



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
“PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BASADO EN METODOLOGÍA TPM
(MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) DE
REFINADORES DE COBERTURA DE CHOCOLATE”**

**AUTOR
BELLO VÁSQUEZ ALEX EDUARDO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. CORREA MENDOZA PEDRO GUSTAVO MSc.**

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2018



Universidad de Guayaquil

FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL UNIDAD DE TITULACIÓN

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Ing. Ind. Correa Mendoza Pedro Gustavo MSc.**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Bello Vásquez Alex Eduardo**, con **C.C.:0930839543**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Se informa que el trabajo de titulación: **“Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en metodología TPM (Mantenimiento productivo total) de refinadores de cobertura de chocolate”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (URKUND) quedando el 3% de coincidencia.

The screenshot displays the URKUND interface. The main window shows a document titled 'contenido de los 3 capitulos.docx' (D40846574) presented on 2018-09-16 20:39 (-05:00) by alexebv49@outlook.com. The document is received by pedrodanielidos.ug@analysis.urkund.com. The message content indicates a 3% similarity score from 30 pages, composed of 7 sources. A list of sources is shown on the right, including links to repositories and files like 'TPM.docx' and 'MESIAS CORDOVA.pdf'. The bottom part of the screenshot shows the beginning of the document text, starting with 'CAPITULO I' and 'INTRODUCCION Y ANTECEDENTES'.

<https://secure.urkund.com/view39992353-986254-215198#BcE7DoAgEAXAu2z9YvYDLHAVQ2GIG>

ING. IND. CORREA MENDOZA PEDRO GUSTAVO MSc.

C.C.0905846606

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Bello Vásquez Alex Eduardo

C.C.: 0930839543

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mi madre por enseñarme a ser constante para conseguir las metas que me planteo y enseñarme el valor del trabajo, a mi hermana por ser la mejor influencia para salir adelante y ser independiente, a mi esposa por el constante apoyo brindado para esta tesis y a todos aquellos que me ayudaron e inspiraron a superar profesionalmente en el trayecto estudiantil.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I Diseño de la Investigación

N°	Descripción	Pág.
1.1	Antecedentes	2
1.2	Justificación	2
1.3	Planteamiento del problema	3
1.3.1	Formulación del problema	3
1.3.2	Delimitación de la investigación	3
1.3.3	Hipótesis	3
1.4	Objetivos	4
1.4.1	Objetivo General	4
1.4.2	Objetivos Específicos	4
1.5	Marco Teórico	4
1.5.1	Marco Histórico	5
1.5.2	Marco Conceptual	6
1.6	Metodología	9
1.6.1	Población	9
1.6.2	Tamaño de muestra	9
1.6.3	Tipo de muestreo	10
1.6.4	Tipo de investigación	10
1.7	La empresa	10
1.7.1	Codificación internacional uniforme (CIU)	10
1.7.2	Ubicación de la empresa	10
1.7.3	Organigrama de la empresa	12
1.8	Cultura corporativa	12
1.8.1	Visión	12
1.8.2	Misión	12
1.8.3	Productos que elabora la empresa	12

N°	Descripción	Pág.
1.8.3.1	Línea Industrial	12
1.8.3.2	Línea de consumo	12
1.8.4	Recursos productivos	13
1.8.4.1	El terreno industrial	13
1.8.4.2	Maquinaria y equipos industriales	13
1.8.4.3	Talento Humano	14
1.8.5	Proceso de producción	14
1.8.5.1	Descripción del proceso de elaboración de cobertura de chocolate	14
1.8.5.2	Diagrama de flujo de proceso de elaboración de cobertura de chocolate	15
1.8.5.3	Flujo de proceso para elaboración de cobertura de chocolate	16

Capítulo II

Situación Actual y Diagnóstico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Situación actual	17
2.1.1	Información operacional de los tanques refinadores	17
2.1.2	Capacidad de producción	18
2.1.3	Registro de problemas	20
2.1.3.1	Frecuencia de daños	23
2.2	Análisis y diagnóstico	24
2.2.1	Análisis de datos e identificación de problemas	24
2.2.2	Impacto Económico de problemas	27
2.2.3	Diagnóstico	32

Capítulo III

Propuesta y Evaluación Económica

N°	Descripción	Pág.
3.1	Propuesta	33
3.1.1	Planteamientos de solución a problemas	33
3.1.2	Sistema de implementación del TPM	33
3.1.2.1	Aplicación de las 5 “S”	34

N°	Descripción	Pág.
3.1.2.2	Mantenimiento Planeado	39
3.1.2.3	Mantenimiento autónomo	44
3.1.2.4	Indicadores del proyecto	46
3.1.3	Costos de alternativas de solución	47
3.1.3.1	Inversión fija	47
3.1.3.2	Costos de operación	48
3.2	Evaluación económica y financiera	49
3.2.1	Plan de inversión y financiamiento	49
3.2.2	Evaluación financiera	50
3.3	Programación de para puesta en marcha	51
3.3.1	Planificación y cronograma de implementación	51
3.4	Conclusiones y Recomendaciones	52
3.4.1	Conclusiones	52
3.4.2	Recomendaciones	53
	Anexos	54
	Bibliografía	72

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1	Productos de la Línea Industrial	12
2	Productos de la Línea de consumo	13
3	Talento Humano	14
4	Cantidad y capacidad de tanques por cobertura	17
5	Principales partes de tanque refinador	18
6	Capacidad disponible de producción de cobertura (KG)	18
7	Capacidad de producción de cobertura programada del último semestre (KG)	19
8	Capacidad real de producción utilizada del último semestre (KG)	19
9	Eficiencia de capacidad cobertura negra	19
10	Eficiencia de capacidad cobertura blanca	20
11	Tipos de fallas presentadas	20
12	Consolidado de frecuencia y tiempo de pérdida por fallas en los tanques refinados	24
13	Clasificación de fallos 80-20 según diagrama de Pareto	26
14	Costos de reparaciones por frecuencia de cada fallo	27
15	Utilidades no percibidas por cobertura de chocolate negra no elaborada	28
16	Utilidades no percibidas por cobertura de chocolate blanca no elaborada	29
17	Consolidado de utilidades no percibidas por paradas en las 2 líneas de producción	30
18	Formato de evaluación de la implementación de las 5 “S”	38
19	Formato para análisis de criticidad de la máquina	40
20	Cronograma de mantenimiento Overhaull de tanques refinadores	42
21	Costos por equipos y suministros de oficina	48
22	Costos por herramientas y equipos de medición	48
23	Costos por salarios	49
24	Costos por capacitación y entrenamiento	49
25	Inversión total del proyecto	50
26	Flujo de costo de proyecto propuesto	50
27	Análisis financiero del TIR y VAN	50

Índice de Figuras

N°	Descripción	Pág.
1	Pilar del TPM	5
2	Ubicación geográfica de la empresa	11
3	Diagrama de flujo de proceso de elaboración de cobertura de chocolate	16
4	Diagrama de Pareto con respecto a la frecuencia y tiempo perdido por fallas	25
5	Formato de registro de horas de uso	41
6	Formato de registro de inspección semanal de refinadores	43
7	Planificación de la propuesta	52

Índice de Anexos

N°	Descripción	Pág.
1	Organigrama de la empresa	55
2	Listado de maquinaria	56
3	Diagrama de flujo de proceso del refinamiento de cobertura de chocolate	58
4	Tanque refinador	59
5	Frecuencias de daños en reinados de cobertura de chocolate negra	60
6	Frecuencias de daños en reinados de cobertura de chocolate blanca	61
7	Horas empleadas para reparación de tanques de refinadores de coberturas de chocolate negra	62
8	Horas empleadas para reparación de tanques de refinadores de coberturas de chocolate blanca	63
9	Formato de tarjeta roja	64
10	Ficha técnica y estado inicial de la maquinaria de planta	65
11	Software SMProg para la gestión del mantenimiento	66
12	Cronograma de mantenimiento predictivo de refinadores	69
13	Formato de reportes de mantenimiento	70
14	Cámara termográfica y medidor de vibraciones	71



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIDAD DE TITULACIÓN**

**“Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en metodología TPM
(mantenimiento productivo total) de refinadores de cobertura de chocolate”**

Autor: Bello Vásquez Alex Eduardo

Tutor: Ing. Ind. Correa Mendoza Pedro Gustavo, Msc.

Resumen

Este proyecto busca como meta la reducción de paradas no programadas en la línea de refinamiento de coberturas de chocolate de la empresa Gustaff. El método que se empleó fue la recolección de datos a través de los registros de producción y mantenimiento, donde se llegó a determinar a través del análisis de Pareto, las fallas que afectan en mayor magnitud y que incidieron a que existiera una utilidad no percibida de \$99,090.77 y costos por reparaciones de \$11,477.50 en el periodo de estudio. Para ello se propondrá una mejora basada en la estructura de dos de los pilares de la metodología TPM (Mantenimiento productivo total), que son el mantenimiento planeado, mantenimiento autónomo y la base de las 5”S”, cuyo costo de implementación es de \$31,616.55, donde se considera un ahorro de \$42,000.00 anual, con un valor actual neto de \$50,210.17, una tasa interna de retorno del 37% y un costo-beneficio de \$2.59, demostrando que la propuesta es factible y rentable.

Palabras Clave: Análisis, mejora, metodología, TPM, rentable.



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIDAD DE TITULACIÓN**

“Proposed plan of preventive maintenance based on TPM (total productive maintenance) methodology of refiners chocolate couverture”

Author: Bello Vásquez Alex Eduardo

Advisor: Ind. Eng. Correa Mendoza Pedro Gustavo, Msc.

Abstract

This project search as a goal reducing non programmed stops in the refinement of coverage of the company Gustaff at the chocolate line. The method used was the collection of data through the records of production and maintenance, where it was determined through the Pareto analysis, faults affecting in greater magnitude, and impacted on a not perceived utility of \$ 99,090.77 and costs for repairs of \$11,477.50 in the period of study. To this, there will be proposed an improvement based on the structure of two pillars of the methodology of TPM (total productive maintenance), which are the planned maintenance, autonomous maintenance and the basis of the 5 "s", the implementation cost is \$31,616.55, which will be considered a savings of \$42,000.00 annually, with a net present value of \$50,210.17, an internal rate of return of 37% and a cost-benefit of \$2.59 demonstrating that the proposal is feasible and cost-effective.

Keywords: analysis, improvement, methodology, TPM, profitable.

Introducción

El presente trabajo se divide en tres capítulos y se lo realiza con el fin de mejorar la productividad de la línea de refinamiento de cobertura de chocolate en la empresa Gustaff, con la reducción de costos por averías de la maquinaria y paradas no programadas.

En el primer capítulo, se redactan los antecedentes y problemas de la empresa, además se menciona los objetivos del proyecto, y las teorías en las que se basa, también se explica la metodología a utilizarse y la descripción de la empresa.

En el segundo capítulo, se define la situación actual a través de la toma de información y datos existentes en la empresa, para posteriormente, realizar el análisis con la herramienta grafica de Pareto. Además, se determina el impacto económico provocado en la línea producción con la cuantificación de las perdidas y finalmente se establece el diagnostico

En el tercer capítulo, se plantea la propuesta y se realiza la estructura para implementación de la base 5”S” y de dos de los pilares del TPM, que son el manteniendo planeado y mantenimiento autónomo, y además establecer los indicadores para la gestión, luego se determinan los costos de la propuesta y se realiza la evolución económica y financiera de la misma. Finalmente se realiza la planificación para la puesta en marcha de la propuesta.

Capítulo I

Diseño de la Investigación

1.1 Antecedentes

La empresa Gustaff S.A. donde se realizará la presente investigación, dedicada a la elaboración de productos de chocolate, galletería y confitería, constituida legalmente desde 1998, y que empezó, “según el fundador y colaboradores”, comprando poco a poco maquinaria usada de empresas con mayor potencial en el mercado, que las desechaban por obsolescencia y que se las ha ido adaptando para seguir produciendo.

Según los diarios:

Desde el 2002, Gustaff, opera en el km 7,5 de la vía a Daule (Guayaquil), en donde se elaboran cada mes unas 80 toneladas de productos con cacao fino ecuatoriano. Para arrancar las operaciones en este sitio, la inversión inicial fue de USD 40 000 y dentro de un año, se espera que comience a operar la nueva planta en el sector industrial de Durán, en un terreno de una hectárea. (El Comercio, 2015).

Actualmente produce alrededor de 150 toneladas de producto bruto al mes, donde las coberturas de chocolate son las que más se venden con un monto aproximado de 120 toneladas al mes, casi el 80% de la producción

Además de la compra maquinaria usada a través del tiempo de vida de la empresa, también se ha ido fabricando equipos y maquinaria con la experiencia empírica que posee uno de los colaboradores más antiguos en el área de mantenimiento, pero nunca se ha sostenido un control de inventario, fichas técnicas, registros, ni control de mantenimiento de dichos equipos y maquinarias.

1.2 Justificación

La empresa Gustaff S.A. quien se encuentra en vías de expansión, dándose a conocer cada vez más dentro del mercado de la industria chocolatera, y de esta manera necesitando aumentar su producción junto con su productividad, hace que este proyecto sea importante para que dicha ambición se cumpla de manera eficiente y oportuna con la demanda requerida por el mercado.

Este proyecto busca reducir los tiempos de paradas por daños de maquinarias junto con la reducción significativa de costos por daños mayores, en específico de los tanques de refinamiento de cobertura chocolate a través de un plan de mantenimiento preventivo

basado en una metodología TPM (Mantenimiento productivo total) donde también interviene una cultura de prevención desde de los operadores y técnicos hasta los altos mandos.

Las coberturas de chocolate en sus diferentes presentaciones son las que actualmente generan el mayor ingreso a la empresa con un aproximado del 80% de la producción total, necesitando así, disponer de esta línea de producción de refinamiento sin interrupciones

Resultará importante también ofrecer formatos de control y cronograma de mantenimiento por parte de los técnicos para alargar la vida útil de los equipos y reducir los costos por reparaciones, reproceso o desperdicios de los productos en proceso.

1.3 Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas dentro de la fábrica de chocolates Gustaff son los constantes paros y retrasos de la producción, debido a la deficiencia y/o daños en la maquinaria por fallos eléctricos, mecánicos, o mal manejo de los operadores.

Desde sus inicios la empresa se ha mantenido trabajando sin un plan de mantenimiento preventivo para su maquinaria y solo se incurre al mantenimiento correctivo, creando a su vez mayores costos por cambio y/o reparación de motores, piezas y accesorios, además de que tampoco se llevan adecuados reportes de trabajo por parte del personal de mantenimiento.

1.3.1 Formulación del problema

Para llegar a una conclusión del planteamiento del problema antes mencionado se formulará la siguiente pregunta:

¿Cómo se reducirán las paralizaciones de producción por fallas en los equipos aplicando un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología TPM?

1.3.2 Delimitación de la investigación

Este proyecto se lo realizará en la empresa Gustaff S.A. y se delimitará a los problemas presentados en el área de refinamiento de cobertura de chocolate en específico a los tanques refinadores, tomando en consideración la situación actual de la maquinaria (eficiencia y disponibilidad) y del proceso productivo, para posteriormente, junto con el personal de mantenimiento y producción aplicar el plan de mantenimiento preventivo, basados en la metodología TPM, y disminuir las paralizaciones imprevistas del proceso.

1.3.3 Hipótesis

Con la propuesta del plan de mantenimiento TPM se logrará que disminuyan los costos por perdidas de paradas de máquinas no programadas en la línea de producción de cobertura de chocolate.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en metodología TPM.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los problemas que se presentan en los tanques de refinamiento de cobertura de chocolate.
- Examinar los problemas que se presentan en tanques de refinamiento de cobertura de chocolate.
- Proponer implementación de soluciones basadas en metodología TPM “Mantenimiento productivo total”.
- Definir la relación costo-beneficio de la implementación del TPM.

1.5 Marco teórico

En base a la problemática ya planteada y buscando solución a la misma, este proyecto se llevará a cabo apoyado en las técnicas y la filosofía del TPM (Mantenimiento productivo total) originaria de Japón, en la cual se orienta a eliminación de perdidas relacionadas con paros de la producción por averías en la maquinaria y equipos, y en donde infiere cero averías, sin perdidas de rendimiento y con la calidad requerida.

Para la implementación de la filosofía del TPM dentro de este proyecto se sustentará en libros y artículos científicos relacionados al tema.

En el artículo publicado por Tapia Coronado (2017) nos dice:

El objetivo de TPM es mejorar continuamente la disponibilidad y evitar la degradación de los equipos logrando la máxima eficacia, requiriendo de un fuerte apoyo de gestión, así como el uso continuo de los equipos de trabajo y las actividades de grupos pequeños para lograr mejoras. (págs. 171-178).

Acerca de TPM (Mantenimiento productivo total), Lluís Cuatrecasas (2012) afirma:

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. (pág. 671).

Según Cuatrecasas:

En efecto, y en la actualidad y de acuerdo a la filosofía en la que se apoya el TPM, las personas que tienen a su cargo las tareas de producción también se ocupa de tareas de mantenimiento de sus equipos (comenzando por la limpieza), así como tareas de prevención de fallos, porque resulta mucho más eficiente y por tanto menos costoso que confiar todas las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de producción al departamento de mantenimiento, pues nadie como el propio operario que conduce la maquina o equipo durante el proceso de producción conoce cuándo y cómo hacer este tipo de tareas y chequeos, y lo puede hacer sin pérdidas de tiempo, en el momento oportuno y sin menoscabo de la producción,.. si se le motiva, forma y entrena adecuadamente. (Cuatrecasas, 2012, pág. 671).

