Porque se debe aplicar 5S antes de empezar con la implementación de MCN?		
8	¿Es para usted importante la implementación de MCN y Porque?		

Cuadro 6. Tomado de [Autor] “Evaluación de capacitación en MCN”

3.4 CAPACITACION EN 5S

La capacitación en 5S se hizo necesaria al momento de trabajar en el cumplimiento del tercer objetivo el cual contempla bajar los costos de mantenimiento. Puesto que las tareas a realizar incluían la programación y ejecución de un ejercicio completo de 5S's al taller de mantenimiento.

3.4.1 Que es 5S?

5S es un sistema que fue desarrollado en Japón para establecer disciplina y orden básicos en el lugar de trabajo. Crea un ambiente que es un cimiento esencial para que prosperen las otras mejores prácticas (mantenimiento centrado en el negocio, mantenimiento autónomo etc.) y para que la gente sea realmente eficiente. [2]

Considere las siguientes cinco palabras japonesas:

- 1. Seiri** - Elimine los objetos que no sean necesarios
- 2. Seiso** - Limpie el lugar de trabajo
- 3. Seiton** - Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar
- 4. Seiketsu** - Establezca los estándares
- 5. Shitsuke** - Mantenga los estándares

3.4.2 Desarrollo de la capacitación

El eslogan de la capacitación fue: **“Si somos tan cuidadosos para mantener nuestra propia casa limpia y ordenada, ¿por qué no hacemos lo mismo en nuestro lugar de trabajo?”**

Esta actividad se realizó el día 2 de Julio de 2010 siendo el conferencista el Sr. Carlos Leonel Mora E. quien es el Ingeniero de Gestión de Activos de la cervecería de Bucaramanga. (ver figura 9).



Figura 15. Tomada de [Autor] “Capacitación en 5S”

La capacitación del personal de mantenimiento y operadores de la envasadora se dio inicio siendo las 8:15 AM del día 2 de Julio de 2009 y finalizó a las 10:40 AM del mismo día.

En forma de preámbulo se dio a conocer al personal el código de conducta el cual fue el siguiente:

3.4.2.1 Código de conducta de la capacitación 5S

- Actitud Positiva y abierta.
- Respeto por la palabra.
- Celulares en Modo Silencio.
- Seamos puntuales.
- Orden en el salón.

Posteriormente se realizó una actividad didáctica que ayudara a asimilar la técnica de las 5S, esta consistía en ubicar y contar de 1 a 15 unos números que se encontraban en la diapositiva. (Ver figura 16)

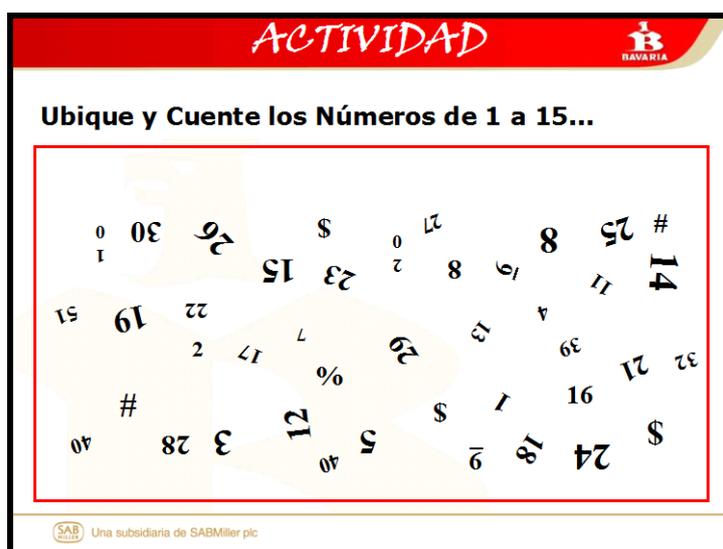


Figura 16. Tomada de [Autor] “Actividad Capacitación en 5S”

A continuación se presenta una selección de las diapositivas con las cuales se realizó la capacitación.

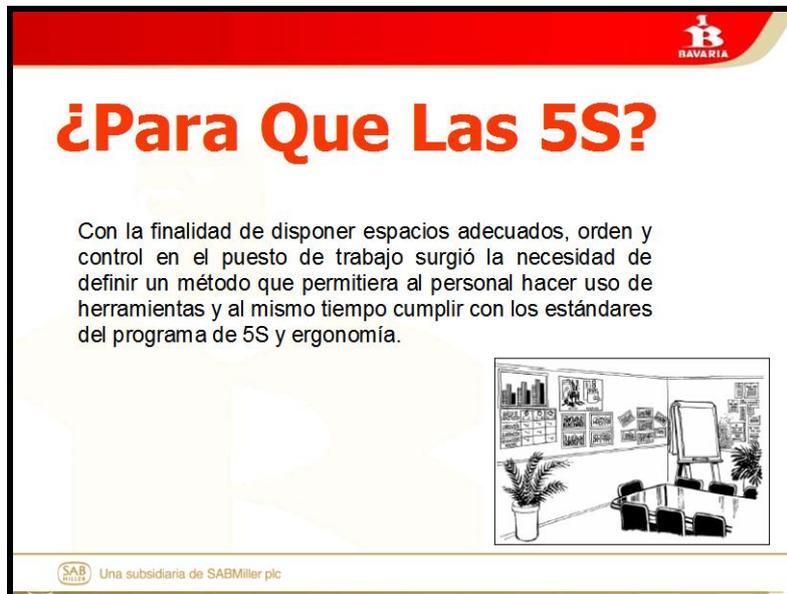


Figura 17. Tomada de [Autor] “Para que las 5S”

Uno de los objetivos de la capacitación fue animar al personal a involucrarse en las actividades a realizar, y a la vez concientizar a los mismos del cambio que esta buscando la empresa.

Ademas de esto utilizando las palabras textuales del capacitador se logro aclarar dudas al respecto de la implementacion con estas palabras:

“Cada una de las cinco palabras son en si mismas bastante simples, aunque cada una tiene un profundo significado y relevancia en el lugar de trabajo. Sin embargo, como se han convertido en palabras de uso común, la gente tiende a pensar que son “sofisticadas” y por consiguiente tienden a entenderlas con varios significados diferentes. (Ver figura 18).



Figura 18. Tomada de [Autor] “Usted es muy importante”

Se dio a conocer el significado de las cinco palabras japonesas, con ilustraciones y ejemplos cotidianos en la empresa. (Ver figura 19 y 20).



Figura 19. Tomada de [Autor] “Que son las 5S”

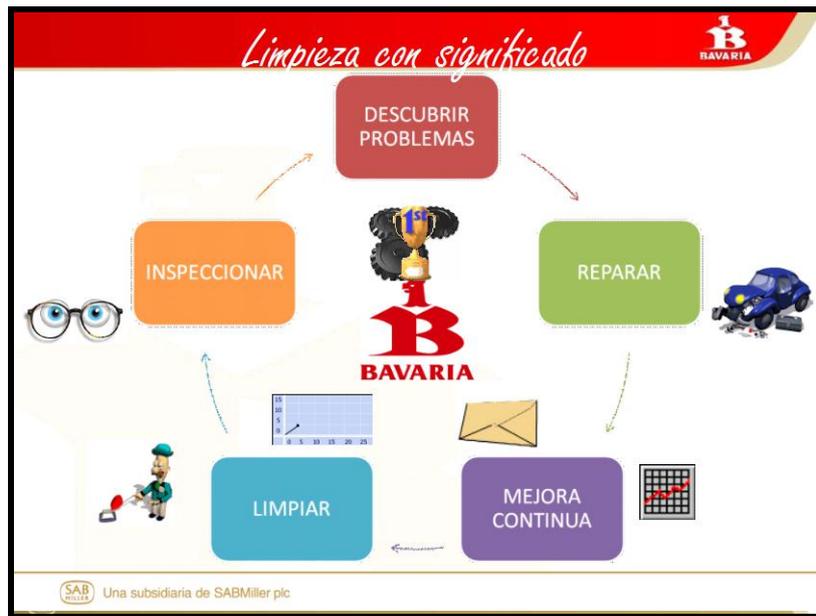


Figura 20. Tomada de [Autor] “Limpieza con significado”

