

**DISEÑO DE UN MODELO DE DESARROLLO DE UN CENTRO DE
ENTRENAMIENTO PARA OPERARIOS Y MANTENEDORES, ALINEADO CON
LAS POLÍTICAS DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA EN LA
CERVECERÍA DE BUCARAMANGA BAVARIA S.A.**

ANDRÉS FELIPE RAMÓN CÁRDENAS RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2015

**DISEÑO DE UN MODELO DE DESARROLLO DE UN CENTRO DE
ENTRENAMIENTO PARA OPERARIOS Y MANTENEDORES, ALINEADO CON
LAS POLÍTICAS DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA EN LA
CERVECERÍA DE BUCARAMANGA BAVARIA S.A.**

ANDRÉS FELIPE RAMÓN CÁRDENAS RODRÍGUEZ

**Trabajo de grado como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Directora

**DIANA PATRICIA BARRENECHE SARMIENTO
MBA Administración de Empresas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2015

Este trabajo está dedicado a mi familia quienes con tanta paciencia, estuvieron a mi lado hasta alcanzar esta importante meta; ser Ingeniero Industrial de la UIS. Toda la vida estaré agradecido por todo el apoyo y los acertados consejos que supieron darme cuando más los necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por permitirme tener la oportunidad de formarme como profesional y haberme acompañado durante este tiempo como estudiante universitario.

A mi hermano Iván, por compartirme sus experiencias en la universidad.

A mi siempre atenta e interesada directora de proyecto; Diana Barreneche.

Al Ingeniero Carlos Augusto Gómez Novoa, por ser mi guía de práctica en Bavaria.

Al personal de Gestión de Activos de la planta.

A todas las personas que me apoyaron durante el desarrollo de mi proyecto.

¡Muchas gracias!

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1. JUSTIFICACIÓN.....	17
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
2.1.1 Objetivos Específicos.....	18
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	20
3.1 HISTORIA	20
3.2 DIRECTRICES Y ORGANIZACIÓN.....	21
3.2.1 Visión.	22
3.2.2 Misión.	22
3.2.3 Política del Sistema de Gestión Integral.	22
3.2.4 Valores	23
3.3 ESTRUCTURA DE PROCESOS	25
4. MARCO TEÓRICO	28

4.1	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM.....	28
4.2	HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	35
4.2.1	Diagramas de afinidad.	35
4.2.2	Diagramas de Causa y Efecto.....	37
5.	DIAGNÓSTICO INICIAL	40
5.1	SISTEMA DE CAPACITACIÓN DE LA COMPAÑÍA	40
5.2	DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	43
5.2.1	Análisis estadístico de fallos.	44
5.2.2	Análisis de causas de las fallas.....	50
6.	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA.....	53
6.1	DISEÑO DEL ÁREA DE TRABAJO	53
6.2	EJECUCIÓN DE CAPACITACIONES.....	66
6.3	PRACTICAS DE LABORATORIO	71
6.4	INTEGRACIÓN CON EL SISTEMA DE CAPACITACIONES DE LA COMPAÑÍA	72
6.5	INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	72
6.6	OTRAS PROPUESTAS DE MEJORA	74

6.6.1	Mejoramiento del formato para notificación de avisos.	74
6.6.2	Política de mantenimiento autónomo.	75
7.	CONCLUSIONES.....	76
8.	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA.....	80

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Historia de Bavaria.....	20
Tabla 2. Descripción de procesos.....	26
Tabla 3. Grupos Planificadores.....	45
Tabla 4. Avisos por grupo planificador y tipo de aviso.....	46
Tabla 6. Avisos por tipo	47
Tabla 5. Número de avisos por mes	48
Tabla 7. Grupos Planificadores.....	48
Tabla 8. Maquinas con mayor número de fallos – (Abril – Octubre 2014)	49
Tabla 9. Capacitaciones dictadas	66
Tabla 10. Descripción general de las prácticas diseñadas	71
Tabla 12. Indicadores de gestión de mantenimiento	73
Tabla 11. Caracterización de la mejora.....	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Interacción de los procesos	25
Figura 2. Organigrama de la empresa	27
Figura 3. Tipos de pérdida en equipos de producción.....	29
Figura 4. Pilares del TPM	33
Figura 5. Numero de avisos totales por mes – Año 2014.....	45
Figura 6. Numero de avisos por mes y tipo.....	47
Figura 7. Diagrama de Pareto para las máquinas asociadas a los avisos.....	52
Figura 8. Área de estudio.....	53
Figura 9. Área de trabajo práctico	54
Figura 10. Diseño del área.....	55
Figura 11. Estado inicial del Centro de Entrenamiento.....	56
Figura 12. Tambor de pinzas	57
Figura 13. Válvulas de llenado.....	58
Figura 14. Banco de lubricación.....	58
Figura 15. Mesa de análisis de fallos	59
Figura 16. Tablero de transmisión.....	60
Figura 17. Tablero de rodamientos	60
Figura 18. Agregado de las etiquetadoras	61
Figura 19. Modulo para el entrenamiento en alineación láser de motores.....	61
Figura 20. Directorio	62
Figura 21. Biblioteca	62
Figura 22. Tablero BEC	63
Figura 23. Transportadores.....	64
Figura 24. Tablero para análisis de causas.....	64
Figura 25. Banco de sistematización	65
Figura 26. Proyector	65
Figura 27. Capacitación en mantenimiento del tambor de pinzas	67

Figura 28. Capacitación en alineación láser de motores	67
Figura 29. Capacitación en alineación láser de motores II	68
Figura 30. Capacitación básica de etiquetadoras.....	68
Figura 31. Capacitación acerca de la forma correcta para la elaboración de avisos	69
Figura 32. Capacitación BEC (Bloqueo, etiquetado y candadeo)	69
Figura 33. Análisis de falla del brazo-eje de la lavadora de la Línea 1	70
Figura 34. Misión y visión del centro de entrenamiento.....	75

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DE UN MODELO DE DESARROLLO DE UN CENTRO DE ENTRENAMIENTO PARA OPERARIOS Y MANTENEDORES, ALINEADO CON LAS POLÍTICAS DEL SISTEMA DE CAPACITACIÓN TÉCNICA EN LA CERVECERÍA DE BUCARAMANGA BAVARIA S.A.*

AUTOR: ANDRÉS FELIPE RAMÓN CÁRDENAS RODRÍGUEZ**

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, Operario, Entrenamiento y Capacitación, Mejoramiento, Laboratorio, Prácticas.

DESCRIPCIÓN:

El diseño de un modelo de desarrollo de un centro de entrenamiento para operarios y mantenedores se planteó como una alternativa paralela al sistema de capacitaciones actual de la compañía que sirviera para cubrir la necesidad de fortalecer las habilidades y destrezas de aquellas personas involucradas en el funcionamiento y mantenimiento de las máquinas de la planta.

El proyecto se desarrolló basado en un análisis de fallos de las máquinas, el cual sirvió para caracterizar la situación inicial de la planta de producción en cuanto a las averías y tiempo perdido por paradas de planta. Esto sirvió para establecer los puntos críticos de fallo de las máquinas y de esta manera saber cuál era el enfoque que se iba a dar al diseño del Centro de Entrenamiento, así como los recursos y herramientas de aprendizaje que se habrían de gestionar. Se hizo la recolección y adecuación de los componentes con los cuales se tenía planificado acondicionar el Centro de Entrenamiento y se instalaron en el mismo. Se llevó a cabo el diseño y documentación de las prácticas de laboratorio para realizar la capacitación del personal involucrado con el mantenimiento de las máquinas y equipos, así como la creación de los indicadores para medir el desempeño del proceso.

Como resultado global se pudo dotar de los elementos necesarios para el funcionamiento del Centro de Entrenamiento y que este pueda ser aprovechado por la Gerencia de Manufactura para la capacitación y formación de sus operarios y mantenedores.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Diana Patricia Barreneche Sarmiento, MBA

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF A MODEL OF DEVELOPMENT OF A TRAINING CENTER TO OPERATORS AND MAINTAINERS, LINED WITH POLITICAL OF THE TRAINING TECHNICAL SYSTEM IN BAVARIA BREWERY BUCARAMANGA S.A*

AUTHOR: ANDRÉS FELIPE RAMÓN CÁRDENAS RODRÍGUEZ**

KEY WORDS: Maintenance, Operator, Training, Laboratory, Improvement.

DESCRIPTION:

The design of a model of development of a training center for operators and maintainers raised as a parallel alternative to the current system of training of the company that serve to meet the need to strengthen the skills of those involved in the operation and maintenance of the machine of the plant.

The project was developed based on an analysis of machine failures, which served to characterize the initial situation of the production plant in terms of time lost due to breakdowns and shutdowns. This information served to establish the critical points of failure of the machines and thus know what the approach would give the design of the Training Center, as well as the resources and learning tools that should be acquired. It was made the collection and adequation of components with which was planned to put the Training Center. It was carried out the design and documentation of the labs to training the personnel involved with the maintenance of machines and equipment as well as the creation of indicators to measure process performance.

As an overall result, it was able to provide the necessary elements for the operation of the training center and that this can be used to train the operators and maintainers.

* Degree Work

** Faculty of Engineerings Phisique Mechanics, School of Industrial and Managerial Studies, Director: Diana Patricia Barreneche, MBA.

INTRODUCCIÓN

La confiabilidad total de las máquinas y equipos en cualquier sistema de producción, representa un punto crucial para la eficiente operación y cumplimiento de metas. Bajo esta premisa, contar con mecanismos y herramientas para el constante monitoreo y control en la falla de los equipos, supone una ventaja que hará más fluido el trabajo y permitirá el ahorro en costos por la no ocurrencia de paradas de planta no planificadas.

Este trabajo busca describir la forma en que se logró hacer el montaje del centro de entrenamiento práctico para operarios y mantenedores, desde el análisis de fallas de las máquinas, hasta el diseño de las prácticas de laboratorio. El proyecto está diseñado para poder ser implementado en cualquier planta de producción, debido a que la gestión de mantenimiento es un tópico obligatorio y necesario en cualquier proceso productivo.

En la CERVECERÍA DE BUCARAMANGA BAVARIA S.A., no se contaba con un centro de entrenamiento en el cual se capacite constantemente a los operarios y mantenedores para que adquieran nuevas habilidades y conocimientos que permitan adelantarse a la ocurrencia de averías de las máquinas, mediante el análisis previo de funcionamiento, que conduzca a la activación de planes operativos ante disparadores de riesgo de falla.

Como primera medida, se hizo una revisión del sistema de capacitaciones de la compañía, con el fin de conocer sus características y modo de funcionamiento. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis estadístico de fallas de la maquinaria usada en el proceso de producción, estableciendo cuál de ellas presentaron mayor número de avisos, y su afectación en el tiempo de parada de planta. Adicionalmente se hizo una revisión de las causas que podrían estar influyendo en la ocurrencia de

los fallos, estableciendo la necesidad de adoptar un enfoque preventivo en lo que respecta al mantenimiento de las máquinas.

Gracias a las conclusiones obtenidas luego de realizar el análisis de fallos y las causas asociadas a estos, se procedió a definir los temas para los cuales era más importante diseñar herramientas de aprendizaje, realizar capacitaciones o sesiones de práctica que contribuyeran a fortalecer los conocimientos de operarios y mantenedores. Por otra parte se muestran los componentes con los cuales se dotó el centro de entrenamiento y que actualmente se encuentra en funcionamiento en la planta.

El proyecto de grado sirvió para afianzar los conocimientos obtenidos por el autor durante la carrera universitaria y que permitieron diseñar e implementar un plan de mejoramiento para el área técnica de la empresa, en lo relacionado con la Gestión de Activos.

