



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrados

Maestría en Ingeniería de Mantenimiento

**SITUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS FÁBRICAS
PROCESADORAS DE HULE NATURAL TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO
EN GUATEMALA, SEGÚN LA MATRIZ DE CLASE MUNDIAL.**

JHONNY FRANCISCO VÁSQUEZ GARCÍA

ASESORADO POR EL ING. JORGE LUIS PUERTAS JEREZ

Guatemala, noviembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SITUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS FÁBRICAS
PROCESADORAS DE HULE NATURAL TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO
EN GUATEMALA, SEGÚN LA MATRIZ DE CLASE MUNDIAL.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

JHONNY FRANCISCO VÁSQUEZ GARCÍA

ASESORADO POR EL ING. JORGE LUIS PUERTAS JEREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Pedro Miguel Agreda Girón
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SITUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS FÁBRICAS PROCESADORAS DE HULE NATURAL TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO EN GUATEMALA, SEGÚN LA MATRIZ DE CLASE MUNDIAL.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha 13 de septiembre de 2012.

Ing. Jhonny Francisco Vásquez García

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de alcanzar esta meta, y enseñarme que el camino hacia la sabiduría es el camino que lleva hacia él.

A MIS PADRES

Miguel Ángel Vásquez López e Idalia Dolores García Vilche; por su amor y dedicación, por estar conmigo todos estos años apoyándome y dando fuerzas para seguir adelante y alcanzar mis sueños.

A MIS HERMANOS

Luis Orlando, Miguel Ángel, Ivonne Magdalí y Rosa María, por el amor inmenso que nos tenemos, por el millón de aventuras que hemos vivido juntos y el apoyo incondicional que me han brindado en la realización del presente trabajo de graduación.

A MI NOVIA

Mishell Bolaños, por su amor y apoyo que llenan todos los días de mi vida, y me hacer sentir completo.

SEÑORA

Gladis Bolaños, por su apoyo y cariño en esta etapa de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
GLOSARIO.....	VIII
RESUMEN.....	X
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	5
1.3 Definición del problema.....	6
1.4 Alcances del tema.....	8
1.5 Problemas y limitaciones	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 La industria del hule en Guatemala.....	9
2.2 Hule o caucho	10
2.3 Hule natural.....	10
2.4 Estándares internacionales de calidad para el hule sólido.....	10
2.5 Descripción de las clasificaciones del TSR.....	11
2.5.1 Hule tipo TSR -1	11

2.5.2 Hule tipo TSR -2	12
2.5.3 Hule tipo TSR -3	12
2.5.4 Hule tipo TSR -4	13
2.5.5 Hule tipo TSR -5	13
2.6 Calidad del hule natural según especificaciones técnicas	14
2.7 Proceso del hule natural técnicamente especificado	14
2.7.1 Obtención de la materia prima.....	14
2.7.2 Primera disminución de tamaño	18
2.7.3 Primer lavado	18
2.7.4 Segunda disminución de partículas.....	19
2.7.5 Segundo lavado.....	20
2.7.6 Tercer lavado.....	21
2.7.7 Tercera disminución de partícula.....	22
2.7.8 Llenado de cajas	23
2.7.9 Secado del hule.....	24
2.7.10 Pesaje y prensado.....	24
2.8 Principales industrias procesadoras de hule	27
2.9 Mantenimiento industrial.....	28
2.10 Evolución del mantenimiento	29
2.11 Primera etapa del mantenimiento	29
2.12 Segunda etapa	30
2.13 Tercera etapa	30
2.14 Cuarta etapa.....	31
2.15 Filosofías del mantenimiento	31
2.16 Mantenimiento correctivo.....	32
2.17 Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso	32
2.18 Mantenimiento preventivo con base en las condiciones.....	33
2.19 Mantenimiento de oportunidad	33
2.20 Detección de fallas	33

2.21 Modificación del diseño	34
2.22 Reparación general	34
2.23 Reemplazo	34
2.24 Activos y pasivos de una empresa	35
2.25 Matriz de mantenimiento de clase mundial	35
2.26 Estrategia de mantenimiento.....	36
2.27 Administración y organización.....	36
2.28 Planificación y programación	36
2.29 Técnicas de mantenimiento	37
2.30 Medidas de desempeño	37
2.31 Tecnologías de información	37
2.32 Involucramiento de los empleados.....	37
2.33 Análisis de confiabilidad	38
2.34 Análisis de procesos	38
2.35 Infraestructura e instalaciones	38
CAPÍTULO 3. MÉTODO.....	39
3.1 Naturaleza y características de la investigación	39
3.2 Población y muestra del estudio	39
3.3 Fuentes e instrumentos de investigación	40
3.4 Procedimientos y técnicas	40
CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
4.1 Antigüedad de formación del departamento de mantenimiento	43
4.2 Planeación estratégica.....	44
4.3 Gestión de activos.....	44
4.3.1 Codificación de activos	44
4.3.2 Criticidad de los equipos.....	45

4.3.3 Fichas técnicas.....	45
4.4 Gestión de inventario de repuestos	46
4.4.1 Repuestos críticos	46
4.4.2 Costos de inventario	46
4.4.3 Procedimientos de compras	47
4.4.4 Evaluación a los proveedores.....	47
4.4.5 Consignación de repuestos	48
4.4.6 Codificación de repuestos	48
4.4.7 Lotes mínimos y máximos de repuestos	49
4.4.8 Rutinas de mantenimiento en inventario de repuestos.....	49
4.4.9 <i>Software</i> de gestión de inventarios.....	50
4.4.10 Auditorías de inventario	50
4.5 Gestión del mantenimiento	51
4.5.1 Tercerización de servicios de mantenimiento (<i>outsourcing</i>).....	52
4.5.2 Solicitudes de mantenimiento.....	53
4.5.3 Órdenes de trabajo.....	53
4.5.4 Procedimientos de mantenimiento	54
4.5.5 Rutinas de mantenimiento preventivo	54
4.5.6 Planes de mantenimiento	55
4.5.7 Comprensión de tiempo cíclico.....	55
4.5.8 Herramienta y equipos de mantenimiento	55
4.5.9 Programa de 5S´s	56
4.5.10 Mantenimiento total productivo.....	57
4.5.11 Indicadores de mantenimiento.....	57
4.5.12 Paretos de fallas.....	58
4.5.13 Análisis de causa raíz.....	58
4.5.14 Monitoreo de condición	58
4.5.15 Normas y certificaciones	59
4.6 Gestión del recurso humano.....	60

4.6.1 Organigrama del departamento de mantenimiento.....	60
4.6.2 Descripciones de los puestos	60
4.6.3 Plan anual de capacitaciones	61
4.6.4 Políticas de reclutamiento y selección	61
4.6.5 Rotación de personal.....	61
4.6.6 Política salarial.....	62
4.6.7 Horarios de trabajo y políticas de horas extras	63
4.7 Presupuesto de mantenimiento.....	63
4.7.1 Reportes del costo de mantenimiento.....	63
4.7.2 Presupuesto anual y mensual de mantenimiento	64
4.8 Sistema de comunicación	64
4.8.1 Reuniones del grupo de mantenimiento	64
4.9 Sistema de mantenimiento computarizado	65
4.10 Nivel de gestión del mantenimiento por departamento	65
4.11 Análisis de casos	66
4.11.1 Gestión del mantenimiento primer caso.....	67
4.11.2 Gestión del mantenimiento segundo caso	70
4.11.3 Gestión del mantenimiento tercer caso.....	74
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	91
APÉNDICE	93
APENDICE I: ENCUESTA PARA MEDIR EL NIVEL DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LAS PLANTAS PROCESADORES DE HULE TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO.	93
APENDICE II: DIAGRAMA DE PROCESO DEL HULE TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO (FUENTE: EL AUTOR).....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Recolección del látex en recipientes plásticos	15
2.	Recolección de los coágulos de hule	16
3.	Patios de almacenamiento de chipa	17
4.	Máquina Slab cutter	18
5.	Tanque 1 de lavado	19
6.	Máquina Prebreaker, segunda disminución de partícula	20
7.	Tanque número dos de lavado de materia prima.....	21
8.	Tanque tres de lavado de materia prima.....	21
9.	Máquina Pelleteiser, tercera disminución de partícula.....	22
10.	Vista frontal de la estructura para el llenado de cajas con hule	23
11.	Llenado de cajas por el operario.....	23
12.	Secadora de hule de dos toneladas por hora	24
13.	Pesaje de pacas de hule.....	25
14.	Prensa de 100 toneladas	25
15.	Proyección de toneladas de hule seco	28
16.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 1	79
17.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 2	80
18.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 3	81
19.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 4	82
20.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 5	83
21.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 6	84
22.	Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 7	85

ÍNDICE DE CUADROS

1. Maquinaria y equipo utilizado en el proceso de hule sólido.....	26
2. Principales industrias procesadoras de hule solido en Guatemala	27
3. Antigüedad de formación de los departamentos de mantenimiento.....	43
4. Tipos de mantenimiento subcontratados.....	52
5. Razones por las cuales se subcontratan servicios de mantenimi	53
6. Técnicas de monitoreo de condición	59
7. Nivel de la Gestión del mantenimiento	65

GLOSARIO

5S's	Técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples, con el objetivo de lograr trabajos mejor organizados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad.
Análisis de causa raíz	Metodología disciplinada que permite identificar las causas físicas, humanas y latentes de cualquier tipo de fallas.
Cangilón	Recipiente usado para el transporte de hule de un tanque de lavado a otro por medio de cadenas.
Chipa	Coágulo de hule natural formado por la acción de un ácido en el látex.
Confiabilidad	Grado de confianza que proporciona un equipo que no fallará en un período de tiempo determinado.
Convección	Forma de transferencia de calor; se caracteriza porque se produce por intermedio de un fluido que transporta el calor.
DILO	Iniciativa que permite establecer las actividades de una persona para tipificar su día y determinar aquellas que representan su mayor ocupación.
DRC	Dry rubber content, es el contenido de hule seco que posee una muestra de chipa.
Ensayos no destructivos	Prueba aplicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales.

Modo de falla	Fenómeno o mecanismo responsable del evento o condición de falla.
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> . Indicadores que miden el nivel de desempeño de un proceso, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.
Paca	Cubo de hule seco de 35 kilos, producto final del proceso de hule técnicamente especificado.
Pelleteiser	Máquina extrusora que disminuye el tamaño de la partícula del hule a 4mm de promedio.
Pica	Corte de vasos latíferos hechos al árbol de hule para su explotación productiva.
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> . Filosofía originaria de Japón, la cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> . Medida aritmética del tiempo entre fallas de un sistema.
MTBR	<i>Mean Time Between Repairs</i> . Medida aritmética del tiempo entre reparación de un sistema.
VOSO	Ver, oír, sentir y oler; técnica de inspección de maquinaria que se basa en utilizar los sentidos del cuerpo humano para identificar los cambios que puedan afectar la funcionalidad del equipo.

RESUMEN

Esta investigación se realizó para conocer la situación de la gestión del mantenimiento de siete de las ocho fábricas procesadoras de hule natural en Guatemala: INTROSA, Pica de Hule, Beneficio de Hule Montana, Hulera del Norte, RQ, Entre Rios y Clavellinas. La metodología empleada conllevó la utilización de una encuesta con 61 preguntas referentes a gestión de activos, gestión de inventario de repuestos, gestión de mantenimiento, presupuesto de mantenimiento, sistemas computarizados de mantenimiento, sistemas de comunicación en el mantenimiento y gestión del recurso humano de mantenimiento; todas ellas catalogadas como iniciativas de clase mundial según Hugget (2000).

La encuesta se aplicó a siete de los ocho jefes de mantenimiento de cada una de las industrias procesadoras de hule de Guatemala. Estas empresas están encargadas de producir más del 90% de hule exportado en el país y, que representa una muestra significativa, para el análisis de la industria del hule en Guatemala.