A continuación se detallan los beneficios que traería la implementación de las 5S en las instalaciones de la empresa. (Ver figura 14)

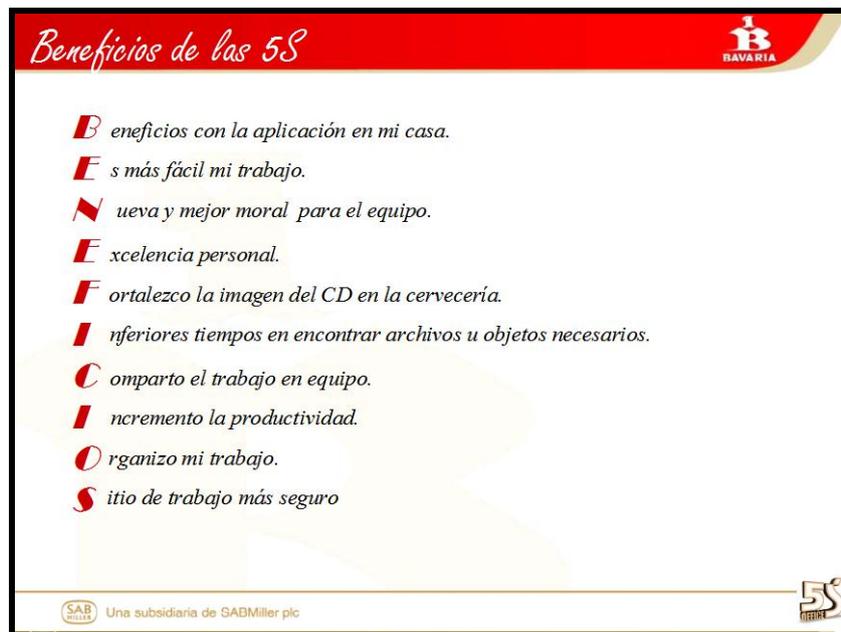


Figura 21. Tomada de [Autor] “Beneficios de las 5S”

3.4.3 Calificación y retroalimentación de la capacitación.

A la capacitación asistieron un total de 15 personas entre ingenieros, mecánicos y operadores los cuales se calificaron en forma cualitativa, mediante una dinámica amigable y buscando afianzar las falencias de conocimiento de cada individuo. Para esto se realizo un juego llamado “quien quiere ser el duro de las 5S”. (ver figuras 15 - 17)



Figura 22. Tomada de [Autor] “Dinámica final de calificación”



Figura 23. Tomada de [Autor] “Dinámica final de calificación”



Figura 24. Tomada de [Autor] “Dinámica final de calificación”

3.4.4 Conclusiones

Las conclusiones se elaboraron en conjunto con todos los participantes de la capacitación. Se realizó mediante la creación al azar de 3 grupos de 5 personas cada uno, y se les encargó la tarea de realizar una conclusión por grupo. Estas fueron las siguientes:

- Las 5S Crea los fundamentos para la aplicación de las mejores prácticas tales como, Mantenimiento Centrado en el Negocio.
- Atiende a los principios básicos de orden, disciplina, propiedad, responsabilidad y orgullo, que son clave para una organización que busca competitividad
- En la calidad de líder de equipo que tenga cada individuo, esta gran parte de la responsabilidad para que las 5S tengan éxito. “está en nuestras manos lograrlo”

4 DISMINUCIÓN DEL COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

La lucha contra las fallas puede ser costosa, y la ley de los rendimientos decrecientes podría estar empezando a aplicar. Por lo tanto, será necesario llevar un registro de los costos de mantenimiento y encontrar las formas para ser más efectivo en costos. Un prerequisite para este ejercicio, es una asignación correcta de los costos a la maquinaria y a los tipos de mantenimiento. Una vez que se entienden los generadores de los costos, se podrán seguir muchas formas para reducirlos. [2]

4.1 Costos a Considerar

Los costos que dependen de la efectividad del mantenimiento pueden ser clasificados de la siguiente manera:

4.1.1 Costos directos de mantenimiento

Estos son los costos en los que se incurre a través del esfuerzo de mantenimiento, por ejemplo:

- sueldos
- partes de repuesto y bienes consumibles
- subcontratistas
- herramientas, instrumentos y equipos
- generales, como edificios o instalaciones.

En muchos casos estos son sólo costos que se consideran durante el proceso de reducción de costos. [2]

4.1.2 Costos indirectos de mantenimiento

Estos costos normalmente no aparecen en el presupuesto de mantenimiento, aunque están influenciados por este departamento, por ejemplo:

- re-trabajos de mantenimiento
- seguros contra reclamos por garantía
- productos rechazados debido a un mal mantenimiento
- contaminación
- energía desperdiciada
- multas y penalidades.

4.1.3 Costos de Oportunidad

Esta categoría contiene los costos que son consecuencia de un mal desempeño del equipo respecto a ventas perdidas o capacidad innecesaria. Puede medirse por medio del OEE y de las seis mayores pérdidas de maquinaria: [2]

- Tiempo de paro debido a averías
- Tiempo de paro debido a preparaciones de línea y ajustes
- Paros menores
- Pérdidas de velocidad
- Tiempo invertido en los productos rechazados y re-trabajos
- Pérdidas de arranque.

Se puede debatir acerca del valor monetario de estos tiempos de paro, sin embargo seguirá siendo un importante factor de costos a considerar. [2]

Antes de embarcarnos en un programa de mejora del mantenimiento en la planta, se determinó que es importante que el personal de mantenimiento ponga su propia casa en orden. Esto se hace estableciendo los fundamentos de las 5S en las instalaciones de mantenimiento, por ejemplo, en los talleres de mantenimiento y el almacén de partes de repuesto. Este ejercicio práctico creará “zonas de excelencia” en el ambiente de mantenimiento y enviará un mensaje claro al resto de la planta ‘hemos cambiado y vamos en serio’.

4.2 IMPLEMENTACION DE LAS 5S

El tiempo que se pierde en la búsqueda de las partes de recambio o del material con el que se va a hacer el nuevo tiraje de producción, es una de las principales causas de pérdidas de dinero por tiempos excesivos de montajes y recambios. Con el fin de garantizar que este desperdicio quede eliminado se contemplo la implementación de 5S en las instalaciones de mantenimiento.

Además de esto se analizó que por medio de la implementación de 5S se podrían bajar los costos de mantenimiento y de pérdidas de producción al optimizar los tiempos requeridos para el mantenimiento correctivo.

El concepto de 5S se explica en el capítulo 3 ítem 3.4.1 página 45

4.2.1 Proceso de implementación de 5S

Para la implementación de 5S en el taller de mantenimiento se programaron jornadas de trabajo con actividades correspondientes a las 5S.

Siguiendo el orden de las 5S se trabajó inicialmente en la primera “S” (seiri) donde las actividades correspondientes a esta, conducen a realizar un despeje inicial en el cual se clasifican todos los elementos y se decide cual sirve y cual se desecha. (Ver figura 25)



Figura 25. Tomada de [2] “Despeje inicial elementos desechados”

La segunda “S” (seiso) corresponde a una limpieza general exhaustiva a todo el taller y sus componentes como maquinas, armarios, techo, cómodas etc.