1. JUSTIFICACIÓN

La importancia del proyecto de grado radica en que mediante su implementación será posible definir los puntos críticos del proceso de mantenimiento de la maquinaria y equipos de la planta de producción de Bavaria SabMiller – Bucaramanga, buscando de esta manera definir el curso de acción necesario para que los operarios mantenedores aseguren la realización de un trabajo de excelente calidad y encaminado a reducir el número de paradas de producción debido a fallos en las máquinas.

Dada la importancia que representa para la compañía, el contar con las máquinas en el mejor estado de funcionamiento posible, para el proyecto se plantea la aplicación de las buenas prácticas referenciadas en la herramienta de calidad TPM o Mantenimiento Productivo Total, enfocada en la reducción de averías y defectos de producción por fallos en los equipos.

La utilización de herramientas de análisis de datos y procesos tales como el diagrama causa - efecto, muestreo estadístico, diagrama de Pareto, análisis de relación de problemas entre otras, se plantea como una alternativa útil, dado que mediante su aplicación se logrará determinar las fallas que se encuentran afectando del correcto desempeño del proceso de mantenimiento, y partiendo de esta base, se podrán diseñar los planes de mejoramiento necesarios para mejorar la eficacia del proceso y ajustarlo a los estándares establecidos en la compañía.

Las razones anteriormente expuestas, dan soporte a la realización del presente proyecto, permitiendo obtener como resultado final, operarios mantenedores capacitados en la prevención de averías y enfocados en la aplicación de las buenas prácticas para el mantenimiento preventivo de los equipos de producción, lo cual contribuirá en el cumplimiento de las metas organizacionales y la satisfacción del cliente interno de la empresa.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de centro de entrenamiento técnico para operarios y mantenedores de la Cervecería Bavaria S.A. de Bucaramanga, en el cual se centralicen las prácticas para la mejora de las competencias del personal.

2.1.1 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del actual sistema de capacitaciones de la compañía con la finalidad de conocer su estructura y forma en como el centro de entrenamiento estará asociado a este.
- Realizar un análisis histórico de fallas de las máquinas, buscando establecer cuáles de ellas afectan en mayor proporción al proceso productivo, y de esta manera diseñar un plan de trabajo en el centro de entrenamiento para capacitar a los operarios y mantenedores.
- Diseñar una propuesta para integrar el Centro de Entrenamiento para Operarios y Mantenedores con el actual Sistema de Capacitaciones; esto orientado a la centralización de la formación de los empleados encargados del mantenimiento junto a las demás áreas de la compañía.
- Diseñar los módulos para el entrenamiento teórico – práctico de los operarios y mantenedores con el fin de que mejoren sus destrezas y conocimientos de cara a la realización del mantenimiento a las máquinas de la planta.

- Diseñar indicadores de gestión para la medición del desempeño del proceso.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Actualmente la operación de Bavaria en Colombia incluye las Cervecerías: Unión (Medellín), Barranquilla, Bucaramanga, Tocancipá, Boyacá y Valle, las Malterías Tropical y Tibitó, las cuales manufacturan, distribuyen y venden cerveza, Bebida de Malta y cebada malteada.

Bavaria es la mayor compañía de bebidas en Colombia. La operación más grande de SABMiller en Latinoamérica y uno de los contribuyentes más importantes a las utilidades de ese grupo cervecero en el mundo. SABMiller es la segunda cervecera mundial en volumen, con operaciones en cinco continentes y una producción que supera los 260 millones de hectolitros, con más de 170 marcas.

3.1 HISTORIA

Tabla 1. Historia de Bavaria

AÑO	HITO
1889	Se fundó la Sociedad Kopp's Deutsche Brauerei Bavaria el 4 de abril de 1889.
1902	Se fundó Cervecería Unión en Medellín.
1910	Se lanzó al mercado colombiano la cerveza La Pola.
1913	Se fundó la Cervecería Barranquilla.
1913	Se lanzó la cerveza Águila.
1930	Nace Consorcio de Cervecerías Bavaria producto de la fusión de Kopps Deutsche Brauerei y otras cerveceras regionales.
1933	Nació la Cervecería Barranquilla y Bolívar S.A.
1959	El Consorcio de Cervecerías Bavaria cambió su nombre a Bavaria S.A.
1967	Las cervecerías Bolívar y Barranquilla se fusionaron para formar la Cervecería Águila S.A.
1967	Las cervecerías Águila y Bavaria se fusionan.
1972	Bavaria adquirió Cervecería Unión de Medellín.

AÑO	HITO
1973	Se inauguró Cervecería Bavaria en Bogotá.
1975	Bavaria adquirió la planta de Cervecería Litoral, ubicada en Barranquilla.
1992	Se inauguró Maltería Tropical en Cartagena.
1994	Se comenzó a producir agua de mesa y refrescos de fruta.
1996	Se constituyó el Grupo Empresarial Bavaria
1997	Primera escisión de Valores Bavaria, que independizó a Bavaria S.A. para su enfoque exclusivo en el sector de bebidas; se consolidó en 2001.
2000	Bavaria adquirió el 44.2% de la Cervecería Leona en Colombia.
2001	Bavaria adquiere el 91.5% de Cervecería Nacional en Panamá.
2001	Bavaria reestructuró su plataforma productiva.
2002	Bavaria invirtió en la Corporación Backus de Perú y adquirió la mayoría de las acciones con derecho a voto. La Cervecería Nacional pasó a ser parte del Grupo Empresarial Bavaria.
2004	El Grupo Empresarial Bavaria se constituye en el décimo grupo cervecero del mundo.
2005	Desde octubre de este año Bavaria forma parte de SABMiller.
2006	Bavaria importa Peroni desde Italia
2008	Inicia producción en Cervecería del Valle
2010	Bavaria importa Miller desde Estados Unidos

3.2 DIRECTRICES Y ORGANIZACIÓN

Bavaria ha definido un Plan Estratégico que abarca todas las empresas que lo integran, el cual da las orientaciones para el Sistema de Gestión Integral.

El Plan Estratégico es realizado con base en un ejercicio práctico sobre quiénes somos, el contexto en que nos encontramos, nuestros clientes, indicadores y requerimientos de calidad. Este Plan Estratégico es dado a conocer a todos los colaboradores y es la base para el establecimiento de las metas corporativas, de la presidencia, vicepresidencias, direcciones y gerencias; de acuerdo de los lineamientos de PM (Performance Management).

El plan estratégico se construye con un horizonte de 3 años (Three Year Plan) y se revisa anualmente por la alta dirección de la empresa.

3.2.1 Visión. “Ser la compañía más admirada en Colombia y un gran contribuyente a la reputación global de SABMiller:

- *Por la efectividad de nuestro mercado*
- *Por la calidad de nuestros productos*
- *Como la mejor fuente de empleo*
- *Como el mejor socio*
- *Por nuestra responsabilidad social”*

3.2.2 Misión. “Crecer rentablemente en el mercado a un consumo per cápita anual de 50 litros, asegurando el liderazgo de nuestro portafolio de marcas nacionales e internacionales en cada una de las categorías de bebidas y en todos los segmentos del mercado”.

3.2.3 Política del Sistema de Gestión Integral. “Somos una compañía orientada hacia las marcas y el mercado. Estamos comprometidos con los consumidores a ofrecerles productos y servicios de alta calidad y seguridad alimentaria, en consecuencia hemos adoptado una filosofía de aseguramiento de calidad, administración de riesgos de inocuidad y mejora continua en nuestros procesos, implementando las practicas fundamentales y pilares de Manufactura de Clase Mundial.

Como miembro responsable de la comunidad, tenemos la obligación de administrar los impactos ambientales y sociales de nuestras actividades, productos y servicios al tiempo que buscamos los objetivos de nuestro negocio. Estamos comprometidos con el desarrollo sostenible y la prevención de la contaminación, operando en un ambiente favorable que beneficie a las generaciones presentes y futuras.

Tenemos la obligación moral de proteger a todos nuestros empleados, contratistas, visitantes, y comunidades vecinas de lesiones y enfermedades, minimizando los riesgos existentes en todas las operaciones asociadas a nuestro negocio, que puedan afectar la salud y la seguridad. En consecuencia, son sólo aceptables los más altos estándares de Seguridad y Salud Ocupacional.

Se mantiene un programa de administración de riesgos a través del negocio, para asegurar que los riesgos se identifiquen, evalúen, monitoreen y controlen donde sea posible. Este programa asegurará que se desarrollen planes de acción adecuados para su tratamiento.

Nos esforzamos por brindar oportunidades de desarrollo a todos nuestros empleados, proveedores y contratistas para que sea una realidad la vivencia de los valores corporativos.

Somos una empresa comprometida con la implementación de las medidas de seguridad y protección en todas las operaciones de la cadena logística, para el desarrollo de un comercio nacional e internacional en condiciones seguras, evitando actividades ilícitas que afecten nuestro recurso humano, infraestructura y la imagen de la compañía, apoyando la continuidad del negocio.

En Bavaria y sus compañías, Maltería tropical, Impresora del sur, Cervecería Unión y Cervecería del Valle estamos comprometidos con el cumplimiento de la legislación, regulaciones y otros requisitos reglamentarios aplicables a nuestro negocio, con la implementación de estándares internacionales (ISO 9001, ISO 14001; OHSAS 18001, ISO 22000, BPM, HACCP, BASC y PBIP).

3.2.4 Valores

“Nuestra gente es nuestra ventaja más duradera.

- *El calibre y compromiso de nuestra gente nos distingue de los demás.*
- *Apreciamos y fomentamos la diversidad.*

- *Seleccionamos y desarrollamos a nuestro personal para el logro de metas a largo plazo.*
- *Lo que cuenta para nosotros es el desempeño.*

La responsabilidad es clara e individual.

- *Apoyamos la gerencia descentralizada con un máximo práctico de autonomía local.*
- *Las metas y los objetivos están alineados y claramente articulados.*
- *Valoramos tanto el rigor intelectual como el compromiso emocional.*
- *Decimos la verdad sobre nuestro desempeño.*
- *Exigimos y permitimos la autogestión.*

Trabajamos y ganamos en equipo.

- *Desarrollamos y compartimos activamente el conocimiento dentro de grupo.*
- *Equilibramos conscientemente los intereses locales y los del grupo.*
- *Fomentamos la confianza y la integridad en las relaciones internas.*
- *Promovemos la camaradería y la diversión.*

Comprendemos y respetamos a nuestros clientes y consumidores.

- *Nos preocupamos siempre de conocer las necesidades y percepciones de nuestros clientes y consumidores.*
- *Construimos relaciones duraderas basadas en la confianza.*
- *Aspiramos a ofrecer las mejores opciones de productos y servicios.*
- *Somos innovadores y pioneros en un mundo en constante cambio.*

Nuestra reputación es indivisible.