Los resultados obtenidos indican que el nivel promedio de implementación de las iniciativas de mantenimiento de clase mundial en la industria del hule, es de 52.5%. Las iniciativas de mantenimiento más utilizadas en esta industria son: las referentes a gestión de inventarios y gestión de recursos humanos; las iniciativas que no se usan en esta industria son: la de mantenimiento total productivo, mantenimiento centrado en confiabilidad y la iniciativa de análisis de causa raíz. Se concluye que las dos empresas con certificación de gestión de calidad ISO 9001-2008, son las que mejor nivel de implementación tienen de las iniciativas de clase mundial, según la matriz de mantenimiento, con un valor de 93.75%.

OBJETIVOS

General

Realizar el diagnóstico de la situación de la gestión del mantenimiento de las ocho fábricas procesadoras de hule natural técnicamente especificado, que operan en Guatemala según la matriz de clase mundial.

Específicos

1. Determinar las iniciativas de clase mundial de mayor uso y aplicación en la gestión del mantenimiento, en las ocho fábricas procesadoras de hule técnicamente especificado en Guatemala.
2. Determinar el nivel de mantenimiento con la matriz de clase mundial, de cada una de las ocho fábricas procesadoras de hule técnicamente especificado en Guatemala.
3. Describir la tendencia de la gestión del mantenimiento en la industria del procesamiento de hule técnicamente especificado en Guatemala.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el mantenimiento industrial como actividad se realiza de diversas formas, adaptadas cada una de estas a la experiencia, cantidad de personal, inversión en consultorías y buena voluntad de cada una de las personas que se ven envueltas en ella cada día. Dicha actividad es importante y ha sido señalada por varios profesionales conocedores de el tema, como fundamental en el desarrollo y crecimiento de cada una de las fábricas del país y de todo el mundo.

La industria del procesamiento del hule sólido en Guatemala, data de más de cincuenta años, y en agosto de 2012, el país se ubica como único exportador en el continente americano, con los mejores índices de calidad, debido a las características climatológicas del país y a su particular caracterización del proceso en la cadena de valor del producto. Como resultado se brindó empleo a miles de personas, principalmente en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez y Escuintla.

Existen teorías del mantenimiento que se aplican y que se han implementado en diversos sectores de la actividad industrial de Guatemala y, de forma particular, en la industria del procesamiento de hule natural, como los que menciona Duffua (2006), que son: el mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo planificado, mantenimiento correctivo planificado, y mantenimiento por monitoreo de condición, teorías que se van adaptando a la forma de cada organización, con diversos resultados tanto positivos como negativos, y generan ahorros y pérdidas respectivamente, por lo cual, se hace

importante conocer el porcentaje de las industrias procesadoras de hule natural que emplean las diferentes iniciativas de mantenimiento, con el fin de determinar las tendencias y la efectividad de cada una de las iniciativas de mantenimiento de clase mundial que han sido adaptadas en el país y a esta industria en particular, y poder profundizar en la realidad de Guatemala en lo que al campo de la gestión del mantenimiento industrial aplicado a industrias procesadoras de hule natural respecta.

En la presente investigación se evaluó la situación del mantenimiento en las industrias procesadoras de hule natural en Guatemala, que en total suman ocho, según datos de la Cámara de la Industria, a través de la medición de la cantidad de iniciativas de mantenimiento de clase mundial que cada industria aplica, con lo cual se espera obtener una base de datos que permita elaborar tablas gráficas y tendencias del mantenimiento en la industria procesadora de hule natural en Guatemala.

Este documento presenta los pasos metodológicos desarrollados para la investigación de la situación de la gestión del mantenimiento en las industrias procesadoras de hule natural en Guatemala, desde el punto de vista de la matriz de mantenimiento de clase mundial. Para alcanzar este objetivo se elaboró una encuesta, cuyo objetivo fue recabar la información de la implementación o no implementación de las iniciativas de mantenimiento en cada uno de los departamentos de mantenimiento de estas fábricas. La encuesta fue entregada a siete de las ocho fábricas de procesamiento de hule natural que existen en el país según datos de la Agencia de Exportación de Guatemala en agosto del año 2012. Con la información recabada se procedió a organizar los datos y presentar la información en tablas, de las iniciativas más

utilizadas, así como el porcentaje de fábricas que se encuentra en cada nivel de la matriz de mantenimiento y, consecuentemente, las tendencias de esta importante industria en Guatemala, respecto a la gestión del mantenimiento industrial.

CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Para poder analizar el tema del mantenimiento industrial en Guatemala, se debe tomar en cuenta el origen del mismo desde la influencia en términos de mantenimiento que causó la revolución industrial, la cual se dio a finales del siglo XVII en Europa y fue traída junto a los conquistadores, hasta las nuevas tendencias y corrientes del mantenimiento que empresas destacadas en el sector industrial en Guatemala implementan a través de la inversión en servicios de consultoría y capacitación al personal de mantenimiento de cada una de ellas.

Al mes de agosto de 2012, no se posee un estudio que refleje el nivel de mantenimiento industrial en Guatemala, desde el punto de vista de la cantidad de iniciativas de mantenimiento implementadas, y que han sido desarrolladas a lo largo de la etapa industrial de la humanidad.

En Europa y Estados Unidos se desarrolló el estudio *EUREKA benchmarking*, el cual brinda información sobre el nivel de mantenimiento y las tendencias de la gestión del mismo, que permiten desarrollar técnicas y conocer las deficiencias del proceso de mantenimiento que inciden en los costos que alcanzan valores del 15% sobre las ventas brutas. (Wireman, 2001).

Por otra parte, existe una metodología inglesa que sirve para auditar el área de mantenimiento, la cual permite evaluar de una forma integral y detallada todos los parámetros empresariales de mantenimiento, mediante aproximadamente 650 preguntas que miden doce componentes básicos de mantenimiento, y sus resultados se entregan en forma numérica y de radar, las personas que participan son funcionarios de mediano y de alto rango de las áreas de producción, mantenimiento y gerencia de planta. (Mora,2007).

Se han hecho implementaciones del anterior método inglés mencionado de auditoría del proceso de mantenimiento, como el realizado por Ricardo González de la universidad EAFIT de Colombia en el año 2005, el cual evidenció la necesidad de fortalecer áreas de comunicación interna del departamento y relación con sus clientes internos en una empresa de distribución de autopartes. (González, 2005). Estas investigaciones muestran claramente la importancia de medir y auditar el proceso de mantenimiento, como parte de una mejora continua.

Otros estudios demuestran que la buena gestión del mantenimiento genera muchos ahorros a las empresas y en algunos casos produce otras fuentes de ingreso para la organización. (De Groote, 1994). Además de esto, Navarro y otros autores citan varios datos sobre un estudio realizado en Inglaterra, que revelan que el costo de mantenimiento allí oscila aproximadamente en el 17% anual del valor de las instalaciones de las fábricas, en España el promedio del costo de mantenimiento asciende a 10.5% del PIB.(Navarro,1997).

Estos hechos demuestran la importancia y el volumen económico tan relevante que se maneja en el área de gestión de mantenimiento, lo que induce a dedicar más esfuerzo de gestión y organización al tema de mantenimiento. (Newbrough, 1982). En Francia, la inversión o los gastos de mantenimiento oscilan entre el 5 y 8% de las ventas totales o del valor de los activos totales de la empresa. (Souris, 1992). En Suecia, la industria manufacturera invierte en mantenimiento cerca del 15% en promedio (entre el 11 y el 30%) de los costos de producción. (Ahlmann, 1987).

En los países en vías de desarrollo, el rubro de mantenimiento es más alto que en las naciones enunciadas en párrafos anteriores. En general, para todos ellos se justifica darles el mayor apoyo logístico de mantenimiento, con el fin de optimizar recursos económicos de las empresas. (Mora 2009).

Estudios realizados por Kaisers (2008), demuestran que los procesos de mantenimiento, cuyas filosofías son basadas en el mantenimiento preventivo, impactan positivamente en los sistemas de manufactura, con lo cual se puede concluir la importancia que tiene el proceso de mantenimiento en un país y cómo este afecta la economía de cada una de las empresas.

“El hule es nativo de América, fue utilizado primitivamente por los *mahoas* de México para elaborar las pelotas con las cuales se practicaba el juego místico llamado precisamente juego de pelota. Con el correr de los siglos, el hule es llevado a Europa en donde se utiliza en la fabricación de lápices, usándose como borrador. El hule más usado para la fabricación de llantas es el hule *Hevea Brasiliensis*, cuyas semillas fueron llevados por los ingleses de

Brasil a Asia, donde las plantaciones de hule alcanzan grandes extensiones en Malasia, India y Tailandia, entre otros. En Guatemala, la producción de hule natural *TSR-10* empieza en el año 1970". (Suc, 1998, p.12).

En el año 2004, De León indicó que el hule técnicamente especificado *TSR-10* posee características tales como: viscosidad, suciedad, nitrógeno y cantidad de cenizas que definen su calidad y que son importantes para la exportación del producto. Estas propiedades son tomadas en cuenta en la producción de hule *TSR-10* en la fábrica INTROSA, ubicada en el kilómetro 130 carretera a Suchitepéquez. (De León, 2004).

Las características físicas y químicas que un hule del tipo 10 a nivel mundial debe poseer, son normadas por *The Rubber Manufacturers Association en el green book*. Este grupo fija los estándares internacionales de calidad y empaque para las diversas formas del hule natural. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua, 2009).

Los procedimientos para obtener los valores de viscosidad, contenido de nitrógeno, contenido de suciedad, contenido de cenizas y plasticidad son normados por la ISO en los procedimientos ISO 289, ISO 1656, ISO 249, ISO 247, ISO 2007, respectivamente.

Existe un conjunto de maquinaria y equipo que se emplea en la producción de hule sólido, entre ellos están: máquinas reducidas de tamaño del hule, elevadores de gusano y elevadores de cangilones, los cuales

transportan el hule de un tanque de lavado a otro, secadoras encargadas de extraer la humedad del hule y prensas hidráulicas que compactan el hule antes de ser empacado; esta maquinaria es distribuida por varias empresas, todas ubicadas en Malasia e Indonesia, y que tienen como fin disminuir el tamaño del hule proveniente de fincas, lavarlo, secarlo y prensarlo en pacas de 35 kilos cada una, las características de secado y viscosidad deben ser controladas mediante la temperatura y tiempo de secado por cada empresa productora. (Sphere Corporation, 2010).

Existe muy poca información disponible sobre el procesamiento de hule sólido tipo *TSR-10* a nivel mundial; toda la información es generada y guardada celosamente en los departamentos de investigación y desarrollo de las empresas grandes ubicadas en el continente asiático. A pesar de ello, y con la inversión privada se ha podido generar y adquirir cierto grado de conocimiento de este proceso, que en la actualidad sitúa a Guatemala como el mejor productor en América en términos de calidad de hule *TSR-10*.

1.2 Justificación

Esta investigación se realizó para conocer la situación de la gestión del mantenimiento de siete de las ocho fábricas procesadoras de hule natural en Guatemala: INTROSA, Pica de Hule, Beneficio de Hule Montana, Hulera del Norte, RQ, Entre Rios y Clavellinas. Los aportes de este trabajo serán la cuantificación real de la cantidad de iniciativas del mantenimiento de clase mundial aplicadas en este tipo particular de industria, y utilizadas por cada uno de los departamentos de mantenimiento mencionados. Información que hasta agosto del año 2012 no se tenía, y que servirá para cada una de las fábricas

como punto de referencia para desarrollar los planes y programas específicos que hagan de la gestión del mantenimiento una estrategia de competitividad en la industria del hule en el mercado local e internacional, y que ha mostrado un crecimiento continuo de un 13% anual en los últimos cinco años, según datos publicados por la gremial de huleros en marzo del año 2012.

Los beneficiarios directos son los departamentos de mantenimiento de las fabricas procesadoras de hule siguientes: INTROSA, Pica de Hule, Beneficio de Hule Montana, Hulera del Norte, RQ, Entre Rios y Clavellinas; la información de la gestión del mantenimiento obtenida servirá para comparar la gestión de cada uno de los departamentos con la de aquellas fábricas que hayan demostrado altos parámetros de competitividad y desarrollo, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación para beneficio común, sin perjudicar los intereses individuales de cada organización.