“La aplicación del método de las “5s” dentro de la filosofía de trabajo TPM junto con la base en sus 8 pilares resultará de vital ayuda para el éxito del mismo, según señala el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (*JIPM*)”. (Japan Institute of Plant Maintenance).

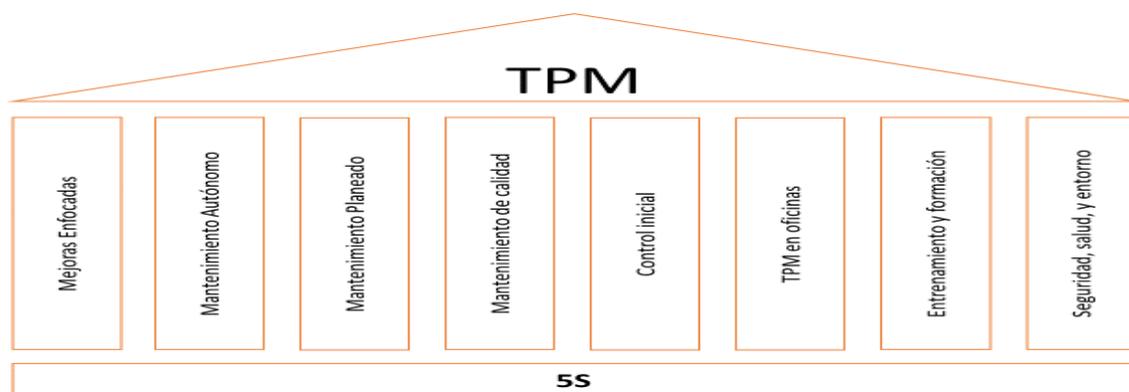


Figura 1. Pilares del TPM. Información adaptada de Google. Elaborado por el autor.

El modelo de productividad total (TPM) se basa en elementos tangibles. En este contexto, “tangible” significa medible o cuantificable directamente. Además el TPM considera tanto el punto de vista de los sistemas en su totalidad, como el punto de vista en de los subsistemas y es tanto diagnóstico como prescriptivo en su naturaleza. (Sumanth, 2001, pág. 65).

1.5.1 Marco Histórico.

Entre (1946 – 1952), los japoneses estaban volcados en la reconstrucción de su país:

Como parte de este enorme proyecto, buscaron a expertos en control estadístico como Walter Andrew Shewhart o William Edwards Deming. En 1950, la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE) invitó

al Dr. Deming, debido a su conocimiento acerca de Japón y su cultura, a impartir unas charlas sobre Calidad y Control Estadístico de Procesos (SPC) (Queaprendemoshoy.com, s.f.)

En 1970, y con base en el surgimiento del nuevo concepto de "mantenimiento" productivo (PM, por sus siglas en inglés), el japonés Seichi Nakajima desarrollo el sistema Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés), el cual hace énfasis en la importancia que tiene involucrar al personal de producción y al mantenimiento en labores de mantenimiento productivo; debido a que esta acción arroja buenos resultados, sobre todo en las industrias de punta (Villanueva, 2014, pág. 2).

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM juntamente con el TQM. (Levcovich, 2009, pág. 4)

1.5.2 Marco conceptual

El Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo es el conjunto de acciones encaminadas a reparar las averías o fallas que se presenten en los equipos o en las instalaciones de la empresa cuando éstas han perdido operatividad y es necesario detener la máquina o instalación. (Márquez, Ajuech, & León, 2017, pág. 28).

“El mantenimiento correctivo recoge todas aquellas actuaciones que deberán realizarse cuando se haya producido una avería que deba ser reparada” (Robledillo, Jimenez, & Pérez, 2013).

Ángeles (2009) nos dice que “El mantenimiento correctivo se enfoca más a mantener funcionando los equipos de producción, de servicio e instalaciones, corrigiendo fallas ocasionales que no requieren de ninguna planeación previa” (pág. 17).

Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo alargar la vida útil de la maquinaria además de prevenir daños mayores, aumentar fiabilidad y rendimiento.

Márquez et al., (2017) indica:

El mantenimiento preventivo es la supervisión planificada, constante regular y proyectada, así como la distribución de labores previstas como ineludibles, que se realizan en todas las instalaciones, máquinas o equipos,

con la finalidad de reducir los casos de emergencia y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua. (pág. 66)

Robledillo et al, (2013) “El mantenimiento preventivo es aquel que se aplica cuando todavía no se ha producido una avería o incidencia debido a las condiciones de trabajo o al funcionamiento inadecuado de las instalaciones”. (pág. 10).

El mantenimiento preventivo tiene por misión conocer el estado actual, por sistemas, de todos los equipos, y programar así el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno.

Las principales ventajas frente a otros tipos de mantenimiento estriban en:

- Disminuir la frecuencia de paradas aprovechando para realizar varias reparaciones al mismo tiempo.
- Aprovechar el momento más oportuno, tanto para producción como para mantenimiento, para realizar las reparaciones.
- Preparar y aprovisionar los utillajes y piezas de recambio necesarios.
- Distribuir el trabajo de mantenimiento de una manera más uniforme evitando puntas de trabajo y optimizando la plantilla
- En muchos casos evitar averías mayores como consecuencia de pequeños fallos, en particular los de los sistemas de seguridad. (Elola, Pastor, & Mugaburu, 1997, págs. 32, 33)

Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo examina, mediante técnicas de análisis predictivas, el estado de los elementos y los equipos, estableciendo recomendaciones para intervenir de manera oportuna con labores de mantenimiento, lo que redunda en significativos ahorros de tiempo y, por ende, de dinero. (Márquez, Ajuech, & León, 2017, pág. 98).

El mantenimiento predictivo, consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica, eléctrica, etc.) real de la máquina o de la instalación examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, haciendo uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. (Cárcel, 2014, pág. 127).

Mantenimiento TPM.

El TPM es básicamente una herramienta de mejora continua (Kaizen) que permite a todas las empresas que quieran aplicarlo, mejorar la confianza y fiabilidad de la maquinaria dentro de su proceso productivo y además promoviendo una cultura de prevención y concientización en el recurso humano, pero que también, conlleva al compromiso de los

altos mandos y la perseverancia de los mandos medios para que se cumpla con éxito las metas que busca esta metodología de trabajo.

En el texto “La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial” de Javier cárcel (2014) nos indica:

El concepto de TPM fue definido incluyendo las siguientes metas o filosofías de trabajo:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo en la implementación del TPM.
- Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operadores de la planta.
- Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos. (pág. 128).

Resulta importante señalar dentro del mantenimiento la terminología de gestión de mantenimiento donde (Fonseca-Junior, 2015) nos dice que (..) “procura reducir costos asociados al mantenimiento, en particular horas/hombre, y costos de reparación. Varias metodologías han sido empleadas para el logro de estos objetivos, tales como TPM (Total Productive Maintenance), RCA (Root Cause Analysis), mantenimiento preventivo, entre otras otros”. (págs. 139-149).

Para cumplir con la metodología TPM es fundamental la aplicación de manera continua los 8 pilares que Barrueco (2017) nos señala:

- Mejoras enfocadas. Definir la situación actual, la meta alcanzable y la meta a lograrla.
- Mantenimiento autónomo. El personal debe poder realizar tres tipos de acciones: operativa habitual + mantenimiento básico de su equipo + inspección de calidad.
- Mantenimiento planeado. El equipo de mantenimiento realiza labores de mantenimiento preventivo, orientada a reducir averías.
- Control inicial. Aplicar lo aprendido, asegurando que los equipos funcionan adecuadamente desde el principio y son fáciles de mantener.
- Mantenimiento de calidad. Realizar acciones para lograr cero defectos.
- Entrenamiento de los equipos de trabajo sobre las tareas de cada persona.
- TPM en oficinas. Implementar todos los puntos de administración.
- Seguridad y medio ambiente. Realizar acciones para lograr cero errores. (pág. 36).

Método de las 5S

El método de las 5S como nos señala Barrueco (2017):

Las 5s son unas técnicas desarrolladas en Japón en la década de 1960, en el seno de la empresa Toyota, que empieza por S en japonés. Su finalidad es mejorar el entorno laboral y la motivación del personal a la par que se consigue una reducción de costos y riesgos, junto con una mejor imagen.

Las cinco técnicas son estas:

- Seiri o clasificación: Todo lo que no vale se retira del lugar de trabajo.
- Seiton u organización: Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
- Seiso o limpieza: Lo importante no es limpiar, sino no ensuciar.
- Seiketsu o estandarización: Crea condiciones para mantener lo conseguido. Incluye el uso de control visual para detectar ineficiencias.
- Shitsuke o disciplina: Tomar el hábito de hacer bien las cosas. (pág. 35)

1.6 Metodología

Se desarrollara una investigación de campo con un enfoque cuantitativo con el objetivo de medir y obtener datos estadísticos.

1.6.1 Población.

La población a tomar en cuenta para la metodología de esta investigación serán los reportes de los lotes de producción y los registros de mantenimiento en donde se indican los tiempos por paradas de máquinas en el último semestre, que suman un total de 514 reportes.

1.6.2 Tamaño de muestra.

Para obtener el tamaño de la muestra se utilizara la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{N \cdot Z^2(p \cdot q)}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2(p \cdot q)}$$

Los datos a usarse dentro de la formula serán los siguientes:

N: Tamaño de la población que será de 514

Z: Nivel de confianza de 95% que en la tabla representa 1,96

e: El error admisible que será de 0,05

p: Probabilidad de éxito 0,5

q: Probabilidad de fracaso de 0,5

Remplazando los datos en la formula el resultado sería de 220 reportes los cuales se revisarían

1.6.3 Tipo de muestreo

Se realizara una muestra estratificada para dividir la población en subgrupos, y luego seleccionar aleatoriamente de manera proporcional según los lotes de producción de cada mes.

1.6.4 Tipo de investigación.

El tipo de investigación a realizarse será de tipo descriptivo determinando la situación actual a través de la técnica de recolección de datos de los registros de producción y mantenimiento.

Luego de haber determinado los principales problemas junto con sus causas y haber obtenido los resultados del análisis y diagnóstico se planteará las alternativas de mejora basadas en TPM que ayuden a reducir las paralizaciones de producción por averías de máquinas.

1.7 La empresa

- Nombre o razón social: Gustaff S.A.
- Ruc: 0991450262001
- Productos que elabora: Polvos de cacao, productos y derivados de chocolate, galletería y confitería.

1.7.1 Codificación internacional uniforme (CIU).

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU) determinada por las Naciones Unidas y adaptada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en Ecuador para catalogar empresas según las actividades económicas a nivel nacional ubica a la empresa Gustaff S.A. con el siguiente código alfanumérico:

- C1073.12 Elaboración de chocolate y productos de chocolate

1.7.2 Ubicación de la empresa

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil en el Km 7 ½ Vía a Daule en el sector de la Prosperina en la calle 3ra solar 2.

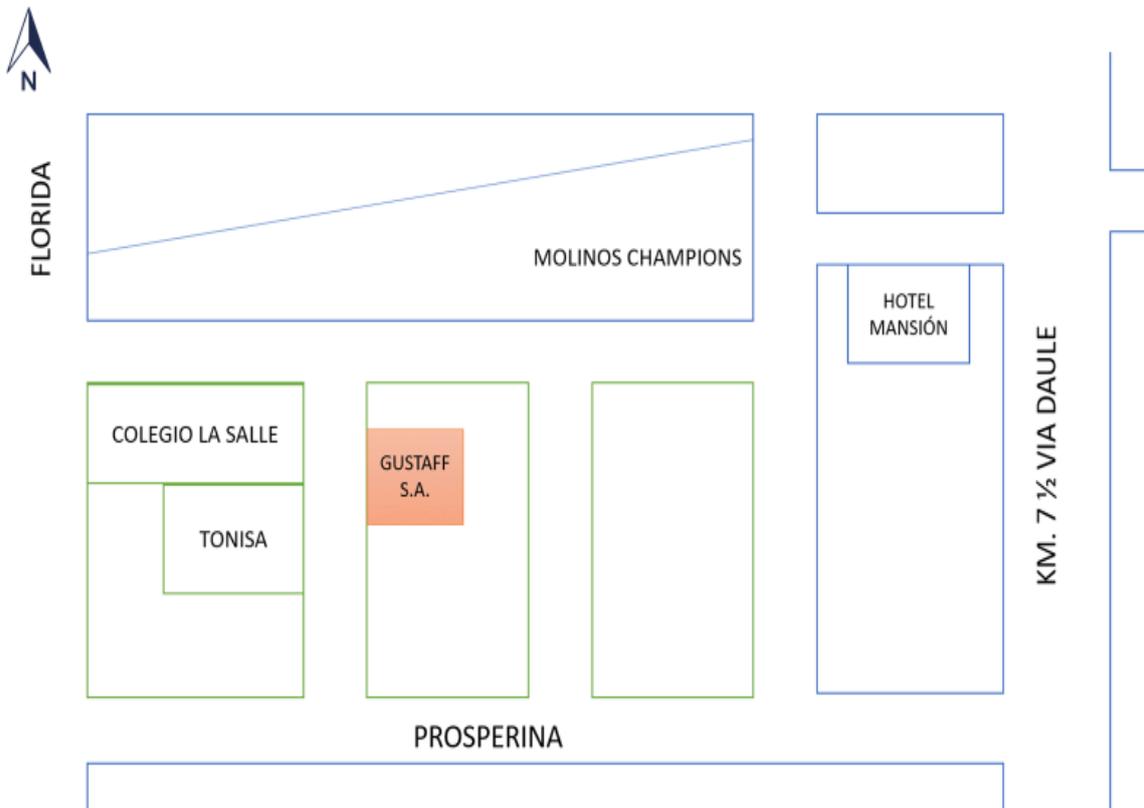


Figura 2. Ubicación geográfica de la empresa. Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

1.7.3 Organigrama de la empresa

Ir a Anexo 1 para ver el organigrama de la empresa.

1.8 Cultura corporativa

1.8.1 Visión

Contribuir al crecimiento de la industria nacional, buscando que nuestros productos y marcas sean reconocidos por su calidad, precio y servicio, fortaleciendo nuestra presencia en el mercado local e internacional.

1.8.2 Misión

Desarrollar, elaborar y comercializar nuestros productos (coberturas y chocolates) para cada necesidad con altos estándares de calidad que satisfagan a nuestros clientes, logrando un crecimiento sostenido que nos permita aportar al desarrollo del país.

1.8.3 Productos que elabora la empresa.

1.8.3.1 Línea Industrial.

La línea industrial es la destinada a clientes que requieren los productos como materia prima como heladerías, panaderías y pastelerías para la elaboración de otros productos. A continuación se muestran los productos en la siguiente tabla:

Tabla 1. Productos de la Línea Industrial

Producto	Presentación	Peso por unidad
Chocolate Pastry	Caja x 10 bloques	1 kg
Cobertura Rapichoc Bloques		
Cobertura Rapichoc	Caja x 16 bloques	0,75 kg
Cobertura Rapichoc	Caja x 10 bloques	1 kg
Cobertura Rapichoc	Caja x 6 bloques	3 kg
Botones y Gotas (Blancas- Negras)		
Botones y Gotas	Al granel	2kg- 5kg- 10kg- 15kg- 20kg
Botones y Gotas	Fundas	250g- 500g- 1kg
Cremas Untables Reposteras		
Crema de Avellanas con Chocolate	Cajas x 6 baldes	4kg
Crema negra	Cajas x 6 baldes	4kg
Crema Blanca	Cajas x 6 baldes	4kg
Crema de Avellanas con Leche	Cajas x 6 baldes	4kg
Crema Amaretto Almendras con chocolate	Cajas x 6 baldes	4kg
Polvos de cacao		
Cocoa forty repostera	Cajas x 15 fundas	1 kg
Polvo Alcalino repostero	Sacos	25 kg
Cobertura liquida		
Cobertura liquida	Cajas	25 kg

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

1.8.3.2 Línea de consumo.

La división de línea de consumo es la destinada al consumidor final a través de los canales de distribución se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Productos de la Línea de Consumo*

Producto	Presentación	Peso por unidad
Chocolatines/ Galletas		
Chocolates Run	Fundas	200 g
Chocolates Bananitos	Fundas	200 g
Galletas Zebritas	Fundas	250 g
Grageas y Palillos		
Grageas Balín	Fundas	12g- 200g-5kg
Palillos Balín	Fundas	200g- 5kg
Cocoas en polvo		
Cocoa Forty normal	Fundas	170g- 425g
Cocoa Forty natural	Fundas	20 g
Cremas Untables/ Gotas Horneables		
Cremas de avellanas Gustaff	Frascos	280 g
Gotas Rapichoc	Fundas	250 g
Cobertura Líquida		
Cobertura Chocobanano	Frascos	1 kg

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

1.8.4 Recursos productivos.

1.8.4.1 El terreno industrial

La empresa Gustaff S.A. cuenta con un terreno de 720 m² con construcción de tres plantas distribuidas de la siguiente manera:

Planta Baja: Área de embarque, áreas de bodega, área de refinamiento de coberturas de chocolate, área de empaques

Primera Planta: Administración, departamento de calidad, área de producción de galletería, área de producción de palillos, comedor y área de departamento de mantenimiento.

Segunda Planta: Área de pulverización, área de producción de grageas, área de túnel de frío y empaque, área de refinamiento de chocolate.

El área a tratar para este proyecto será la de refinamiento de cobertura de chocolate que cuenta un área de 71,35 m² en planta baja.

1.8.4.2 Maquinaria y equipos industriales.

Ver anexo 2.