- *Nuestra reputación se basa en lo que hace y dice cada uno de nuestros empleados.*
- *Construimos nuestra reputación para un futuro a largo plazo.*
- *Somos justos y éticos en todos nuestros negocios.*
- *Beneficiamos a las comunidades locales donde operamos”.*

3.3 ESTRUCTURA DE PROCESOS

Figura 1. Interacción de los procesos

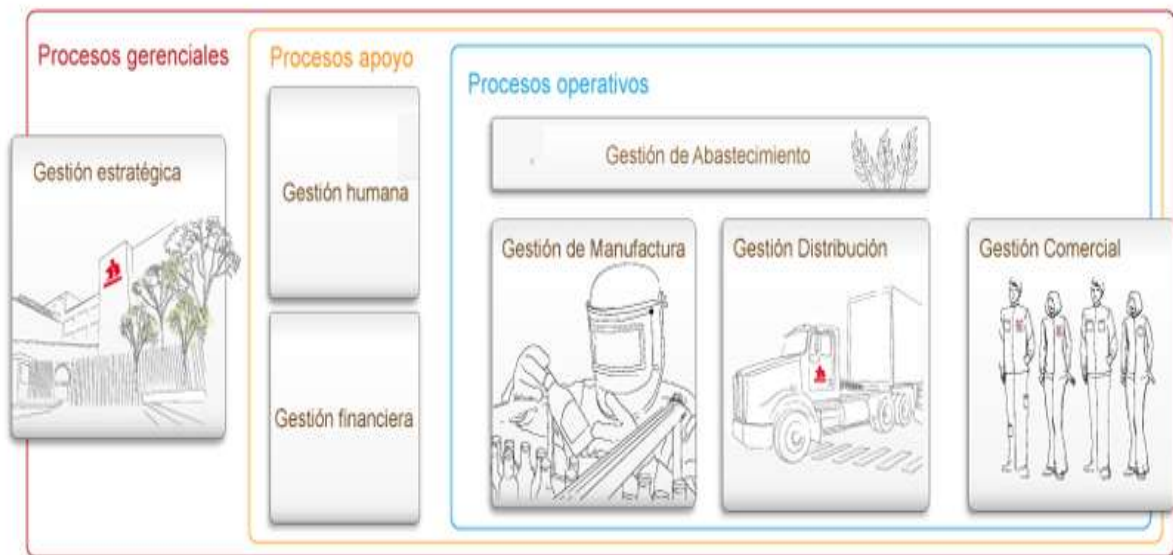
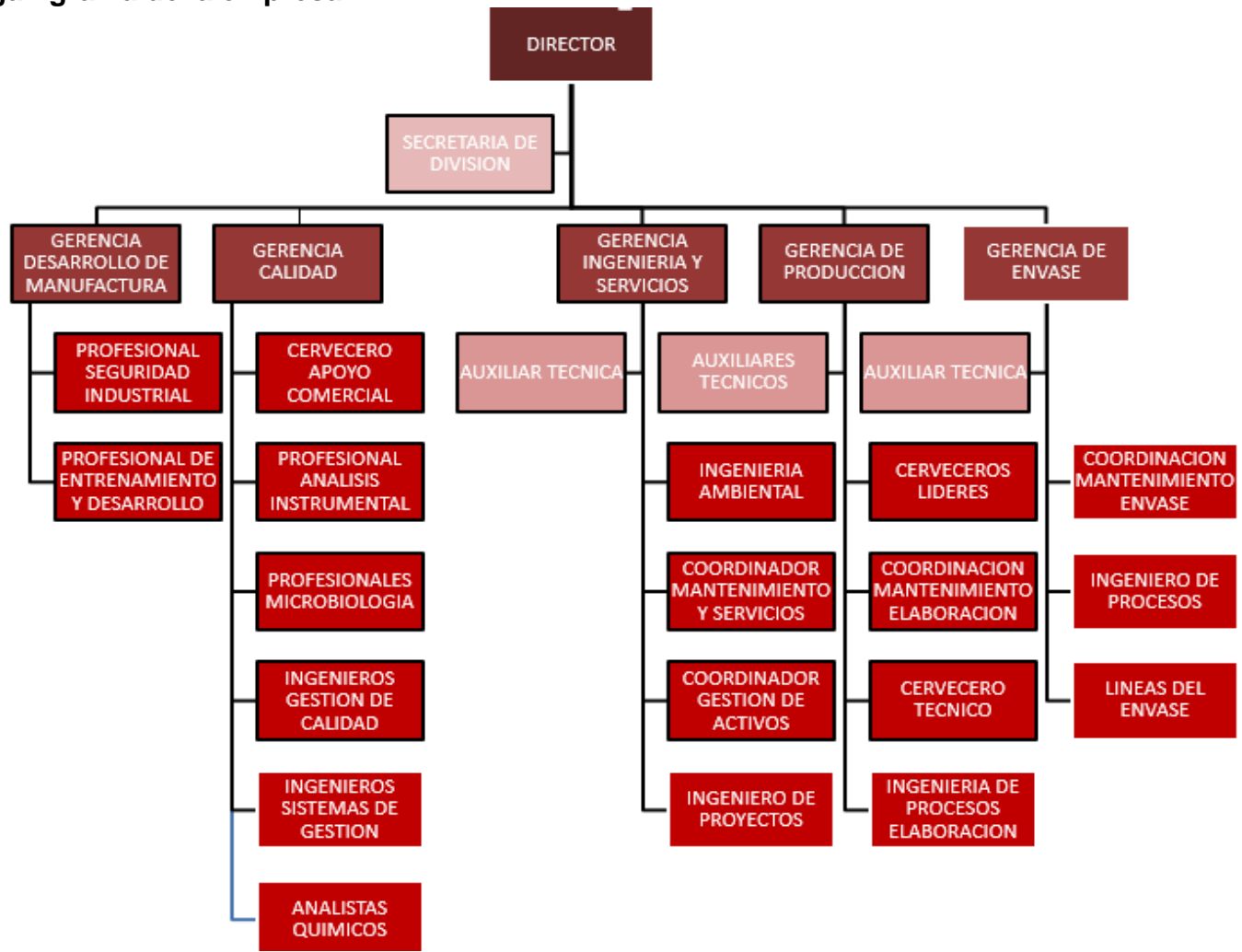


Tabla 2. Descripción de procesos

PROCESO	OBJETIVO
GESTIÓN ESTRATÉGICA	Asegurar el logro de la visión y la misión, así como el cumplimiento de los objetivos del plan de negocios, estableciendo acciones estratégicas encaminadas a implementar una cultura de alto desempeño en la organización, que conduzca al mejoramiento continuo de la productividad, la calidad e inocuidad de los productos, el desempeño ambiental, la seguridad industrial y salud ocupacional y la protección de personas, bienes e información.
GESTIÓN HUMANA	Proveer talento humano que con sus competencias, apoye los procesos de la compañía para generar valor; propiciar un ambiente laboral seguro acorde con la cultura organizacional y orientada por los valores corporativos.
GESTIÓN FINANCIERA	Proveer recursos financieros a los procesos de la compañía para optimizar el EBITDA. Maximizar el rendimiento de los excedentes, minimizar el riesgo financiero y gestionar la información financiera para el seguimiento del desempeño del negocio.
GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO	Gestionar integralmente el aprovisionamiento, almacenamiento, gestión de stocks y distribución de forma que asegure el flujo continuo de la cadena de suministro en óptimas condiciones de calidad, cantidad, conformidad, costo y cumplimiento. Acorde con los valores corporativos.
GESTIÓN DE MANUFACTURA	Entregar un producto terminado y/o semielaborado en despacho con óptimas condiciones de calidad, inocuidad, conformidad, cumplimiento, costo y cantidad, satisfaciendo las necesidades de incremento en el EBITDA Bavaria, minimizando los impactos en el entorno y trabajando bajo los lineamientos de Seguridad y salud ocupacional. Acorde con los valores corporativos
GESTIÓN DE DISTRIBUCIÓN	Generación de valor desde la captura del pronóstico de la demanda hasta la integración de proveedores a través de una red, procesos y sistemas logísticos confiables.
GESTIÓN COMERCIAL	Garantizar a nuestros clientes la disponibilidad de un adecuado portafolio de productos a través de la pre-venta, venta y post venta, generando una buena rentabilidad a las partes interesadas, en una gestión acorde con los valores corporativos.

Figura 2. Organigrama de la empresa



4. MARCO TEÓRICO

4.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
- Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos. La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pérdidas” que restan eficacia a los equipos¹.

¹ HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos; VIZÁN IDOLPE, Antonio. Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación. Madrid. 2013

Figura 3. Tipos de pérdida en equipos de producción

Tipo	Pérdida
Tiempo muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación normal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idolpe, 2013)

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica, es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías.

El TPM incluye como primeras actividades, la limpieza, la lubricación y la inspección visual, promoviendo la concientización sobre el equipo y el automantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente. En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. De una forma esquemática, el proceso de implantación TPM se puede desplegar en las fases que se muestran en los numerales.

PILARES DEL TPM.

El instituto japonés de prevención de mantenimiento ha denominado "pilares" a los procesos fundamentales del TPM. Cada uno de los pilares cumple una función específica, es liderado por responsables de diferentes áreas de la empresa, permite involucrar a todos los empleados, posee una metodología específica y entre ellos mantienen una coherencia de actuación. Los pilares que una empresa puede implantar dependen de cada fábrica, grado de desarrollo tecnológico, estado del equipo, nivel de formación del personal y otros criterios.²

Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- **Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaisen:** Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean una metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de la seis pérdidas existentes en la planta.
- **Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen:** Se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento, los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.
- **Mantenimiento planificado o progresivo:** El objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejoras, prevención y

² Los Pilares del TPM. En: Action Group. [En línea]. Disponible en: <http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimiento-productivo-total-hoy/>. Consultado en 11 de mayo de 2015.

predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención del conocimiento a partir de esos datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de esas actividades.

- **Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen:** Tiene como propósito mejorar la calidad del producto, reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y del equipo que tengan directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.
- **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 costos de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad y esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias y reparaciones.
- **Mantenimiento en áreas administrativas:** Esta clase de actividades no involucra al equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.
- **Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación:** Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las

condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada.

- **Higiene, seguridad y medioambiente:** La seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias responsables. La seguridad se promueve sistemáticamente en las actividades de TPM.

El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros
- Habilidad para trabajar y cooperar con las demás áreas de proceso.³

FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

- ***Fase preliminar***

En una fase preliminar es necesario modelizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.

- ***Fase I. Volver a situar la línea en su estado inicial***

³ Ibíd.

El objetivo debe ser dejar la línea en las condiciones en las que fue entregada por parte del proveedor el día de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc.

Figura 4. Pilares del TPM



- ***Fase II. Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso***

Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpie continuamente, sigue generando suciedad. Estas fuentes de suciedad hay que considerarlas como causas de un mal funcionamiento o anomalías de los equipos, aunque está claro que unas repercutirán más que otras en el rendimiento de las instalaciones.

- ***Fase III. Aprender a inspeccionar el equipo***

Para el proceso de implantación del TPM es fundamental que el personal de producción, poco a poco, se vaya encargando de más tareas propias de mantenimiento, hasta llegar a trabajar de forma casi autónoma. Para ello es imprescindible formación para transmitir los conocimientos necesarios a los operarios de la línea sobre el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Esta formación cada vez será más detallada y abarcará más tareas multidisciplinares.

- ***Fase IV. Mejora continua***

En este paso, los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma, se hacen cargo de las técnicas necesarias y proponen mejoras en las máquinas que afecten a nuevos diseños de línea. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta. En esta fase, cobra vital importancia la determinación de las causas de averías para la cual se pueden utilizar las mismas técnicas de calidad total que se usan en SMED.

Una vez iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser auditada por el departamento de mantenimiento de cara a controlar los costes, comprobar que las actividades planificadas se han realizado y plantear objetivos para siguientes fases.

En este punto conviene definir un sistema de indicadores accesible y fiable para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados y desviaciones respecto al objetivo de manera metódica y fiable. Indicadores como el rendimiento de la mano de obra, las horas dedicadas a trabajos urgentes, los costes de reparación o la disponibilidad son válidos para estos sistemas aunque en el entorno Lean cobra vital importancia el indicador numérico natural para el TPM, denominado Índice de Eficiencia Global del Equipo, conocido como OEE (Overall Equipment Efficiency).