1.3 Definición del problema.

El mantenimiento industrial en Guatemala se viene realizando desde principios del siglo XX. El crecimiento de economías de países como Estados Unidos, Japón y Alemania ha permitido el desarrollo de técnicas de mantenimiento, con el propósito de aumentar la productividad y la confiabilidad de los procesos productivos (Mora, 2009). Estas prácticas han sido absorbidas a velocidades muy diferentes en la industria de Guatemala, debido principalmente a la capacidad económica de cada industria en particular.

En ocasiones, la implementación de alguna teoría o método, lleva a resultados no deseados y no esperados debido a la falta de conocimiento de

estas técnicas o a la falta de “terreno fértil “donde se puedan desarrollar las experiencias que en otras culturas han funcionado correctamente.

El problema es que no se tiene información a nivel nacional de la situación del mantenimiento industrial en Guatemala, y específicamente, de la gestión del mantenimiento en las fábricas procesadoras de hule natural técnicamente especificado, que identifique cuáles son las carencias a nivel nacional en materia de mantenimiento industrial, cuáles son las fortalezas, las amenazas y las oportunidades, que permitan trabajar en los puntos débiles de la estructura organizativa del mantenimiento en este tipo de industria, para reforzar e implementar aquellos aspectos que han demostrado su eficacia en esta industria guatemalteca.

Debido a esto en la presente investigación se plantearon las preguntas siguientes:

1. ¿Cuál es la situación de la gestión del mantenimiento en las ocho fábricas procesadoras de hule natural que actualmente operan en Guatemala?
2. ¿Cuáles son las iniciativas de gestión del mantenimiento de clase mundial, más utilizadas en cada una de las ocho fábricas procesadoras de hule natural que operan actualmente en Guatemala?
3. ¿En qué nivel de la matriz de mantenimiento de clase mundial, se encuentra cada uno de los departamentos encargados de la gestión del mantenimiento, de las ocho plantas procesadoras de hule natural que operan actualmente en el país?
4. ¿Cuál es la tendencia de la gestión del mantenimiento en la industria de procesamiento de hule natural en Guatemala?

1.4 Alcances del tema

La presente investigación se plantea de una forma cualitativa exploratoria no experimental que cubrió espacialmente a los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla e Izabal, en los cuales se encuentran las ocho fábricas procesadoras de hule natural que operan en Guatemala; según la Agencia de Exportaciones de Guatemala en julio del 2012, el alcance organizacional en cada una de estas fábricas se centrará en el departamento o proceso de mantenimiento de cada una de las industrias mencionadas, y el alcance en tiempo es de la situación de gestión del mantenimiento que se encontró en el mes de agosto del año 2012 periodo en el cual realizó la recolección de los datos a través del cuestionario diseñado para tal efecto.

1.5 Problemas y limitaciones

Debido a la confidencialidad de la información de cada una de las ocho empresas procesadoras de hule técnicamente especificado en Guatemala, el cuestionario que sirvió como instrumento de medición estuvo formado de preguntas cerradas, lo cual limita la discusión de resultados debido a que no se puede medir con exactitud el grado de implementación de las iniciativas de mantenimiento de cada una de las fábricas procesadoras de hule.

Por otra parte, una de las ocho empresas optó por no contestar el cuestionario, argumentando que las políticas de dicha empresa prohíben la divulgación de la información sobre el proceso de mantenimiento, lo cual excluye a esta fábrica de los resultados y conclusiones de la presente investigación.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 La industria del hule en Guatemala

El proceso de hule sólido en Guatemala se viene dando de forma industrial desde el año 1970, cuando se instaló la primera fábrica de este tipo en el país, ubicada en el kilómetro 130 de la carretera CA-2, con maquinaria de origen inglés. De esa fecha hasta hoy existen alrededor de 10 industrias que se dedican al procesamiento y exportación del hule natural en Guatemala, y cuya materia prima es extraída de alrededor de 1 000 fincas que cultivan y producen hule natural en el país, y de las cuales el 85% se encuentran en las áreas cercanas al Océano Pacífico en los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla. El 7% en las áreas cercanas al Océano Atlántico en el departamento de Izabal, y el 5% en el área norte en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén.

En Guatemala existen 90 000 hectáreas plantadas, con alrededor de 32.5 millones de árboles de hule natural al año 2012, y se estima que existen otras 90 000 hectáreas en óptimas condiciones para la siembra de este cultivo.

En el año 2011 según el Banco de Guatemala, el país exportó USD 396 millones, para un total de 88 130 toneladas de hule seco, del total de 88 130 toneladas exportadas en 2011, 64 250 se hicieron en forma de hule sólido, el resto, 22 800, se procesaron en forma líquida denominada látex, se estima que la capacidad total instalada en el país para el procesamiento de hule sólido, es de alrededor de 200 000 toneladas secas, y la producción de las dos más

grandes fábricas en Guatemala actualmente producen cerca del 75% del total de las exportaciones, el crecimiento de esta industria en el país se reporta en un 13% en los últimos nueve años (Cerezo,2012).

2.2 Hule o caucho

“El caucho o hule es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica; se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados”. (Aragón, 2011).

2.3 Hule natural

“El látex es una emulsión que está compuesta por partículas de hule suspendidas en agua. Estas partículas están compuestas de miles de moléculas de isopreno unidas químicamente, formando grandes cadenas o polímeros de isopreno. Para obtener el hule es necesario remover el agua que mantiene suspendidas a las partículas. El hule natural puro no tiene muchas aplicaciones ya que es muy sensible a los cambios de temperatura. Por ejemplo, si hace calor, el hule se vuelve pegajoso, en cambio, si hace frío se vuelve rígido y quebradizo”. (Aragón, 2011).

2.4 Estándares internacionales de calidad para el hule sólido

Solamente el látex de hule deliberadamente coagulado procesado en hojas o laminado, propiamente secado y ahumado, puede ser utilizado para

elaborar hule tipo *TSR Technically Specified Rubber*; las siguientes prohibiciones son también aplicables a la clasificación del *TSR*: (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

El caucho que esté húmedo, blanqueado, opaco y virgen y aquel que no esté totalmente seco a la vista, al momento de la inspección del comprador, no es aceptable (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

Previo a clasificar el hule como *TSR* (hojas ahumadas), las hojas son separadas, inspeccionadas y cualquier defecto es cortado con tijeras y descartado. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.5 Descripción de las clasificaciones del TSR

La clasificación debe darse bajo condiciones donde todos los procesos son controlados uniforme y cuidadosamente. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.5.1 Hule tipo TSR -1

Cada paca, que consiste en un cubo de hule seco de 35 kilos compactado, debe ser empacada libre de moho. No son permitidas hojas con puntos o rayas oxidadas, subcuradas, débiles, sobre ahumadas o quemadas. El caucho debe estar seco, limpio, fuerte, uniformemente ahumado y libre de manchas, motas, moho, ampollas, suciedad y cualquier otra materia externa. Son permitidas pequeñas burbujas dispersas.

2.5.2 Hule tipo TSR -2

La presencia leve de moho, ya sea en las envolturas, superficie del paca y hojas interiores, encontradas al momento del envío, no será objeto de rechazo, siempre que dadas estas condiciones, individualmente o en combinación, no exista un grado “objetable” en 5% o más de las pacas incluidas en el envío, lote u oferta, según lo determinado por el número de pacas inspeccionadas.

La presencia de pequeñas burbujas y motas leves de las cortezas, si están dispersas, no serán motivo de rechazo. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

No es permisible que el caucho tenga puntos o rayas oxidadas, debilidad, o que esté subcurado, sobre ahumado, opaco o quemado. El caucho debe estar seco, limpio, fuerte, libre de manchas, ampollas, arena, empaque sucio y toda materia externa distinta de las especificadas como permisible (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.5.3 Hule tipo TSR -3

La presencia de moho en las envolturas, superficie de la paca y hojas interiores, encontradas al momento del envío, no será motivo de rechazo, siempre y cuando, individualmente o en combinación, no exista un grado “objetable” en el 10% o más de los pacas incluidas en el envío, lote u oferta, según lo determinado por el número de pacas inspeccionadas. La presencia de pequeñas manchas, pequeñas burbujas y motas leves de las cortezas, son permisibles. No son permitidas hojas con puntos o rayas oxidadas, debilidad, o

que estén subcuradas, sobre ahumadas, opacas o quemadas. El caucho debe estar seco, fuerte y libre de manchas, ampollas, arena, empaque sucio y toda materia externa distinta de las especificadas como permisible (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.5.4 Hule tipo TSR -4

La presencia de moho en las envolturas, superficie de la paca y hojas interiores encontradas al momento del envío, no será motivo de rechazo, siempre y cuando, individualmente o en combinación, no exista un grado “objetable” en el 20% o más de los pacas incluidas en el envío, lote u oferta, según lo determinado por el número de pacas inspeccionadas. Partículas medianas, burbujas, manchas traslúcidas, caucho levemente pegajoso y ligeramente sobre ahumado son permitidos, pero no deben ser evidentes a un nivel de mercado. No son permitidas hojas con puntos o rayas oxidadas, debilidad, o que estén subcuradas, opacas o quemadas. El caucho debe estar seco, firme y libre de manchas, ampollas, arena, empaque sucio y toda materia externa distinta de las especificadas como permisible. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.5.5 Hule tipo TSR -5

La presencia de moho en las envolturas, superficie de la paca y hojas interiores encontradas al momento del envío, no será motivo de rechazo, siempre y cuando, individualmente o en combinación, no exista un grado “objetable” en 30% o más de los pacas incluidas en el envío, lote u oferta, según lo determinado por el número de pacas inspeccionadas. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.6 Calidad del hule natural según especificaciones técnicas

Se denominan Cauchos Técnicamente Especificados, TSR, por sus siglas en inglés *Technicaly Specified Rubber*. Estos se comercializan en pacas de 33.3Kg y deben cumplir con ciertos criterios relacionados con los siguientes aspectos: contenido de impurezas, viscosidad, contenido de cenizas y plasticidad, estos aspectos dependen del origen del caucho y de los cuidados que se hayan tenido en su manejo. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Nicaragua, 2009).

2.7 Proceso del hule natural técnicamente especificado

2.7.1 Obtención de la materia Prima

El proceso del hule natural técnicamente especificado en Guatemala, se origina en las plantaciones de hule en las fincas productoras de hule del país, las plantaciones de árboles cuya especie es llamada *Hevea Brasiliensis*, empiezan a producir hule natural siete años después de haber sido sembradas, diariamente cada finca envía a un grupo de trabajadores llamados picadores, los cuales se encargan de “picar “ los árboles con cuchillas, cortando la mayor cantidad de vasos lactíferos del árbol, el líquido que derraman los árboles de hule es llamado látex y es recolectado en recipientes que se sujetan al árbol por medio de alambres galvanizados.(Ver figura 1).

Figura 1. Recolección del látex en recipientes plásticos



Fuente: el autor

Para obtener la materia prima del hule sólido técnicamente especificado, los recipientes de plástico son rociados con una solución de ácido fórmico y agua, la cual tiene como finalidad coagular el látex dentro de los recipientes plásticos, este coágulo es llamado por los productores de cada finca como “chipa”.

Los coágulos de cada árbol son recogidos por los “picadores” de los recipientes plásticos (ver figura 2), esta chipa recolectada es trasladada de las plantaciones de árboles a las afueras de las fincas por tractores, hacia lugares destinados para su acopio y posteriormente ser llevada hacia las plantas procesadoras en camiones.

Figura 2. Recolección de los coágulos de hule llamados chipa por los trabajadores



Fuente: el autor

Las fábricas procesadoras de hule compran la chipa por kilo seco DRC (*dry rubber content*), según el precio del mercado mundial, debido a que el hule natural, luego de ser coagulado en las fincas posee un porcentaje promedio de humedad de 45%; el contenido de hule seco es analizado en laboratorios, se elije muestras pequeñas y significativas de cada lote que está siendo comprado y, posteriormente, con el valor de DRC se procede a pagar al proveedor de chipa la cantidad de kilos secos calculada.