1.8.4.3 Talento humano.

La siguiente tabla nos mostrara la cantidad de talento humano con el que cuenta la empresa:

Tabla 3. Talento Humano

Departamento	Nº de trabajadores
Administrativo	10
Logística	11
Mantenimiento	7
Producción y calidad	30
Ventas	8
Total	66

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

1.8.5 Proceso de producción.

1.8.5.1 Descripción del proceso de elaboración de cobertura de chocolate

Fase 1: Recepción de materia prima

Para empezar el proceso, el supervisor de planta realiza el pedido de la materia prima al encargado de bodega según el lote programado a realizarse. La materia prima a utilizarse dependerá del tipo de cobertura a elaborar, pero básicamente comprende las siguientes: Polvo de cacao alcalino, azúcar, manteca de cacao, manteca vegetal, manteca heladera, manteca Kaofat, maicena, PGPR, suero de leche, leche entera, palsgaard, lecitina de soya, esencia de vainilla.

Fase 2: Selección de materia prima.

El operador procede a seleccionar y separar la materia prima según el lote y producto asignado para su elaboración.

Fase 3: Pesado de materia prima.

El operador pesa la materia prima. En caso de que la cobertura a elaborar lleve manteca Kaofat que llega en bloques el operador tendrá que ante picar en trozos dicha manteca.

Fase 4: Suministro o alimentación de la materia en el tanque refinador.

En esta fase el operador alimenta de manera sistemática la materia prima en el refinador, pero antes, se procede a abrir la tapa del refinador y encender el motor que hará girar el árbol agitador denominado por el personal de mantenimiento como *el muñeco* del tanque. Este agitara unas bolas de acero que se encuentran al interior del tanque y que irán realizando el proceso de refinamiento.

Entonces se procede con la alimentación de la manteca que vaya a utilizarse, esta se ira derritiendo con la temperatura que recircula a través de la camisa del tanque que se encuentra alrededor de los 40^ac y la agitación de la bolas de acero.

Luego se procede alimentar según el tipo de cobertura con el polvo de cacao alcalino, licor de cacao, leche entera, manteca de cacao, maicena, PGPR, lecitina y/o esencia de vainilla, terminando con la azúcar refinada.

Fase 5: Refinamiento.

Este proceso llevara entre un tiempo de entre una hora y media hasta tres horas dependiendo el tipo de cobertura. Durante la primera hora permanecerá encendido el motor agitador que moverá las bolas de acero junto con el producto en proceso, luego, el operador procederá a encender la bomba centrifuga para recircular el producto y completar el proceso de refinado.

Fase 6: Armado de cajas (en caso de que el producto final sea cobertura liquida)

Mientras la maquina esta refinando el producto, el operador arma las cajas y coloca fundas dentro de estas, para posteriormente empacar la cobertura.

Fase 7: Descarga y pesado.

El operador procede a descargar la cobertura con ayuda de la bomba centrifuga en los catones con fundas mientras la va pesando en cantidad de 25kg.

En caso de que el producto sea cobertura sólida “bloque”, se dosifica en moldes plásticos mientras se lo va pesando y luego se lo pasa por una banda transportadora al interior de un túnel de frio a una temperatura de 5 a 8^oc.

Fase 8: Empacado

En caso de coberturas liquidas se sellan los cartones ya pesados.

En caso de coberturas solidas se desmoldan los bloques y se empacan en fundas con la respectiva información del producto.

Fase 9: Control de detector de metales y paletizado.

Ya empacado el producto se procede a realizar una última inspección, pasado los cartones con producto por el detector de metales y posteriormente a paletizar.

Fase 10: Almacenamiento.

Finalmente se entrega el producto empacado y paletizado a bodega para su almacenaje.

1.8.5.2 Diagrama de flujo de proceso de elaboración de cobertura de chocolate.

En la siguiente imagen se muestra el proceso general para la elaboración de coberturas

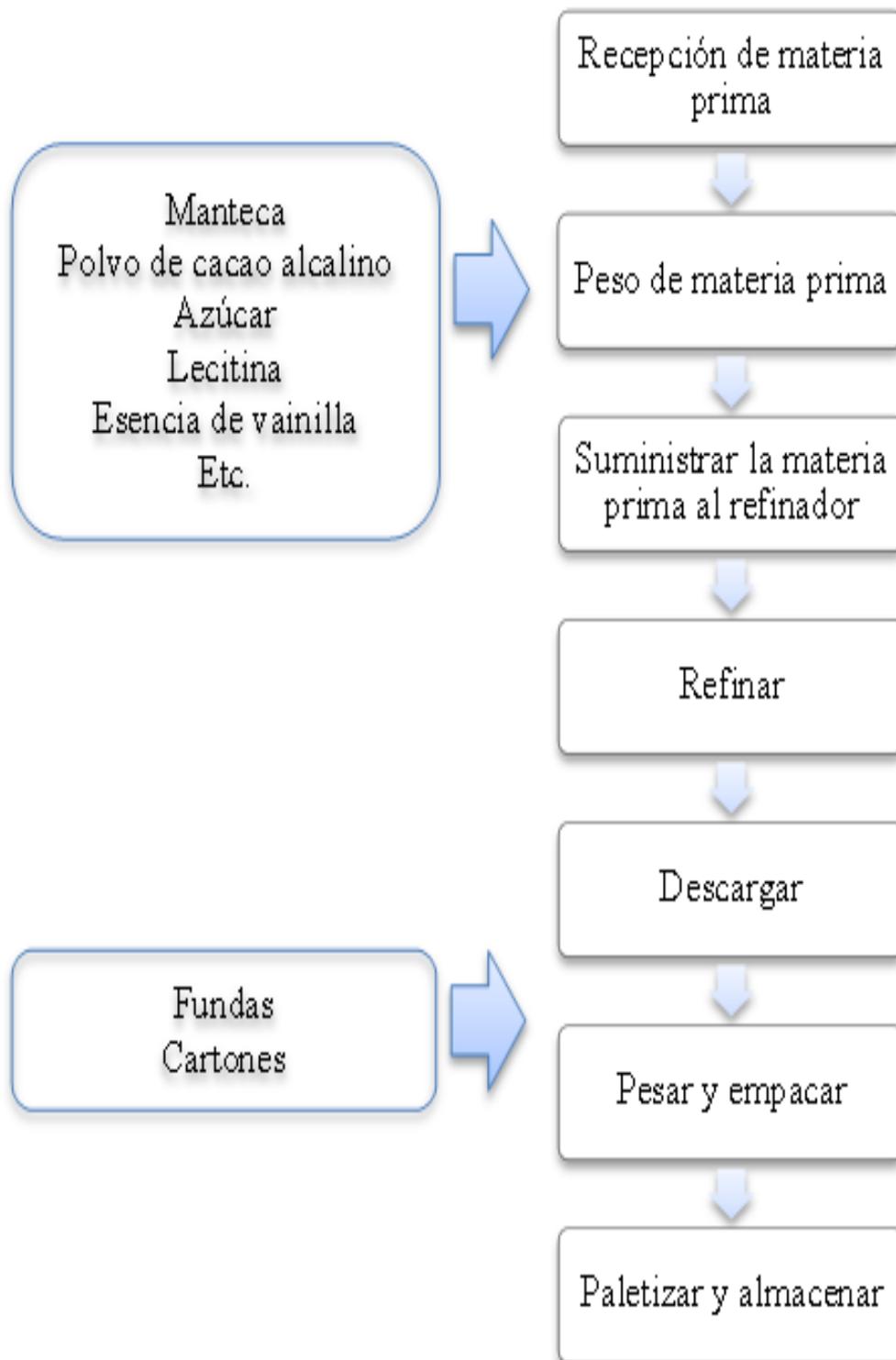


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso para la preparación de cobertura de chocolate. Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

1.8.5.3 Flujo de proceso para la elaboración de cobertura de chocolate.

Ver anexo 3.

Capítulo II

Situación Actual y Diagnóstico

2.1 Situación actual

La empresa Gustaff S.A. actualmente, cuenta con 5 tanques de refinamiento de cobertura de chocolate con capacidad de 250 kg cada uno, en su línea para la elaboración de los 2 principales tipos de coberturas de chocolate que son, cobertura negra y cobertura blanca que están distribuidos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. *Cantidad y capacidad de tanques por cobertura*

Producto	Tanques refinadores	Capacidad por producto (Kg)
COBERTURA NEGRA	3	750
COBERTURA BLANCA	2	500

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

2.1.1 Información operacional de los tanques refinadores.

Los tanques refinadores tienen función principal de mezclar la materia prima, a través de un motor-reductor que trasmite el torque hacia un árbol de acero con cuchillas y brazos de acero de forma perpendicular al árbol denominado “muñeco”, generando así, el movimiento de pequeñas bolas de acero que van refinando el producto hasta quedar completamente homogéneo.

También es necesario contar con una temperatura adecuada para que la manteca utilizada se derrita y el resto de la materia prima se mezcle, y en caso de ser cobertura en bloque para que no se solidifique el producto. Para esto el tanque y las tuberías de recirculación de la cobertura de chocolate cuenta con camisas donde circula agua caliente que van conectadas con mangueras de vinilo al sistema general de circulación de agua para refinadores que se encuentra a $45^{\circ}\text{c} \pm 5^{\circ}\text{c}$.

Además, se cuenta con una bomba de piñones que va acoplada en la parte inferior del tanque con las tuberías de acero, una válvula esférica en la succión de la bomba y una válvula esférica de tres vías para la recirculación y descarga del producto, la bomba también debe contar con una camisa para la recirculación de agua caliente para que el producto no se cristalice en el interior de la cámara donde se encuentran los piñones y retenedores.

Ir al anexo 4 para ver el diseño de tanque refinador y sus partes. Entre las principales partes que consta el tanque refinador, son las que se mencionan a continuación:

Tabla 5. Principales partes de tanque refinador

1	Bolas de acero
2	Imán
3	Mangueras de vinilo
4	Motor y bomba centrífuga
5	Motor reductor de agitador
6	Muñeco agitador
7	Tanque encamisado
8	Tuberías de acero inoxidable
9	Válvulas de acero inoxidable

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

2.1.2 Capacidad de producción

La producción dependerá del lote que se requiera elaborar, y es por ello que se considerara tanto la capacidad disponible, capacidad programada y la capacidad real producida en el último semestre, también tomando en cuenta las horas del turno laborar y tiempo requerido para el proceso de refinamiento, con los siguientes datos:

- N.º de horas laborales: 11 horas
- Días laborales al mes: 22 días
- Capacidad de tanque refinador por carga: 250Kg

La capacidad disponible es aquella donde se considera la capacidad total de los tanques y el tiempo requerido para el proceso de refinamiento de una manera continua durante un periodo de tiempo.

Tabla 6. Capacidad disponible de producción de coberturas (KG)

Producto	Capacidad de producción (Kg)	Tiempo requerido para refinamiento (h)	Cargas por día	Capacidad por día (kg)	Capacidad de producción mensual (kg)
COBERTURA NEGRA	750	1,68	6	6000	99000
COBERTURA BLANCA	500	1,68	6	4500	66000

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

La capacidad de producción programada es la esperada a realizar en el tiempo requerido para los requerimientos y el inventario en bodega, a continuación, se muestra lo registrado en la siguiente tabla:

Tabla 7. *Capacidad de producción de cobertura programada del último semestre (KG)*

	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
NEGRA	95000	80000	65000	92000	91000	87000
BLANCA	63000	59000	52000	60000	62000	60000
TOTAL	158000	139000	117000	152000	153000	147000

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

La capacidad real o demostrada es lo producido en el periodo de tiempo registrado, cuyos datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Capacidad real de producción utilizada del último semestre (KG)*

	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
NEGRA	80000	68000	55000	60500	70000	65250
BLANCA	35000	34375	16750	35250	40800	57825
TOTAL	115000	102375	71750	95750	110800	123075

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Habiendo ya obtenido la producción programada y la producción real del último semestre se podrá determinar la eficiencia de la producción de los 2 tipos de coberturas en las siguientes tablas:

Tabla 9. *Eficiencia de capacidad cobertura negra*

COBERTURA NEGRA				
MES	CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE	PROGRAMADO	PRODUCCIÓN REAL	Eficiencia
Diciembre	99000	95000	72000	75,8%
Enero	99000	80000	63000	78,8%
Febrero	99000	65000	50000	76,9%
Marzo	99000	92000	65500	71,2%
Abril	99000	91000	70000	76,9%
Mayo	99000	87000	68750	79,0%
TOTAL		510000	389250	76,3%

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Se establece entonces, que el último semestre se ha obtenido una eficiencia del 76,3% en la producción de cobertura negra.

En la tabla siguiente, se detalla la eficiencia obtenida en la producción de cobertura blanca:

Tabla 10. *Eficiencia de capacidad cobertura blanca*

COBERTURA BLANCA				
MES	CAPACIDAD MÁXIMA DE PRODUCCIÓN DISPONIBLE	PROGRAMADO	PRODUCCIÓN REAL	Eficiencia
Diciembre	66000	63000	40250	63,9%
Enero	66000	59000	44375	75,2%
Febrero	66000	52000	38750	74,5%
Marzo	66000	60000	42250	70,4%
Abril	66000	62000	48500	78,2%
Mayo	66000	60000	40750	67,9%
TOTAL		356000	254875	71,6%

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Se determina entonces que en la producción de coberturas blancas se ha obtenido una eficiencia del 71,6% en el último semestre.

2.1.3 Registro de problemas

Como se menciona en el capítulo anterior, dentro de la empresa por lo general solo se incurre al mantenimiento correctivo, es decir después de que se haya materializado el daño, debido a que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo ni tampoco capacitación del manejo de la maquinaria a los operadores.

Otro de los problemas es el tiempo que se pierde al momento de necesitar cambiar algún repuesto, por lo que no se lleva un correcto control de inventario de los mismos, ya que este se encuentra a cargo de uno de los mecánicos más antiguos que no posee conocimiento en sistemas computarizados y que además debe cumplir su trabajo como mecánico principal de la planta.

Entre las principales fallas dentro de la línea de producción de refinamiento de cobertura de chocolate se encuentran los mencionados en la siguiente tabla que se las dividió en mecánicas, eléctricas y de operador:

Tabla 11. *Tipos de fallas presentados*

Tipo	Fallas
Mecánico	Calentador de agua dañado Conectores de mangueras de agua cuarteados Daño en chaveta y chavetero

	Desgaste de rodamientos de agitador
	Desgaste de rodamientos de motores
	Fuga de aceite por retenedores de caja reductora
	Fuga de agua en camisa de tanque
	Fuga de producto en retenedores de bomba
	Mangueras de agua caliente deterioradas
	Matrimonio roto
	Piñones de caja reductora partidos
Eléctrico	Bobina de contactor quemado
	Bornes sulfatados
	Breaker dañado
	Contactos sulfatados
	Motor agitador quemado
	Motor bomba quemado
	Pulsadores dañados
	Térmico abierto
Operador	Árbol de motor agitador partido
	Bloqueo de tuberías de recirculación del producto
	Cuchilla de muñeco agitador partida

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Resulta importante, determinar el ¿por qué? se producen dichas fallas y como se las suele corregir, para posteriormente diagnosticar, corregir y controlar, es por ello que se redactarán las causas

- Calentador de agua dañado
 - ✓ Suele averiarse por falta de mantenimiento preventivo de la electroválvula o contactos eléctricos.
 - ✓ Se incurre por lo general al mantenimiento correctivo.
- Daño en chaveta y chavetera
 - ✓ Suele ocurrir por oxidación de la chaveta o por el arranque de la maquina sin previo calentamiento y recibir un momento torsor excesivo en el juego de chaveta-chavetera.
 - ✓ Para su corrección se desmonta el moto-reductor, se desarma el motor y la caja reductora, y se envía a reparar a proveedor externo.
- Desgaste de rodamientos de agitador

- ✓ Ocurre por la falta de lubricación, desbalanceo de árbol o cumplimiento de vida útil del mismo.
- ✓ Se corrige desmontando el motor y el agitador para cambiar los rodamientos.
- Desgaste de rodamientos de motores
 - ✓ Ocurre por la falta de lubricación o cumplimiento de vida útil del mismo.
 - ✓ Se corrige desmontando el motor y cambiando los rodamientos que por lo general se tiene que enviar comprar ya que no se mantiene un inventario de repuestos en taller.
- Fuga de aceite por retenedores de caja reductora
 - ✓ Suele suceder por el desgaste o cumplimiento de vida útil de los mismos.
 - ✓ Se corrige desmontando el motor y la caja reductora para remplazar los retenedores y se completa el aceite.
- Fuga de agua en camisa de tanque
 - ✓ Por general sucede por deficiencia en la soldadura de fábrica y la vibración que provoca el trabajo de refinador.
 - ✓ Para corregir se retira el agua de la camisa del tanque y se suelda.
- Fuga de producto por retenedores de bomba
 - ✓ Ocurre por desgaste, ya que además de la exposición del giro del árbol de la bomba también está expuesto a la temperatura que circula el producto.
 - ✓ Se corrige desmontando el motor y la bomba, para luego proceder a desarmar, sacar el retenedor, y al igual que en el caso de los rodamientos se debe enviar a comprar para luego cambiar y reinstalar la bomba nuevamente.
- Mangueras de agua caliente rotas
 - ✓ Ocurre por el deterioro, por la exposición constante a la recirculación de agua caliente.
 - ✓ Se reemplazan.
- Matrimonio roto
 - ✓ Se suele partir la cimbra o la cadena del matrimonio por torque excesivo.
 - ✓ Se desmonta el motor y se saca el matrimonio para reemplazarlo.
- Piñones de caja reductora partidos
 - ✓ Suele pasar por la falta de cambio de aceite de la caja reductora o también el mal manejo del operador al arrancar la maquina sin previo calentamiento.
 - ✓ Para reparación se desmonta el moto-reductor, se desarma la caja reductora y se envía a reparar a proveedor externo.