4.2 HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

Teniendo en cuenta que el proyecto está enfocado en el mejoramiento implícito de la calidad para los procesos relacionados con el mantenimiento de la maquinaria y equipo de la CERVECERÍA DE BUCARAMANGA BAVARIA S.A, será necesaria la identificación, análisis de causas y priorización de los problemas asociados al funcionamiento de la maquinaria. Esto se espera llevar a cabo mediante la utilización de diversas herramientas de calidad, tal como las que se muestran en los numerales a continuación.

4.2.1 Diagramas de afinidad. El diagrama de afinidad es un método de categorización en el que los usuarios clasifican varios conceptos en diversas categorías. Este método suele ser utilizado por un equipo para organizar una gran cantidad de datos de acuerdo con las relaciones naturales entre los mismos.⁴

El Diagrama de Afinidad, es una herramienta que sintetiza un conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, temas, expresiones, etc.) agrupándolos en función de la relación que tienen entre sí. Se basa en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines, por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas generales.

La aplicación del diagrama de afinidad está indicada cuando: Se quiere organizar un conjunto amplio de datos, se pretende abordar un problema de manera directa, el tema sobre el que se quiere trabajar es complejo o es necesario el consenso del grupo.

El método-KJ, denominado posteriormente diagrama de afinidad, fue desarrollado en la década de 1960 por el antropólogo japonés Jiro Kawakita. Esta herramienta sorprende por su potencia para organizar datos.

⁴ Página web SIDAR. Diagramas de Afinidad. [En línea]. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/tecnicas/Diag.htm>

Kawakita se preguntó acerca de cómo obtener conclusiones partiendo de una gran cantidad de hechos desordenados. Se planteó como fundamento que los hechos deben hablar por sí mismos, en lugar de imponer ideas preconcebidas o hipótesis sobre ellos. Así, comenzó escribiendo en forma de frase cada dato en una tarjeta individual para, posteriormente, agrupar las tarjetas en función de las relaciones percibidas entre ellos. A cada agrupación le asignó una frase corta, descriptora de los elementos contenidos en ella y de su relación⁵.

Elaboración del Diagrama de Afinidad. Genéricamente los pasos para su desarrollo en un grupo de trabajo, en caso de no contar con datos verbales previos, son:

1. Determinar la pregunta enfoque. El facilitador explica en qué va a consistir la reunión, de qué fases consta y qué se espera de los participantes. El tema a analizar se expone en forma de pregunta. Ésta debe estar presentada en lugar visible durante el tiempo de aplicación de la técnica.
2. Generación silenciosa de ideas. Cada miembro del grupo expresa sus ideas en tarjetas de 14,8 x 21 cm. de tamaño, a razón de una idea por cada tarjeta. Se concede un tiempo de 5 a 10 minutos. Los participantes no deben comunicarse entre sí.
3. Exposición de ideas. Finalizado el tiempo concedido para la generación de ideas, el facilitador procede a retirar las tarjetas escritas por los participantes y mezclarlas entre sí para que éstas sean expuestas aleatoriamente.
4. Agrupación de ideas. A continuación se agrupan las ideas en el diagrama de afinidad. Para ello puede utilizarse un segundo panel en el que se sitúan las ideas a medida que van siendo agrupadas.
5. Jerarquización. Para ello pueden seguirse varios sistemas de votación.
6. Resumen de resultados. Finalmente, se recuentan las puntuaciones y se analiza el resultado de forma que queden ordenadas las respuestas

⁵ Página web ALTECO. [En línea]. Disponible en: <http://www.aiteco.com/diagrama-de-afinidad/>.

propuestas según su prioridad. Se concluye comentando el diagrama de afinidad realizado.

4.2.2 Diagramas de Causa y Efecto. Los diagramas de causa y efecto, también conocidos como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado, ilustran la manera en que diversos factores pueden estar vinculados con un problema o efecto potencial. Una causa posible puede descubrirse preguntando continuamente “¿por qué?” o “¿cómo?” a lo largo de una de las líneas. Los diagramas “por qué-por qué” y “cómo-cómo” pueden utilizarse en el análisis causal.⁶

Construcción del diagrama de Causa y Efecto. Esta técnica fue desarrollada por el Doctor Kaoru Ishikawa en 1953 cuando se encontraba trabajando con un grupo de ingenieros de la firma Kawasaki Steel Works. El resumen del trabajo lo presentó en un primer diagrama, al que le dio el nombre de Diagrama de Causa y Efecto. Su aplicación se incrementó y llegó a ser muy popular a través de la revista Gemba To QC (Control de Calidad para Supervisores) publicada por la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE). Debido a su forma se le conoce como el diagrama de Espina de Pescado. El reconocido experto en calidad Dr. J.M. Juran publicó en su conocido Manual de Control de Calidad esta técnica, dándole el nombre de Diagrama de Ishikawa.

El Diagrama de Causa y Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.

⁶ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Gestión de Proyectos. Guía del PMBOK. 4ª Edición. Pennsylvania.PMI.2008. Pag.208. ISBN: 978-1-933890-72-2

- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.
- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.
- El Diagrama de Causa y Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio, etc.⁷

Histograma. Un histograma es un diagrama de barras verticales que ilustra la frecuencia de ocurrencia de un estado particular de variación. Cada columna representa un atributo o característica de un problema o una situación. La altura de cada columna representa la frecuencia relativa de la característica. Esta herramienta ayuda a ilustrar la causa más común de los problemas en un proceso por medio del número y las alturas relativas de las barras.⁸

Diagrama de Pareto. Un diagrama de Pareto es un tipo específico de histograma, ordenado por frecuencia de ocurrencia. Muestra cuántos defectos se generaron por tipo o categoría de causa identificada. El ordenamiento por categoría se emplea para guiar la acción correctiva. Se deben atender en primer lugar las causas que provocan el mayor número de defectos.

⁷Página web CERO AVERÍAS. Diagrama de Causa Efecto - Ishikawa-. [En línea]. Disponible en: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/guiarapidatpm/diagramadecausaefecto.htm>

⁸ PMI, Óp. cit, Pág. 210

Los diagramas de Pareto están relacionados conceptualmente con la ley de Pareto, que establece que un número relativamente pequeño de causas provocará generalmente la mayoría de los problemas o defectos. Esto se denomina comúnmente principio 80/20, donde el 80 por ciento de los problemas se debe al 20 por ciento de las causas. Los diagramas de Pareto también se pueden usar para resumir diversos tipos de datos y analizarlos según el principio 80/20.⁹

⁹ PMI, Óp. cit, Pág. 210

5. DIAGNÓSTICO INICIAL

5.1 SISTEMA DE CAPACITACIÓN DE LA COMPAÑÍA

En Bavaria SAB Miller, se cuenta con un proceso enfocado en la Gestión Humana, cuyo objetivo consiste en proveer talento humano que con sus competencias, apoye los procesos de la compañía para generar valor; propiciar un ambiente laboral seguro acorde con la cultura organizacional y orientada por los valores corporativos.¹⁰

Los cargos responsables de la operación del proceso son el Gerente de Recursos Humanos y el Profesional de Entrenamiento. Estas personas son las encargadas de dirigir todas las actividades involucradas con la gestión del talento humano en la compañía, desde las convocatorias para ocupar vacantes, hasta su retiro y liquidación. A continuación se describen las actividades más relevantes del proceso:

- Gestionar la selección e inducción de personal: análisis de requerimientos de personal, convocatoria internas y evaluación de candidatos, coordinar trámites de ingreso y realizar la inducción.
- Realizar inventario y valoración de peligros y riesgos para la Salud de los Trabajadores, de accidentes e higiene industrial.
- Definir los Programas de Gestión de Seguridad e Higiene Industrial encaminados a controlar o mitigar riesgos, incluyendo Cronograma.
- Administrar los programas de seguridad e higiene industrial: inventario y valoración de peligros y riesgos, preparación y respuesta ante emergencias,

¹⁰ Caracterización de procesos. Manual del Sistema Integrado de Gestión de la Compañía. Bavaria. 2015.

medir y evaluar riesgos de higiene industrial, actividades de entrenamiento, investigar incidentes y accidentes ambientales o laborales, asegurar el uso de instrumentos y elementos de protección a personas, tecnología e instalaciones, ergonomía del trabajo.

- Definir los Programas de Gestión de Medicina Preventiva y del Trabajo encaminados a prevenir, controlar o mitigar riesgos ocupacionales y generales para la salud de los trabajadores.
- Gestionar la seguridad física: control porterías y vigilancia, matriz de riesgos de la empresa, control de accesos, tecnología de vigilancia y seguridad física de instalaciones.
- Contribuir al fortalecimiento de la cultura interna para mejorar y mantener un adecuado Clima Laboral.

En lo que respecta a la formación y capacitación, se ejecutan las actividades mostradas a continuación:

- Desarrollar programas de entrenamiento y desarrollo por competencias: Establecer y mejorar el modelo de competencias, definir el plan de formación, logística de eventos, aprobación y ejecución de programas.
- Definir el Plan de Formación, mediante la identificación y priorización de las necesidades de Formación, de acuerdo con los perfiles establecidos para cada uno de los cargos y los resultados de la Evaluación de Desempeño, así como con los requerimientos de implementación de Manufactura de Clase Mundial.
- Gestionar los programas de formación y entrenamiento para profesionales y operarios buscando cubrir las brechas identificadas dentro del programa de MCM.

En cuanto a los recursos físicos necesarios para el desarrollo del Plan Anual de Capacitaciones, en cada área se cuenta con un salón dotado con computadores, mesas, sillas, video beam y equipos de sonido. Para el caso en que se requería realizar capacitaciones prácticas, era necesario hacer el montaje desde cero, debido a que no se contaba con un espacio adecuado y dotado para ello [1].

Periódicamente se realizan evaluaciones de desempeño al personal, analizando el cumplimiento de cada una de sus funciones, cumplimiento en la adquisición de competencias, así como la participación en capacitaciones y actividades de formación al interior de la empresa.

Los temas de formación que son incluidos en el Plan Anual de Capacitación se hacen según la jerarquía que se muestra a continuación:

- Requisitos legales.
- Buenas Prácticas de Manufactura.
- Seguridad y Salud en el Trabajo y Calidad.
- Necesidades específicas de cada área.

Teniendo en cuenta el marco legal que rige la operación de la empresa, es necesario asegurar que los empleados conocen la legislación vigente aplicable y sus modificaciones, tan pronto estas son publicadas. Por esta razón a dichas sesiones de capacitación, se les da la mayor prioridad.

Los profesionales que realizan las capacitaciones pueden ser de la empresa, ya sea de la sucursal de Bucaramanga, de cualquier otra del país o proveniente de una planta de SAB Miller a nivel mundial. En caso de que no haya ningún profesional con las competencias o disponibilidad para llevar a cabo la capacitación, se recurre a la contratación de consultores externos.

5.2 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

La cervecería de Bucaramanga Bavaria S.A. actualmente es la cuarta cervecería más importante a nivel nacional, ocupa el puesto 22 a nivel mundial de las cervecerías del grupo SABMILLER y posee una capacidad de producción de 2.1 millones de hectolitros anuales.

La compañía, siguiendo parámetros de su Casa Matriz SABMILLER y apoyando sus políticas de prevención, mantenimiento autónomo, desarrollo del capital humano y mejoramiento continuo, desea disminuir el número de avisos por averías y tiempos de respuesta ante cualquier parada de planta que se presente, mejorando la eficiencia y posiciones en el ranking interno de eficiencia y productividad de la compañía.