(Ver figura 26)



Figura 26. Tomada de [2] “Limpieza general del taller”

De esta manera el taller quedo adecuado para la implementación de la tercera “S” (seiton) que corresponde a organizar y encontrar un sitio adecuado para cada cosa, teniendo esta como eslogan: *“Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.”* (Ver figuras 27 – 28)



Figura 27. Tomada de [Autor] “Taller antes 5s”



Figura 28. Tomada de [Autor] “Taller después 5s”



**Figura 29. Tomada de [Autor]
"Taller antes 5s armario motores"**



**Figura 30. Tomada de [Autor]
"Taller después 5s armario de
Motores"**

Los motores eléctricos así como motoredutores de backup se encuentran en un sitio adecuado y demarcado en el cual se clasifican por tipo, función y capacidad. (Ver figuras 29 - 30)



**Figura 31. Tomada de [Autor]
"Taller antes 5s" Repuestos,
Empaques y rodamientos.**



**Figura 32. Tomada de [Autor]
"Taller después 5s" Armario con
Repuestos empaques y rodamientos**

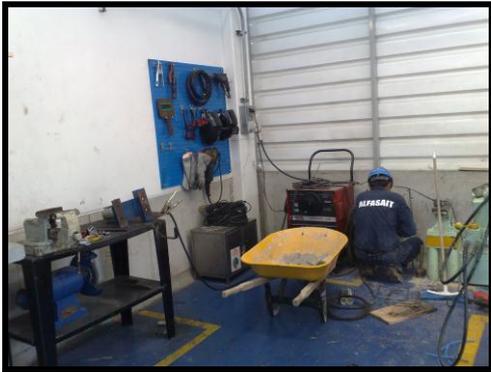


Figura 33. Tomada de [Autor] “Taller antes 5s” Estación de Soldadura.



Figura 34. Tomada de [Autor] “Taller después 5s” Estación de Soldadura.



Figura 35. Tomada de [Autor] “Taller antes 5s” C6moda Personal del mec6nico



Figura 36. Tomada de [Autor] “Taller después 5s” C6moda Personal del mec6nico



Figura 37. Tomada de [Autor] “Taller después 5s”

Demarcación del área en cada equipo, y Adecuación estándar al Área de soldadura.



Figura 38. Tomada de [Autor] “Adecuación del tablero de herramientas.

4.3 PROGRAMAS DE LUBRICACIÓN

La lubricación es una de las condiciones básicas más importantes para preservar la confiabilidad de la maquinaria. Está diseñada para asegurar el trabajo eficiente del equipo al reducir la fricción, evitar el desgaste, disipar el calor y mantener la limpieza de los componentes. Sin embargo, a menudo la lubricación no se toma seriamente y se realiza de forma descuidada. Con frecuencia se presenta la situación en que el lubricante se coloca periódicamente sin preguntar ni averiguar por qué se necesita tan seguido. Algunas veces, los lubricantes no se cambian jamás y el equipo continúa funcionando con un lubricante muy contaminado.

4.3.1 Resultados obtenidos en Lubricación

Se realizo una lista de chequeo para evaluar el estado del sistema de lubricación de la envasadora, así como del rol que asume el personal encargado de la lubricación arrojando este los siguientes resultados:

- La gente hace gala del tiempo que el equipo ha estado funcionando con aceite viejo, ignorando el daño potencial que esto representa para la maquina.
- Los operadores y el personal de mantenimiento no comprenden los principios ni la función de la lubricación.
- Se usan demasiados lubricantes de distintas marcas.
- Hay muchos puntos de lubricación que son inaccesibles o desconocidos.
- No hay estándares de lubricación o son difíciles de seguir.
- Se confía demasiado en los dispositivos de lubricación automática que pueden estar defectuosos.
- Los lubricantes están a menudo contaminados.
- La lubricación excesiva lleva a que se produzcan fugas y daños al equipo.

4.3.2 Elaboración de un plano de lubricación de la envasadora

Se elaboro un plano de lubricación de la envasadora el cual se exhibe en en la misma. Con el fin de que el operador tenga una guía visual para realizar las labores de lubricación. (Ver Fig. 39)

Figura 39. Tomado de [Autor] “Plano de lubricación de la Envasadora”

CODIGO : 001		GESTION DE ACTIVOS				 BAVARIA ACTUALIZACION 1	
BA02-PROCE-ADT 89-LINZENVBOTE MANTENIMIENTO AUTONOMO MAPA DE LUBRICACION ENVASADORA DE BOTELLAS HK DELTA VVF 77/20							
							
No TAREA	COMPONENTE	DESCRIPCION TAREA	PUNTO DE LUBRICACION	ESTADO MAQUINA	ESTANDAR	LUBRICANTE	FRECUENCIA
1		LUBRICAR	CRATERAS	PARADA	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR MANUAL DE GRASA CORRESPONDIENTE. LIMPIAR Y VERIFICAR ESTADO DE LAS GRASERAS. LUBRICAR CADA UNO DE LOS PUNTOS DEL BIEN MANTENIDO CENTRAL DE LA ENVASADORA UTILIZANDO GRASA GRABO ALIMENTICIO EN LOS CONTORNOS DE LA CANTINA DE LA ENVASADORA. LIMPIAR LOS RESIDUOS DE GRASA DESPUES DE LA APLICACION.	AL	●
2		LUBRICAR	CRATERAS	DE	LIMPIAR Y VERIFICAR ESTADO DE LAS GRASERAS. LUBRICAR CADA UNO DE LOS PUNTOS DEL BIEN MANTENIDO CENTRAL DE LA ENVASADORA UTILIZANDO GRASA GRABO ALIMENTICIO EN LOS CONTORNOS DE LA CANTINA DE LA ENVASADORA. LIMPIAR LOS RESIDUOS DE GRASA DESPUES DE LA APLICACION.	AL	●
3		LUBRICAR	CRATERAS	PARADA	INSPECCIONAR EL CORRECTO NIVEL DE GRASA DE: PERNA RECARGABLE DE LETA DE PISCAR ALIMENTICIO . EN CASO DE ENCONTRARSE UN BAJO NIVEL DE GRASA PROCEDER A RELLENAR HASTA EL NIVEL RECOMENDADO.	MP	●
(4,5,6)		INSPECCIONAR	RECARGABLES DE ENGRANAJES CUBIERTOS	PARADA	INSPECCIONAR EL CORRECTO NIVEL DEL ACEITE DE: CAJA DE ENGRANAJES DEL SIMON Y CASAN DE RECEPCION DE BOLSAS Y TAPAS Y PISTONES . EN CASO DE ENCONTRARSE UN BAJO NIVEL DE ACEITE PROCEDER A RELLENAR HASTA EL NIVEL RECOMENDADO. INSPECCIONAR EL ESTADO DEL ACEITE VISUALMENTE, EN CASO DE ENCONTRARSE DESVARIABLES DEL NIVEL PROCEDER AL CAMBIO COMPLETO DEL ACEITE, UTILICE ACEITE PARA SIMON CORONA GRABO ALIMENTICIO EN LOS CONTORNOS DE LA CANTINA DE LA ENVASADORA.	GE	●
(7,8,9,10,11)		INSPECCIONAR	RECARGABLES SIMON CASAN	PARADA	INSPECCIONAR EL CORRECTO NIVEL DEL ACEITE DE: CAJA DE ENGRANAJES SIMON CASAN DE RECEPCION DE BOLSAS Y TAPAS . EN CASO DE ENCONTRARSE UN BAJO NIVEL DE ACEITE PROCEDER A RELLENAR HASTA EL NIVEL RECOMENDADO. INSPECCIONAR EL ESTADO DEL ACEITE VISUALMENTE, EN CASO DE ENCONTRARSE DESVARIABLES DEL NIVEL PROCEDER AL CAMBIO COMPLETO DEL ACEITE, UTILICE ACEITE PARA SIMON CORONA GRABO ALIMENTICIO EN LOS CONTORNOS DE LA CANTINA DE LA ENVASADORA.	GW	●
12		LUBRICAR	CRATERAS	FUNCIONAMIENTO	AJUSTAR INYECTOR MANUAL DE GRASA CORRESPONDIENTE. LIMPIAR Y VERIFICAR ESTADO DE LAS GRASERAS. LUBRICAR CADA UNO DE LOS PUNTOS DEL BIEN MANTENIDO CENTRAL DE LA ENVASADORA UTILIZANDO GRASA GRABO ALIMENTICIO EN LOS CONTORNOS DE LA CANTINA DE LA ENVASADORA. LIMPIAR LOS RESIDUOS DE GRASA DESPUES DE LA APLICACION.	AC	●
13		RELLENAR	PISTONES	PARADA	AGREGAR 750 CHILDES DE ACEITE HIDRAULICO GRABO 100 DE ALPES EN CUBIERTOS DE .	HY	●
14		LUBRICAR	CRATERAS	PARADA	AJUSTAR INYECTOR MANUAL DE GRASA CORRESPONDIENTE. LIMPIAR Y VERIFICAR ESTADO DE LAS GRASERAS. LUBRICAR CADA UNO DE LOS PUNTOS DEL BIEN MANTENIDO CENTRAL DE LA ENVASADORA UTILIZANDO GRASA GRABO ALIMENTICIO EN LOS CONTORNOS DE LA CANTINA DE LA ENVASADORA. LIMPIAR LOS RESIDUOS DE GRASA DESPUES DE LA APLICACION.	AL	●

4.3.3 Manejo y almacenamiento de lubricantes

Este paso es muy importante teniendo en cuenta que la información en la lubricación debe ser clara y no debe inducir a errores al operador que en ultimas es quien ejecuta la labor de lubricación. En este punto también esta directamente relacionado con las 5s mediante la organización del puesto de trabajo y también implantamos gerencia visual.