- Bobina de contactor quemado, bornes sulfatados, breaker dañado, contactos sulfatados, térmico abierto
 - ✓ Estas fallas suelen ocurrir por la falta de limpieza y mantenimiento de los accesorios eléctricos, incremento de amperajes o variación de voltaje.
 - ✓ Solo se incurre a los mantenimientos correctivos.
- Motor quemado
 - ✓ Suele suceder por el esfuerzo excesivo del motor o por variaciones voltaje.
 - ✓ Para la corrección se suele cambiar el motor por completo o se envía rebobinar a proveedor externo.
- Árbol de motor agitador partido
 - ✓ Suceder debido a la caída de objetos metálicos al interior del tanque como las tuercas de las tapas del refinador, que producen atascamiento del agitador y un torque excesivo en el árbol del motor.
 - ✓ Para la corrección se suele reemplazar el motor.
- Bloqueo de tuberías de circulación de cobertura de chocolate
 - ✓ Ocurre por la naturaleza del producto de solidificarse y no dejar purgando las tuberías al finalizar la producción.
 - ✓ Para ello se desmontan las tuberías y se las lava con agua caliente hasta destaparlas.
- Cuchilla de muñeco agitador partida
 - ✓ Ocurre cuando por descuido de los operadores caen las tuercas de las tapas del refinador o algún otro objeto metálico al interior del tanque.
 - ✓ Para la corrección es necesario el desmontaje completo del moto-reductor y muñeco agitador para luego enviarlo a reparación a un proveedor externo.

2.1.3.1 Frecuencia de daños

La frecuencia de daños se obtiene basado en los registros de mantenimiento del último semestre según los tanques destinados a cada cobertura de chocolate y además se detallará las horas de paradas considerando las horas empleadas para la reparación o restauración del proceso productivo según las horas laborables, ejemplo:

Si la reparación de la maquinaria dura toda la jornada se considerara las 11 horas de la misma.

La frecuencia de daños de los refinadores destinados a la elaboración de cobertura negra y cobertura blanca se los podrá observar en el anexo 5 y anexo 6.

Con respecto a las horas perdidas por daños presentados en los tanques refinadores se muestran los detalles en las tablas que se encuentran en el anexo 7 y anexo 8.

2.2 Análisis y diagnóstico

2.2.1 Análisis de datos e identificación de problemas.

Una vez obtenido los datos necesarios se procede a realizar el consolidado en la siguiente tabla donde se puede observar el total de horas perdidas de mayor a menor por cada falla presentada en relación al tiempo que se empleó para cada reparación.

Tabla 12. Consolidado de frecuencia y tiempos de pérdida por fallas en los tanques refinadores

	Fallas	Frecuencia	Tiempo perdido (hrs)	Frecuencia relativa
1	Cuchilla de muñeco agitador partida	4	517	32%
2	Desgaste de rodamientos de motores	5	301	19%
3	Piñones de caja reductora partidos	3	154	10%
4	Daño en chaveta y chavetera	3	116	7%
5	Fuga de producto en retenedores de bomba	8	103	6%
6	Motor bomba quemado	2	75	5%
7	Motor agitador quemado	3	66	4%
8	Árbol de motor agitador partido	2	57	4%
9	Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	54	54	3%
10	Desgaste de rodamientos de agitador	1	50	3%
11	Fuga de aceite por retenedores de caja reductora	3	46	3%
12	Matrimonio roto	3	37	2%
13	Contactos sulfatados	2	12	0.7%
14	Bobina de contactor quemado	2	7	0.4%
15	Mangueras de agua caliente rotas	3	4	0.2%
16	Pulsadores dañados	2	4	0.2%
17	Térmico abierto	3	3	0.2%
18	Breaker dañado	2	2	0.1%

19	Conectores de mangueras de agua cuarteados	1	1	0.1%
20	Bornes sulfatados	0	0	0%
21	Calentador de agua dañado	0	0	0%
22	Fuga de agua en camisa de tanque	0	0	0%
		106	1609	100%

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Para analizar los datos de manera gráfica se utilizará la herramienta de ingeniería denominada Diagrama de Pareto, que nos permite identificar los problemas que inciden en mayor magnitud a través del (80-20), donde nos dice que el 80% del tiempo de paradas en los procesos son ocasionados por el 20% de fallas.

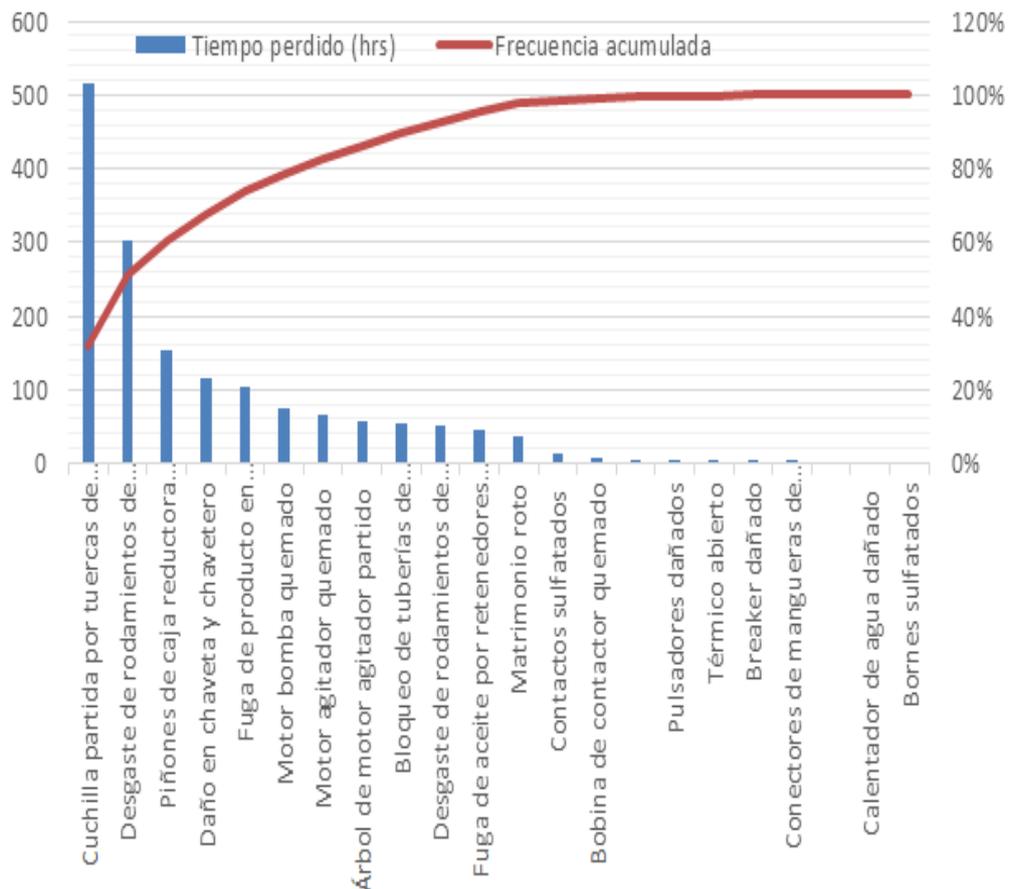


Figura 4. Diagrama de Pareto con respecto a la frecuencia y tiempo perdido por fallas

En la figura se puede apreciar como el comportamiento de los datos indican como ciertos daños que a pesar de que ocurren en menor frecuencia toman mayor tiempo para solucionarse y por ende mayor tiempo de paradas en la línea de producción, mientras que existen otros que ocurren en mayor frecuencia pero toman menos tiempo en solucionarse.

En la siguiente tabla se detalla en cuantas horas afecto la relación 80-20 que nos muestra el grafico de Pareto y que ayudará para la toma de decisiones sobre dichos fallos que afectan en mayor magnitud.

Tabla 13. Clasificación de fallos 80-20 según el diagrama de Pareto

Fallas	Tiempo perdido (hrs)	Relación (80-20)
1 Cuchilla de muñeco agitador partida	517	79%
2 Desgaste de rodamientos de motores	301	
3 Piñones de caja reductora partidos	154	
4 Daño en chaveta y chavetero	116	
5 Fuga de producto en retenedores de bomba	103	
6 Motor bomba quemado	75	
7 Motor agitador quemado	66	21%
8 Árbol de motor agitador partido	57	
9 Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	54	
10 Desgaste de rodamientos de agitador	50	
11 Fuga de aceite por retenedores de caja reductora	46	
12 Matrimonio roto	37	
13 Contactos sulfatados	12	
14 Bobina de contacto quemado	7	
15 Mangueras de agua caliente rotas	4	
16 Pulsadores dañados	4	
17 Térmico abierto	3	
18 Breaker dañado	2	
19 Conectores de mangueras de agua cuarteados	1	
20 Bornes sulfatados	0	
21 Calentador de agua dañado	0	
22 Fuga de agua en camisa de tanque	0	
	1609	100%

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

El tiempo total perdido de la línea de producción de coberturas de chocolate por las reparaciones según los 22 tipos de fallas que suelen presentarse en los tanques refinadores llegan a 1609 horas durante el semestre tomado en cuenta para el análisis.

Según la Tabla N°13 seis de estos fallos que representan el 27% de todas las fallas, han ocasionado de que la producción haya incurrido a una paralización de 1226 horas, que representa el 79% de las horas de paralización total de la producción de cobertura durante el último semestre, mientras que los dieciséis tipos de fallas restantes que suelen presentarse, representan el 73% de fallas y se han tomado un total de 343 horas para su reparación y que representan 21% de horas de paralización de la producción de cobertura de chocolate.

2.2.2 Impacto Económico de problemas.

Una vez analizado se determinará los costos en los que se ha incurrido por mantenimientos correctivos y por las utilidades no percibidas por paradas no programadas de la producción de cobertura de chocolate en sus 2 líneas.

En la siguiente tabla se detalla el costo por reparaciones que se ha incurrido durante el semestre en estudio:

Tabla 14. *Costos de reparaciones por frecuencia de cada fallo*

	Fallas	Frecuencia	Costo por reparación	Costo total de reparaciones
1	Cuchilla de muñeco agitador partida	4	\$ 1,500.00	\$ 6,000.00
2	Desgaste de rodamientos de motores	5	\$ 50.00	\$ 250.00
3	Piñones de caja reductora partidos	3	\$ 600.00	\$ 1,800.00
4	Daño en chaveta y chavetera	3	\$ 220.00	\$ 660.00
5	Daño de retenedores de bomba	8	\$ 10.00	\$ 80.00
6	Motor bomba quemado	2	\$ 120.00	\$ 240.00
7	Motor agitador quemado	3	\$ 250.00	\$ 750.00
8	Árbol de motor agitador partido	2	\$ 270.00	\$ 540.00
10	Desgaste de bocines de agitador	1	\$ 200.00	\$ 200.00
11	Daño de retenedores de caja reductora	3	\$ 15.00	\$ 45.00
12	Matrimonio roto	3	\$ 200.00	\$ 600.00
14	Bobina de contactor quemado	2	\$ 75.00	\$ 150.00

15	Mangueras de agua caliente rotas	3	\$	2.00	\$	6.00
16	Pulsadores dañados	2	\$	18.00	\$	36.00
17	Térmico abierto	3	\$	23.00	\$	69.00
18	Breaker dañado	2	\$	25.00	\$	50.00
19	Conectores de mangueras de agua cuarteados	1	\$	1.50	\$	1.50
					\$	11,477.50

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

La suma de los costos por reparaciones de los tanques de refinamiento arroja un monto de \$11,477.50.

Para obtener el monto por utilidades no percibidas debido a paradas no programadas se tomará en cuenta las horas de parada, el precio por cada kilogramo de producto, el costo de producción por kilogramo.

Para ello se trabajara con los datos proporcionados por el departamento de contabilidad donde nos dice que el precio por kilogramo de cobertura negra es de \$ 2,86 y el costo de producción del mismo es de \$ 2,43 donde ya están incluidos los costos variables como materia prima, mano de obra directa, energía, y los costos fijos como mano de obra indirecta y que nos da una utilidad de \$ 0,43 por kilogramo.

Utilidad bruta no percibida por kg= P.V.P. por kg - costos de producción por kg

Utilidad bruta no percibida por kgs no producidos = Ventas - costos de producción

En la línea de producción de cobertura de chocolate negra se obtuvo los resultados que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 15. *Utilidades no percibidas por cobertura de chocolate negra no elaborada*

COBERTURA NEGRA						
	Fallas	Tiempo perdido (hrs)	Kg no producidos	Ingresos por producción no realizada	Costo por kilos no producidos	Utilidad bruta no percibida
1	Cuchilla de muñeco agitador partida	249	37053.6	\$ 105,973.21	\$ 91,151.79	\$ 4,821.43
2	Desgaste de rodamientos de motores	179	26636.9	\$ 76,181.55	\$ 65,526.79	\$ 10,654.76
3	Daño en chaveta y chavetero	83	12351.2	\$ 35,324.40	\$ 30,383.93	\$ 4,940.48
4	Fuga de producto en retenedores de bomba	66	9821.4	\$ 28,089.29	\$ 24,160.71	\$ 3,928.57
5	Piñones de caja reductora partidos	66	9821.4	\$ 28,089.29	\$ 24,160.71	\$ 3,928.57

6	Desgaste de rodamientos de agitador	50	7440.5	\$ 1,279.76	\$ 18,303.57	\$ 2,976.19
7	Matrimonio roto	37	5506.0	\$ 15,747.02	\$ 13,544.64	\$ 2,202.38
8	Motor bomba quemado	35	5208.3	\$ 14,895.83	\$ 12,812.50	\$ 2,083.33
9	Motor agitador quemado	33	4910.7	\$ 14,044.64	\$ 12,080.36	\$ 1,964.29
10	Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	28	4166.7	\$ 11,916.67	\$ 10,250.00	\$ 1,666.67
11	Fuga de aceite por retenedores de caja reductora	16	2381.0	\$ 6,809.52	\$ 5,857.14	\$ 952.38
12	Árbol de motor agitador partido	11	1636.9	\$ 4,681.55	\$ 4,026.79	\$ 654.76
13	Contactos sulfatados	4	595.2	\$ 1,702.38	\$ 1,464.29	\$ 238.10
14	Bobina de contactor quemado	2	297.6	\$ 851.19	\$ 732.14	\$ 119.05
15	Breaker dañado	2	297.6	\$ 851.19	\$ 732.14	\$ 119.05
16	Mangueras de agua caliente deterioradas	2	297.6	\$ 851.19	\$ 732.14	\$ 119.05
17	Pulsadores dañados	2	297.6	\$ 851.19	\$ 732.14	\$ 119.05
18	Térmico abierto	1	148.8	\$ 425.60	\$ 366.07	\$ 59.52
19	Bornes sulfatados	0	0.0	\$ -	\$ -	\$ -
20	Calentador de agua dañado	0	0.0	\$ -	\$ -	\$ -
21	Conectores de mangueras de agua rotos	0	0.0	\$ -	\$ -	\$ -
22	Fuga de agua en camisa de tanque	0	0.0	\$ -	\$ -	\$ -
		866	128869.04	\$ 368,565.48	\$ 317,017.86	\$ 51,547.62
			8			

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

La Tabla 15 nos arroja una utilidad no percibida de \$ 51 547,62 por paradas no programadas en la línea de producción de cobertura de chocolate negra.

En la línea de producción de cobertura de chocolate blanca el precio por kilogramo es de \$ 3,20 mientras que el costo de producción es de \$ 2,77 y una utilidad de \$ 0,43 por kilogramo.

En la siguiente tabla se detallan el total de utilidades no percibidas por la línea de cobertura blanca:

Tabla 16. *Utilidades no percibidas por cobertura de chocolate blanca no elaborada*

COBERTURA BLANCA						
Fallas	Tiempo perdido (hrs)	Kilos no producidos	Ingresos por producción no realizada	Costo por kilos no producidos	Utilidad bruta no percibida	
1 Cuchilla de muñeco agitador partida	268	39881.0	\$ 127,619.05	\$ 110,470.24	\$ 17,148.81	
2 Desgaste de rodamientos de motores	122	18154.8	\$ 58,095.24	\$ 50,288.69	\$ 7,806.55	
3 Piñones de caja reductora partidos	88	13095.2	\$ 41,904.76	\$ 36,273.81	\$ 5,630.95	
4 Árbol de motor agitador partido	46	6845.2	\$ 21,904.76	\$ 18,961.31	\$ 2,943.45	
5 Motor bomba quemado	40	5952.4	\$ 19,047.62	\$ 16,488.10	\$ 2,559.52	
6 Fuga de producto en retenedores de bomba	37	5506.0	\$ 17,619.05	\$ 15,251.49	\$ 2,367.56	
7 Daño en chaveta y chavetero	33	4910.7	\$ 15,714.29	\$ 13,602.68	\$ 2,111.61	
8 Motor agitador quemado	33	4910.7	\$ 15,714.29	\$ 13,602.68	\$ 2,111.61	
9 Fuga de aceite por retenedores de caja reductora	30	4464.3	\$ 14,285.71	\$ 12,366.07	\$ 1,919.64	
10 Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	26	3869.0	\$ 12,380.95	\$ 10,717.26	\$ 1,663.69	
11 Contactos sulfatados	8	1190.5	\$ 3,809.52	\$ 3,297.62	\$ 511.90	
12 Bobina de contactor quemado	5	744.0	\$ 2,380.95	\$ 2,061.01	\$ 319.94	
13 Mangueras de agua caliente deterioradas	2	297.6	\$ 952.38	\$ 824.40	\$ 127.98	
14 Pulsadores dañados	2	297.6	\$ 952.38	\$ 824.40	\$ 127.98	
15 Térmico abierto	2	297.6	\$ 952.38	\$ 824.40	\$ 127.98	
16 Conectores de mangueras de agua rotos	1	148.8	\$ 476.19	\$ 412.20	\$ 63.99	
17 Bornes sulfatados	0	0.0	\$ -	\$ -	\$ -	

18	Breaker dañado	0	0.0	\$	-	\$	-	\$	-
19	Calentador de agua dañado	0	0.0	\$	-	\$	-	\$	-
20	Desgaste de rodamientos de agitador	0	0.0	\$	-	\$	-	\$	-
21	Fuga de agua en camisa de tanque	0	0.0	\$	-	\$	-	\$	-
22	Matrimonio roto	0	0.0	\$	-	\$	-	\$	-
		743	110565.47	\$		\$	306,266.37	\$	47,543.15
			6				353,809.52		

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

La Tabla 16 nos da una utilidad no percibida de \$ 47.543,15 por paradas de producción no programadas en la línea de producción de cobertura de chocolate blanca.