El hule comprado proveniente de las fincas en forma de coágulo “chipa”, es almacenado en patios dentro de las fábricas procesadoras (ver figura 3), para que sea inspeccionado y rociado con agua para eliminar agentes contaminantes tales como madera, bolsas de plástico y pedazos de metal provenientes de las plantaciones de árboles de hule, los cuales resultan ser perjudiciales para los siguientes pasos del proceso. La materia prima es clasificada de la siguiente forma: “Chipa 10, es el hule natural de primera, se

obtiene de la savia de los árboles que se recolecta en “guacales” que contienen ácido fórmico para lograr una coagulación más eficiente; chipa 20, al igual que la chipa 10, se obtiene de la recolección del hule en guacales, con la diferencia que estos contienen los residuos de látex o coágulo que quedan luego de recoger la chipa 10 y no contienen coagulante, sino que coagula en forma natural coágulo normal, son marquetas de hule natural coagulado y es de mejor calidad que la chipa 10; se recolecta el hule en forma líquida y luego nuevamente se pone a coagular en bandejas para obtener las marquetas; hilacha, son los residuos en forma de pita que quedan en la vena del árbol”. (Sachad, 2010).

Figura 3. Patios de almacenamiento de chipa, dentro de las plantas procesadoras



Fuente: el autor

2.7.2 Primera disminución de tamaño

La chipa que se encuentra almacenada en los patios de las fábricas procesadoras, es trasladada por medio de cargadores frontales a la tolva de la primera máquina llamada “*slab cutter*” (ver figura 4), cuya función consiste en disminuir las marquetas de hule formadas por la unión de varios coágulos que se forman al estar almacenada la materia prima, esta primera máquina disminuye el tamaño del hule en rebanadas de un promedio de ocho pulgadas, mediante la acción de cuchillas rotativas.

Figura 4. Máquina *Slab cutter*



Fuente: el autor

2.7.3 Primer lavado

La chipa que sale de la primera disminución de tamaño, de la máquina llamada *slab cutter*, cae en un tanque de aproximadamente 60 metros cúbicos de agua de capacidad, llamado tanque homogeneizador (ver figura 5), la función de este tanque es iniciar el proceso de lavado de la chipa, de tal forma

que todas las partículas contaminantes tales como madera y otros metales así como plásticos, caigan al fondo del tanque y no sigan el proceso, con ello se elimina la posibilidad de contaminar el producto, otra función de este tanque es homogenizar la mezcla de chipa que proviene de diferentes fincas, esto se hace con el fin de que cada lote de producción al entrar al proceso de secado posea características físicas similares.

Figura 5. Tanque 1 de lavado



Fuente: el autor

2.7.4 Segunda disminución de partículas

Posterior al primer lavado, un elevador de cangilones transporta el hule proveniente del tanque homogeneizador a la segunda máquina reductora de tamaño llamada *Twin Screw Prebreaker* (ver figura 6), esta máquina consiste en dos gusanos helicoidales paralelos que extruyen el hule hacia adelante, haciéndolo pasar por platos con agujeros de diámetro de 1.5 pulgadas, cuando

el hule sale de estos platos es cortado por unas cuchillas que dejan el tamaño de la partícula del hule en un promedio de 4”.

Figura 6. Máquina Prebreaker, segunda disminución de partícula



Fuente: el autor

2.7.5 Segundo lavado

La chipa que sale de la máquina *Twin screw Prebreaker*, cae al segundo tanque circular con agua de la misma capacidad que el primer tanque (ver figura 7), en el cual una bomba *Jetting* hace recircular el agua hacia boquillas que se encuentran distribuidas en el tanque, y de las cuales sale el agua a presión y lava el hule creando un movimiento circular de este dentro del tanque.

Figura 7. Tanque número dos de lavado de materia prima



Fuente: el autor

2.7.6 Tercer lavado

Un elevador de cangilones traslada el hule que se encuentra en el tanque de lavado dos, al tanque de lavado tres (ver figura 8) que posee el mismo mecanismo de recirculación de agua y lavado de hule que el tanque 2.

Figura 8. Tanque tres de lavado de materia prima



Fuente: el autor

2.7.7 Tercera disminución de partícula

La chipa que se encuentra en el tanque tres de lavado, es llevada por un transportador helicoidal hacia la máquina llamada *Pelleteiser* (ver figura 9), que consiste en un gusano helicoidal alimentado por el transportador de hule, el cual se encarga de ejercer un esfuerzo de tracción mecánica al hule, posteriormente, una extrusión a través de un plato con agujeros cónicos de 4 mm a 3.5mm, después de esta extrusión a la que se somete el hule, una cuchilla de alta velocidad corta las extrusiones de hule creadas en el plato, convirtiéndolas a pellets (partículas pequeñas) de un diámetro de 5 mm por un largo de 10 mm, este tamaño de partícula es importante para el posterior secado del hule el cual se realiza por medio de transferencia de calor por convección de aire caliente.

Figura 9. Máquina *Pelleteiser*, tercera disminución de partícula



Fuente: el autor

2.7.8 Llenado de cajas

Luego de que el hule es pelletizado, (disminuido a pequeñas partículas), un ventilador de alta velocidad lo absorbe y posteriormente envía a través de una tubería de PVC ocho pulgadas (ver figura 10), hacia cajas de acero inoxidable con rejillas en la parte inferior para el secado del hule. (ver figura 11).

Figura 10. Vista frontal de la estructura para el llenado de cajas con hule



Fuente: el autor

Figura 11. Llenado de cajas por el operario



Fuente: el autor

2.7.9 Secado del hule

Las cajas llenas de hule con una capacidad aproximada de 450 kilos, son ingresadas a la secadora (ver Figura 12) durante aproximadamente cuatro horas a una temperatura promedio de 128 grados centígrados, la secadora utiliza dos quemadores con un consumo de 18 galones de combustible diésel por hora cada uno, los cuales calientan el aire que es recirculado por dos ventiladores principales.

Figura 12. Secadora de hule de dos toneladas por hora



Fuente: el autor

2.7.10 Pesaje y prensado.

En esta etapa del proceso los operadores retiran las cajas con el hule de la secadora después de transcurridas cuatro horas (ver figura 13), posteriormente pesan el hule, lo cortan en partes de 35 kilos que son compactadas con una prensa hidráulica de 100 toneladas (ver figura 14), listo para ser empacado y exportado a Estados Unidos y Latinoamérica.

El hule natural en miga se usa como materia prima para la fabricación de: suelas, llantas, tacones de zapatos, empaques, pelotas, juguetes y artículos para el hogar. Según el cliente para el cual se elabora el producto, varían las especificaciones de peso de cada marqueta, así también la plasticidad inicial (PO), el índice de retención de plasticidad inicial (PRI)". (Aragón, 2011).

Figura 13. Pesaje de pacas de hule



Fuente: el autor

Figura 14. Prensa de 100 toneladas



Fuente: el autor

2.7.11 Maquinaria utilizada

En el siguiente cuadro se describe la maquinaria utilizada en el proceso de hule sólido técnicamente especificado, cuyas marcas líderes en el mercado son Sphere de Malasia y K&C del mismo país, y en el apéndice II se encuentra el diagrama de flujo del proceso de hule sólido.

Cuadro 1. Maquinaria y equipo utilizado en el proceso de producción de hule sólido técnicamente especificado

No.	Nombre del activo	Descripción	Parte del proceso	Criticidad
1	<i>Slab cutter</i>	Máquina con cuchillas rotativas	Primera disminución de tamaño	A
2	<i>Twin screw prebreaker</i>	Máquina con gusanos helicoidales extrusores y cuchillas rotativas	Segunda disminución de tamaño	A
3	<i>Pelleteiser</i>	Máquina con un gusano extrusor y cuchilla rotativa de alta velocidad	Tercera disminución de tamaño	A
4	Agitador tanque 1	Agitador con dos aspas instalado en el primer tanque de lavado para homogenizar la mezcla de materia prima	Primer lavado	B
5	Bomba jetting		Lavado 2 y 3	B
6	Bomba de agua sumergible	Bomba sumergible en pozo mecánico	Alimentación general de agua	A
7	Tanque de lavado	Tanque circular de concreto con capacidad de 60 000 litros	Lavado 3	C
8	Tanques de almacenamiento de diésel	Tanques horizontales de metal	Secado	C
9	Tanque cisterna de agua	Tanque de concreto	Alimentación general de agua	C
10	<i>Air scrubber</i>	Tanque de acero inoxidable con filtros que separan las partículas sólidas de los gases de combustión	Filtros de chimenea	C
11	Ventilador secadora	Ventiladores que distribuyen el aire caliente por toda la secadora para su funcionamiento	Secado	A
12	ventilador de enfriamiento	Ventilador que distribuye aire frío a las cajas previo a salir de la secadora	Secado	A
13	Ventilador de llenado de cajas	Ventilador que transporta los <i>pellets</i> de hule del <i>pelleteiser</i> a las cajas de llenado	Llenado de cajas	A
14	Ventilador de chimenea	Ventilador que extrae los gases de combustión de la secadora y los envía al air scrubber	Eliminación de gases de combustión	A
15	Quemador	Quemador diesel que proporciona el calor de secado	Secado	A
16	Secadora	Cajón debidamente aislado en el cual circula aire a 130 grados centígrados	Secado	A
17	Cajas	Cajas de acero inoxidable que transportan los <i>pellets</i> de hule dentro de la secadora	Secado	C
18	Elevadores de canchilones	Banda transportadora con cangilones que recolectan el hule de los tanques de llenado para transportarlo a los siguientes pasos del proceso	Transporte de materia prima	B
19	Prensa de 100 toneladas	Prensa hidráulica que compacta el hule en pacas	Prensado	A
20	Bascula	Equipo que proporciona el peso del producto terminado	Pesaje	A
21	Montacargas	Equipo utilizado para la movilización de los <i>pallets</i> de producto terminado dentro de la fábrica	Producto terminado	A
22	Mini cargador frontal	Equipo utilizado para la movilización de la materia hacia la primera disminución de partícula	Materia prima	A

Fuente: el autor

2.8 Principales industrias procesadoras de hule técnicamente especificado en Guatemala.

El procesamiento de hule en Guatemala data desde 1970, en total existen ocho plantas procesadoras (ver cuadro 2) con una capacidad instalada en conjunto de 200 000 toneladas secas. (Cerezo, 2011). Estas plantas en el año 2011 produjeron 87 000 toneladas secas exportadas, y se encuentran ubicadas principalmente en los departamentos de Suchitepéquez, y Retalhuleu.

Cuadro 2. principales industrias procesadoras de hule técnicamente especificado en Guatemala

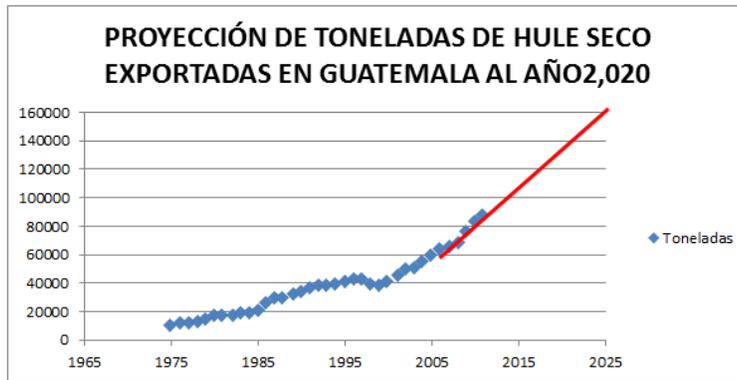
Nombre	Ubicación
1 Industrias Tropicales S.A (INTROSA)	Suchitepéquez
2 Pica de hule	Suchitepéquez
3 Beneficio de Hule Montana	Suchitepéquez
4 Hulera del Norte S.A	Izabal
5 RQ	Retalhuleu
6 Entre Rios	Suchitepéquez
7 Clavellinas	Retalhuleu
8 El Caucho (Mangales)	Retalhuleu

Fuente: el autor

2.8.1 Proyección de exportaciones de hule técnicamente especificado al año 2020

Según datos del Banco de Guatemala, se puede proyectar las exportaciones del hule sólido para el año 2020 cercanas a las 120 000 toneladas. (Ver figura 15).