Actualmente, no se cuenta con un programa integral de mantenimiento, en el cual se imparta la instrucción requerida para que los operarios tengan un conocimiento completo de las máquinas que operan en los procesos de la compañía y la forma en cómo se deben abordar al momento en que se presente una falla, o lo más importante, establecer mecanismos para anticiparse a las averías que pudieran presentar dichas máquinas.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, este proyecto se plantea como una alternativa para cumplir con dichos objetivos de mejoramiento, teniendo como finalidad los siguientes aspectos:

- Reducir el número de avisos generados por averías, evitando de esta manera las pérdidas de tiempo por paradas de maquinaria.
- Instaurar una cultura de prevención, mediante la realización periódica de inspecciones, buscando generar una base de conocimiento de mantenimiento predictivo para cada una de las máquinas que hacen parte de la operación de la compañía.

- Aumento en la eficacia de los sistemas de capacitación y entrenamiento de la compañía, integrando el recurso humano y potenciando sus capacidades, en busca del desarrollo integral de la compañía.
- Definir la política de mantenimiento autónomo como principal pilar de la prevención y control activo.
- Identificar la confiabilidad de los equipos utilizados en los procesos de la compañía y establecer propuestas para aumentar esta.
- Definir los puntos críticos del proceso productivo y proponer puntos de control para el mismo.

5.2.1 Análisis estadístico de fallos. Los datos necesarios para este análisis se tomaron desde abril de 2014, mes en que inicia el año fiscal para la compañía, y extendiéndose hasta el 15 de octubre de 2014; un mes después del inicio de la práctica empresarial del autor del proyecto.

Al interior de la planta, a las paradas debidas a potenciales o reales fallas de funcionamiento de las máquinas y equipos, se le conoce como aviso. Existen 5 tipos de avisos parametrizados en el sistema de información de la empresa:

1. **(ZA) paro funcional:** Se utiliza para describir un problema que genera una parada de una máquina la cual repercute en la producción.
2. **(ZD) solicitud de mejoramiento:** Se utiliza para describir acciones que generen una mejora al activo o al proceso.
3. **(ZI) generado por inspección:** Se utiliza para exponer anomalías encontradas después de realizar una ruta de inspección (zt12).
4. **(ZM) solicitud de mantenimiento:** Se utiliza para exponer anomalías encontradas durante el turno de trabajo las cuales pueden ocasionar daños en los equipos o generar paradas de producción.
5. **(ZR) causa raíz:** Se utiliza para exponer problemas crónicos y/o repetitivos e identificar la causa raíz que lo genera.

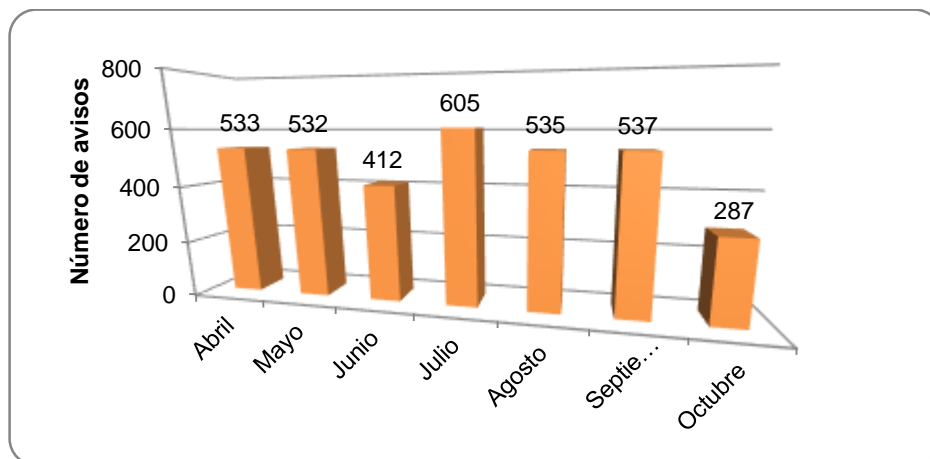
Adicionalmente, se cuenta con 4 grupos planificadores, según se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Grupos Planificadores

CÓDIGO	DENOMINACIÓN
100	ELABORACIÓN
200	ENVASE
300	SERVICIOS
400	CALIDAD

De forma global, en la Figura 5 se muestran los avisos reportados en el periodo comprendido entre abril y mediados de octubre de 2014.

Figura 5. Numero de avisos totales por mes – Año 2014



Según los datos mostrados en la Tabla 4, es posible inferir que se podrían presentar futuras paradas de planta a causa de las máquinas de envase, debido a las malas prácticas por falta de entrenamiento del personal o al no establecimiento de políticas adecuadas para el tratamiento y mantenimiento de estas. Es preciso resaltar que

estas representan más de la mitad de los avisos evidenciados en el periodo de estudio (52.51%), siendo las solicitudes de mantenimiento (ZM) las que se presentaron la mayor cantidad de las veces (49,5%) para este grupo planificador.

Con base en lo anteriormente descrito, es posible extraer la importancia que representa para la compañía el poder anticipar estas averías y de esta manera disminuir los tiempos de paradas no planificadas, las cuales interrumpen el normal funcionamiento de las diversas líneas de producción.

Tabla 4. Avisos por grupo planificador y tipo de aviso

GRUPO PLANIFICADOR – TIPO DE AVISO	# AVISOS	% AVISOS
200	1807	52,51%
ZM	895	49,53%
ZI	538	29,77%
ZA	362	20,03%
ZD	12	0,66%
100	809	23,51%
ZM	475	58,71%
ZI	277	34,24%
ZA	55	6,80%
ZD	2	0,25%
300	772	22,44%
ZI	475	61,53%
ZM	267	34,59%
ZA	25	3,24%
ZD	5	0,65%
400	53	1,54%
ZM	35	66,04%
ZI	17	32,08%
ZA	1	1,89%
Total general	3441	100,00%

Tabla 5. Avisos por tipo

TIPO DE AVISO	# AVISOS	% AVISOS
ZM	1672	48,59%
ZI	1307	37,98%
ZA	443	12,87%
ZD	19	0,55%
Total general	3441	100%

Figura 6. Numero de avisos por mes y tipo

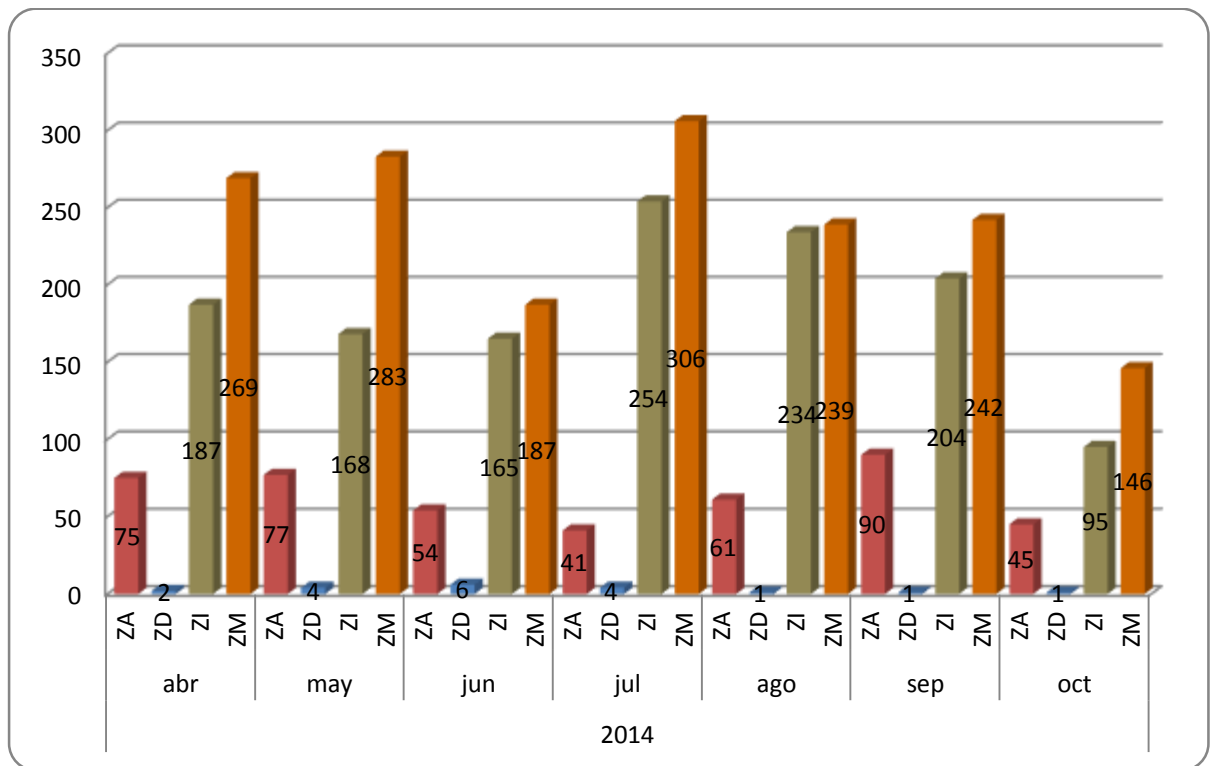


Tabla 6. Número de avisos por mes

MES	# AVISOS
Abril	533
Mayo	532
Junio	412
Julio	605
Agosto	535
Septiembre	537
Octubre	287
TOTAL	3441

- ***Tiempo de las paradas***

Del total de avisos presentados entre abril y octubre, se puede determinar que el Grupo Planificador mayormente afectado es el 200, que hace referencia a las *máquinas de envase*; con 1807 registros, los cuales sumaron 9909 horas por paradas no planificadas. De este grupo, se destaca que el equipo que presentó mayor reincidencia en las fallas, fue la LLENADORA DE BOTELLAS con 297 avisos y 29.2 horas de trabajo perdidas. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Grupos Planificadores

GRUPO PLANIFICADOR	TIEMPO DE PARADA	# DE AVISOS
300	387,42	772
100	141,05	809
200	9909,4	1807
400	0	53
Total general	10437,87	3441

- **Aviso por tipo de máquina**

En este caso, se hizo una recopilación de los fallos asociados a todas las máquinas en funcionamiento en la planta.

En la Tabla 8 se muestran las máquinas que tuvieron mayor impacto en la totalidad de las fallas de funcionamiento, en donde tan solo el 5% de ellas (20 de 381), representaron el 52% de los avisos. De estas máquinas, se destacan 5 del grupo planificador de envase; llenadora y lavadora de botellas, transportador de cajas con botellas llenas, etiquetadora y el inspector de botellas vacías, los cuales acumularon el 31% del total general de los fallos, permitiendo evidenciar la importancia de enfocarse en este grupo, dado que sus máquinas son las que presentan la mayor probabilidad de averiarse.