Teniendo ya los valores por utilidad no percibida y costos de reparaciones de la maquinaria por cada línea de producción se consolida los mismos en la siguiente tabla: **Tabla 17. Consolidado de utilidades no percibidas por paradas en las 2 líneas de producción**

Fallas	Cobertura negra	Cobertura blanca	Utilidad no percibida
Cuchilla de muñeco agitador partida	\$ 14,821.43	\$ 17,148.81	\$ 31,970.24
Desgaste de rodamientos de motores	\$ 10,654.76	\$ 7,806.55	\$ 18,461.31
Piñones de caja reductora partidos	\$ 3,928.57	\$ 5,630.95	\$ 9,559.52
Daño en chaveta y chavetero	\$ 4,940.48	\$ 2,111.61	\$ 7,052.08
Fuga de producto en retenedores de bomba	\$ 3,928.57	\$ 2,367.56	\$ 6,296.13
Motor bomba quemado	\$ 2,083.33	\$ 2,559.52	\$ 4,642.86
Motor agitador quemado	\$ 1,964.29	\$ 2,111.61	\$ 4,075.89
Árbol de motor agitador partido	\$ 654.76	\$ 2,943.45	\$ 3,598.21
Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	\$ 1,666.67	\$ 1,663.69	\$ 3,330.36
Desgaste de rodamientos de agitador	\$ 2,976.19	\$ -	\$ 2,976.19
Fuga de aceite por retenedores de caja reductora	\$ 952.38	\$ 1,919.64	\$ 2,872.02
Matrimonio roto	\$ 2,202.38	\$ -	\$ 2,202.38
Contactos sulfatados	\$ 238.10	\$ 511.90	\$ 750.00

Bobina de contactor quemado	\$	119.05	\$	319.94	\$	438.99
Mangueras de agua caliente deterioradas	\$	119.05	\$	127.98	\$	247.02
Pulsadores dañados	\$	119.05	\$	127.98	\$	247.02
Térmico abierto	\$	59.52	\$	127.98	\$	187.50
Breaker dañado	\$	119.05	\$	-	\$	119.05
Conectores de mangueras de agua cuarteados	\$	-	\$	63.99	\$	63.99
Bornes sulfatados	\$	-	\$	-	\$	-
Calentador de agua dañado	\$	-	\$	-	\$	-
Fuga de agua en camisa de tanque	\$	-	\$	-	\$	-
	\$	51,547.62	\$	47,543.15	\$	99,090.77

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Se puede entonces determinar que la empresa Gustaff dentro de sus líneas de producción de coberturas de chocolate ha presentado una utilidad no percibida de \$99,090.77 en el último semestre por concepto de paradas no programadas y un monto de \$11,477.50 por costos de reparación.

2.2.3 Diagnóstico

Dentro de las dos líneas de producción de coberturas de chocolate se puede constatar que existe una pérdida considerada de dinero por paradas no programadas que ascienden a un monto total de \$110,568.27, tanto por descuido de los operadores al trabajar en los refinadores, como también la falta de un programa de mantenimiento preventivo.

Al no contar con un líder o un grupo encargado de la programación y cumplimiento de un plan de mantenimiento que trabaje en conjunto con el departamento de producción hace que los técnicos no den interés a las labores mantenimientos preventivos a los equipos y solo esperen los requerimientos por daños, que notifican los operarios de producción.

No contar con indicadores de eficiencia de máquinas hace que no se posea con una referencia de cuanto afectan las paradas no programadas en la productividad del proceso.

También el no control de un inventario de repuestos en el departamento de mantenimiento en el que se encuentra a cargo uno de los mecánicos más antiguos, hace que el tiempo de paradas sea mayor, ya que al no contar con repuestos en stock se debe enviar a la compra en el momento que ocurre el daño.

Capítulo III

Propuesta y Evaluación Económica

3.1 Propuesta

La propuesta será la implementación de un sistema de gestión basado en la metodología de TPM para la reducción de tiempos improductivos por paradas no programadas debido a daños en los tanques refinadores en la línea de producción de coberturas de chocolate.

3.1.1 Planteamiento de solución a problemas

Para empezar resultará necesario la manifestación del proyecto a los altos mandos, dando a conocer los beneficios de la implementación del mismo, y obtener el soporte para la gestión.

Dichos beneficios serán, el hecho de trabajar bajo condiciones de cero averías y cero defectos, aumentando así la eficiencia y disponibilidad de los equipos

La gestión básicamente será enfocada a la mejora de los elementos principales que forman parte del proceso productivo que se los indica a continuación:

- Personal
- Maquinaria
- Métodos
- Materiales

En lo que respecta al personal, se deberá impartir charlas, capacitaciones y entrenamiento tanto al departamento de mantenimiento como al de producción, para explicar los objetivos de la implementación de la metodología TPM y los beneficios que conlleva aplicarla, con el fin de motivar e incentivar a una cultura de prevención. Con relación a la maquinaria se deberá determinar la elaboración de posibles mejoras en los planes de acción y control para evitar la degradación prematura, aumentar la disponibilidad y confiabilidad dentro del tiempo de vida útil. Se deberá implementar métodos de trabajo organizados y estandarizados que permitan medir el cumplimiento para que la metodología del TPM tenga éxito. Para los materiales será necesario efectuar la gestión para la contratación de personal que maneje un sistema de control de inventarios con un stock efectivo.

3.1.2 Sistema de implementación del TPM

Dado que el TPM es una herramienta de mejora continua y que depende mucho del cambio cultural del personal, se deberá ir implementando gradualmente, de manera que se vayan eliminando ciertos paradigmas que poseen tanto el personal de mantenimiento como

el de producción e incluso el personal administrativo, como de que el personal de mantenimiento es solo para arreglar los daños que se ocasionan en las máquinas y equipos.

Es importante también señalar que el objetivo de esta metodología será de largo alcance, y sus beneficios se verán reflejados en al menos un periodo de 2 años.

Si bien es cierto que los pilares del TPM son 8, nos enfocaremos primordialmente, en aplicar los pilares que nos ayuden en mayor magnitud a resolver los principales problemas que se presentan en la actualidad, entre ellos la base fundamental de la metodología 5 “S” que ayudará principalmente a reducir los tiempos de respuesta por parte del personal de mantenimiento, el mantenimiento planeado que se enfoca en mejorar la disponibilidad de la maquinaria y el mantenimiento autónomo que busca la concientización de los operadores para el cuidado de la maquinaria.

3.1.2.1 Aplicación de la 5”S”

Se deberá empezar por desarrollar la estructuración para una base de la técnica originaria de Japón, las 5”S”, que se dará a conocer inicialmente a los trabajadores de mantenimiento a través de capacitaciones donde se les enseñara la clasificación de los siguientes puntos

- Seiri en japonés o clasificación en español
- Seiton en japonés u organización en español
- Seiso en japonés o limpieza en español
- Seiketsu en japonés o estandarización y control visual en español
- Shitsuke en japonés o disciplina en español

Primera “S”: Seiri o Clasificación

Se trata de separar lo necesario de lo que no lo es, ubicando cada objeto en un lugar propicio.

Las ventajas que nos ofrece esta “S” son:

- Evitar la necesidad de contar con más espacio para el almacenaje de las cosas
- Obviar la compra de materiales o repuestos que no se necesitan y que ocuparan espacio en vano y que con el tiempo se deteriorarán.
- También evitará la fatiga del personal al tener que realizar búsquedas más exhaustivas.
- Se acrecentará la productividad de los equipos y maquinas implicadas.

Para que se cumpla los objetivos de esta “S” el personal deberá realizarse las siguientes preguntas:

- ¿Qué se puede desechar?
- ¿Qué se puede arreglar?

- ¿Qué puede ser útil para otros?
- ¿Qué debemos guardar?
- ¿Qué podemos vender?

Segunda “S”: Seiton u organización

La “organización”, ayudará a mejorar la eficacia de las tareas que se realicen ya que permite encontrar más rápido lo que se necesite.

Para ello es preciso mantener un único y exclusivo sitio para cada cosa, que al momento de buscarlo se encuentre en el lugar asignado y después de su uso devolverlo al mismo lugar de manera que deba estar disponible.

Las ventajas que nos ofrece la aplicación de la “organización” son:

- Facilitar los controles de stock.
- Reducir los tiempos de búsqueda de lo que necesitamos
- Causa una mejor racionalización de las labores ya que se tendrá menor cansancio y un mejor ambiente.
- Aumenta la productividad.
- Aumente el retorno del capital

Se deberá tener criterio para la ejecutar la “organización” y para eso nos haremos las siguientes preguntas:

- ¿Es recomendable disminuir el stock de tal cosa?
- ¿Es preciso que este objeto se encuentre a la mano?
- ¿Todos lo llamaremos igual?
- ¿Qué sitio es el indicado para cada cosa?

Es importante también que todos deban tener el conocimiento de cómo se llama cada cosa, y que también todas y cada una de las cosas deban tener un lugar preciso y bien definido en donde todos implicados sepan donde se encuentran.

Tercera “S”: Seiso o limpieza

La limpieza es un trabajo y un compromiso de todos, donde cada uno debe tener la responsabilidad de mantener limpio un lugar asignado de manera que no exista un sitio sin alguien responsable.

Se debe tener en claro la importancia de que cada lugar de trabajo se mantenga limpio, es necesario que al momento que se vaya a realizar algún trabajo se realice la limpieza del sitio antes y después de ejecutarlo.

Las ventajas que ofrece mantener los lugares de trabajo con una adecuada limpieza:

- Realza la imagen interna y externa de la empresa
- Evita el deterioro temprano de la maquinaria, herramientas e instalaciones de la empresa.
- Evita pérdidas y daños de materiales y productos por proliferación de plagas.
- Crea un ambiente de trabajo más confortable y más seguro.

Para que la limpieza se vuelva un hábito será importante la disciplina, otra de las 5”S” que se explica más adelante. Pero se debe cumplir con los siguientes puntos:

- Todos tienen que limpiar las herramientas luego de utilizar.
- No se debe de arrojar nada al piso.
- Que todos cumplan con la responsabilidad de mantener limpia el área de trabajo que se utiliza.
- Cumplir con la asignación que se da en los programas de limpiezas de áreas de uso común.

Las preguntas a realizarse para considerar la limpieza de sitio de trabajo

- ¿Verdaderamente se puede considerar que está limpio?
- ¿De qué forma podría tenerlo permanentemente limpio?
- ¿Qué tiempo e implementos requiero para la limpieza?
- ¿Se podría mejorar el nivel de limpieza?

Cuarta “S”: Seiketsu o estandarización y control visual

Esta técnica resulta muy útil ya que básicamente es el control y mantenimiento de las anteriores “S”, consiste en realizar periódicamente inspecciones en donde los encargados de realizar dicho control colocan tarjetas rojas haciendo observaciones a los sitios inspeccionados, estas indican que tipo de acciones se requieren, ya sea transferir un objeto, eliminar o deshacerse de algún tipo de deshecho, o inspeccionar alguna clase de elemento que quizás no deba ir en el sitio o que este en mal estado. (Ver anexo 9)

Esto ayuda ya que al colocar una tarjeta roja en el sitio, el trabajador que se encuentra responsable del sitio buscara resolver la observación lo más pronto posible.

Los beneficios que ofrece aplicar esta “S”:

- Aumenta la motivación del personal con sus labores.
- Mantiene una buena imagen del departamento y la empresa.
- Garantiza un mejor rendimiento y seguridad del personal.

Al aplicar esta “S” también se necesitará de instalar avisos y recordatorios que sean visibles, entre ellos:

- La instalación de carteles que indiquen advertencia, restricciones, que aporten con información para la seguridad, etc.
- Recordatorios y programas de limpieza
- Avisos de mantenimientos preventivos
- Orientación y procedimientos de trabajo

Es importante que la instalación de avisos y recordatorios sean de fácil captación, que se los ubique en lugares visibles a cierta distancia y que creen motivación al personal.

Deberemos realizar las siguientes preguntas para cumplir con esta “S”:

- ¿Se podría considerar el ambiente de trabajo agradable y motivador?
- ¿Qué podría hacer para mejorar el ambiente de trabajo?
- ¿Qué tipo de avisos serían importante implementar?
- ¿Los que ya se encuentran aportan información de seguridad o motivan a un mejor ambiente?

Quinta “S”: Shitsuke o Disciplina

La Quinta “S”: Shitsuke o Disciplina se trata de mantener compromisos y actitudes que ayuden desarrollar y crear una cultura que permita la superación de las situaciones actuales a tal punto de que se conviertan en hábitos y que generen mejores resultados.

Se trata de tener voluntad de querer hacerlo.

No significa que solo se deba cumplir con reglas y órdenes o esperar ser castigados si no se cumplen.

Es importante recalcar que esta “S” quizás sea la más importante ya que depende de la disciplina de todos para cumplir con las anteriores cuatro “S” de tal forma que se conviertan en una costumbre, “en un buen hábito”.

Para medir el cumplimiento de la aplicación de las 5”S” se tendrá que realizar auditorías internas calificando bajo el criterio de la misma técnica donde se ponderara de la siguiente manera; (1) será insatisfactorio, (2) regular, (3) bueno, (4) muy bueno, (5) excelente, como lo vemos en la siguiente tabla:

Tabla 18. *Formato de evaluación de la implementación de las 5”S”*

Examen de auditoria interna sobre plan 5s					
5”S”	Preguntas	1	2	3	4 5
Clasificación	1	¿Existen elementos innecesarios en los puestos de trabajo?			

	2	¿Están todas las herramientas en condiciones sanitarias y seguras?
	3	¿Los corredores y áreas de trabajo están limpias y señalizadas?
		Puntaje
Organización	1	¿Existe lugar específico y debidamente marcado para las herramientas?
	2	¿Son fáciles de reconocer los lugares para objetos defectuosos?
	3	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?
	4	¿Se vuelven a colocar las cosas en su lugar luego de usarlas?
		Puntaje
Limpieza	1	¿Están limpias las áreas de trabajo y se usan los elementos adecuados para la limpieza?
	2	¿Los equipos y herramientas se mantienen en buenas condiciones y limpios?
	3	¿Es fácil de localizar los implementos de limpieza?
	4	¿Los horarios de limpieza y acciones son visibles?
		Puntaje
Estandarización y control visual	1	¿Los trabajadores disponen de la información necesaria como normas y procedimientos en el puesto de trabajo?
	2	¿Se respetan normas y procedimientos?
	3	¿Están asignadas las responsabilidades de limpieza?
	4	¿Están los compartimientos de desperdicios vacíos y limpios?
		Puntaje
Disciplina	1	¿Los trabajadores respetan los procedimientos de seguridad?

2	¿Se está realizando inspecciones regularmente de la limpieza y organización?
3	¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?
4	¿Se respetan las áreas de fumar y no comer?
5	¿La basura y desperdicios están bien colocados y ordenados?
	Puntaje

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Cada “S” tendrá una calificación individual de manera que ayude a indicar en cuál de estas habrá que hacer un mayor esfuerzo para mejorar.

3.1.2.2 Mantenimiento Planeado

El objetivo de este pilar es el aumento de la disponibilidad de la maquinaria a tal punto de llegar a una condición de cero averías, para ello será necesario la estructuración de una serie de pasos y actividades a cumplir, que son:

- Examinar la maquinaria y establecer la condición actual
- Plan para restauración de condiciones básicas
- Implementar un sistema de gestión de información
- Crear un plan de mantenimiento preventivo
- Crear un plan de mantenimiento predictivo
- Evaluar continuamente la gestión del pilar

Antes de realizar estos pasos se deberá impartir una charla a los técnicos, de los objetivos y metas de la implementación del mantenimiento planeado, ya que serán quienes lo lleven a cabo junto con la supervisión y dirección del ingeniero de mantenimiento, a cada uno se le deberá asignar responsabilidades en las diferentes áreas.

Paso 1. Examinar la maquinaria y establecer su situación actual

Deberemos examinar y evaluar de manera criteriosa la condición de cada uno de los equipos y asignarles niveles de atención requeridos de manera que se pueda priorizar, en base a la necesidad de producción, la criticidad del estado actual y ante todo preservar la seguridad del personal.