La estandarización y demarcación se realizo en todos los elementos que conforman el entorno del operador con respecto a la lubricación.

(Ver figuras 40 - 45)

4.3.4 Puntos de Aplicación de Lubricante en la Envasadora

Se realizo la respectiva demarcación de los puntos de lubricación en la maquina acogidos al estándar de la norma ISO VG para lubricantes. Por ejemplo el aceite MP multipropósito ISO VG 150. (Ver Figura 24)



Figura 40 Tomada de [Autor]
"Estandarización Aceite GW"

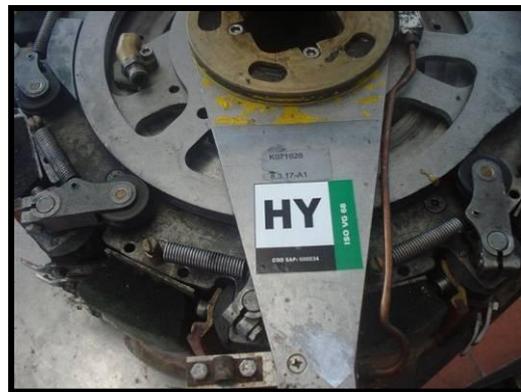


Figura 41 Tomada de [Autor]
"Estandarización Aceite HY"



Figura 42 Tomada de [Autor]
"Estandarización Grasa MP"



Figura 43 Tomada de [Autor]
"Estandarización Grasa AC"



Figura 44 Tomada de [Autor]
"Estandarización Aceite HY"



Figura 45 Tomada de [Autor]
"Estandarización Grasa AL"

4.3.5 Herramientas de Lubricación

Inicialmente se evidencio la falta de elementos adecuados para realizar las tareas de lubricación. Una vez identificadas nuestras necesidades se procedió a adquirir algunos elementos necesarios y a realizar su correspondiente demarcación teniendo en cuenta que se debe evitar la contaminación cruzada utilizando un elemento para cada tipo de grasa o aceite. (Ver Fig. 46 - 47)



**Figura 46 Tomada de [Autor]
“Engrasadora manual SKF”**



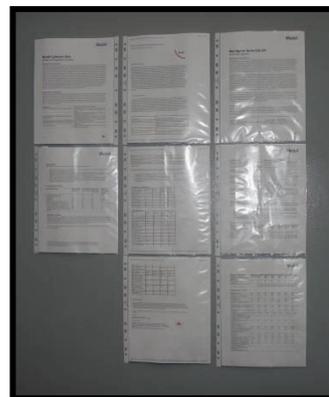
**Figura 47 Tomada de [Autor]
“Recipiente dispensador de aceite”**

4.3.6 Cuarto de Lubricación

El cuarto de lubricación se encuentra limitado por el espacio disponible de (7m²) aun así se realizó una demarcación general del mismo en donde se marcó el sitio que le corresponde a cada lubricante, cada recipiente de lubricante (caneca o balde) y la zona de aceite usado así como estopa usada, se tiene en proyecto la construcción de un nuevo cuarto con todas las condiciones que requiere una lubricación de clase mundial. (Ver Fig. 48 - 49)



**Figura 48. Tomada de [Autor]
“cuarto de Lubricación”**



**Figura 49. Tomada de [Autor]
“Cartelera con normas de lubricación”**

4.4 RESTAURACION DE LA MAQUINARIA CRÍTICA

Si la maquinaria ha sido descuidada a través de los años, los componentes desgastados serán una fuente constante de fallas. Los equipos críticos que estén en malas condiciones, deberán restaurarse y llevarse a un nivel ‘servible’ con objeto de reducir las fallas. [2]

4.4.1 Evaluación de lo que es Crítico

Dado que los recursos como tiempo y dinero son limitados, durante esta etapa sólo se restaurara el ‘equipo crítico’ que esté en malas condiciones. Para determinar que tan crítica es una máquina o equipo se considerarán dos aspectos: la importancia y sus condiciones.

En base a la evaluación de criticidad que se extendió a todo el equipamiento y arrojo como resultado la siguiente grafica. Se tomó la decisión de restaurar con prioridad las envasadoras. (Ver figura 50) [3]

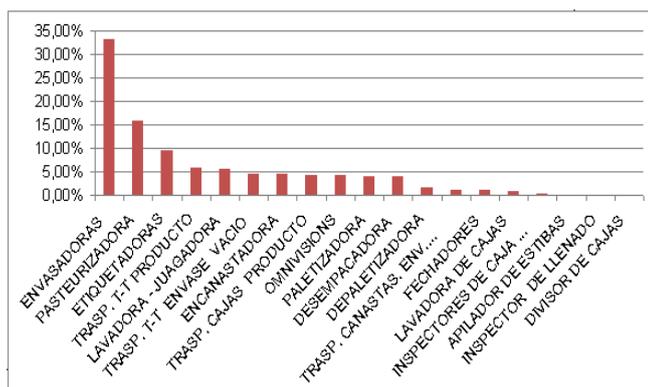


Figura 50. Tomada de [3] “Grafica evaluación de criticidad”

4.5 RESTAURACION DE LA ENVASADORA

El propósito de este proceso es restaurar el equipo crítico que está en malas condiciones para devolverlo a una condición de servicio. Esto reducirá aún más la posibilidad de fallas.

Para la restauración de la envasadora se planificó un paro de producción de 10 días, dentro de los cuales se aprovechó para hacer labores de limpieza y restauraciones menores al resto del equipamiento.

La restauración de la envasadora constó de un cambio de cremallera y rodamiento principal del carrusel, también se trabajó en la apariencia física de la máquina, por medio de labores de limpieza y pintura. (Ver Fig. 51 - 55)



Imagen 51 “Desmonte Carrusel Envasadora”
Tomado del [Autor]



Imagen 52. Tomado del [Autor]
“Rodamiento principal dañado”



Imagen 53 “Repuesto del rodamiento principal” Tomado del [Autor]



Imagen 54. Tomado del [Autor] “Ensamble carrusel y nuevo rodamiento”



Figura 55 Tomado de [Autor] “Nuevo rodamiento principal ya instalado”

En el proceso de restauración de la envasadora se encontró con la posibilidad de mejorar el sistema de lubricación de la maquina, adecuando el sistema de descarga, para lograr una mayor accesibilidad a las válvulas de descarga del lubricante, esto se aprecia en el siguiente registro de mejora:

Nombre del equipo: envasadora 3 y 4

Definición del problema: difícil acceso al punto de sangrado para cambio de lubricante, también implicaba riesgos de seguridad y ergonomía al operario

Solución puesta en práctica: se redireccionó el punto de sangrado colocando una extensión a un punto de fácil acceso y se opera por medio de una válvula de control de paso. (Ver imagen 56 – 57)

ANTES



Figura 56 Tomado del [Autor] “punto de sangrado para cambio de aceite

DESPUES



Figura 57 Tomado del [Autor] “Nuevo punto sangrado para cambio de aceite

Beneficios ó resultados: se disminuye el tiempo para realizar cambios de aceite y se facilita la labor al operario.