Tabla 8. Maquinas con mayor número de fallos – (Abril – Octubre 2014)

#	MAQUINA	# FALLOS	# FALLOS %	# FALLOS ACUM	# FALLOS ACUM %
1	LLENADORA DE BOTELLAS	297	8,6%	297	8,6%
2	LAVADORA DE BOTELLAS	285	8,3%	582	16,9%
3	TRANSP CAJAS CON BOTELLAS LLENAS - L1	174	5,1%	756	22,0%
4	ETIQUETADORA	170	4,9%	926	26,9%
5	INSPECTOR DE BOTELLAS VACIAS 1 - L1	129	3,7%	1055	30,7%
6	DESEMPACADORA	81	2,4%	1136	33,0%
7	COMPRESOR DE CO2 - 2	64	1,9%	1200	34,9%
8	DEPALETIZADORA - L1	57	1,7%	1257	36,5%
9	TRANSP PASTERIZADORA ETIQUETADORAS L1	52	1,5%	1309	38,0%
10	PALETIZADORA - L1	50	1,5%	1359	39,5%
11	COMPRESOR DE AMONIACO 3	48	1,4%	1407	40,9%

#	MAQUINA	# FALLOS	# FALLOS %	# FALLOS ACUM	# FALLOS ACUM %
12	LAVADORA DE CAJAS	48	1,4%	1455	42,3%
13	PASTEURIZADORA - L1	47	1,4%	1502	43,6%
14	CALDERA	45	1,3%	1547	44,9%
15	TRANSP ENVASADORAS PASTERIZADORA L1	45	1,3%	1592	46,3%
16	OLLA DE COCCIÓN	43	1,2%	1635	47,5%
17	TRANSP DESEMPACADORA LAVADORA BOT L1	43	1,2%	1678	48,8%
18	EMPACADORA ROBOT - L1	36	1,0%	1714	49,8%
19	TRANSP ETIQUETADORAS EMPACADORA L1	36	1,0%	1750	50,8%
20	COMPRESOR DE AIRE 2	33	1,0%	1783	51,8%

En la Figura 7, es posible apreciar el diagrama de Pareto, de donde se puede extraer que el 26,5% de las máquinas están asociadas al 80% de los avisos por fallas en las mismas, estando entre las más importantes las del grupo planificador de envase, tal como se había mencionado anteriormente.

5.2.2 Análisis de causas de las fallas. Además de poder determinar cuáles son las máquinas que más frecuentemente presentan fallas en su operación, también es importante conocer las causas que ocasionan estas paradas y generan requerimientos de mantenimiento.

Es importante destacar que en la **Tabla 4. Avisos por grupo planificador y tipo de aviso**, no se encuentra relacionado ningún aviso del tipo ZR, el cual hace referencia a la causa raíz de la falla, la cual se utiliza para exponer problemas crónicos y/o repetitivos e identificar la causa subyacente que genera el problema. Esto evidencia que en la planta no hay una orientación clara hacia eliminar las situaciones que afectan en el buen funcionamiento de las máquinas, sumado a que

por las condiciones físicas y los años de uso de estas, hace que el enfoque de mantenimiento sea más correctivo que preventivo. Esta situación impidió que se pudiera hacer un análisis de causas completo. A pesar de ello, se pueden destacar los aspectos más relevantes involucrados en las fallas de los componentes de las máquinas:

- Fallas de las chumaceras que contienen los rodamientos de los Transportadores por ausencia de lubricación.
- Rompimiento de ejes por ausencia de lubricación.
- Desgaste de las guías por donde pasa la cadena viajera y obstrucción de dicha cadena.
- Desalineación entre la bomba y el motor por mala alineación o deficiente anclaje.
- Desgaste en empaquetaduras de las válvulas.
- Desalineación entre motor y eje lo cual termina rompiendo los acoples.
- Aplicación de agua sobre los motores por descuido de los operarios.
- Retenedores de aceite dañados.
- Líneas de producción muy viejas.

Figura 7. Diagrama de Pareto para las máquinas asociadas a los avisos

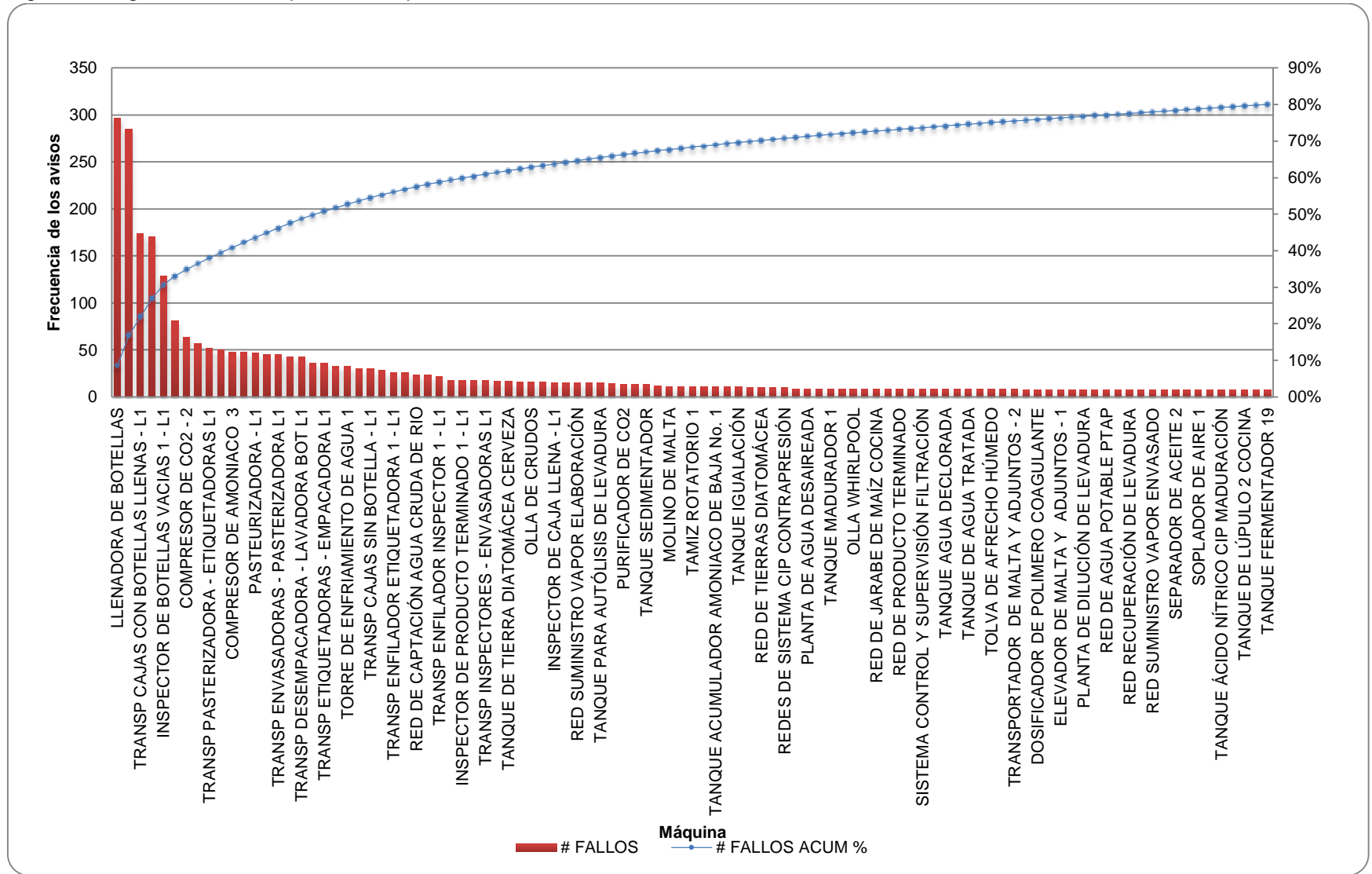


Figura 9. Área de trabajo práctico



Por parte de SAB Miller Nacional, se estableció la necesidad de destinar un espacio para el desarrollo de prácticas para los operarios mantenedores de la planta, lo cual fue el punto inicial para la ejecución del proyecto.

Al inicio del proyecto, solo se contaba con el espacio físico, un computador, un estante, un tablero, una mesa ovalada y un set de sillas, dado que la compañía no asignó ningún presupuesto para el proyecto, salvo el salario del estudiante en práctica que estaría desarrollándolo (Ver Figura 11). Partiendo de esta base, fue necesario gestionar con las diversas áreas de la empresa, los componentes requeridos para el montaje del Centro de Entrenamiento.

Para la dotación del Centro de Entrenamiento, fue necesaria la búsqueda de elementos y herramientas que para los demás procesos y áreas de la empresa, no fuesen necesarios.

Figura 10. Diseño del área

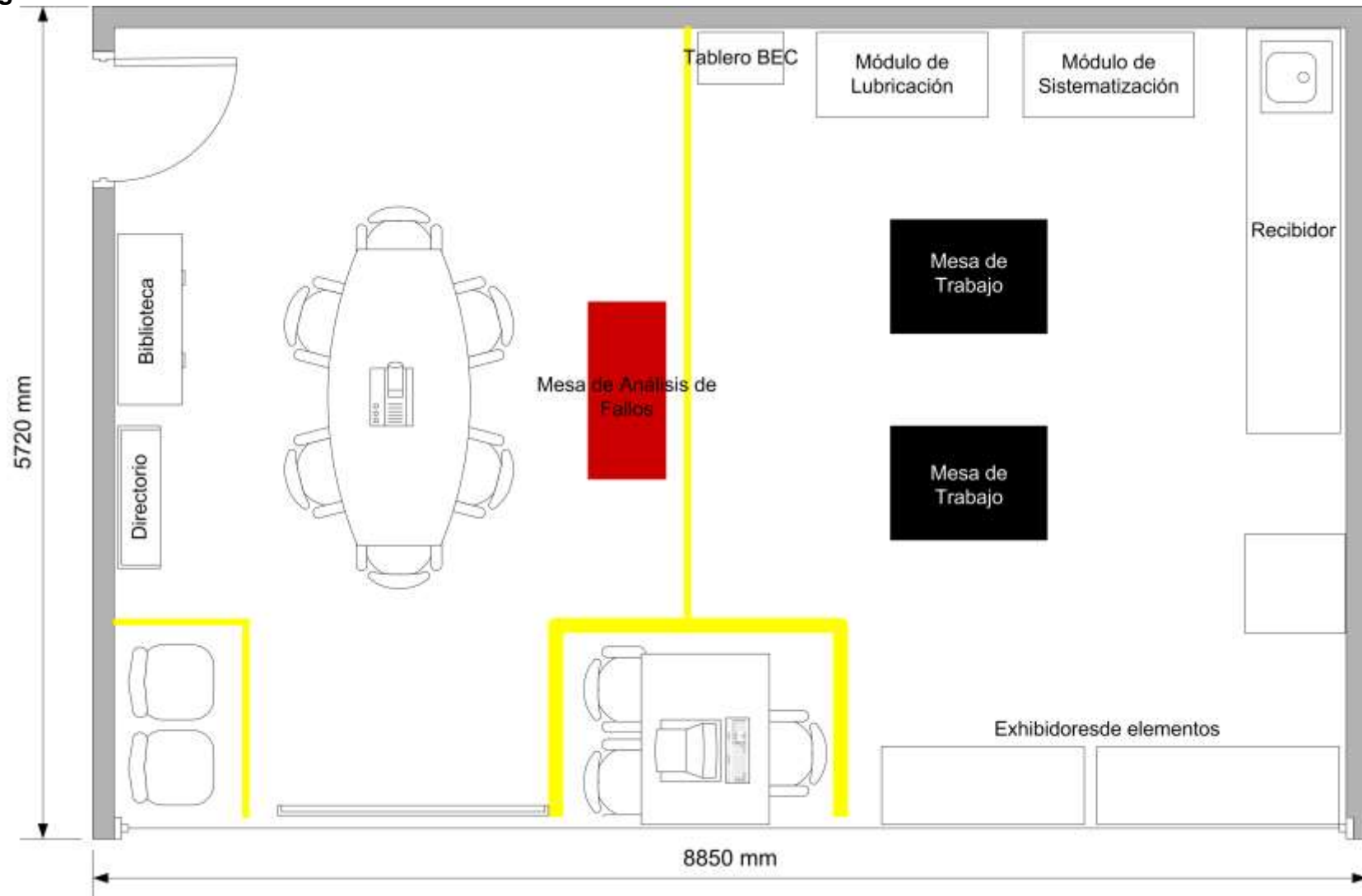


Figura 11. Estado inicial del Centro de Entrenamiento



Uno de los retos de esta actividad, consistió en ganarse la confianza y apoyo de las diversas áreas operativas, dado que inicialmente no prestaron mucha colaboración, haciendo que fuese lenta la recopilación de activos para la dotación del Centro de Entrenamiento. Una vez fueron conscientes de la importancia de consolidar este espacio para la capacitación de los operarios de la planta para la gestión de mantenimiento de la maquinaria, fue mayor la contribución y se pudieron conseguir mesas y partes, que posteriormente iban a ser utilizados para los ejercicios de análisis de falla.