Un ejemplo de qué criterios se deben tener para medir la criticidad de los equipos lo muestra el formato de la tabla 19, donde se considera la frecuencia de los daños históricos y se cualifica ciertos aspectos para ser considerados al determinar el nivel entre ellos el impacto

ambiental que provoca, el impacto a la seguridad de los trabajadores, el impacto de la producción y daños a las instalaciones.

Cada uno de estos aspectos se ponderará sobre 3 puntos dependiendo en que magnitud puede afectar, si afecta en un bajo nivel se ponderará sobre 1, si afecta medianamente se ponderará sobre 2 y si se tiene alto nivel de impacto en dicho aspecto se ponderará sobre 3.

Tabla 19. Formato para Análisis de criticidad de la maquinaria

Leyenda						
Tipo de criticidad		Rango		Color		
Alta		De 46 a 60		Rojo		
Media		De 16 a 45		Amarillo		
Baja		De 4 a 15		Verde		
Análisis de criticidad						
Equipo	Frecuencia	Consecuencia				Nivel de criticidad
		Impacto Ambiental	Seguridad	Producción	Maquinaria e infraestructura	

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Una vez de tener todas las ponderaciones se deberá proceder a multiplicarlas para que finalmente nos del nivel de criticidad de la maquinaria según el rango entre 4 y 15 para un impacto critico general bajo, entre 16 y 45 para un impacto critico general medio y entre 46 y 60 para un impacto critico general alto.

Paso 2. Plan de restauración de condiciones básicas

Una vez de haber dado prioridad a los requerimientos, se deberá realizar un plan de restauración de manera que se vayan corrigiendo progresivamente los daños o deterioros que posea la maquinaria con el fin de que en lo posible queden en condiciones de fábrica.

Paso 3. Implementar un sistema de gestión de información

Será importante también implementar capacitaciones técnicas de proveedores externos de repuestos para tener un mejor criterio del mantenimiento de dichos repuestos.

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo deberá ir de la mano con el plan de producción, de forma que se no se interrumpa el proceso productivo, y para esto nos ayudaremos con el software SMProg que es una herramienta informática que organiza, planifica y controla de manera sistemática la gestión del mantenimiento. Ver anexo 11

El primer semestre se empezara por hacer la planificación de un mantenimiento Overhaul de los taques refinadores como muestra la tabla 20. Dependiendo del orden que se le haya dado en el análisis de criticidad, Para posteriormente realizar el programa de mantenimiento preventivo con bases bien asentadas y empezar a contar de 0.

Será importante también implementar capacitaciones técnicas de proveedores externos de repuestos para tener un mejor criterio del mantenimiento de dichos repuestos.

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo deberá ir de la mano con el plan de producción, de forma que se no se interrumpa el proceso productivo, y para esto nos ayudaremos con el software SMProg que es una herramienta informática que organiza, planifica y controla de manera sistemática la gestión del mantenimiento. Ver anexo 11

El primer semestre se empezara por hacer la planificación de un mantenimiento Overhaul de los taques refinadores como muestra la tabla 20. Dependiendo del orden que se le haya dado en el análisis de criticidad, Para posteriormente realizar el programa de mantenimiento preventivo con bases bien asentadas y empezar a contar de 0.

Tabla 20. Cronograma de mantenimiento overhaull de tanques refinadores

GUSTAFF S.A				(MO) Mantenimiento Overhaul: Revisión y cambio de rodamiento de motores, revisión de niveles de aceite, cambio de retenedores, limpieza de tableros eléctricos y ajuste de contactos					
MANTENIMIENTO									
CRONOGRAMA DE MANTENIMEINTO									
OVERHAUL DE REFINADORES									
AREA	COD	NOMBRE DE MAQUINA	PRODUCTO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
Coberturas	TRF1	TANQUE REFINADOR	C. NEGRA		MO				
	TRF2	TANQUE REFINADOR	C. NEGRA			MO			
	TRF3	TANQUE REFINADOR	C. NEGRA				MO		
	TRF4	TANQUE REFINADOR	C. BLANCA					MO	
	TRF5	TANQUE REFINADOR	C. BLANCA						MO

Elaborado por el autor

Luego de realizar cada mantenimiento preventivo los técnicos encargados también deberán de llenar un reporte para ingresarlo en una base de datos con el modelo de formato que se encuentra en el anexo 12.

En los reportes de producción también se deberá registrar las horas de uso de los equipos y horas de parada no programadas para que el departamento de producción también pueda llevar un mejor control de la planificación de la producción.

Paso 5. Plan de mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo ayudará principalmente a detectar anomalías antes de que se produzcan daños mayores en la maquinaria y planificar la corrección oportunamente, y para ello se deben realizar inspecciones periódicas con los instrumentos indicados.

Para el mantenimiento predictivo se realizarán 3 tipos de monitoreo que serán la medición de vibraciones, termografía y amperajes.

Las inspecciones periódicas se las realizará bajo un cronograma quincenal donde los técnicos encargados serán los responsables de ejecutarlas. Ver Anexo 13.

Se deberá implementar formatos de revisiones semanales como parte del mantenimiento predictivo con el formato que muestra la Figura 6, donde se considere la medición de parámetros como vibración, amperaje y evaluación termográfica en condiciones de operación habitual, los valores a ser registrados serán determinados por el aparato de medición correspondiente.

Registro de inspección semanal de refinadores							
Fecha:		Hora:		Parámetros			
Planta	Código	Máquina			Termografía	Vibración	Amperaje
				Motor 1			
Observaciones:				Motor 2			
				Técnico:			

Figura 6. Formato de registro de inspección semanal de refinadores. Elaborado por el autor

Para esto se necesitara de una cámara termográfica, que permita determinar de manera precisa, una evaluación del funcionamiento de los motores y detectar posibles sobrecalentamientos por trabajo excesivo, la cual podría ser la cámara fluke TiS40 que tiene un precio de \$2,600.00. (Ver anexo 14)

Para el control de la vibración de la maquinaria será necesario la compra de un medidor, que en este caso sera el Fluke 805. (Ver anexo 14)

Este implemento permitirá determinar la variación de la vibración por desgaste en los rodamientos y tendrá un costo de \$2,200.00

Fluke usa un algoritmo propio, conocido como Crest Factor+ (CF+). Los valores de CF+ van de 1 a 16. A medida que empeoran las condiciones del rodamiento, el valor de CF+ aumenta, lo que permite al usuario reconocer la gravedad del problema. Para simplificar aún más las cosas, Fluke también ha incluido una escala de gravedad de cuatro niveles que identifica el estado del rodamiento como Bueno, Satisfactorio, Insatisfactorio o Inaceptable. (Fluke.com, s.f.)

Paso 6. Evaluar continuamente la gestión del pilar

La mejor forma para evaluar la gestión del pilar es implantar indicadores las cuales serán MTBF y MTTR quienes nos ayudaran a tener referencia de cómo ira influyendo la implementación del proyecto

El MTBF (mean time between failures), en español tiempo medio entre fallas y servirá para determinar el tiempo que transcurre entre una falla y la siguiente y se la calcula de la siguiente manera:

$MTBF = \text{Tiempo productivo} / \text{número de paradas no programadas}$

Donde el MTBF deberá aumentar a medida que se vaya aplicando el pilar de mantenimiento planeado ya que mientras más horas trabajen las maquinas sin fallar mejorara la disponibilidad.

El MTTR es el tiempo medio que demora la reparación de las averías y se la calcula de la siguiente forma:

$MTTR = \text{Tiempo total tiempos de paradas} / \text{número de paradas no programadas}$

Donde deberá ir decreciendo a medida que se vaya llevando un mejor cuidado de la maquinaria y una mejor organización.

3.1.2.3 Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo trata de estimular las habilidades de los operadores, quienes deberán ser incentivados de manera que cada uno se preocupe por mantener el equipo que maneja en condiciones idóneas para trabajar a través de acciones correctas de limpieza e inspecciones, y haciéndolo sentir como si fuera el dueño,

También se deberá contar con la ayuda de los técnicos para con los operadores dándoles las pautas, instrucciones y entrenamiento, para las acciones básicas de prevención, como por

ejemplo la limpieza periódica de ciertos puntos tanto de la maquinaria como del área de trabajo.

El pilar de mantenimiento autónomo cuenta una estructura de 6 pasos que son los siguientes:

- Limpieza inicial
- Control de suciedad en fuentes de difícil acceso
- Estándares de limpieza, inspección y lubricación
- Inspección general
- Inspección autónoma
- Sistematización de sistema autónomo

Paso 1. Limpieza inicial

Este paso va de la mano con la 3 “S” (Seiso-limpieza) donde cada quien es responsable de mantener su área de labores limpia antes y después de realizar alguna actividad.

Se trata de conservar las condiciones ideales del equipo de manera que el operador identifique irregularidades.

El hecho de realizar la limpieza inicial ayudara a encontrar posibles anomalías y poder tomar correctivos antes que se produzca alguna paralización imprevista luego de empezar con la producción.

Paso2. Control de suciedad en fuentes de difícil acceso

Dado que el proceso de producción en sí, conlleva al uso de materias primas en polvo será muy importante realizar planificaciones de limpiezas semanales para controlar dichas fuentes de suciedad.

Paso 3. Estándares de limpieza, inspección y lubricación

Este punto básicamente se trata de que se establezcan los periodos y puntos a ser atendidos por el propio operador, donde se realice acciones técnicas básicas que serían la limpieza, ajustes e inspección.

En el caso de la línea de producción de cobertura se realizara la limpieza e inspección a diario, donde no deberán superar los 10 minutos, y los fines de semana dedicar unos 30 minutos

Paso 4. Inspección general

Este paso llevara algo de tiempo ya que el operador deberá ser entrenado para que sea lo suficientemente competente y contar una habilidad de criterio para evaluar punto a punto la maquinaria de manera que pueda medir el deterioro y detectar los puntos más problemáticos que requieran mayor atención

Paso 5. Inspección autónoma

Una vez que el operador posea la capacidad de realizar la inspección general del equipo podrá ser capaz de guiar y tener en claro las tareas que le corresponden y las metas a las que se quiere llegar además de tener criterio para evitar omisiones por parte del personal de mantenimiento.

Paso 6. Sistematización de sistema autónomo

Se deberán realizar evaluaciones por parte de supervisores que también deberán tomar el liderazgo para aportar con mejoras y establecer estándares.

Las auditorias juegan un rol importante para el éxito de la implementación de mantenimiento autónomo. Para ello es importante que los supervisores conozcan a fondo la naturaleza de lugar de trabajo y estimulen al trabajador de manera que se sienta importante para el proceso productivo.

Por último es importante recalcar que el éxito de este pilar dependerá mucho de la gestión del pilar del mantenimiento planeado ya que por lo general el operador le da un mayor cuidado a la maquinaria cuando se la aprecia que se encuentra en buenas condiciones y sin fallas constantes.

3.1.2.4 Indicadores del proyecto.

Será de vital importancia tener referencia de estatus del proyecto y es por eso que para ello se mantendrá velado bajo el indicador OEE que mide la *Eficiencia General de los Equipos*.

Este indicador nos ayudara a observar de manera porcentual los principales parámetros en cuanto a la productividad de la línea de producción que son la disponibilidad, rendimiento y calidad

La disponibilidad nos permite el poder verificar las pérdidas de tiempo por paradas no programadas y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo planificado de producción} - \text{Tiempo de paradas por averías}}{\text{Tiempo planificado de producción}} \times 100$$

El resultado de esta ecuación nos dará un valor porcentual que nos indicara como esta nuestra disponibilidad.

El rendimiento nos ayudara a identificar la cantidad producto que se pudo haber producido frente a la cantidad de productos que realmente se producen y se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal}}{(\text{Tiempo de operación}/\text{N}^\circ \text{ total de unidades})} \times 100$$

El resultado de este cálculo nos permitirá tener referencia de cómo se ira proyectando nuestro rendimiento.

En cuanto el índice de calidad nos permite detectar el porcentaje entre la cantidad de productos conformes frente a la cantidad total de productos elaborados tomando en consideración de que los productos rechazados son tiempo perdido ya que toca reprocesarlos o en su defecto desecharlos, para calcularlo se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de cantidades conformes}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades totales}} \times 100$$

Una vez obtenido el resultado de los anteriores indicadores podremos obtener nuestro porcentaje OEE que se obtiene al multiplicarlos como se muestra a continuación:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

El producto de esta multiplicación nos demostrara en qué nivel OEE nos encontramos y que nos cualifica bajo los siguientes criterios:

- Si tenemos un OEE menos al 65% nos indicará un nivel Inaceptable
- Entre el 65% y el 75% un nivel Regular
- Mayor al 75% y menor al 85% en un nivel Aceptable
- Más del 85% hasta el 95% como un nivel Bueno
- Y más del 95% como Excelente.

Para llevar el control de estos indicadores nos ayudaremos con la base de datos de los registros introducidos al software para la gestión del mantenimiento SMProg quien también cuenta con indicadores propios. Ver anexo 11.

3.1.3 Costos de alternativas de solución

Una vez planteada la propuesta para la implementación del mantenimiento preventivo basado en 2 de los pilares la metodología del TPM y en la base de las 5 “S”, será necesario incurrir en ciertos costos de inversión para llegar a los resultados deseados.

Estos costos se dividirán por costos fijos y costos de operación, donde se considerará, salarios de personal, capacitaciones, equipos y suministros de oficinas, herramientas de medición, etc.

3.1.3.1 Inversión fija

Entre los costos por inversión fija se tendrá que realizar la adquisición de algunos implementos para el control de inventarios de la bodega y el control de la planificación del proyecto que serán los costos de equipos y suministros de oficina que se detallan a continuación:

Tabla 21. *Costos por equipos y suministros de oficina*

Equipos y suministros de oficina	
Computadora	800.00
Impresora y escáner	160.00
Escritorio	70.00
Acondicionador de aire	650.00
Hojas, talonarios, etc.	100.00
Total	1780.00

Elaborado por el autor

En lo que respecta al departamento de mantenimiento será necesario la compra de ciertos equipos y herramientas de medición que detallan en la tabla 22 para cumplir con el plan de mantenimiento predictivo.

Tabla 22. *Costos por herramientas y equipos de medición*

Equipos y herramientas de medición	
Medidor de vibraciones Fluke 805	2200.00
Cámara termográfica	2600.00
Total	4800.00

Elaborado por el autor

3.1.3.2 Costos de operación

Para los costos de operación contaremos con rubros por concepto de salarios de personal nuevo, que se necesitara para el manejo de la bodega de repuestos y el salario del gestor del proyecto quien será el que guie y supervise los avances del mismo.

Tabla 23. Costos por salarios

	Sueldo	IESS (11.15%)	Alimentación	13° Sueldo	14° Sueldo	Uniforme	Costo total
Bodeguero	475.00	52.96	71.50	39.58	32.17	8.33	679.55
Gestor del proyecto	1000.00	111.50	71.50	83.33	32.17	8.33	1306.83
Total mensual	1475.00	164.46	143.00	122.92	64.33	16.67	1986.38
Total anual	17700.00	1973.55	1716.00	1475.00	772.00	200.00	23836.55

Elaborado por el autor

También se incurrirá a costos por capacitaciones acerca de las técnicas del 5”S” y la metodología TPM para la mejora en la organización del departamento de mantenimiento y cumplimiento del pilar de mantenimiento autónomo con los operadores de máquina, además se deberá recurrir a capacitaciones técnicas de proveedores externos para la mejora del pilar del mantenimiento planificado.

Tabla 24. Costos por capacitación y entrenamiento

Capacitación y entrenamiento	
Descripción	Costos
Capacitación 5 "S"	250.00
Capacitación TPM	500.00
Capacitación técnica (proveedor externo)	450.00
Total	1200.00

Elaborado por el autor

3.2 Evaluación económica y financiera

3.2.1 Plan de inversión y financiamiento

Con el fin de verificar la viabilidad de la propuesta para llevar a cabo una mejor productividad de la línea de producción de refinamiento de coberturas se deberá evaluar los costos del proyecto que tendrá una inversión inicial como se lo demuestra en la siguiente tabla:

Tabla 25. Inversión total del proyecto

Total de inversión	
Descripción	Costos
Inversión fija	6580.00
Costos de operación	25036.55
Total	31616.55

Elaborado por el autor

Para la inversión del proyecto será necesario recurrir a un préstamo de la banca privada que en la actualidad se encuentra con una tasa de interés del 10% para pequeñas y medianas empresas.

Además se tiene proyectado un flujo de caja de la propuesta por los siguientes cuatro años:

Tabla 26. Flujo de costo de proyecto propuesto

Flujo de costo de propuesta				
Inversión inicial	año 1	año 2	año 3	año 4
\$ 31,616.55	\$ 27,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00

Elaborado por el autor

3.2.2 Evaluación financiera

Con la implementación del proyecto se tiene como meta reducir como mínimo \$42,000.00 anualmente con respecto a los \$110,568.27 que actualmente se está perdiendo por paradas no programadas en el proceso productivo y averías de máquina.

En siguiente cuadro se determina el valor actual neto (VAN) que nos representa la inversión del proyecto, y también, la tasa interna de retorno (TIR) que nos va a generar anualmente, según los flujos de caja y los ahorros por pérdidas.