Figura 15. Proyección de toneladas de hule seco exportadas en Guatemala al año 2020



Fuente: Cerezo 2011

2.9 Mantenimiento industrial

El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener, la función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios. Estos aparatos no son más que los objetos que genera la ingeniería en sus diferentes versiones. Por ejemplo, la Ingeniería Mecánica con sus máquinas, la Ingeniería Civil con edificaciones, puentes, carreteras, instalaciones físicas, la Ingeniería Eléctrica con sus sistemas de generación o transmisión eléctrica; la Ingeniería Electrónica con sus sistemas y aparatos electrónicos, etc. (Mora ,2009).

2.10 Evolución del mantenimiento

“La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo. Bajo esta premisa se puede entender la evolución del área de mantenimiento al atravesar las distintas épocas, acorde con las necesidades de sus clientes, que son todas aquellas dependencias o empresas de procesos o servicios que generan bienes reales o intangibles mediante la utilización de estos activos para producirlos. (Mora, 2009).

La historia del mantenimiento, como parte estructural de las empresas, data desde el momento mismo de la aparición de las máquinas para la producción de los bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre forma parte de la energía de dichos equipos.(Mora,2009).

La evolución del mantenimiento a lo largo de la historia se relaciona con los conceptos y necesidades que han surgido, dando paso a diferencias marcadas, las cuales pueden clasificarse en etapas, según Mora, en el año 2009, en su libro mantenimiento planeación, ejecución, siendo estas las siguientes:

2.11 Primera etapa del mantenimiento

Esta etapa sucede aproximadamente antes del año 1950, se encuentra orientada a reparar fallas, se caracteriza por la industria poco mecanizada, maquinaria sencilla y diseñada para un propósito, la cual era operada sin la

necesidad de técnicos calificados, los períodos de parada de las máquinas en esta etapa importaban poco, los costos eran relativamente bajos , las industrias que se encontraban en esta etapa eran de tipo familiar, los mercados a los cuales se enfocaban eran en su mayoría locales y no se efectuaba ninguna planificación. La filosofía principal en esta etapa era la de reparar cuando el equipo falle, o cuando se pueda.

2.12 Segunda etapa

Esta etapa sucede entre 1950 y 1959, en este punto de la historia aumenta la necesidad de productos, disminuyendo la mano de obra industrial considerablemente, aumenta la mecanización, y las máquinas se hacen más complejas, la disponibilidad de las máquinas se ve en la necesidad de ser aumentada, los costos empiezan a ser una preocupación constante, comienzan los sistemas de planeación y control y las reparaciones son programadas. La filosofía principal en esta etapa es la de prevenir antes que reparar.

2.13 Tercera etapa

Esta etapa sucede entre 1960 y 1980, se desarrolló en un mercado globalizado, aparecen nuevas técnicas y conceptos de mantenimiento, el mantenimiento es tomado como generador de información, esta etapa se encuentra orientada hacia la productividad y la optimización de la producción, todas las acciones de mantenimiento son gestionadas bajo un sistema organizado. La filosofía principal de esta etapa es la de predecir y prevenir.

2.14 Cuarta etapa

Esta etapa sucede entre 1981 y 1995 y encuentra orientada hacia la competitividad, se desarrolla sistemas de cómputo expertos, el mantenimiento es orientado hacia la confiabilidad, se introducen los términos de mantenimiento productivo total, se desarrolla el mantenimiento proactivo, se miden los costos y se implementan índices de clase mundial.

2.15 Filosofías del mantenimiento

La filosofía del mantenimiento de una planta es básicamente la de tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimización de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad, buscando con esto mejorar la productividad, calidad, competitividad y liderazgo de cada una de las organizaciones. Para lograr esta filosofía, las siguientes estrategias pueden desempeñar un papel eficaz si se aplican en la combinación y forma correctas.

- Mantenimiento correctivo o por fallas
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento de oportunidad
- Detección de fallas
- Modificación del diseño
- Reparaciones generales
- Reemplazo.

2.16 Mantenimiento correctivo.

Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planificación para este tipo de mantenimiento, por lo cual, es ejecutado fuera de programa. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación-hasta-que-falle. Se aplica principalmente en los componentes electrónicos. (Duffua, 2006).

2.17 Mantenimiento preventivo con base en el tiempo o en el uso

El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planificado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Puede realizarse con base en el uso o a las condiciones del equipo. El mantenimiento preventivo con base en el uso o en el tiempo, se lleva a cabo de acuerdo a las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planificación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como su frecuencia. En la determinación de la frecuencia, generalmente se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo. (Duffua, 2006).

2.18 Mantenimiento preventivo con base en las condiciones

Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros claves del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo. (Duffua, 2006).

2.19 Mantenimiento de oportunidad

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los períodos de paros generales programados de un sistema en particular y pueden utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento. (Duffua, 2006).

2.20 Detección de fallas

La detección de fallas es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas. Un ejemplo de detección de fallas es el de la verificación de la llanta de refacción de un automóvil, antes de emprender un viaje largo. (Duffua, 2006).

2.21 Modificación del diseño

La modificación del diseño se lleva a cabo para hacer que un equipo alcance una condición que sea aceptable en este momento. Esta estrategia implica mejoras y ocasionalmente expansión de fabricación y capacidad. La modificación del diseño, por lo general, requiere una coordinación con la función de ingeniería y otros departamentos dentro de la organización. (Duffua, 2006).

2.22 Reparación general

La reparación general es un examen completo y el restablecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable. Esta es generalmente una tarea de gran envergadura. (Duffua, 2006).

2.23 Reemplazo

Esta estrategia de mantenimiento tiene una función en la operación de la planta. Es la mezcla óptima de estas estrategias la que da por resultado la filosofía de mantenimiento más eficaz. El tamaño de la planta y su nivel de operación planificado, junto con la estrategia de mantenimiento aplicables, pueden ayudar a estimar la carga de mantenimiento. (Duffua, 2006).

2.24 Activos y pasivos de una empresa

La diferencia entre activo y pasivo es que conceptualmente el primero de ellos se asocia a la producción de riqueza, mientras que el segundo se refiere a inversión o gasto (Kiyosaki, 2000). Bajo esa premisa se incluye el mantenimiento en cuanto a la forma de visualizar la utilización de los activos. El ingreso se entiende como el flujo nominal que recibe una empresa o familia, producto de una actividad o comercialización de un bien o servicio, mientras que el gasto es lo que una institución o familia requiere para ser mantenido. (Mora 2009).

La transformación empresarial para alcanzar el nivel de gestión de activos requiere, entre otras, que todas las acciones del mantenimiento y producción generen aumento de la capacidad de producción del valor agregado y de su demanda en la búsqueda de conquistar cada día más el mercado potencial. (Mora 2009).

2.25 Matriz de mantenimiento de clase mundial

La matriz de clase mundial es una forma gráfica de exponer las relaciones entre las diferentes iniciativas de mantenimiento de clase mundial, como las órdenes de trabajo, planes de mantenimiento, programas de mantenimiento, indicadores de mantenimiento, monitoreo de condición, inventario de repuestos y sistema de codificación de activos, entre otros; ayuda a establecer los niveles y etapas de desarrollo del mantenimiento en cada una de las organizaciones y el grado de avance en los mismos; contiene 10

elementos alineados con las mejores prácticas de la industria. Estos 10 elementos miden la madurez del proceso de mantenimiento en la organización con base en la aplicación de los procesos de mantenimiento y confiabilidad adecuados para la empresa, suele ser acompañada de un código de colores y porcentajes de medición que son auditados para dar seguimiento a la implementación de las iniciativas de mantenimiento, de esta forma se pueden planificar las estrategias necesarias para alcanzar el mantenimiento de clase mundial.

2.26 Estrategia de mantenimiento

Evalúa la capacidad de la compañía para definir e implementar planes de mejora continua a mediano y largo plazo, incluyendo la revisión de planes y programas de mantenimiento preventivo de los equipos.

2.27 Administración y organización

Evalúa la interacción de la organización de mantenimiento con las demás áreas de la compañía (Producción, Ingeniería, Proyectos, Materiales, Talento Humano, Logística, Financiera, HSE, etc.).

2.28 Planificación y programación

Evalúa la capacidad y madurez de los procesos de planificación y programación de trabajos de mantenimiento, y la existencia de grupos formales de Ingeniería de mantenimiento que aseguren el correcto direccionamiento y la optimización de la estrategia de mantenimiento de la organización.

2.29 Técnicas de mantenimiento

Considera la correcta utilización de las técnicas de Mantenimiento predictivo y monitoreo de condición (CBM) para soportar los trabajos sobre equipos dinámicos, y la ejecución de planes de inspección de equipos estáticos utilizando métodos de ensayos no destructivos. (NDT).

2.30 Medidas de desempeño

Evalúa la gestión realizada por la organización mediante el control y seguimiento de indicadores de desempeño de mantenimiento, confiabilidad y costos, obtenidos a partir de la recolección y análisis de información codificada de eventos de falla de los equipos.

2.31 Tecnologías de información

Se evalúa la existencia y utilización adecuada de un sistema computarizado de administración de las actividades de mantenimiento, y su interrelación con otros sistemas corporativos de gestión de producción, materiales, costos, etc.

2.32 Involucramiento de los empleados

Mide el compromiso, la autonomía y participación del personal de mantenimiento para colaborar en el logro de los objetivos de la empresa, mediante la definición de mecanismos formales de análisis y mejoramiento de los procesos.

2.33 Análisis de confiabilidad

Evalúa la utilización de técnicas de análisis de confiabilidad, como el Análisis de Causa Raíz (RCA), el Análisis de Modos, Efectos de Falla y Criticidad (FMECA), el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), el Análisis *Weibull*, etc., para optimizar los procesos de mantenimiento, soportar la toma de decisiones y mejorar los indicadores de desempeño de la organización.

2.34 Análisis de procesos

Considera el grado de documentación y revisión de los procesos y procedimientos técnicos y administrativos del área de mantenimiento, de tal manera que permita asegurar el conocimiento y control de los mismos en la organización.

2.35 Infraestructura e instalaciones

Se considera la disponibilidad en el Sistema Computarizado de Administración de mantenimiento, de la información estructurada de las instalaciones, sistemas y equipos de la organización, incluyendo información técnica detallada, clasificación de criticidad, históricos de mantenimiento, etc.

CAPÍTULO 3. MÉTODO

3.1 Naturaleza y características de la investigación

La presente investigación corresponde a las características de un estudio cualitativo exploratorio, no experimental; pretende describir globalmente la situación de la gestión del mantenimiento de las fábricas procesadoras de hule sólido natural técnicamente especificado en Guatemala, según la matriz de clase mundial.

La unidad de análisis particular de la investigación es la industria procesadora de hule natural técnicamente especificado, y las unidades específicas consisten en el proceso de mantenimiento y la gestión del mismo en cada una de las fábricas procesadoras de hule.

3.2 Población y muestra del estudio

La población de la presente investigación consiste en las ocho fábricas procesadoras de hule en Guatemala que operan en Guatemala en agosto del 2012, y la muestra consistió en siete de las ocho fábricas. Una de las fábricas optó por no llenar el instrumento de medición debido a políticas de confidencialidad, por lo cual, no se pudo obtener la totalidad de la información de la población.

3.3 Fuentes e instrumentos de investigación

En una primera fase se validó el instrumento de medición (la encuesta) aplicando una prueba piloto a 20 responsables de mantenimiento de diferentes industrias que no forman parte de la población a estudiar, con ello se logró refinar los criterios de los cuestionamientos en el instrumento de medición.

La encuesta consta de ocho partes (Apéndice 1) con preguntas sobre planificación estratégica del departamento de mantenimiento, gestión de activos, gestión de inventario de repuestos, gestión de mantenimiento, presupuesto de mantenimiento, sistemas computarizados de mantenimiento, sistemas de comunicación en el mantenimiento, y gestión del recurso humano de mantenimiento, las cuales se encuentran enmarcadas dentro de la matriz de mantenimiento de clase mundial. Dicha encuesta contiene preguntas cerradas con respuesta SÍ o NO.