4.6 LA DISPONIBILIDAD DE LAS PARTES DE REPUESTO CRÍTICAS

La falta de partes de repuesto puede causar demoras innecesarias durante las tareas de reparación. Por lo tanto, se debe asegurar que estos objetos estén disponibles, sea con el proveedor local o en las existencias de los almacenes internos. Tratando de evitar el mantener existencias innecesarias dado que esto consume capital de trabajo. Se deberá implementar un sistema formal de administración de materiales para controlar y reponer los repuestos a tiempo.

4.6.1 Proceso para Elaborar Lista de Repuestos Críticos

Se integró un equipo de representantes de producción, mantenimiento, gestión de materiales y al planificador de mantenimiento para mejorar la gestión y la disponibilidad de los repuestos.

- Hubo discusiones abiertas con el personal de mantenimiento y producción para identificar los problemas que tienen con el sistema actual. Prepare un plan de acción asignando responsabilidades para tratar con estos problemas.
- Se Desarrolló una clasificación y un sistema de codificación para el material de mantenimiento y establezca un sistema de cómputo de acuerdo a ello.
- Se revisaron todas las partes de repuesto para verificar la precisión de su descripción, su clasificación y su criticidad, basándose en el análisis de fallas realizado anteriormente.

- Se Definieron los niveles de existencias requeridos para estos objetos críticos.
- Se creó una base de proveedores consolidada y actualizada.
- Se Identificaron todas las partes de repuesto o materiales que actualmente están siendo importados.
- Se vincularon todas las partes de repuesto y materiales con proveedores autorizados.
- Se estableció el tiempo de entrega promedio para todas las partes de repuesto y materiales.
- Se implementó un mecanismo de revisión para mejorar el sistema con el tiempo. Logrando una disponibilidad de repuestos críticos para reducir el tiempo de paro de la maquinaria debido al mantenimiento.

4.6.2 Resultado Obtenido

Con todas las ideas propuestas se realizó una lista de verificación que se ejecutó inmediatamente, con el fin de verificar y evaluar el comportamiento del sistema de almacenes y taller de mantenimiento. (Ver cuadro 7)

Cuadro 7 Tomado de [Autor] “Lista de verificación de sistema de almacenes”



Lista de Verificación del Sistema de Almacenes

¿El personal de mantenimiento está satisfecho con el servicio que recibe del almacén de mantenimiento?	
¿Se han identificado los repuestos críticos con la contribución de mantenimiento y de producción?	
¿Los repuestos críticos están fácilmente disponibles, ya sea del proveedor local o del almacén interno?	
¿Se han revisado los niveles de existencias?	
¿Se han retirado paulatinamente los almacenes satélites no controlados?	
¿Para la compra de partes de repuesto y de materiales se usan sólo proveedores autorizados?	
¿Al recibir las partes de repuesto y los materiales, ¿estos se inspeccionan comparándolos contra especificaciones claras?	
¿Las partes de repuesto existentes en los almacenes se cuentan e inspeccionan periódicamente para ver si se han deteriorado?	
¿Se puede acceder al almacén en todo momento, incluyendo los fines de semana y durante el turno nocturno?	
¿Se han eliminado todos los objetos redundantes?	
¿Se usa un sistema de cómputo de gestión del mantenimiento?	
¿El almacén está ordenado?	
¿Las partes de repuesto se pueden encontrar fácilmente en el almacén?	
¿Los objetos están protegidos contra daños y robos?	
¿Se ha eliminado todo el papeleo y demoras innecesarias en los pedidos de partes de repuesto o materiales?	
Elaboro: Erik Gómez Beltrán	Revisó: Carlos Mora Asset Management Specialist

Toda la información respectiva a la clasificación y costos de los repuestos críticos se especificara en la sustentación. (Documentos Corporativos bavaria)

4.7 REDUCCIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento para el F09 (año 2009) en las envasadoras de la línea dos fueron \$245.000.000 pesos. Notándose una notoria reducción con relación al gasto del F08 que fue de \$260.000.000 pesos. Para el F10 (año 2010) hay un presupuesto cerrado de 235.000.000 pesos lográndose una reducción 4.08%. Dando como resultado un costo mínimo de mantenimiento de \$117.5 pesos/Hectolitro. Siendo envasados 2.000.000 de Hectolitros/año. Esto es una ayuda significativa teniendo en cuenta que todo el salón de envase cuenta solo \$1.000 pesos/Hectolitro.

4.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL CAPITULO 4

Con la implementación de 5S en el taller, se logro una mejora evidente en las labores de manteniendo siendo esto mas notorio, en el manteniendo correctivo, ya que el mecánico tiene que actuar y arreglar el daño en el menor tiempo posible pues se trata de una parada no programada.

Las mejoras obtenidas son las siguientes:

- El orden del sitio agiliza el trabajo
- Las herramientas se encuentran fácilmente pues están en su sitio
(Ver Fig. 47)
- No hay cajas, motores, armarios etc. Obstaculizando el paso. Fig. 44

- Los motores y repuestos están clasificados por tipo, función y capacidad. (Ver Fig. 30)
- Los elementos rodantes, chumaceras, kit's de empaquetadura, bombas pequeñas y accesorios eléctricos se encuentran organizados en armarios. (Ver Fig. 32)
- La estación de soldadura se encuentra debidamente demarcada y encerrada adecuadamente para la protección a terceros así como al que este operando los equipos de soldadura. (Ver Fig. 34)
- Cada mecánico posee una cómoda, adecuada para guardar sus herramientas personales y elementos de protección. (Ver Fig. 36)

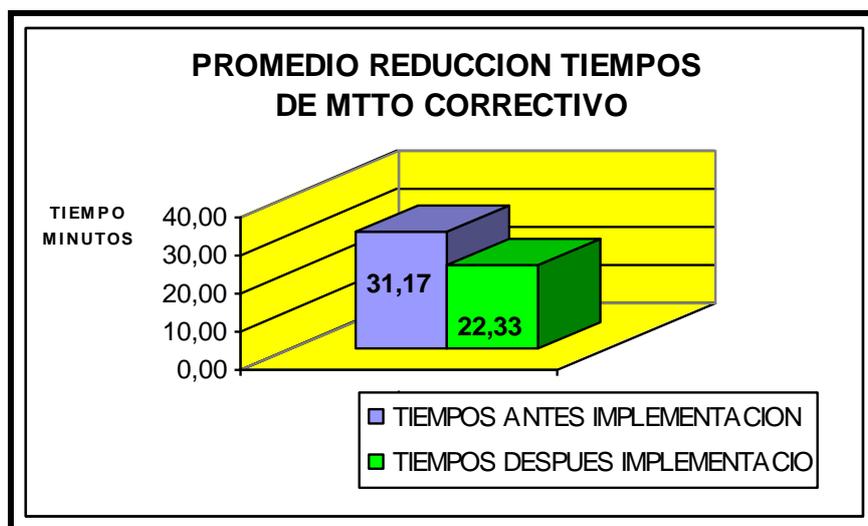


Figura 58. Tomada de [Autor] “Promedio reducción de tiempos de mantenimiento”

Los siguientes puntos pueden ayudar a que la lubricación sea más efectiva:

- Usar aceites cuyas propiedades sean adecuadas para las condiciones de operación – consultar a un experto para obtener el consejo adecuado.
- Tener cuidado de no sobre lubricar.
- Mantener los aceites fuera del contacto con el aire – usar aparatos de cierre adecuados.
- No elevar innecesariamente la temperatura del sistema de lubricación.
- Limpiar periódicamente el sistema de lubricación.
- Enseñar a todos los principios y ventajas de la lubricación – usar lecciones de un punto para enfatizar ciertos puntos.
- Reemplazar inmediatamente los lubricantes contaminados o deteriorados.
- Limpiar las entradas de lubricación, tales como bocas de grasa, antes de colocar los lubricantes.
- Asegurar que los aparatos de lubricación automática funcionen debidamente.
- Mantener las partes móviles limpias y libres de polvo y suciedad.
- Inspeccionar y reparar los sellos con fugas.
- Tener indicadores visibles de nivel mínimo /máximo en los recipientes de aceite.
- Usar códigos de colores para identificar los lubricantes y los puntos de lubricación.