Tabla 27. Análisis financiero del TIR y VAN

Periodos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
ahorro de pérdidas	0	\$42,000.00	\$42,000.00	\$42,000.00	\$42,000.00
Costo propuesta	\$-31,616.55	\$27,000.00	\$25,000.00	\$25,000.00	\$25,000.00
Flujo efectivo	\$-31,616.55	\$15,000.00	\$17,000.00	\$17,000.00	\$17,000.00
Payback		\$-16,601.55	\$398.45	\$17,398.45	\$34,398.45

Tasa de interés	10%
VAN	\$ 50,210.17
TIR	37%
Costo/beneficio	\$ 2.59

Elaborado por el autor

La tabla nos indica que nuestro valor actual neto (VAN) es de \$ 50,210.18 demostrando financieramente que el proyecto es viable ya que es mayor a 0.

En cuanto a la tasa interna de retorno (TIR) nos arroja un valor de 37% la cual indica que nuestro proyecto es rentable.

También nos da un costo/beneficio de \$2.59, entendiéndose que por cada dólar invertido la empresa se ahorra dicha cantidad.

3.3 Programación de para puesta en marcha

3.3.1 Planificación y cronograma de implementación

La planificación se dividirá en cuatro etapas luego de la manifestación del proyecto al gerente de la empresa y al resto de altos mandos, que serán los siguientes:

Etapas 1

Se empezara por impartir charlas y capacitaciones sobre los objetivos que se quiere alcanzar con la implantación de la base del 5 “S” al personal de mantenimiento a fin de que se comprometan al cambio cultural para alcanzar las metas planteadas.

Además se deberá realizar la gestión para la contratación de la persona encargada de la bodega de repuestos.

Etapas 2

En esta etapa se desarrollara la implementación del pilar del mantenimiento planeado donde se empezara por restablecer las condiciones básicas de la maquinaria bajo los criterios ya antes mencionados, y se continuara con capacitaciones al personal de mantenimiento para el cumplimiento de cronogramas, reportes y capacitaciones técnicas de proveedores externos.

También se deberá realizar la gestión para la comprar de los instrumentos de medición para continuar con el plan de mantenimientos predictivos.

Etapas 3

Al igual que en la etapa se deberá realizar capacitaciones y entrenamiento, pero esta vez para el personal de producción quien llevara a cabo el plan de mantenimiento autónomo y realizar cronogramas para el mismo.

Etapa 4

En esta etapa ya se implementaran auditorias y controles con el fin de medir los resultados y el cumplimiento de la metodología de trabajo.

Todas estas etapas se llevaran de manera planificada bajo un cronograma como se muestra en la Figura 7, que tendrá una duración aproximada de 7 meses para la aplicación inicial, luego se deberá mantener la metodología de forma continua para seguir mejorando.

Cronograma de actividades de propuesta		Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Mes 7																
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Etapas	Actividades																													
Pre-etapas	Anuncio de propuesta a altos mandos	■																												
Etapa 1	Charla de introducción al personal de mantenimiento	■	■																											
	Capacitación sobre 5 "S" a personal de mantenimiento		■	■	■	■	■			■																				
	Contratación de personal para bodega				■	■	■	■																						
Etapa 2	Capacitación del personal de mantenimiento para manejo de reportes						■																							
	Restauración de condiciones básicas de la maquinaria							■	■	■	■																			
	Capacitaciones técnicas de proveedores externos												■	■																
	Compra de instrumentos de medición													■	■															
	Capacitación e instrucción de ejecución de plan de mantenimiento planificado																	■	■	■	■									
Etapa 3	Capacitación y entrenamiento sobre mantenimiento autónomo a personal de producción																				■	■	■	■						
Etapa 4	Auditorias																										■	■	■	■

Figura 7. Planificación de la propuesta. Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

3.4 Conclusiones y recomendaciones

3.4.1 Conclusiones

Una vez identificados los problemas y la fallas presentadas en los tanques de refinamiento de cobertura de chocolate y posteriormente el análisis de los mismos, resulta evidente la falta de una buena organización en el departamento de mantenimiento, para el debido control y planificación del mantenimiento preventivo, además, el no control de un inventario de repuestos y la falta de compromiso por parte de los técnicos para dar una solución rápida y

efectiva a los problemas que se presentan en planta hacen que la productividad de la línea sea relativamente baja.

Del mismo modo, la falta de prevención y cuidado por parte de los operadores al realizar sus labores hacen que se incurra a paradas no programadas que pudieron ser evitadas, disminuyendo así, la eficiencia en la línea de producción.

Se puede determinar entonces, que resulta sumamente importante la aplicación de la propuesta de mantenimiento basado en la metodología TPM, para la mejora sistemática del mantenimiento de la maquinaria, tomando en consideración que las pérdidas a las que está expuesta la empresa debido a paradas no planificadas en el línea de producción de cobertura de chocolate, llegan a un monto de \$110,568.27 en el periodo analizado, mientras que al aplicar esta proyecto la empresa ahorraría unos \$42,000.00 anuales con apenas costo inicial de \$31,616.55

3.4.2 Recomendaciones

Como recomendación se sugiere que, tanto el alto mando como los mandos medios se mantengan siempre con la predisposición de contribuir y supervisar la implementación del proyecto a lo largo del tiempo de aplicación.

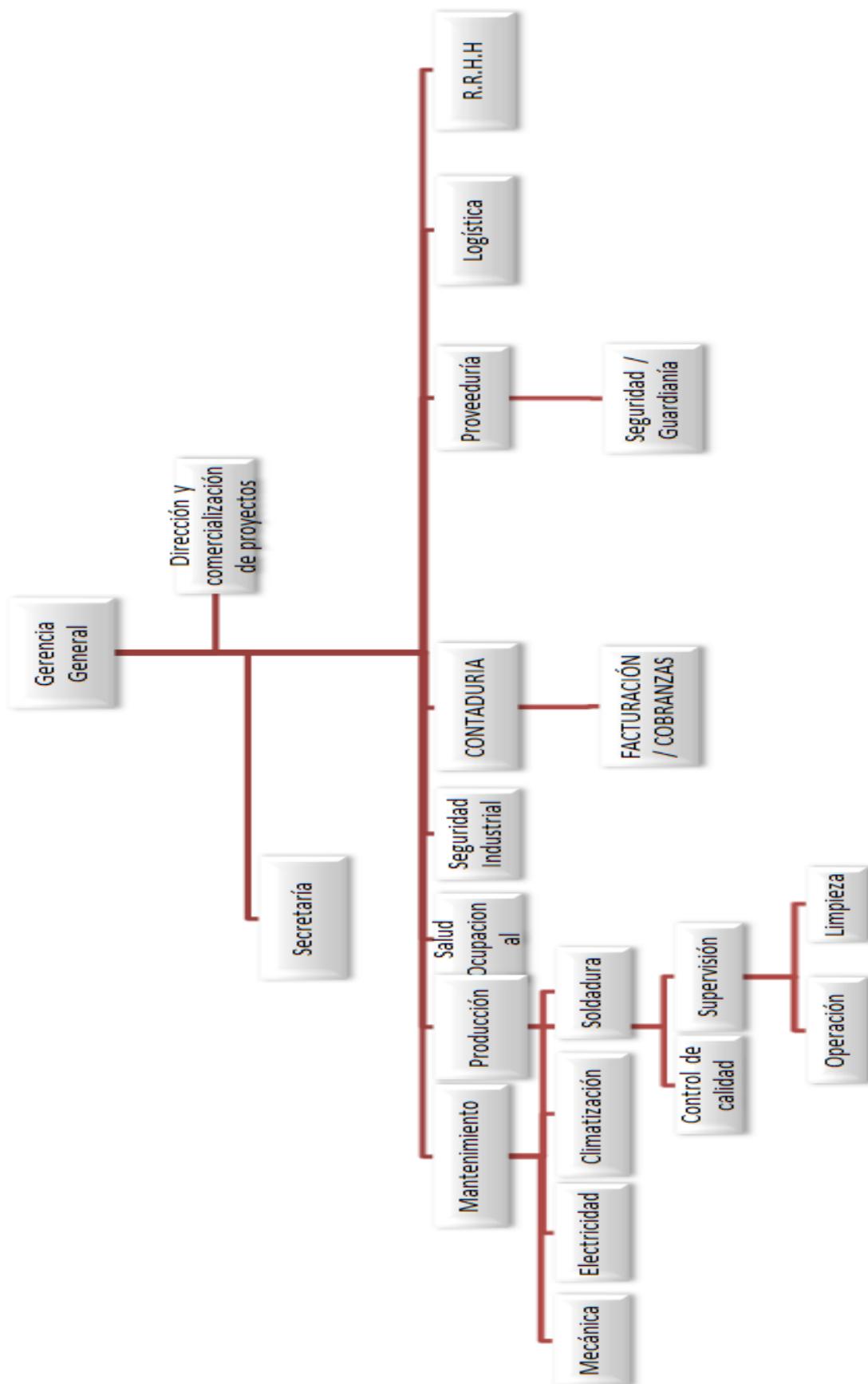
Será importante que continuamente los departamentos de mantenimiento y producción mantengan una buena comunicación para la planificación.

Se recomienda también que se incentive de manera continua a la cultura de prevención al resto de la empresa y se mantengan constantes capacitaciones.

A futuro también se deberá considerar, la implementación gradual de los demás pilares del TPM a fin de obtener aún mejores resultados.

Anexos

Anexo 1. Organigrama de la Empresa



Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 2. Listado de Maquinaria

GUSTAFF S.A.				
INVENTARIO DE EQUIPOS Y MÁQUINAS DE PLANTA				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
PLANTA BAJA				
AREAS	COD	MÁQUINAS	CAPACIDAD	Producto
EMPAQUES	SELL01-1	SELLADORA DE FUNDAS (MOVIL)	-	FUNDAS
	SELL02-1	SELLADORA DE FUNDAS (MOVIL)	-	FUNDAS
	SELL03-1	SELLADORA DE CAJAS	-	CAJAS
	DET01-1	DETECTOR DE METALES	-	VARIOS
	AAC01-1	A/A TIPO SPLIT DUCTO	60000BTU/H	R-410A
	AAC02-1	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
	AAC03-1	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-22
	COR01-1	CORTINA DE AIRE	-	
	COR02-1	CORTINA DE AIRE	-	
	COR03-1	CORTINA DE AIRE	-	
COR04-1	CORTINA DE AIRE	-		
VENTAS/ S. OCUP	AAC04-1	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
BODEGA	AAC05-1	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
	AAC06-1	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	18000BTU/H	R-410A
TUNEL DE ENFRIAMIENTO/ DOSIFICACIÓN	CHI01-1	CHILLER (TUNEL)	60000BTU/H	R-22
	CHI02-1	CHILLER (TUNEL)	36000BTU/H	R-22
	FAN-01-1	FAN COIL (TUNEL)	-	R-404A
	BTT01-1	BANDA TRANSPORTADORA Y TUNEL DE ENFRIAMIENTO	-	VARIOS
	CAB01-1	CABEZAL DOSIFICADOR	-	CHOCOLATE
	DOS01-1	DOSIFICADORA	9 INYECTORES	CHOCOLATE (KIBLE)
	TAL01-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1300KG	CHOCOLATE SUCEDANEO
	TAL02-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1300KG	CHOCOLATE SUCEDANEO
TAL03-1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO AC. INOX	1000KG	KIBLEDD BLANCO	
COBERTURAS SUCEDANEAS	TRF01-1	TANQUE REFINADOR	250KG	COBERTURA NEGRA
	TRF02-1	TANQUE REFINADOR	250KG	PASTA Y CREMA NEGRA
	TRF03-1	TANQUE REFINADOR	250KG	COBERTURA BLANCA
	TRF04-1	TANQUE REFINADOR	250KG	COBERTURA LECHE
	TRF05-1	TANQUE REFINADOR	250KG	COBERTURA NEGRA
	TRF06-1	TANQUE REFINADOR	250KG	COBERTURA NEGRA
	TRF07-1	TANQUE REFINADOR	250KG	SUCEDANEO BLANCO
	TRF08-1	TANQUE REFINADOR	250KG	CREMA DE CHOCOLATE CON LECHE
	TRF09-1	TANQUE REFINADOR	250KG	RAPICHOC MINIGOTAS
	TRF10-1	TANQUE REFINADOR	250KG	RAPICHOC MINIGOTAS
	TRF11-1	TANQUE REFINADOR	250KG	CHOCOLATE BLANCO
	TRF12-1	TANQUE REFINADOR	250KG	CHOCOLATE NEGRO
	TEM01-1	TEMPERADORA CHOCOLATE BLANCO	-	CHOCOLATE BLANCO
	TEM02-1	TEMPERADORA CHOCOLATE NEGRO	-	CHOCOLATE NEGRO
	TDO01-1	TANQUE DOSIFICADOR (MOVIL)	-	CREMA DE AVELLANAS
	MEZ01-1	MEZCLADOR	300KG	RAPICHOC
	COR05-1	CORTINA DE AIRE	-	
	OLL01-1	OLLA MEZCLADORA (COLORANTE)	200KG	VARIOS
PATIO	CAL01-1	CALDERO	10 ATMOSFERAS	VAPOR
	TOR01-1	TORRE DE ENFRIAMIENTO		AGUA
	COM01-1	COMPRESOR	125psi	AIRE
	COM02-1	COMPRESOR	125psi	AIRE
	MON01-1	MONTACARGAS	2TON	PALETS

SEGUNDO NIVEL				
AREAS	COD	MÁQUINAS		PRODUCTO
FABRICACION DE PALILLOS	AMA01-2	AMASADORA	35KG	MASA/PALILLOS
	BTT02-2	BANDA TRANSPORTADORA Y TUNEL DE SECADO	-	PALILLOS
	CAM01-2	CAMARA DE SECADO	-	PALILLOS
SALSA Y JARABE DE CHOCOLATE	MAR01-2	MARMITA	160KG	JARABE
	MAR02-2	MARMITA	160KG	JARABE
	MAR03-2	MARMITA	160KG	JARABE
	MAR04-2	MARMITA	120KG	VARIOS
	TRIO1-2	TRITURADOR	-	AVELLANAS
	MEZ01-2	MEZCLADOR	-	JARABES
GALLETERIA	TRIO2-2	TRITURADOR DE GALLETAS	-	GALLETAS
	AMA02-2	AMASADORA	75KG	GALLETAS
	BTT03-2	BANDA TRANSPORTADORA Y TUNEL	-	GALLETAS
	TRO-01-2	TROQUEL	6 UNID	GALLETAS
	HOR01-2	HORNO GRANDE	48 BANDEJAS	GALLETAS
	HOR02-2	HORNO PORTATIL	10 BANDEJAS	GALLETAS
MINIRAGEAS Y ABRILLANTADO	BGR01-2	BOMBO GRAGEADOR	30KG	PALILLOS
	BGR02-2	BOMBO GRAGEADOR	30KG	PALILLOS
	BGR03-2	BOMBO GRAGEADOR	35KG	PALILLOS
	BGR04-2	BOMBO GRAGEADOR	30KG	PALILLOS
	BGR05-2	BOMBO GRAGEADOR	30KG	PALILLOS
	TDA01-2	TANQUE DOSIFICADOR DE ASPERION	-	PALILLOS
ENVASADO DE POLVO	ENV1-2	ENVASADORA	20GR	POLVO-FORTY
	ENV2-2	ENVASADORA	170GR/ 125GR	POLVO-FORTY
	PEL01-2	PELADORA	-	AVELLANAS
	REF01-2	REFINADOR- MOLINO	-	POLVO-FORTY
GERENCIA	AAC07-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
TRAMITES/ UTILERIA	AAC08-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	12000BTU/H	R-410A
SALA DE ESPERA	AAC09-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
LABORATORIO	AAC11-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
PALILLOS	AAC12-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	R-410A
COMEDOR	AAC13-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	24000BTU/H	M029
	AAC14-2	A/A TIPO SPLIT DECORATIVA	18000BTU/H	R-410A
PROVEDURIA	AAC10-2	A/A TIPO VENTANA	12000BTU/H	R-22

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 3. Diagrama de flujo de proceso del refinamiento de cobertura de chocolate

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DEL REFINAMIENTO DE COBERTURA LIQUIDA DE CHOCOLATE						
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	Nº	min	Nº	min	Nº	min
OPERACIONES	35	167				
TRANSPORTES	17	4,95				
CONTROLES	1					
ESPERAS						
ALMACENAR	2					
ACTIVIDAD						
DISTANCIA RECORRIDA		186				

N:.....Pag.....De.....
Proceso: Refinamiento de cobertura de chocolate
PERSONA: OPERADOR
MATERIAL:
EL DIAGRAMA EMPIEZA:
EL DIAGRAMA TERMINA:
DIAGRAMADO POR: Alex Bello V.