3.4 Procedimientos y técnicas

Como primer paso se diseñó una encuesta con preguntas sobre Planificación estratégica del departamento de mantenimiento, gestión de activos, gestión de inventario de repuestos, gestión de mantenimiento, presupuesto de mantenimiento, sistemas computarizados de mantenimiento, sistemas de comunicación en el mantenimiento, y gestión del recurso humano de mantenimiento, validándola posteriormente con un grupo seleccionado de 20 encargados del mantenimiento, en fábricas fuera de la población en estudio,

posterior a esto y luego del análisis hecho a las encuestas llenas se refinaron las preguntas de la encuesta final que se le aplicaría a la muestra determinada.

Se solicitó a la Agencia de Exportaciones de Guatemala, la cantidad de fábricas procesadoras de hule técnicamente especificado registradas en Guatemala, y como resultado se obtuvo una lista con los nombres de las ocho fábricas que actualmente operan en el país; luego se procedió a contactar a cada uno de los responsables del mantenimiento de estas fábricas, a tres de los encargados se les entrevistó personalmente y fueron llenadas las encuestas, a los otros cuatro se les entrevistó vía teléfono y se les envió por correo electrónico la encuesta para que por el mismo medio fuera regresado con la información requerida.

Por otra parte, uno de los encargados de mantenimiento de las ocho plantas procesadoras de hule sólido se negó a proporcionar información debido a los criterios de confidencialidad interna de esa organización. Posterior a esto, se procedió a la tabulación de la información de cada una de las encuestas recibidas, analizando cada una de las iniciativas que eran parte del cuestionamiento en el instrumento de medición y se presentaron los resultados por iniciativa, además de esto se calculó el porcentaje de iniciativas implementadas por cada uno de los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule sólido, y se presentó en forma gráfica en una matriz de clase mundial en el capítulo cuatro.

CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la investigación realizada a las siete plantas procesadoras de hule sobre la situación de la gestión del departamento de mantenimiento se presentan en el capítulo siguiente:

4.1 Antigüedad de formación del departamento de mantenimiento

Cuadro 3. Antigüedad de formación de los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule natural

<i>Frecuencia</i>	<i>Rango</i>	<i>%</i>
2	1-2 años	25%
2	5-10 años	25%
1	10-15 años	13%
3	mayor a 15 años	38%

Fuente: el autor

Como se puede ver en el cuadro tres, el 75% de los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule poseen más de cinco años de antigüedad, lo cual se encuentra ligado al desarrollo de cada uno estos y el grado de implementación de las iniciativas de mantenimiento; no obstante, el crecimiento de la producción de algunas de estas fábricas no ha sido proporcional a la cantidad de años de antigüedad.

4.2 Planeación estratégica.

En cuanto a la misión y visión propias del proceso de mantenimiento, las cuales definen las aspiraciones y valores fundamentales del departamento, así como el propósito y razón de existir respectivamente, dos departamentos de mantenimiento las tienen establecidas y difundidas, tres se encuentran en proceso de definir las, y dos no tienen misión y visión definida; cabe mencionar que los dos departamentos de mantenimiento que sí las tienen definidas, son aquellos cuyo proceso se encuentra certificado por la norma ISO 9001-2008, este aspecto es muy importante porque revela el grado de implementación de gerencias de mantenimiento, los cuales prevén el futuro y desarrollan procedimientos y acciones necesarios para alcanzarlo.

4.3 Gestión de activos

La gestión de activos se refiere a todas las iniciativas de mantenimiento de clase mundial, que se encuentran involucradas en el manejo de los activos físicos de las organizaciones, tales como: codificación de activos, fichas técnicas y criticidad de activos.

4.3.1 Codificación de activos

La codificación de activos sirve para identificar física y contablemente a los equipos y activos de una empresa, además de facilitar el control sobre estos, y el seguimiento a los trabajos de mantenimiento que se haga de ellos; la situación de los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras

de hule en Guatemala es que dos de estos han codificado sus activos, los otros cinco departamentos aún no los han codificado.

4.3.2 Criticidad de los equipos

Determinar la criticidad de los equipos a los cuales se les brinda mantenimiento es importante, debido a que permite enfocarse en aquellos más importantes en términos tales como calidad, inocuidad, medio ambiente, seguridad industrial y mantenibilidad, ya que los recursos son ilimitados en todas las organizaciones, por lo cual se debe priorizar hacia dónde irán dirigidos estos recursos, tales como: personal, repuestos, rutinas de mantenimiento, entre otros. Respecto a esta iniciativa, seis de los departamentos encuestados admitieron haber determinado la criticidad de los equipos a los cuales se les brinda mantenimiento, y uno de ellos aún no ha identificado esta criticidad.

4.3.3 Fichas técnicas

Las fichas técnicas de los equipos son importantes, debido a que recopilan toda la información relevante de los activos, los cuales servirán para solicitar partes y repuestos al fabricantes, hacer consultas, diseñar las instalaciones, y solicitar garantías o servicios a los proveedores de estos equipos, respecto a esta iniciativa de mantenimiento, tres de los departamentos encuestados han implementado estas fichas técnicas, los otros cuatro departamentos no las han elaborado, aunque esto no quiere decir que no posean la información necesaria para gestionar los repuestos, garantía y servicios, solamente que se encuentra dispersa entre facturas, archivos,

correos electrónicos y placas del fabricante, lo cual la hace susceptible a ser perdida o alterada.

4.4 Gestión de inventario de repuestos

La gestión de inventario de repuestos agrupa todas las iniciativas enfocadas al manejo del inventario de repuestos, con el fin de optimizar el proceso de obtención de estos, disminuyendo los tiempos de parada de los equipos sin elevar el *stock* en bodegas.

4.4.1 Repuestos críticos

Determinar los repuestos críticos de los equipos permite disminuir los tiempos y costos de parada de un equipo involucrado en el proceso de obtención del repuesto, y disminuir los costos financieros involucrados en la tenencia y almacenamiento de los mismos. Respecto a esta iniciativa, cinco departamentos de mantenimiento han determinado estos repuestos críticos, los otros dos no tienen identificados estos repuestos críticos, lo cual, sin duda alguna aumenta el tiempo de reparación de algunos equipos, e inconvenientes en el proceso de compra cuando son solicitados.

4.4.2 Costos de inventario

Determinar los costos que genera la tenencia de los inventarios de repuestos e insumos de mantenimiento permite enfocar la importancia en la

tenencia óptima de estos repuestos y gestionar de forma eficiente el manejo de inventarios. Respecto a esta iniciativa, cuatro departamentos respondieron que efectivamente han determinado estos costos, los otros tres no lo han hecho, lo cual puede interpretarse como que el departamento financiero de estas organizaciones no ha exigido o trasladado esta información al departamento de mantenimiento, porque no lo ven importante para la gestión y tenencia óptima de inventarios.

4.4.3 Procedimientos de compras

Los procedimientos de compras permiten que todas las operaciones de abastecimiento de insumos sean documentadas, con el fin de que cada compra cumpla con los requisitos que el departamento de mantenimiento necesita y que esta operación se realice de forma eficaz y transparente. Respecto a esta iniciativa, los siete departamentos de mantenimiento contestaron que sí poseen un procedimiento de compras de repuestos e insumos, lo cual se puede interpretar como la necesidad del departamento de contabilidad o financiero de las organizaciones, de llevar un control detallado de los desembolsos de dinero que se hagan, lo cual beneficia al departamento de mantenimiento, siempre y cuando estos procedimientos no estén llenos de burocracia.

4.4.4 Evaluación a los proveedores

La evaluación a los proveedores permite el cumplimiento de los requisitos de cada uno de los insumos y repuestos que necesita el departamento de mantenimiento, estos requisitos van desde el costo, formas de

pago, garantías, tiempos de entrega, soporte y devoluciones de los repuestos y materiales; una buena relación con los proveedores ayuda a la gestión del mantenimiento; respecto a esta iniciativa, cuatro departamentos admitieron que sí evalúan a sus proveedores, y tres de los departamentos no lo hacen, la evaluación de los proveedores es un tema obligatorio de cumplimiento para aquellas organizaciones que se encuentran con certificado ISO 9001-2008 y forma parte de procedimientos de algunas empresas en temas contables.

4.4.5 Consignación de repuestos

La consignación de repuestos por parte de los proveedores permite disminuir el dinero invertido (capital comprometido), a la vez de asegurar el aprovisionamiento de los repuestos necesarios para ejecutar los planes de mantenimiento; dos de los departamentos encuestados aseguraron que utilizan esta estrategia, y los otros cinco departamentos no la utilizan; en la industria del procesamiento del hule sólido los insumos que mayor susceptibilidad poseen a ser tratados bajo consignación son: los cojinetes y los retenedores de aceite de las cajas reductoras, de los equipos de disminución de partícula del hule, y es debido a este consumo que los proveedores no ofrecen esta estrategia de venta.

4.4.6 Codificación de repuestos

La codificación de repuestos permite identificarlos física y contablemente, facilita su control y el seguimiento a su utilización, lo cual brinda al departamento de mantenimiento la oportunidad de determinar qué repuestos son los que más se consumen por máquina, sistema o parte de un activo y

poder realizar el análisis de causa que permita brindar mantenimiento proactivo, respecto a esta iniciativa, cinco departamentos han codificado los repuestos, los otros dos no lo han hecho, este tipo de iniciativa va muy de la mano al desarrollo de la gestión de inventarios por parte del departamento contable de las organizaciones, por lo cual, esta también es una medida de la gestión de este departamento.

4.4.7 Lotes mínimos y máximos de repuestos

La determinación e implementación documentada de estos lotes va ligada a la determinación de los repuestos críticos, permite al departamento de mantenimiento asegurarse que no se quedará sin estos repuestos, en el momento en que más lo necesite, y permite al departamento de compras de cada organización trabajar bajo menos presión. Respecto de esta iniciativa, cinco de los departamentos de mantenimiento han determinado estos lotes, mínimos y máximos y dos no lo han hecho, esto sin duda, es reflejo de las políticas de manejo de inventarios y gestión de compras de cada organización, entre más avanzadas estén las gestiones de estos departamentos, tanto más influenciará el manejo de los inventarios del departamento de mantenimiento.

4.4.8 Rutinas de mantenimiento en inventario de repuestos

Las rutinas de mantenimiento en el inventario de repuestos van desde la limpieza y sacudida de polvo de las estanterías, hasta la lubricación, rotación y reembalaje de los repuestos, estas rutinas permiten conservar adecuadamente los repuestos almacenados, con el fin de asegurar la disponibilidad en cualquier

momento de los mismos, para el uso en los activos de la empresa. Respecto a esta iniciativa de mantenimiento, cuatro de los departamentos encuestados aseguraron que implementa rutinas de mantenimiento a los repuestos de inventario, los cuales son almacenados en galeras cerradas y las otras tres no realizan ninguna rutina.

4.4.9 Software de gestión de inventarios

Los *software* de gestión de inventarios permiten llevar un mejor control sobre los repuestos e insumos, generalmente se conectan a otros módulos contables que asignan el costo de cada repuesto a un centro de costo específico, respecto a esta iniciativa, seis de los departamentos de mantenimiento encuestados aseguraron que usan *software* independiente para la gestión de los inventarios, y uno de los departamentos utiliza Excel para llevar el control de las entradas y salidas de bodega de estos insumos y repuestos. Cualquiera que sea la forma de registrar las entradas y salidas, lo importante es el registro y traslado de esta información a las órdenes de trabajo, que permitan cuantificar el costo de cada rutina o trabajo de mantenimiento e ir actualizando el inventario de repuestos críticos.

4.4.10 Auditorías de inventario

Las auditorías al inventario de repuestos, establecen las diferencias en cantidad y costo de los repuestos que se encuentran en el inventario, además de identificar las causas de los faltantes, sobrantes y comprobar el adecuado manejo de las transacciones en el almacén de repuestos. Permiten implementar

mediciones de indicadores de gestión de inventarios que ayudan a la mejora continua de este proceso. Respecto a esta iniciativa, cinco de los departamentos implementan auditorías al inventario de repuestos, como parte también de su plan de auditorías contables y dos de estas empresas no efectúan esta auditoría.