5 AUMENTO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA MAQUINA

Con respecto al aumento de la eficiencia de la maquina fue necesario buscar la causa raíz de los paros menores recurrentes durante el turno de trabajo de la maquina, los cuales ocasionaban bajas sustanciales en la eficiencia y disponibilidad de la misma. Todo esto se resume tomando textualmente las palabras del Ingeniero de Gestión de Activos de la planta:

“Si somos serios respecto a la prevención de fallas, debemos identificar y eliminar todas las causas raíz. Todas las fallas deberán pasar a través de un análisis estructurado de causas raíz, con acciones correctivas relevantes”.

Carlos L Mora Estupiñan

Asset Manager Bavaria

5.1 IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS POTENCIALES

Para identificar mejoras sostenibles se determino primero encontrar las fallas potenciales a través de rutas de inspección y verificación de variables tanto de proceso como de mantenimiento, las causas y efectos de los paros que se presentan en cada uno los turnos durante el trabajo del equipo a analizar.

Para esto se realizo una reunión con el grupo de mecánicos y operadores de la maquina envasadora.

Usando metodología de lluvia de ideas cada uno de ellos aportó basado en su experiencia con la máquina, todas las posibles fallas que podrían presentarse estando la máquina en funcionamiento. Seguidamente se unificaron las ideas y se clasificaron las fallas por sistemas conformando así un cuadro formal utilizado para el protocolo caza fallas. (Ver Cuadro 8)

Posteriormente utilizando el formato del protocolo caza fallas se recogieron datos, durante los tres turnos del día por el espacio de una semana.

(Ver cuadro 9)

Los datos obtenidos en una semana, se analizaron mediante un diagrama de Pareto el cual permitió encontrar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones. (Ver figura 59)

Con el análisis de los resultados se determinó atacar con prioridad el sistema de tapado el cual es el responsable después de explosión de botellas, siendo este el mayor número de paradas durante el turno.

Cuadro 8. Tomado de [Autor] “Protocolo de paros menores”

DESCRIPCION DEL EVENTO		NUMERO DE EVENTOS DEL SUCESO O PROBLEMA																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sistema de Llenado	Exposición de Botellas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Cambio de tulipa	x	x																		
	Ajuste de llenado Por problemas de válvulas																				
	Ajuste de llenado por cerveza caliente																				
	Cambio de tubos	x	x	x																	
	Cambio de Portatulipas	x																			
	Rotura seguidor de leva del órgano elevador																				
	falla por platillo centrador "órgano elevador"																				
	falla cilindro neumático del abridor de válvulas																				
Tapado	Trancon por tapa en el Canal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
	Trancon por Tapa en el Molino	x	x	x	x	x															
	Trancon por mala calidad Tapa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
	Daño sensor de tapas																				
	Rotura correa molino tapa																				
Manejo de Botella	Daño sensor entrada de botellas																				
	Daño o bloque de estrella entrada																				
	Desincronizacion estrella de entrada	x	x																		
	Desincronizacion sin fin de entrada																				
	Botella caída transportador unifilar	x	x	x	x	x	x	x	x	x											
	Acumulación de botellas salida maquina	x	x	x																	
	Rotura botellas Salida carrusel.																				
	Parada por guía de entrada tapadora																				
Transmisión	falla pistón neumático abridor estrella sinfin																				
	Rotura correa 1200																				
	Rotura correa 800																				
	Rotura correa 1440																				
	Rotura de tortillería de acople tyreflex																				
	Falla motor principal																				
accesorios	falla por motor de la bomba de vacío																				
	Falla bomba de cerveza																				
	falla por bomba hde																				
	falla por la bomba de vacío																				
Elaboró: Erik Gómez Beltrán										Revisó: Carlos Mora Asset Managment Specialist											

CAUSAS		FRECUENCIA	%	ACUMULADO %
1	Explosión de Botellas	357	35,2%	35,2%
2	Trancon por tapa en el Canal	207	20,4%	55,6%
3	Trancon por mala calidad Tapa	182	17,9%	73,6%
4	Botella caída transportador unifilar	103	10,2%	83,7%
5	Cambio de tulipa	73	7,2%	90,9%
6	Trancon por Tapa en el Molino	26	2,6%	93,5%
7	Mal llenado por problemas de válvulas	23	2,3%	95,8%
8	Desincronizacion sin fin de entrada	11	1,1%	96,8%
9	Falla detector de tubos	8	0,8%	97,6%
10	Cambio de tubos	6	0,6%	98,2%
11	Daño o bloqueo de estrella entrada	5	0,5%	98,7%
12	Cambio de Portatulipas	5	0,5%	99,2%
13	Acumulación de botellas salida maquina	5	0,5%	99,7%
14	Rotura botellas Salida carrusel.	3	0,3%	100,0%
15	Rotura seguidor de leva del órgano elevador	0	0,0%	100,0%
16	Rotura de tortillería de acople tyreflex	0	0,0%	100,0%
17	Rotura correa molino tapa	0	0,0%	100,0%
18	Rotura correa 800	0	0,0%	100,0%
19	Rotura correa 1440	0	0,0%	100,0%
20	Rotura correa 1200	0	0,0%	100,0%
21	Problemas de llenado por cerveza caliente	0	0,0%	100,0%
22	Parada por guía de entrada tapadora	0	0,0%	100,0%
23	falla por platillo centrador "órgano elevador"	0	0,0%	100,0%
24	falla por motor de la bomba de vacío	0	0,0%	100,0%
25	falla por la bomba de vacío	0	0,0%	100,0%
26	falla por bomba hde	0	0,0%	100,0%
27	falla pistón neumático abridor estrella sin fin	0	0,0%	100,0%
28	Falla motor principal	0	0,0%	100,0%
29	Falla bomba de cerveza	0	0,0%	100,0%
30	Desincronizacion estrella de entrada	0	0,0%	100,0%
31	Daño sensor entrada de botellas	0	0,0%	100,0%
32	Daño sensor de tapas	0	0,0%	100,0%
33	falla cilindro neumático del abridor de válvulas	0	0,0%	100,0%
TOTAL		1014	100,0%	

Cuadro 9. Tomado de [Autor] “Resultado de la implementación del formato caza fallas por una semana”