	ACTIVIDAD	DISTA MTS	TIEMP (Seg)	SIMBOLOS						OBSERVACION
1	Recepción de materia prima								x	
2	Seleccionar cartones de manteca 8332	3	20	x						
3	Colocar la manteca en recipiente		30	x						
4	Tomar el taladro rotomartillo		3	x						
5	Conectar taladro rotomartillo		5	x						
6	Picar manteca con rotomartillo		900	x						
7	Colocar la manteca picada en la funda		30	x						
8	Ir a pesado	4	6		x					
9	Pesar la manteca		30	x						
10	Ir al tanque refinador	8	12		x					
11	Verter un proporcional de manteca en el tanque refinador		10	x						
12	Ir al área de almacenamiento	9	13		x					
13	Tomar saco de polvo alcalino		5	x						
14	Ir a pesado	3	5		x					
15	Pesar polvo alcalino		60	x						
16	Ir almacenaje	3	5		x					
17	Tomar saco de maicena		5	x						
18	Pesar maicena		7	x						
19	Ir almacenaje	3	5		x					
20	Tomar manteca heladera		20	x						
21	Pesar manteca heladera		30	x						
22	Ir a tanque refinador	9	13		x					
23	Encender motor agitador tanque refinador		2	x						
24	Verter polvo alcalino, maicena, manteca heladera, manteca 8332		30	x						
25	Ir almacenaje	9	13		x					
26	Tomar sacos de azucar refinada		20	x						
27	Pesar azucar		30	x						
28	Ir a tanque refinador	9	13		x					
29	Verter azucar		30	x						
30	Refinar		5400	x						
31	Ir almacenaje	9	13		x					
32	Tomar vainilla en polvo		5	x						
33	Pesar Vainilla		10	x						
37	Ir a tanque refinador	9	13		x					
38	Verter vainilla		2	x						
34	Ir almacenaje	9	13		x					
35	Tomar lecitina		20	x						
36	Pesar lecitina		10	x						
37	Ir a tanque refinador	9	13		x					
38	Verter lecitina		5	x						
39	Encender bomba		2	x						
40	Ir a empaques	20	30		x					
41	Tomar cartones, fundas y cinta		60	x						
42	Ir al área de refinamiento	20	30		x					
43	Armar cartones y fundas		1200	x						
44	Colocar cartones listos para descargar		60	x						
45	Abrir valvula para descargar la cobertura en los cartones con fundas		600	x						La capacidad es de 25kg
46	Pesar y sellar cartones con el producto		600	x						
47	Paletizar		60	x						
48	Ir a área de detector de metales	20	40		x					
49	Passar cartones por detector de metales		300			x				
50	Paletizar		60	x						
51	Embalarar		300	x						
52	Ir a almacenamiento	30	40		x					
53	Almacenar		60					x		

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 4. Tanque Refinador



Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 5. Frecuencia de daños en reinadores de cobertura de chocolate negra

Fallas	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Frecuencia
Árbol de motor agitador partido				1			1
Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	4	7	4	4	4	5	28
Bobina de contactor quemado						1	1
Bornes sulfatados							0
Breaker dañado				2			2
Calentador de agua dañado							0
Conectores de mangueras de agua cuarteados							0
Contactos sulfatados		1					1
Cuchilla de muñeco agitador partida			1	1			2
Daño en chaveta y chavetero	1				1		2
Desgaste de rodamientos de agitador	1						1
Desgaste de rodamientos de motores		1			1		2
Fuga de aceite por retenedores de caja reductora				1			1
Fuga de agua en camisa de tanque							0
Fuga de producto en retenedores de bomba	2					1	3
Mangueras de agua caliente rotas			1			1	2
Matrimonio roto		1			2		3
Motor agitador quemado	2						2
Motor bomba quemado						1	1
Piñones de caja reductora partidos						1	1
Pulsadores dañados					1		1
Térmico abierto		1					1
	10	11	6	9	9	10	55

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 6. Frecuencia de daños en reinadores de cobertura de chocolate blanca

Fallas	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Frecuencia
Árbol de motor agitador partido			1				1
Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	4	5	4	4	4	5	26
Bobina de contactor quemado			1				1
Bornes sulfatados							0
Breaker dañado							0
Calentador de agua dañado							0
Conectores de mangueras de agua cuarteados						1	1
Contactos sulfatados		1					1
Cuchilla de muñeco agitador partida	1					1	2
Daño en chaveta y chavetero					1		1
Desgaste de rodamientos de agitador							0
Desgaste de rodamientos de motores		1		2			3
Fuga de aceite por retenedores de caja reductora				1		1	2
Fuga de agua en camisa de tanque							0
Fuga de producto en retenedores de bomba	2	1	1			1	5
Mangueras de agua caliente rotas					1		1
Matrimonio roto							0
Motor agitador quemado			1				1
Motor bomba quemado		1					1
Piñones de caja reductora partidos				1	1		2
Pulsadores dañados					1		1
Térmico abierto			2				2
	7	9	10	8	8	9	51

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 7. Horas empleadas para reparación de tanques de refinadores de cobertura de chocolate negra

Fallas	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Tiempo perdido (hrs)
Árbol de motor agitador partido				11			11
Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	4	7	4	4	4	5	28
Bobina de contactor quemado						2	2
Bornes sulfatados							0
Breaker dañado				2			2
Calentador de agua dañado							0
Conectores de mangueras de agua cuarteados							0
Contactos sulfatados		4					4
Cuchilla de muñeco agitador partida			99	150			249
Daño en chaveta y chavetero	33				50		83
Desgaste de rodamientos de agitador	50						50
Desgaste de rodamientos de motores		110			69		179
Fuga de aceite por retenedores de caja reductora				16			16
Fuga de agua en camisa de tanque							0
Fuga de producto en retenedores de bomba	50					16	66
Mangueras de agua caliente rotas			1			1	2
Matrimonio roto		4			33		37
Motor agitador quemado	33						33
Motor bomba quemado						35	35
Piñones de caja reductora partidos						66	66
Pulsadores dañados					2		2
Térmico abierto		1					1
	170	126	104	183	158	125	866

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 8. Horas empleadas para reparación de tanques de refinadores de cobertura de chocolate blanca

Fallas	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Tiempo perdido (hrs)
Árbol de motor agitador partido			46				46
Bloqueo de tuberías de recirculación del producto	4	5	4	4	4	5	26
Bobina de contactor quemado			5				5
Bornes sulfatados							0
Breaker dañado							0
Calentador de agua dañado							0
Conectores de mangueras de agua cuarteados						1	1
Contactos sulfatados		8					8
Cuchilla de muñeco agitador partida	141					127	268
Daño en chaveta y chavetero					33		33
Desgaste de rodamientos de agitador							0
Desgaste de rodamientos de motores		50		72			122
Fuga de aceite por retenedores de caja reductora				22		8	30
Fuga de agua en camisa de tanque							0
Fuga de producto en retenedores de bomba	23	4	7			3	37
Mangueras de agua caliente rotas					2		2
Matrimonio roto							0
Motor agitador quemado			33				33
Motor bomba quemado		40					40
Piñones de caja reductora partidos				33	55		88
Pulsadores dañados					2		2
Térmico abierto			2				2
	168	107	97	131	96	144	743

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 9. Formato de tarjeta roja

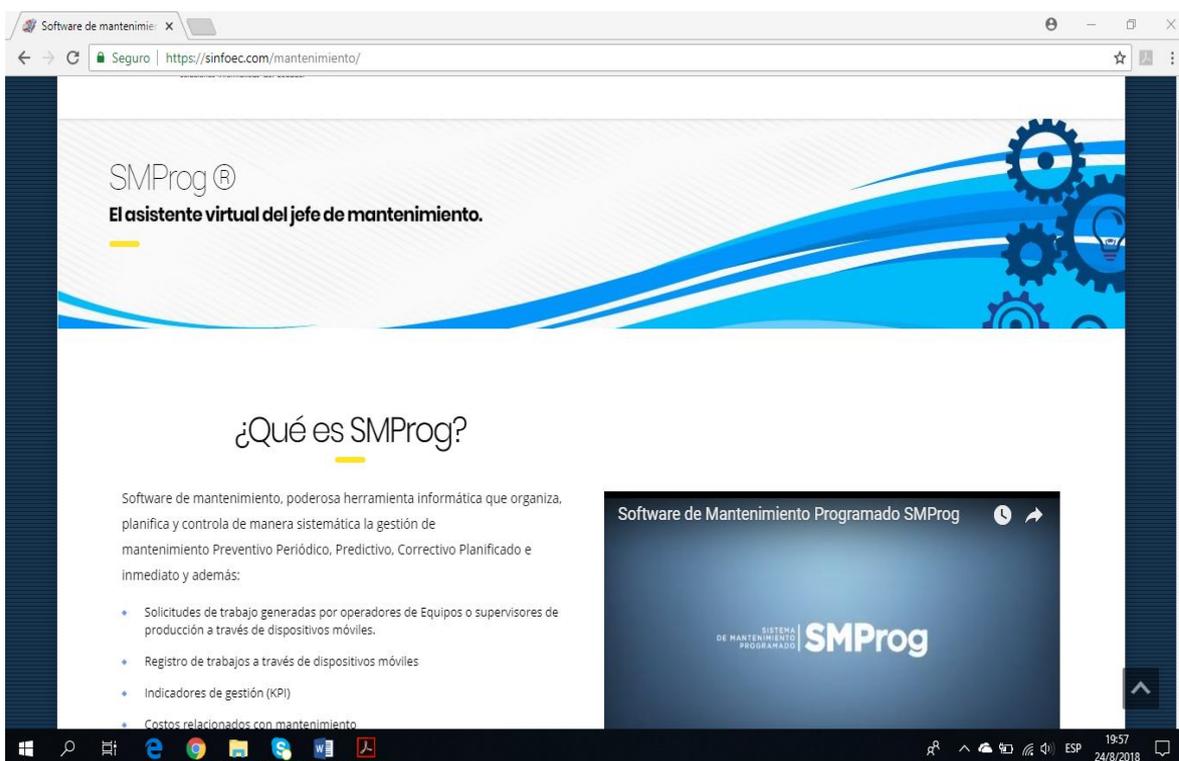
○	
Tarjeta Roja	
Fecha :	
Área :	
Nombre del elemento	
Medida a tomar:	
Transferir	
Eliminar	
Inspeccionar	
Observaciones:	

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 10. Ficha técnica y estado inicial de la maquinaria de planta

Ficha técnica y estado inicial de maquinaria												
Fecha:	A			B		C		Operativo	Por mejorar	Baja		
Planta	Prioridad		Estado final:		Codigo asignado							
Nombre de equipo:		Equipo				Características mecánicas				Características eléctricas		
Area Destino	Producto destinado	Capacidad	Unid.	Dimensiones			Motor(es):			Resistencias: () Watts:		
				Largo	Ancho	Alto	Marca	HP	RPM	I	n2	PH
Accesorios												
item	Nombre	Cantidad	Características especiales	item	Nombre	Cantidad	Características especiales					
Observaciones:												

Anexo 11. Software SMProg para la gestión del mantenimiento



SMProg - Funciones

Funcionalidades del Sistema de Mantenimiento Programado SMProg

Mantener Catálogos y documentación:

- Crear y mantener una biblioteca digitalizada de documentos, según sus características (catálogos, manuales, planos, fotos, videos, etc.) asociados a equipos, maquinaria, vehículos e infraestructura en general con toda la información y características técnicas.
- Crear y mantener registros con la ubicación de los equipos antes mencionados permitiendo llevar un control en caso se produzcan traslados de los equipos entre una unidad de gestión y otra.
- Crear y mantener un catálogo de proveedores internos y externos de servicios relacionados con mantenimiento con los datos más relevantes tales como como:
 - Nombre o razón social
 - Ruc
 - Teléfono, fax
 - Ciudad, Provincia, País
 - Contacto
 - Tipo de trabajo relacionado a su gestión

- Control documental que permita almacenar contratos vigentes

Mantenimiento Preventivo

- Creación de Planes maestros de mantenimiento Preventivo con toda la información relevante que asegure su cumplimiento acorde a los requerimientos de ingeniería de mantenimiento.
- Generar ordenes de trabajo preventivo
- Registrar tareas preventivas realizadas con su respectiva documentación de respaldo.
- Registrar costos de mano de obra, repuestos y gastos en terceros (contratistas)
- Lista de actividades rutinarias (checking-list)
- Adelantar /reprogramar tareas rutinarias de mantenimiento
- Dos niveles de alertas visuales de vencimiento del mantenimiento:
- Alerta temprana que advierta que se aproxima la fecha de ejecución de un mantenimiento preventivo
- Alerta de ejecución inmediata que advierta que los plazos de ejecución de las tareas se han alcanzado.
- Niveles de alertas adicionales en función de los requerimientos funcionales de la empresa.
- Dos niveles de seguimiento de las tareas de mantenimiento que ya han sido ordenados a fin de asegurar un registro o un cumplimiento de las tareas ordenadas.
- Historial de trabajos preventivos (incluye costos) y documentación asociada.
- Proyección de mantenimiento preventivo esperado a fechas futuras
- Proyección de repuestos y suministros requeridos para mantenimiento preventivo a fechas futuras a fin de asegurar que los mismos estén disponibles al momento de ejecutar los mantenimientos.
- Registro de costos en terceros en diferentes modalidades según la necesidad de los usuarios.

Mantenimiento Correctivo

- Generar ordenes de trabajo correctivas sean estas planificadas o inmediatas, que incluyen las variables definidas en el modelo de gestión RCM (Reliability Centered Maintenance)
- Solicitar cotizaciones a proveedores externos a través del sistema y almacenar dicha información para la toma de decisiones y aprobaciones, este tipo de actividades puede ser administrada por el departamento de compras a través de perfiles de usuarios quienes podrán aprobar la cotización y activar la generación de las ordenes de trabajo.
- Registrar costos de mano de obra, repuestos y gastos en terceros.
- Registrar actividades correctivas de emergencia

- Asociar gastos a cuentas y centros de costos según sea necesario en el modelo de negocio empresarial.
- Establecer plazos de ejecución de las tareas de mantenimiento / reparación requeridas con sus debidas notificaciones.
- Historial de Actividades Realizadas con sus costos, tiempos, personal involucrados y documentación digitalizada asociada a las tareas realizadas
- Programar reparaciones correctivas en futuras fechas

Plan de Mantenimiento

- Crear / modificar jerarquías organizativas de los activos y equipos involucrados en la gestión de mantenimiento.
- Crear / modificar equipos, maquinaria, vehículos o activos en general sujetos a mantenimiento (se puede ingresar ilimitada cantidad de activos)
- Crear/Modificar Componentes y subcomponentes de los diferentes activos de la empresa en la medida que esto sea necesario.
- Crear/Modificar Marcas y Modelos asociados a los equipos.
- Asociar tareas con repuestos, suministros, tipo y proveedores de servicio

Materiales / Repuestos

- Consulta de repuestos y suministros utilizados en cada orden de trabajo
- Generar Requisición de Repuestos
- Consultar/Anular Requisiciones
- Listados de repuestos y suministros incluidos en el sistema
- Cuando no existan interfaces con sistemas de inventarios, se podrán elevar los inventarios de repuestos o suministros desde una hoja de Excel especialmente preparada para este trabajo (plantilla).

Parámetros de Control

- El sistema dispone de reportes en pdf con los historiales de mantenimiento preventivo y correctivo realizados, con sus costos, responsables de su ejecución, tiempos de paralización, de finalización de trabajos, emisión y cierre de ordenes de trabajo.
- El sistema permite descargar a excel la información relacionada con los activos, estructura organizacional, fichas técnicas, ordenes de trabajo, inventarios de repuestos y suministros utilizados, proveedores de servicio, etc.

Consulta rápida visual e impresa de órdenes de trabajo según estado de la misma, disponemos de multifiltros para seleccionar la información de manera precisa.

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 12. Cronograma de mantenimiento predictivo de refinadores

Programa de mantenimiento predictivo de refinadores						
Mes	Semana	Cámara termográfica	Vibración	Amperaje	Voltajes	Observaciones
Enero	2					
	4					
Febrero	2					
	4					
Marzo	2					
	4					
Abril	2					
	4					
Mayo	2					
	4					
Junio	2					
	4					
Julio	2					
	4					
Agosto	2					
	4					
Septiembre	2					
	4					
Octubre	2					
	4					
Noviembre	2					
	4					
Diciembre	2					
	4					

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 13. Formato de reporte de mantenimiento

		Reporte de mantenimiento		RM001
Fecha de inicio:			Fecha fin:	
Hora de inicio:			Hora fin:	
Planta	Codigo	Nombre de Máquina		
Materiales y repuestos utilizados:				
Trabajo realizado:				
Observaciones:				Técnico:

Información adaptada de Gustaff S.A. Elaborado por el autor

Anexo 14. Cámara termográfica y medidor de vibraciones



Medidor de vibraciones Fluke 805



Información adaptada de www.fluke.com. Elaborado por el autor

Referencias Bibliográficas

- Ángeles, R. G. (2009). *Mantenimiento Industrial*. México.
- Barrueco, L. C. (2017). *Técnicas operativas en almacén*. Barcelona : Marge Books.
- Cárcel, F. J. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial*. Valencia: OmniaScience.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid: Díaz De Santos.
- El Comercio. (2015). Revista Líderes. *Revista Líderes*.
- Elola, L. N., Pastor, A. C., & Mugaburu, J. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona .
- Fonseca-Junior, M. H.-B.-L.-C. (2015). Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas. *DYNA*, 139-149. doi: <https://dx.doi.org/10.15446/dyna.v82n194.47642>
- Japan Institute of Plant Maintenance. (s.f.). *TPM en industrias de proceso*.
- Levcovich, M. (2009). *TPM mantenimiento productivo total: un paso más a la excelencia empresarial*.
- Márquez, J. Á., Ajuech, V. L., & León, V. D. (2017). *Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales*. México: Grupo Editorial Patria.
- Morrow, L. C., & Wyder, C. G. (1974). *Manual de mantenimiento industrial*.
- Queaprendemoshoy.com. (s.f.). *queaprendemoshoy.com*. Obtenido de <http://queaprendemoshoy.com/que-es-tpm-y-cuando-surgio/>

Robledillo, V. G.-M., Jimenez, J. F., & Pérez, J. G. (2013). *Mantenimiento y mejora de las instalaciones en los edificios*. Andalucía: IC Editorial.

Sumanth, D. J. (2001). *Administración para la productividad total*. Mexico.

Tapia Coronado, J. E. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia & trabajo*, 171-178. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lang=pt#B54

Villanueva, E. D. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial*. México.