Por otra parte, se solicitó el apoyo al personal de la empresa Sodexo; encargada de la limpieza y servicios varios al interior de la planta, para que se suministrara el personal que se encargaría de adecuar, limpiar y pintar las partes recolectadas en las diversas partes de la planta y que posteriormente se usarían en el laboratorio.

Una vez completada la práctica empresarial, el Centro de Entrenamiento se dejó dotado con los siguientes elementos:

- Tambor de pinzas, para mostrar el funcionamiento de este elemento básico de las etiquetadoras en cuanto al posicionamiento correcto de las etiquetas en las botellas. (Figura 12)
- Válvulas de llenado con su respectivo corte láser para que sirviera como elemento de capacitación de los operarios en cuanto al funcionamiento de este tipo de partes. (Ver Figura 13)
- Banco de lubricación, el cual sirve para explicar los diferentes métodos de engrase, conteniendo adicionalmente una escala del nivel de contaminación de diversos tipos de aceites. (Ver Figura 14)
- Mesa roja para el análisis de fallas (Ver Figura 15)

Figura 12. Tambor de pinzas



Figura 13. Válvulas de llenado

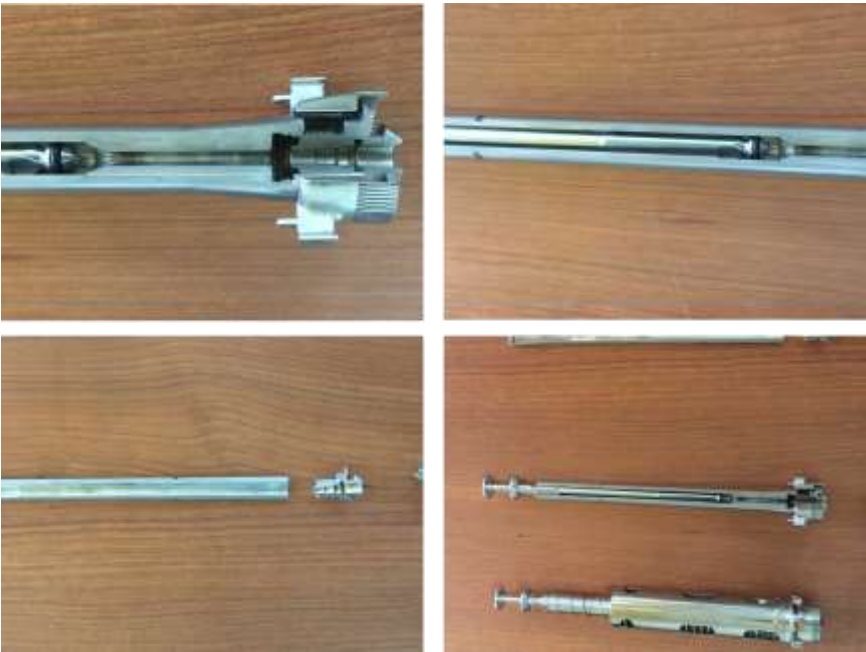


Figura 14. Banco de lubricación



Figura 15. Mesa de análisis de fallos



- Tablero con diferentes tipos de rodamientos y sus características. (Ver Figura 17)
- Tablero con diversos sistemas de transmisión usados por las líneas y los equipos en la planta. (Ver Figura 16)
- Agregado de las etiquetadoras, que junto al tambor de pinzas, es una de las partes principales de las etiquetadoras. (Ver Figura 18)
- Modulo para el entrenamiento en alineación láser de motores. (Ver Figura 19)
- Directorio con información relacionada al Mantenimiento Basado en la Condición (Ver Figura 20)

- Biblioteca dotada con libros e información seleccionada en temas de mantenimiento de los equipos que posee la planta. (Ver Figura 21)

Figura 16. Tablero de transmisión



Figura 17. Tablero de rodamientos



Figura 18. Agregado de las etiquetadoras



Figura 19. Modulo para el entrenamiento en alineación láser de motores.



Figura 20. Directorio



Figura 21. Biblioteca



- Tablero BEC (Bloqueo, etiquetado y candado) con los diferentes elementos que lo componen. (Ver Figura 22)
- Transportadores a pequeña escala, para explicar su funcionamiento. Los transportadores son las máquinas más grandes la planta y tienden a fallar frecuentemente, por lo cual se determinó la importancia de explicar acerca de su funcionamiento a los operarios. (Ver Figura 23)
- Tablero con formatos impresos en para la realización de ejercicios prácticos de análisis de causas. (Ver Figura 24)
- Banco de sistematización. (Ver
-
- Figura 25)

Figura 22. Tablero BEC



Figura 25. Banco de sistematización



Adicionalmente se hizo la gestión para la compra del proyector y el sistema de audio, utilizados como soporte para enriquecer las capacitaciones. (Ver Figura 26)

Figura 26. Proyector



6.2 EJECUCIÓN DE CAPACITACIONES

Durante el desarrollo de la práctica, se llevaron a cabo diversas capacitaciones enfocadas en temas de mantenimiento, tal como se muestra en la Tabla 9. Para estas capacitaciones, se destinaba un profesional que podría ser de la planta de Bucaramanga con experiencia en el tema a tratar. En segunda instancia se recurría a profesionales de otras plantas de SAB Miller, ya fuera a nivel nacional o internacional. Como último recurso, se solicitaban los servicios de consultores externos, en caso de que no hubiese el personal disponible o capacitado al interior de la empresa.

Tabla 9. Capacitaciones dictadas

#	TEMA	FACILITADOR	FECHA DE EJECUCIÓN
1	Generación de avisos ZA	Marco Duván Osorio	20/09/2014
2	Bloqueo, etiquetado y candadeo	Marco Duván Osorio	25/09/2014
3	Sellos mecánicos	William Tobón Julián Salazar	26/09/2014
4	Sistema neumático del Omnivisión	Julio Mendieta	07/11/2014
5	Inducción práctica MCM	Lucy González	19/11/2014
6	Capacitación práctica de etiquetadoras	Luis Baños Julio Mendieta	20/01/2015
7	Entrenamiento práctico en llenadora 92111	Fernando Rivera	21/01/2015
8	Mantenimiento autónomo desempacadora robot	Gabriel Hernández	29/01/2015
9	Capacitación básica de etiquetadoras	Luis Baños Julio Mendieta	30/01/2015
10	Alineación de motores láser	Walter Pedraza	17/02/2015

En las siguientes figuras, se muestra el registro fotográfico de las capacitaciones dictadas.

Figura 27. Capacitación en mantenimiento del tambor de pinzas



Figura 28. Capacitación en alineación láser de motores



Figura 29. Capacitación en alineación láser de motores II



Figura 30. Capacitación básica de etiquetadoras



Figura 31. Capacitación acerca de la forma correcta para la elaboración de avisos



Figura 32. Capacitación BEC (Bloqueo, etiquetado y candado)



Adicional a las capacitaciones, se realizó una sesión de análisis de causa raíz para la falla del brazo-eje de la lavadora de la línea de producción 1. En esta sesión, se evaluaron las diversas causas del daño del brazo-eje, mediante la identificación de la avería y sus posibles causas.

Revisando un brazo de repuesto, se encontró que tenía medidas diferentes a las del que recientemente se había averiado. Haciendo la revisión y consulta con el proveedor, se encontró que este había enviado el brazo que no correspondía, siendo esta la principal razón para que se presentara la falla, debido a que el brazo estuvo sometido a presiones para las que no se encontraba diseñado.

En esta sesión participaron el Ingeniero de Repuestos, Ingeniero de Gestión de Activos y 2 Encargados de la Línea 1.

Figura 33. Análisis de falla del brazo-eje de la lavadora de la Línea 1



6.3 PRACTICAS DE LABORATORIO

Según las conclusiones obtenidas luego de realizar el diagnóstico y análisis estadístico de fallas, se determinaron ciertos aspectos sobre los cuales era necesario trabajar para mejorar las competencias de los operarios y mantenedores en cuanto a la gestión eficaz de las máquinas en cada una de las líneas de producción. En la Tabla 10 se describen las prácticas de laboratorio diseñadas. En el ANEXO A se puede apreciar completamente estas prácticas.

El formato de prácticas diseñado contiene los ítems que se muestran a continuación:

- Nombre de la práctica
- Objetivos
- Materiales y equipos utilizados
- Desarrollo de la práctica – procedimiento

Tabla 10. Descripción general de las prácticas diseñadas

#	TEMA A TRATAR	OBJETIVO
1	Bloqueo, etiquetado y candadeo.	Brindar las instrucciones para el correcto uso de parámetros de seguridad a la hora de realizar mantenimiento de los equipos industriales, evitando accidentes provocados por la activación o el encendido inesperado de máquinas o equipos.
2	Limpieza y mantenimiento de tambor de pinzas	Orientar acerca del correcto mantenimiento que se debe realizar al tambor de pinzas de las etiquetadoras y todas sus piezas, asegurando su adecuado funcionamiento al momento de pegar las etiquetas en la botella.
3	Análisis de falla, elección adecuada y montaje correcto de rodamientos	Enseñar a identificar qué características de la máquina se deben tener en cuenta a la hora de elegir el rodamiento, realizar su montaje y analizar la causa de su daño.
4	Conceptos de conos, cuidados de sellos mecánicos, materiales y aplicaciones	Indicar el correcto funcionamiento que se debe dar a los sellos mecánicos, así como las nuevas tecnologías que se pueden aplicar a estos.
5	Análisis de Causa Raíz – RCA (Root Cause Analysis)	Desarrollar los conocimientos relacionados a las técnicas denominadas Análisis de Causa Raíz, como herramienta para sus programas de confiabilidad de equipos, permitiéndoles así, ampliar el alcance de sus trabajos e investigaciones de campo.

6.4 INTEGRACIÓN CON EL SISTEMA DE CAPACITACIONES DE LA COMPAÑÍA

En vista de que algunas de las actividades de capacitación realizadas en el Centro de Entrenamiento se hicieron por fuera del Plan de Capacitación, se planteó la asignación de las horas necesarias en el plan general de capacitaciones de la compañía para que se pueda hacer el seguimiento correspondiente a la ejecución de las mismas y sea más fácil la consecución de recursos en caso de requerirse.

Luego de compartir esta propuesta con el Profesional de Entrenamiento, se envió la solicitud escrita por medio del correo interno de la compañía a la Gerente Nacional, la cual dio el visto bueno acerca de la misma. Posteriormente se escaló la orden al Profesional de Entrenamiento para incluir estas actividades en el cronograma de capacitaciones del próximo año fiscal, y que adicionalmente fuese destinado el espacio y los recursos necesarios para su ejecución.