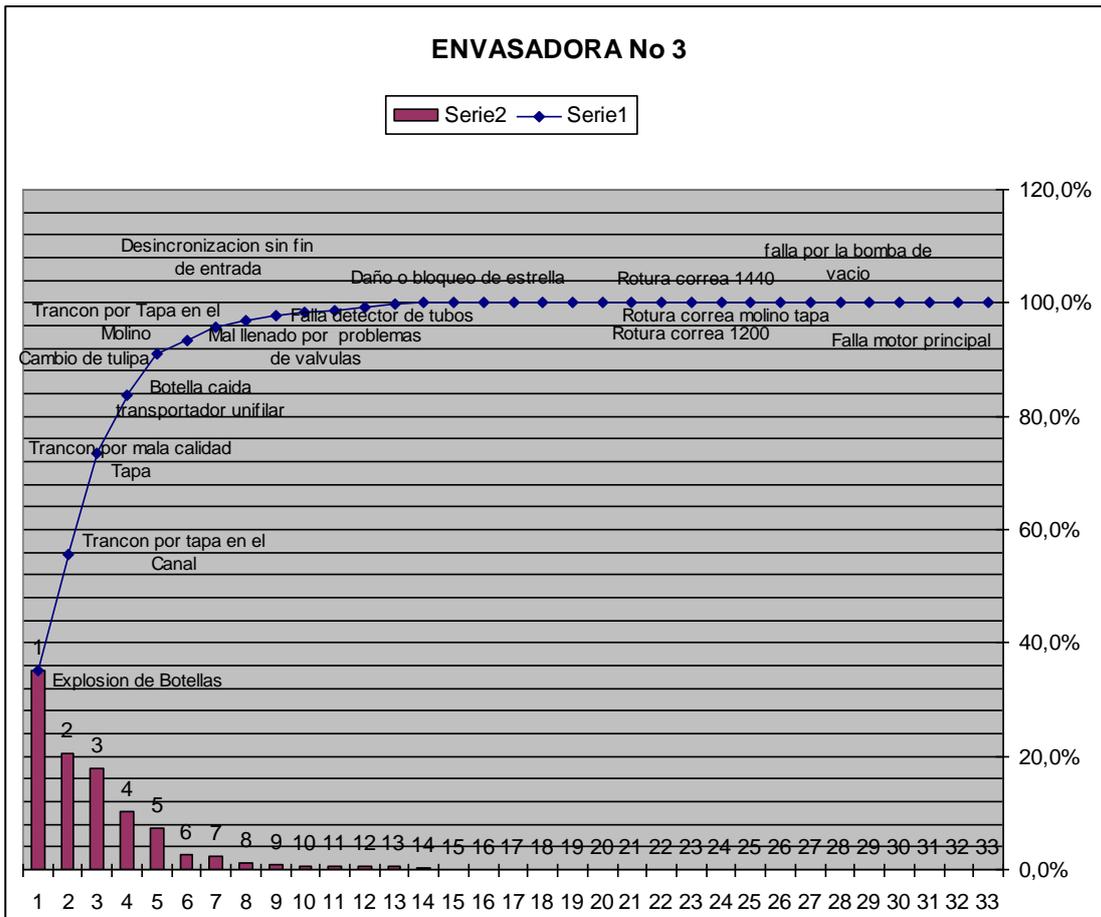


Figura 59. Tomado de [Autor] “Pareto del protocolo caza fallas”

5.4.1 Registro de Mejora

Se realizo una reunión de pre-mantenimiento para analizar los datos obtenidos con el protocolo caza fallas, en la cual se encontraron oportunidades de mejora en el sistema de tapado, estas fueron planeadas y seguidamente se programaron mediante órdenes de trabajo para ejecutarse durante el mantenimiento semanal que se programa todos los fines de semana.

5.4.2 Registro Fotográfico de la reparación

Este trabajo consistió en tomar un sistema de tapado (en buen estado) que fue recuperado de una envasadora dada de baja en la cervecería del valle y acondicionarlo para reemplazar el sistema de tapado que se encontraba en mal estado. (Ver Fig. 40 - 43)



Imagen 60. Tomada de [autor] "Reparación tapadora"



Imagen 61. Tomada de [autor] "Tapadora"



Imagen 62. Tomado de [autor] "Tambor de la tapadora listo para ser Montado"



Imagen 63 Tomado de [autor] "sistema de transmisión de potencia del motoreductor"

5.5 MEJORAS POTENCIALES

Observando una notoria reducción de los problemas por paros menores en la producción, se decidió continuar paulatinamente, pero de una manera constante con la reducción de problemas crónicos de la máquina, de esta manera utilizando el protocolo caza fallas se fue determinando cual de los problemas crónicos se atacaba en cada ventana de mantenimiento semanal.

5.5.1 Registro de mejora 1

Nombre del equipo: Envasadora 3 y 4

Definición del problema: desgaste continuo de ejes y bujes en reductores principales.

Solución puesta en practica: Una vez analizados los planos de maquina, se reconstruyen los reductores principales conforme estándar de fabricación.

(Ver imagen 64 – 65)

ANTES

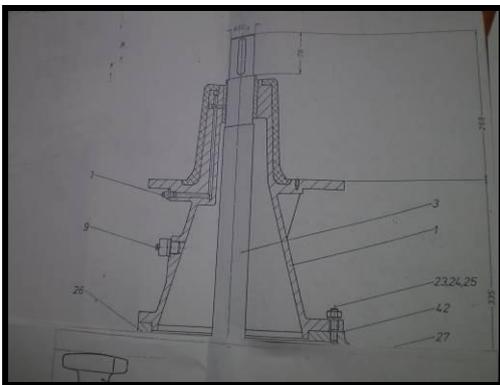


Imagen 64 plano del buje
Tomado de [Autor].

DESPUES



Imagen 65 buje reductor principal.
Tomado de [Autor].

Beneficios ó resultados: Se mantiene el estándar del elemento, se reduce el cambio de estos bujes debido a la falta de lubricación, se facilita el cambio de los mismos ya que no se requiere desmontar elementos adicionales (retenedores, caperuzas)

5.5.2 Registro de mejora 2

Nombre del equipo: Envasadora 3 y 4

Definición del problema: Desgaste continuo de ejes y bujes en reductores principales.

Solución puesta en práctica: Reconstrucción los reductores principales conforme estándar de fabricación. Instalación de recubrimiento cerámico para evitar filtración de agua. (Ver imagen 66 – 67)

ANTES



*Imagen 66 conjunto eje y buje del reductor
Tomado de [Autor]*

DESPUES



*Imagen 67 buje reductor principal con
recubrimiento cerámico. [Autor]*

Beneficios ó resultados: Se previene la contaminación con agua del lubricante, alargando la vida útil de los elementos y del lubricante mismo.

5.5.3 Registro de mejora 3

Nombre del equipo: Envasadora 3 y 4

Definición del problema: Exceso de tiempo empleado para realizar la lubricación, pérdidas de lubricante por rotura de tubería de cobre.

Solución puesta en práctica: Automatización del proceso de lubricación.

Beneficios: Disminución de tareas de lubricación en 20 puntos de las maquinas y control de la cantidad de lubricante en los mismos.

(Ver Imágenes 68 - 70)

ANTES



Imagen 68 puntos de lubricación Tomado de [Autor].

DESPUES



Imagen 69 punto de lubricación Automatizado. Tomado de [Autor].

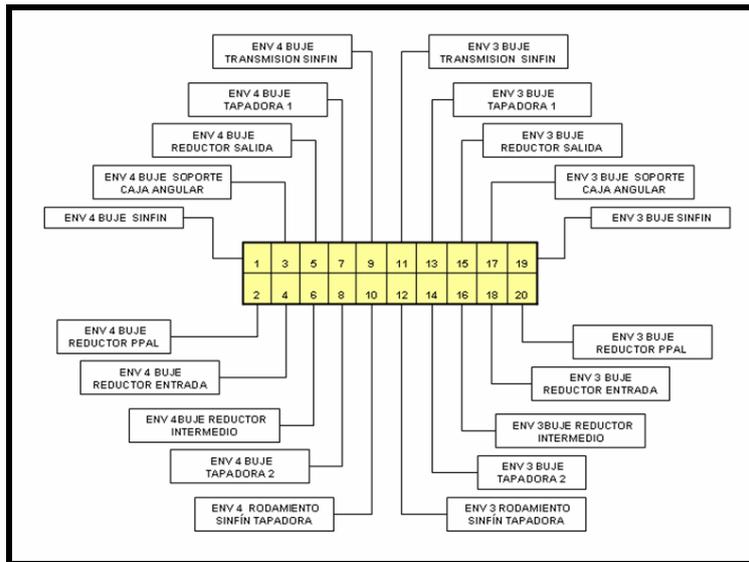


Imagen 70 Tomado de [Autor]. “distribución de lubricación mediante la automatización”.

5.5.4 Registro de mejora 4

Definición del problema: demora en montaje de piezas para cambio de formato. Se realizan 42 operaciones tomando un tiempo de 166 min.

Solución puesta en práctica: rediseño de las estrellas. (Ver imagen 71 – 72)

ANTES



Imagen 71. “Estrella de entrada” Tomado del [Autor]

DESPUES



Imagen 72. “Estrella de entrada rediseñada” Tomado del [Autor]

Beneficios ó resultados: disminución de tiempo de montaje y operaciones para cambio de formato a 120 minutos, además se permite realizar un ajuste fácil.