4.4.11 Indicadores de gestión de inventarios

El objetivo principal de los indicadores es medir el desempeño de la gestión del inventario, para poder mejorarlo continuamente y detectar las posibles deficiencias en este proceso, pueden existir indicadores tales como: exactitud del despacho, exactitud del inventario, y rotación del inventario, entre otros; respecto a esta iniciativa tres de los departamentos encuestados aseguraron que implementan algún tipo de indicador para medir el desempeño de la gestión de los inventarios, los otros cuatro no utilizan indicadores.

4.5 Gestión del mantenimiento

La gestión del mantenimiento, agrupa las iniciativas enfocadas directamente a las rutinas de mantenimiento, la documentación de estas rutinas y las filosofías que posee el mantenimiento de clase mundial.

4.5.1 Tercerización de servicios de mantenimiento (*outsourcing*)

La tercerización es una estrategia que sugiere el traslado de la responsabilidad de ejecución de ciertas actividades o tareas propias de una empresa a otra empresa externa; según la encuesta realizada a los departamentos de mantenimiento, las siete empresas subcontratan algún servicio relativo al mantenimiento, siendo los más importantes los que aparecen en el cuadro número cuatro.

Cuadro 4. Tipos de mantenimiento subcontratados por los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule natural en Guatemala

<i>Servicio subcontrado</i>	<i>Frecuencia</i>
Montajes	6
Mantenimiento predictivo	5
Capacitaciones	4
Asesorías técnicas	3
Mantenimientos correctivos	2
Soldadura	1
Rediseños	1
Limpieza	1

Fuente: el autor

Además de esto, en el cuadro cinco puede apreciarse la frecuencia de las razones por las cuales, suele subcontratarse un servicio de mantenimiento.

Cuadro 5. Razones por las cuales se subcontratan servicios de mantenimiento externos

<i>Servicio subcontrado</i>	<i>Frecuencia</i>
Falta de equipo	3
Falta de personal capacitado	6
Falta de tiempo	2
Garantías	2
Son tareas menores	1

Fuente: el autor

4.5.2 Solicitudes de mantenimiento

Las solicitudes de mantenimiento sirven para que cualquier miembro de la organización pueda reportar una falla o solicitar un mantenimiento a los activos y quede evidencia de esto, se deben orientar a reportar el problema, para que el personal de mantenimiento pueda diagnosticar la falla y solucionarla; de los siete departamentos encuestados, todos utilizan solicitudes de mantenimiento para reportar las fallas o solicitar un mantenimiento, además de este reporte escrito, también es utilizado el teléfono, los radios , bitácoras y *software* de mantenimiento.

4.5.3 Órdenes de trabajo

Las órdenes de trabajo son el corazón del sistema de gestión del mantenimiento, ayudan a planificar, asignar, controlar y monitorear las actividades de mantenimiento que se realizan a un activo, la realización de una orden de trabajo puede generarse directamente de las solicitudes de mantenimiento o de los planes de mantenimiento. Respecto de esta iniciativa de

mantenimiento, seis de los departamentos encuestados utilizan estas órdenes de mantenimiento, y uno no hace uso de esta.

4.5.4 Procedimientos de mantenimiento

Los procedimientos de mantenimiento definen las actividades y rutinas de mantenimiento que se deben hacer, cómo deben hacerse, el tiempo óptimo para realizarlo, el número de personas necesarias, y la especialidad de estas, así como los materiales, repuestos y herramientas necesarias y las medidas de protección al ambiente y seguridad industrial que deben implementarse. Respecto a esta iniciativa, cuatro de los departamentos de mantenimiento poseen procedimientos documentados, y tres no los han elaborado.

4.5.5 Rutinas de mantenimiento preventivo

Son actividades de rutina periódica diseñadas para minimizar el riesgo de falla y la interrupción no planificada del servicio de los activos, su objetivo es incrementar las actividades de mantenimiento preventivo para reducir las emergencias y los tiempos de paro, deben estar orientadas a los activos críticos de la planta o proceso. Respecto a esta iniciativa de mantenimiento cuatro, de los departamentos de mantenimiento poseen rutinas documentadas e implementadas, y tres no las han elaborado.

4.5.6 Planes de mantenimiento

Los planes de mantenimiento contemplan todas las actividades a desarrollar en los activos principales de la planta, los cuales requieren un tiempo significativo para su ejecución, deben estar basados en los planes de producción y pueden ser anuales, trimestrales, mensuales o semanales. Respecto a esta iniciativa de mantenimiento, cuatro de los departamentos de mantenimiento poseen planes de mantenimiento documentado e implementado, y tres no los han elaborado.

4.5.7 Comprensión de tiempo cíclico

Permite establecer las actividades de una persona para tipificar su día y determinar las circunstancias y actividades que representan su mayor ocupación, así como los tiempos improductivos que tiene a lo largo de un día normal de trabajo, establece rutas críticas y permite ponderar la importancia de las actividades que son importantes y esenciales en el día de un trabajador. Respecto a esta iniciativa, un departamento de mantenimiento ha utilizado esta iniciativa, y los otros seis no la conocen.

4.5.8 Herramienta y equipos de mantenimiento

Las herramientas y los equipos sirven para ejecutar las labores de mantenimiento de forma efectiva; para su uso, el personal de mantenimiento debe estar capacitado con el fin de minimizar los tiempos de las rutinas, mantener las condiciones de seguridad personal y no inducir fallas en el equipo.

Respecto de esta iniciativa, cinco departamentos reconocen que poseen la cantidad necesaria de herramienta y equipo para mantenimiento; los siete departamentos poseen herramienta, la cual se encuentra asignada al taller y no a un trabajador en específico; cinco de los departamentos poseen un inventario documentado asignado de herramienta y equipo, y cinco departamentos implementan auditoría de inventario de herramienta para asegurarse esta no desaparezca o sea utilizada de forma incorrecta.

4.5.9 Programa de 5S's

El método de las 5S's, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. El programa de las 5 S's se relaciona con el principio de una vida confortable, productiva y saludable de cada colaborador en su área de trabajo y contribuyen a mejorar la productividad de la organización en conjunto; como resultado de la implementación de este programa se pretende obtener: lugares limpios y bien organizados, operaciones eficientes y seguras, y orgullo por parte del trabajador al realizar sus actividades en lugares limpios y bien organizados. Respecto de esta iniciativa de mantenimiento, dos departamentos de mantenimiento afirmaron que han implementado este programa y que han obtenido resultados excelentes, los otros cinco departamentos no lo han implementado.

4.5.10 Mantenimiento total productivo

Mantenimiento total productivo o TPM es un enfoque de mantenimiento que optimiza la eficiencia de los activos, elimina las paradas de las máquinas, reduce las pequeñas averías y promueve el mantenimiento autónomo del operador, involucrado en toda la plantilla. Respecto de esta iniciativa de mantenimiento, ninguno de los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule sólido ha implementado este enfoque de mantenimiento, por otra parte, solamente un departamento declaró en la encuesta que los operarios de producción realizan alguna rutina de mantenimiento al equipo que operan y tienen a su cargo.

4.5.11 Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento ayudan a medir el grado de implementación y madurez de los sistemas de gestión de mantenimiento, así como el estado de funcionamiento de los activos y el comportamiento que ha tenido la mano de obra en el proceso del mantenimiento. Los principales indicadores utilizados son: el tiempo promedio entre fallas (MTBF), tiempo promedio que tarda el departamento de mantenimiento en reparar una falla, la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos. Respecto de esta iniciativa de mantenimiento, dos de los departamentos de mantenimiento declararon que sí utilizan indicadores para llevar un control del proceso, los mismos dos departamentos declararon que calculan el tiempo promedio entre fallas, el tiempo promedio entre reparación, la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos. Los otros cinco departamentos no poseen evidencia de la medición de estos indicadores.

4.5.12 Paretos de fallas

Se basan en el principio de Pareto, el 80% de los problemas proviene del 20% de las causas, los Paretos de falla ayudan a los departamentos de mantenimiento a enfocarse en los mayores problemas que se tienen, y en la causa más frecuente de los mismos, con el fin de darle y disminuir la cantidad de paros en los activos. Con relación al uso e implementación de esta iniciativa de mantenimiento, dos de los departamentos indicaron que sí utilizan los Diagramas de Pareto de falla, y otros cinco no han implementado estos gráficos para determinar los principales problemas, que son causa de falla de los equipos.

4.5.13 Análisis de causa raíz

Consiste en una metodología clara y documentada para encontrar las causas de las fallas que aquejan a los activos críticos, con el fin de eliminarlas y transmitir ese conocimiento al proceso de mantenimiento, para que pueda ser aplicado a otros activos en la organización. Con relación a esta iniciativa dos, departamentos de mantenimiento declararon que sí utilizan alguna técnica de análisis causa raíz, los otros cinco departamentos de mantenimiento no poseen una metodología para implementar y documentar los análisis causa raíz.

4.5.14 Monitoreo de condición

Es el mantenimiento preventivo resultado del conocimiento de la condición de un elemento en una o varias rutinas de monitoreo, ayuda a conocer la velocidad de desgaste de las piezas, proporciona un conocimiento

temprano de las fallas, lo cual elimina y reduce los tiempos de paros no programados; además, de extender la vida útil de los equipos; las principales técnicas de monitoreo de condición utilizadas son: Inspecciones VOSO (ver, oír, sentir y oler), vibraciones, análisis de aceites, medición de desgaste, termografía, inspecciones en línea, y ensayos no destructivos. Con relación a esta iniciativa, en el cuadro seis se presenta la frecuencia de los análisis de condición utilizadas en los departamentos de mantenimiento.

Cuadro 6. Técnicas de monitores de condición utilizadas en los departamentos de mantenimiento

<i>Servicio subcontrado</i>	<i>Frecuencia</i>
Análisis de aceites	7
Análisis de vibraciones	5
Termografía	4
Inspección Voso	3
Inspecciones en línea	3
Líquidos penetrantes	2
Radiografía	2
Medición de desgaste	1
Partículas magnéticas	1

Fuente: el autor

4.5.15 Normas y certificaciones

Respecto a las certificaciones en los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadores de hule sólido, dos se encuentran certificadas con ISO 9001-2008, y una se encuentra en proceso, una se encuentra certificada con ISO-14000, y una se encuentra en proceso de certificación ISO-18000, las demás no poseen una certificación ni se encuentran en proceso de una que les permita documentar su actividades.

4.6 Gestión del recurso humano

La gestión del recurso humano, agrupa las iniciativas enfocadas al manejo del recurso humano, planes de capacitación, políticas salariales y organigrama del departamento de mantenimiento, entre otras.

4.6.1 Organigrama del departamento de mantenimiento

Los organigramas definen la forma de los departamentos, las jerarquías en las organizaciones, así como la posición del trabajador en cuanto a funciones en la escala salarial, y la dependencia laboral entre puestos. Respecto a esta iniciativa, cinco de los departamentos encuestados afirmaron que poseen un organigrama para definir el departamento de mantenimiento, los otros dos departamentos no lo tienen.

4.6.2 Descripciones de los puestos

Las descripciones de los puestos de trabajo determinan los deberes, tareas y responsabilidades que la persona asignada a cada puesto debe cumplir dentro de una organización, con el fin de que cada trabajador desempeñe las funciones por las cuales fue creado el puesto correspondiente. Respecto de esta iniciativa, cuatro de los departamentos de mantenimiento afirmaron que poseen las descripciones de los puestos en el proceso de mantenimiento, los otros tres departamentos no poseen estas descripciones.

4.6.3 Plan anual de capacitaciones

El plan anual de capacitaciones permite determinar las actividades necesarias identificadas en un diagnóstico de necesidades de conocimientos, para cada puesto de trabajo dentro de una organización, también puede tomar información de encuestas de clima laboral, políticas de sucesión y planes de desarrollo de carrera, con el fin de que cada persona en cada puesto pueda cumplir con las funciones establecidas. Respecto de esta iniciativa, dos de los departamentos de mantenimiento encuestados declararon que sí poseen un plan anual de capacitaciones, los otros cinco departamentos de mantenimiento no lo tienen.

4.6.4 Políticas de reclutamiento y selección

Las políticas de reclutamiento y selección sirven para garantizar que cada departamento de las organizaciones posea el personal idóneo en términos de capacidades, habilidades y competencias necesarias para cumplir las funciones de cada uno de los puestos de trabajo. Respecto de esta iniciativa, tres de los departamentos afirmaron que poseen una política documentada de reclutamiento y selección de personal, los otros cuatro departamentos declararon que no la tienen.