6.5 INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Complementariamente a la capacitación de los operarios y mantenedores, es necesaria la medición de los parámetros del proceso de mantenimiento, con el fin de poder controlarlo y definir qué tan adecuado se encuentra de acuerdo a las necesidades de desempeño de la Gerencia de Mantenimiento y las directivas de la empresa. Para ello, se recopilaron los indicadores que se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11. Indicadores de gestión de mantenimiento

#	INDICADOR	FÓRMULA DE CÁLCULO	OBJETIVO DE LA MEDICIÓN	DEFINICIÓN DE VARIABLES	META
1	Costo de Mantenimiento \$/HL	Costo Real Mes / Hectolitros Envasados Mes	Maximizar el uso de recursos económicos	Costo Real Mes: Dinero invertido para el mantenimiento de la maquinaria	\$1784/HL
2	% cumplimiento MP	OT MP Cerradas / OT MP programadas	Garantizar prevención de fallas a mediano y largo plazo	MP: Mantenimiento Preventivo OT: Órdenes Totales	90%
3	% cumplimiento MC	# Avisos Cerrados / # Avisos Creados	Garantizar la prevención de fallas a corto plazo	MC: Mantenimiento Correctivo	85%
4	% cumplimiento CBM	OT IMC Cerradas / OT IMC Programadas	Garantizar la prevención de fallas Ocultas	OT IMC: Ordenes Totales de Inspección de Mantenimiento Correctivo	85%
5	Efectividad del plan de CBM	# Avisos / # OT IMC Cerradas	Garantizar y mejorar efectividad de los planes de CBM	OT IMC: Ordenes Totales de Inspección de Mantenimiento Correctivo CBM: Mantenimiento Basado en la Condición	90%
6	Efectividad del plan de Mantenimiento Preventivo.	# Avisos / # OT MP Cerradas	Garantizar y mejorar efectividad de los planes de Mantenimiento Preventivo	MP: Mantenimiento Preventivo OT: Órdenes Totales	90%

6.6 OTRAS PROPUESTAS DE MEJORA

6.6.1 Mejoramiento del formato para notificación de avisos. En la actualidad, el módulo de registro de avisos en el software SAP, no cuenta con las opciones estandarizadas para la selección de la causa raíz de los problemas, de tal manera que sirvan de insumo para el análisis de datos cuantitativos respecto a las causas que mayormente afectan la operación de las máquinas en la planta de producción. Por tal razón se plantea el montaje de la propuesta que se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Caracterización de la mejora

Objetivo	Inclusión de opciones parametrizadas para el análisis de causas en el módulo de avisos.
Responsable de la ejecución	Profesional de Entrenamiento Gerentes de las áreas de envase y elaboración
Actividades	<ul style="list-style-type: none">• Documentar y estandarizar de las potenciales causas de falla de las máquinas.• Programar reuniones con los Ingenieros de Desarrollo de la empresa SAP, para el análisis acerca de los cambios a aplicar en el módulo de registro de avisos.• Realizar las pruebas de funcionamiento del módulo.• Validar el correcto funcionamiento del módulo.• Capacitar a los Operarios, Mantenedores y Jefes de Área en cuanto a la nueva forma de diligenciar los avisos.
Tiempo de ejecución	6 meses – 1 año

Esta propuesta se presentó en una Reunión de Segundo Nivel, avalada por el Gerente de Desarrollo de Manufactura, la cual quedó para ser evaluada con la Gerente Nacional de Desarrollo de Manufactura.

6.6.2 Política de mantenimiento autónomo. Dado que al inicio de las labores al interior de la empresa no se contaba con directrices diseñadas específicamente para la gestión del mantenimiento y en las cuales se resaltara adicionalmente la importancia de la capacitación de los operarios y mantenedores, se diseñó la misión y la visión del centro de entrenamiento, las cuales fueron posteriormente publicadas en el área, teniendo como fin la interiorización y apropiación de estas por parte de todas aquellas personas involucradas en el mantenimiento de maquinaria y equipo en la compañía. En la Figura 34 se muestra la misión y visión levantadas.

Figura 34. Misión y visión del centro de entrenamiento



7. CONCLUSIONES

- Los avisos identificados durante el diagnóstico y que tuvieron una mayor representación, fueron los ZM o solicitud de mantenimiento, con un 54.6 %. Esta situación deja en evidencia que no se cuenta con un enfoque preventivo para la gestión del correcto funcionamiento de la maquinaria al interior de la planta, dado que este tipo de avisos se genera una vez la maquina ha presentado una falla real y es necesario aplicar una medida correctiva para que vuelva a su estado normal de funcionamiento.
- A pesar de encontrarse diseñado el aviso ZR o causa raíz, este no se utiliza por parte de quienes reportan las fallas de las máquinas. Durante el periodo de análisis del diagnóstico se identificaron 3441 avisos y ninguno estaba relacionado con el análisis de causa raíz, aun habiendo problemas repetitivos y para los cuales era necesario analizar el porqué de su ocurrencia.
- Las capacitaciones ejecutadas durante el proyecto, sirvieron para conocer las necesidades reales de los operarios en lo que a formación refiere, sirviendo también como plataforma para complementar la serie de herramientas y equipos con los cuales se habría de dotar el Centro.
- La dotación con los elementos necesarios para el funcionamiento del Centro de Entrenamiento fue una tarea ardua que requirió de un esfuerzo continuo y solicitud de colaboración con las diversas dependencias para que fueran entregados a manera de donación, los elementos necesarios para el Centro, dada la no asignación de presupuesto por parte de la Gerencia de la planta.
- Las prácticas de laboratorio diseñadas permitieron dejar una base de conocimiento para la formación y capacitación continuada de los operarios y

mantenedores, con miras a mejorar la confiabilidad de los equipos en operación en la planta.

- Gracias a la gestión realizada con la Gerencia Nacional de Manufactura, fue posible que se tuviera en cuenta la propuesta para la integración de las actividades y prácticas a realizar en el Centro de Entrenamiento con el actual Plan de Capacitaciones de la compañía, de tal manera que se ejecutaran durante el año fiscal y que no tuvieran el carácter de valor agregado o actividad opcional.
- Para la medición del desempeño del proceso de Gestión de Manufactura, en el rubro de mantenimiento, se recopilaron 6 indicadores, centrados en evaluar la eficiencia en rendimiento y costos, así como la eficacia en cuanto al cumplimiento de los planes de mantenimiento y atención oportuna de órdenes y avisos.

8. RECOMENDACIONES

- Diseñar un vocabulario común e incluirlo en el sistema SAP para el registro de los avisos de fallas de las máquinas, con la finalidad de poder realizar un análisis de causas que permita dilucidar las verdaderas razones de las averías de las máquinas, dado que actualmente la forma en como se hace registro por parte de los operarios y jefes de sección, no permite identificar la causa real del fallo de las máquinas; el lenguaje utilizado no es claro para ilustrar el problema.
- Desarrollar un enfoque mayoritariamente preventivo para el mantenimiento de la maquinaria y equipo de la planta, debido a que por la necesidad de la solución de problemas del día a día, se ha dejado de lado este enfoque y la definición de planes de acción para la solución de las situaciones anómalas que afecten la gestión de activos de Bavaria – SAB Miller.
- Permitir por parte de los Jefes de Área, la asistencia de los empleados de cada línea citados para las jornadas de capacitaciones, con el fin de que se refuercen o adquieran nuevos conocimientos que contribuyan al mantenimiento de las máquinas utilizadas en el proceso productivo general de la planta y de esta manera incrementar la confiabilidad de las diferentes líneas de producción.
- Analizar la posibilidad de sustituir o modificar componentes de las líneas de producción, debido a que estos llevan un tiempo considerable de uso, que se encuentra entre los 15 y 30 años, sumado a su constante funcionamiento, han presentado el desgaste natural, dando paso a un aumento en la probabilidad de que se presenten paradas por mal funcionamiento, impidiendo así un incremento en su eficiencia.

- Continuar con la realización de sesiones de análisis de causa raíz, con la finalidad de fortalecer las competencias de los líderes de cada línea, así como de los operarios mantenedores acerca de cómo identificar las reales causas para la falla de una máquina o elemento de esta, realizar la documentación del mismo y definir un plan de trabajo enfocado en disminuir o eliminar las probabilidad de que esta vuelva a presentarse en un futuro.
- Implementar las prácticas de laboratorio diseñadas y definir un responsable que se encargue de liderarlas, con el fin de mejorar continuamente sus contenidos, evaluando de forma adicional la inclusión de nuevos temas prácticos, así como equipos complementarios para su realización.
- Realizar una jornada de orden y aseo en la bodega de Ingeser; lugar en el que se encuentran dispuestos los equipos en desuso, con el fin de definir qué hacer con cada uno de ellos, debido a que algunos tienen un valor en dinero considerable, el cual podría utilizarse para cubrir diversas necesidades en materia de mantenimiento para la planta.
- Incluir dentro del sistema de gestión de calidad de la empresa, el formato diseñado para la realización de las prácticas de laboratorio, con el fin de que este ingrese a hacer parte de los activos de conocimiento de la organización.
- Gestionar por parte del Estudiante en Práctica del Área de Desarrollo de Manufactura de turno y el Profesional de Entrenamiento, el diseño de nuevas prácticas para la capacitación constante de los operarios y mantenedores.

BIBLIOGRAFÍA

ALTECO CONSULTORES. Diagrama de afinidad. [en línea] [Granada: España]
Disponible en Internet: <http://www.aiteco.com/diagrama-de-afinidad/>

ÁLVAREZ, Diego; LARA, Diego, TRIANA, Pilar. Propuesta de un plan de mantenimiento basado en TPM para los equipos de generación y bombeo del campo Tilodiran Casanaré de la empresa Colombia Energy Development Co. Trabajo de grado. (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2014. 174 p.

CERO AVERIAS.COM. Diagrama Causa Efecto - Ishikawa. [En línea]. Apsoluti Group, S.L Apsoluti Group. [Barcelona: España] [citado 27 agosto 2015].
Disponible en: Internet:
<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/guiarapidatpm/diagramadecausaefecto.htm>

DUFFUAA, Salih y Otros. Sistemas de Mantenimiento - Planeación y Control. Editorial Limusa Wiley. México D.F. 2000. ISBN 968-18-5918-9.

HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos; VIZÁN IDOLPE, Antonio. Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implementación. Madrid. 2013.

HOM, James. Diagramas de Afinidad. Traducido por Alejandro Floria. [en línea] [Zaragoza: España] Disponible en internet.

<http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/tecnicas/Diag.htm>

MONTOYA SERRANO, Arturo; MEJÍA GIRALDO, Armando. Capacitación integral del talento humano por competencias orientada hacia la innovación tecnológica y el mejoramiento productivo. Editorial Bonaventuriana. Santiago de Cali. 2010. 978-958-8436-53-1.

PEREZ VERZINI, Raul A. Los Pilares del TPM: Qué son los pilares TPM. [en línea] ACTION GROUP, Education & Consulting, 1999-2012. [Córdoba, Argentina] [citado 11 mayo 2015] Disponible en Internet: <http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimiento-productivo-total-hoy/>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Gestión de Proyectos. Guía del PMBOK. 4ª Edición. Pennsylvania: PMI, 2008. Pag.197. ISBN: 978-1-933890-72-2.

SMITH, Barry; DELAHAYE, Brian. El ABC de la capacitación práctica. México D.F.: Mc Graw Hill 1997 ISBN 968-422-265-3.

STEWART, Jim. Gerencia por el cambio. Planeación, entrenamiento y desarrollo. Santafé de Bogotá: Legis Editores. 1992. ISBN: 958-653-053-1.