5.6 Medición del OEE (Eficiencia Global de Fábrica)

Para el mes de septiembre se alcanzo una OEE (eficiencia global de fábrica) de **74,82%** alcanzando la meta propuesta que era del **75%** la cual estaba en un 68% al iniciar el proyecto en el mes de abril. Considerando que la línea de envase tiene un estimado de \$ 20.000.000 pesos la hora. Un aumento en la confiabilidad y la disponibilidad de la maquinaria automáticamente se ve reflejado. (Ver cuadro 10)

		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIE	OCTUB
T2	OEE	68,63%	73,07%	78,11%	78,99%	77,65%	74,82%	76,14%
	Disponibilidad	77,37%	79,15%	82,50%	83,47%	80,81%	80,64%	81,62%
	Desempeño	89,12%	92,66%	95,06%	94,96%	96,47%	93,18%	93,66%
	Calidad	99,53%	99,62%	99,61%	99,66%	99,61%	99,57%	99,60%

Cuadro 10. Tomada de [Autor] "Datos medición OEE

Por medio del aumento de la eficiencia global de las maquinarias, se logro alcanzar el benchmarking de eficiencias para el salón de embotellado tomando como referencia la cervecería **La Constancia (El Salvador)**. Que cuenta con un promedio de 75% de OEE

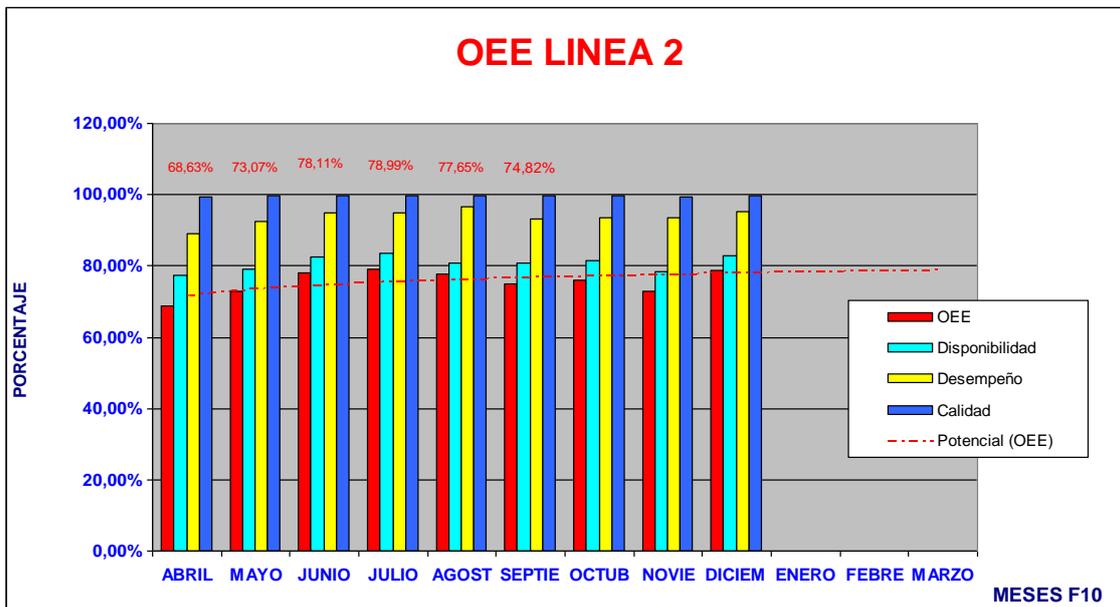


Figura 73. Tomada de [Autor] “Medición OEE L2”

5.7 CONCLUSION DEL CAPITULO 5

Al comenzar este proyecto se planteó la posibilidad de aumentar la confiabilidad de la maquinaria, pero una vez se empezó a ejecutar se evidenció que en Bavaria SA. No se estaba midiendo este indicador y por lo tanto se decidió, que la forma más adecuada con la que se podían medir las mejoras obtenidas con la implementación del MCN en la maquina envasadora era observando y midiendo los cambios en la **Eficiencia Global de Fabrica OEE**. Este cambio se fundamentó por el razonamiento de que: *“A menos de que algo sea medido, será imposible controlarlo o mejorarlo”*.

Con respecto al aumento de la eficiencia de la maquina envasadora, se concluye que la decisión de restaurar la maquina fue muy acertada, además cabe resaltar que uno de los aspectos mas relevantes que condujo a alcanzar esta meta, fue de la utilización del análisis caza falla, el cual fue de gran ayuda para encontrar daños crónicos en la maquina y así restaurar ó cambiar las partes de la maquina que ocasionaban paros cortos y recurrentes durante la producción, trayendo consigo perdidas de dinero así como bajas calificaciones en los indicadores clave de desempeño, como por ejemplo la eficiencia y disponibilidad de la máquina.

RESULTADOS OBTENIDOS

- Se diseñó el plan de mantenimiento centrado en el negocio para la línea 2 del salón de embotellado al cual pertenece la envasadora H&K DELTA WF77/20 de acuerdo a los lineamientos y requerimientos de la empresa Bavaria S.A. (ver lineamientos Pág. 16)
- Se capacitó en la implementación del plan de mantenimiento centrado en el negocio, al personal seleccionado por la empresa. Para dar cumplimiento a esto, se realizaron dos sensibilizaciones y dos capacitaciones. Además de esto cada capacitación fue evaluada por medio de auditorías individuales. Una vez calificadas las auditorías, se trabajó reforzando los conocimientos en el personal que presentó falencias.
- Se redujo el costo de mantenimiento de la máquina envasadora en un 4.08% pasando de \$130 pesos/Hectolitro a 117.5 pesos/Hectolitro, logrando un ahorro de \$25.000.000 pesos.
- Se logró un aumento en la eficiencia global de fábrica de un 68% del mes de abril a un 74.86% en el mes de septiembre alcanzando la meta propuesta, además de esto para el mes de octubre se alcanzó 76.14% logrando superar el benchmarking, que estaba en 75%.

- Se adecuó el taller de mantenimiento de acuerdo a los estándares de 5S, logrando con esto una reducción en los tiempos de mantenimiento. Teniendo como beneficio, que una vez optimizados los tiempos de mantenimiento, aumente la disponibilidad de la máquina y por ende la eficiencia global de fabrica OEE.

RECOMENDACIONES

- Implementar el plan de mantenimiento centrado en el negocio a todos los equipos de la línea de producción de la empresa.
- Garantizar la continuidad de la implementación así como el seguimiento de la misma, de acuerdo a las listas de verificación y al sistema de calificación diseñados.
- Actualizar el plan de implementación de acuerdo a los avances tecnológicos, innovación de maquinaria y nuevos requerimientos.
- Capacitar al personal de acuerdo a los avances tecnológicos requerimientos del sistema y del mercado.
- Lograr comprometer al personal e inculcarles sentido de pertenencia acerca de las nuevas políticas de la empresa y de los nuevos requerimientos de la manufactura de clase mundial.
- garantizar una sostenibilidad en las mejoras logradas así como en la reducción de costos de mantenimiento, como en el aumento de la eficiencia.

BIBLIOGRAFIA

[1] H&K (Holstein und Kappert). Manual de fabricante envasadora de botellas.

Tipo de maquina: Delta WF 77/20 kk.

[2] Manual TRACC. Implementación mantenimiento centrado en el negocio, Manufactura de clase mundial, **CCI Ltd.** (Competitive Capabilities internacional).

[3] Asset Management. Bavaria SA. Sistema de gestión integral. SGI Archivos internos Biblioteca virtual, Intranet Bucarctrl1.

[4] John Mitchell Mourbray IV. Edición español. Mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM II, publicado Aladen LLC.

[5] BUITRAGO Jorge Alberto q.e.p.d. MARIN Montenegro Javier, PINEDA Alejandra, RODRIGUEZ Amanda. Fundamentos de embotellado: Cervecería de Bucaramanga, mayo 2008.