4.6.5 Rotación de personal

La rotación del personal es una relación porcentual entre las admisiones y las desvinculaciones de personal, en relación al número medio de miembros de una empresa, en el transcurso de un cierto tiempo. Si el índice es muy bajo

se da el estancamiento y envejecimiento del personal de la organización; si el índice es muy elevado se presenta demasiada fluidez y se puede perjudicar a la empresa por falta de estabilidad.

El índice ideal permite a la empresa retener al personal de buena calidad sustituyendo aquel que presenta problemas difíciles de corregir. Respecto de este índice, los siete departamentos afirmaron que poseen una rotación del personal de mantenimiento de entre 0 y 10%.

4.6.6 Política salarial

La política salarial establece el salario correspondiente a cada trabajador con base en las responsabilidades y tareas y su posición dentro del organigrama; se determina mediante dos formas: una encuesta salarial que consiste en el cálculo del promedio del salario que se paga en el mercado por las funciones de ese puesto, y la otra es identificando internamente en la organización cuánto es el salario justo de un puesto de trabajo, respecto a la cantidad de funciones y responsabilidades que el puesto posee. Respecto de esta iniciativa, cuatro de los departamentos encuestados declararon que sí poseen una política salarial clara y definida para cada uno de los puestos de trabajo del departamento de mantenimiento, los otros tres departamentos no la tienen.

4.6.7 Horarios de trabajo y políticas de horas extras

Los horarios de trabajo consisten en el tiempo que cada trabajador dedica para la ejecución del trabajo para el cual ha sido contratado, se contabiliza en horas y dependiendo de la naturaleza de la producción de la organización pueden ser horarios diurnos, horarios mixtos y horarios nocturnos; las horas trabajadas fuera de estos horarios forman parte de períodos de trabajo extraordinarios que deben pagarse según el Código del Trabajo. Respecto de estas iniciativas, las siete empresas afirmaron que poseen horarios y políticas de horas extras para poder regular las jornadas de trabajo del personal del departamento de mantenimiento.

4.7 Presupuesto de mantenimiento

La gestión del presupuesto de mantenimiento agrupa las actividades involucradas con el costo del mantenimiento y el flujo de efectivo, utilizado en el funcionamiento de este departamento.

4.7.1 Reportes del costo de mantenimiento

Los reportes del costo del mantenimiento son utilizados para medir la eficacia de la gestión del plan de mantenimiento de las organizaciones, permite cuantificar en dinero las acciones tomadas para mantener a los activos funcionando, y determinan los rubros o ítems que más nos han causado costo dentro del plan de mantenimiento. Respecto de esta iniciativa, tres de los departamentos encuestados afirmaron que elaboran reportes del costo de mantenimiento mensuales a las gerencias de operaciones de la organización,

los otros cuatro departamentos no realizan reportes del costo de mantenimiento en sus organizaciones.

4.7.2 Presupuesto anual y mensual de mantenimiento

El presupuesto anual y mensual de mantenimiento es utilizado para reservar cierta cantidad de dinero en cuentas destinadas a las actividades de mantenimiento, con el fin de que el flujo de efectivo de la organización no se vea afectado. Respecto de esta iniciativa, tres de los departamentos encuestados afirmaron que trabajan con base en un presupuesto anual y mensual elaborado, los otros cuatro departamentos de mantenimiento no utilizan presupuestos anuales y mensuales de mantenimiento.

4.8 Sistema de comunicación

La gestión de los sistemas de comunicación agrupa las iniciativas involucradas en las reuniones del personal del departamento, las cuales son utilizadas para distribuir las rutinas de mantenimiento, comentar sobre los trabajos realizados y motivar al personal involucrado en el mantenimiento.

4.8.1 Reuniones del grupo de mantenimiento

Las reuniones del personal que forma el departamento de mantenimiento son importantes, puesto que dentro de estas reuniones son asignadas las órdenes de trabajo de cada activo, se le da seguimiento a las órdenes

pendientes, en proceso y atrasadas de mantenimiento, además de poder comunicar aspectos relacionados al medio ambiente, calidad y seguridad industrial que los trabajadores de mantenimiento deben guardar en la ejecución de las rutinas de mantenimiento. Respecto de esta iniciativa, dos de los departamentos encuestados aseguraron que su grupo de mantenimiento se reúne diariamente, dos se reúnen semanalmente y los otros tres departamentos no acostumbran reunirse.

4.9 Sistema de mantenimiento computarizado

Es un sistema de información adaptado para dar servicio al mantenimiento. Un SCAM ayuda en el proceso de recopilación de datos, registro, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos. Respecto de esta iniciativa, dos de los departamentos encuestados aseguraron que utilizan un *software* específico para la gestión del mantenimiento, los otros cinco departamentos no utilizan *software* de mantenimiento. (Entiéndase *software* como una herramienta de soporte lógico de un sistema informático que hace posible la realización de tareas específicas).

4.10 Nivel de gestión del mantenimiento por departamento

Al calcular un promedio del cumplimiento de cada una de las iniciativas de gestión del mantenimiento de clase mundial, evaluadas anteriormente a cada uno de los departamentos de mantenimiento y clasificándolas por rubro, se puede obtener el cuadro siete.

Cuadro 7. Nivel de la gestión del mantenimiento de los departamentos de mantenimiento de las siete plantas procesadoras de hule natural técnicamente especificado en Guatemala

<i>Iniciativas de mantenimiento de clase mundial</i>	<i>Porcentaje de cumplimiento</i>
Gestión de activos	52%
Gestión de inventarios	61%
Gestión del mantenimiento	56%
Gestión del recurso humano	60%
Presupuesto del mantenimiento	43%
Sistemas de comunicación	43%
Sistemas de mantenimiento computarizado	29%
Promedio de cumplimiento	52.5%

Fuente: el autor

Con esto puede observarse que existen oportunidades de mejora en la gestión del mantenimiento de las fábricas de hule natural del país, sobre todo en la planificación estratégica y los sistemas de mantenimiento computarizado.

4.11 Análisis de casos

Con el fin de poder relacionar y analizar los resultados obtenidos en la investigación, se han agrupado en tres casos; cada uno de los departamentos de mantenimiento, de las siete fábricas procesadoras en estudio. El primer caso agrupa a las dos fábricas con un promedio de 93.75% de cumplimiento, de la matriz de clase mundial, el segundo caso agrupa a tres fábricas con un promedio de cumplimiento de 44.17%, y el tercer caso, a las últimas dos fábricas con un promedio de 23.75%.

4.11.1 Gestión del mantenimiento primer caso

La fábrica uno posee más de cuarenta años de funcionar en el país en el procesamiento de hule sólido, produce más del 40% del hule exportado en Guatemala, está constituida por una cooperativa de dueños de fincas de hule, los cuales lo producen y lo trasladan a la planta procesadora. Se encuentra certificada ISO-9001-2008, con lo que garantizan que todos los procesos dentro de la fábrica se encuentran identificados, documentados y medidos, con el fin de garantizar la calidad del hule producido.

La fábrica dos posee 19 años de funcionar en el país, es la encargada de producir alrededor del 35% del hule natural en Guatemala, junto a la fábrica número uno constituyen los principales participantes en la exportación del hule, posee una capacidad de producción instalada de seis toneladas de hule seco por hora y se encuentra certificada ISO 9001-2008 en sistema de gestión de calidad e ISO 18000, en seguridad industrial.

Dentro de los procesos identificados y definidos como parte de la certificación de calidad de las dos fábricas, se encuentra el proceso de mantenimiento, el cual está completamente documentado en términos de órdenes de trabajo, procedimientos de mantenimiento, presupuesto de mantenimiento, reportes de mantenimiento y planes de mantenimiento, entre otros; la certificación de calidad los obliga a manejar perfiles de trabajo, así como planes de capacitación, lo que garantiza que el personal involucrado en la tarea de mantenimiento cumpla con los requisitos para desarrollar de manera adecuada las rutinas de mantenimiento, estas empresas han determinado sus activos críticos; para priorizar las actividades utilizan diagramas de Pareto que les permite determinar cuáles son las principales causas de falla de los equipos, a la vez, han implementado la filosofía 5S's, lo cual les garantiza ambientes de

trabajo ordenados y limpios, los departamentos de mantenimiento de estas fábricas son un claro ejemplo para los demás departamentos de mantenimiento de la meta a alcanzar de un mantenimiento de clase mundial aplicado a la industria del hule sólido.

El nivel de cumplimiento, de cada una de las iniciativas de mantenimiento en estas organizaciones es desconocido, debido a que esta investigación únicamente abarcó la implementación o, la no implementación de las iniciativas, mas no el grado de cada una de estas iniciativas y su eficacia en el proceso, tres iniciativas de mantenimiento de clase mundial son las únicas que aún no se han implementado en estos departamentos, las cuales son : la iniciativa de comprensión de tiempo cíclico DILO/CTC, la iniciativa de mantenimiento centrado en confiabilidad y la iniciativa de mantenimiento total productivo TPM.

La iniciativa de comprensión de tiempo cíclico es una herramienta eficaz para optimizar el tiempo de trabajo de cada uno de los puestos involucrados en el mantenimiento, a través del registro de las actividades diarias de cada uno de los puestos de trabajo con mayor carga laboral; luego de un análisis de estos registros, se pueden identificar situaciones susceptibles a mejora, que no se podrían identificar de otra forma; esta iniciativa es muy fácil de implementar, por lo cual, debería ser, uno de los objetivos a corto plazo de los departamentos de mantenimiento que puede apoyarse con toda la información documentada, que a diario se genera, derivada de la gestión del mantenimiento que actualmente poseen.

La iniciativa de mantenimiento total productivo TPM, es otra herramienta que brinda un conocimiento industrial de las operaciones de la fábrica, al fortalecer los planes de capacitación que refuerzan las habilidades específicas de cada uno de los puestos de trabajo, en los procesos y la maquinaria; TPM,

elimina pérdidas, mejora la confiabilidad de los equipos y crea un espacio donde cada persona puede aportar lo mejor de sí.

La iniciativa de mantenimiento centrado en confiabilidad RCM, puede definirse como la máxima expresión en la eficiencia y confiabilidad del mantenimiento, esta iniciativa es utilizada por el Ejército de Estados Unidos y la industria de aviación, las cuales necesitan un nivel de confiabilidad alto.

Para llegar a la implementación de esta iniciativa, se necesita un profundo análisis de las causas de falla de cada activo, un equipo multidisciplinario en el cual intervienen los diseñadores del equipo, los proveedores, el departamento de mantenimiento y los proveedores de repuestos; aunque la implementación de esta iniciativa sería un logro significativo en la industria procesadora de hule sólido, no justifica su inversión en tiempo y dinero debido a la naturaleza robusta del proceso del hule técnicamente especificado.

En cuanto a la iniciativa de mantenimiento TPM, los departamentos de mantenimiento de estas fábricas se encuentran cerca de poder implementarlo, debido a que todas las iniciativas que actualmente están cumpliendo soportan e integran buena parte del TPM; se debe desarrollar la participación más activa, del personal operativo en tareas de mantenimiento como: limpieza, lubricación y ajustes de maquinaria, con el fin de aprovechar este recurso y que este personal operativo sea la primera línea de defensa en el mantenimiento.

Con el fin de alcanzar la mejora continua del proceso de mantenimiento, y asegurar el cumplimiento de cada una de las iniciativas de la matriz de mantenimiento de clase mundial en estas fábricas, es importante la correcta ejecución del plan de auditorías, que permita identificar las debilidades y

fortalezas de la gestión; es claro que llegar al nivel actual del mantenimiento de estas empresas (93.75%), no ha sido fácil , han debido pasar por un proceso de certificación, el cual los llevó a invertir dinero en consultorías, tiempo del personal y capacitaciones, los cuales garantizan un proceso que soporta y apoya adecuadamente los planes de producción y expansión de esta fábrica.

Se puede observar que el proceso de certificación es de mucho beneficio en la industria, debido a que obliga a los departamentos a documentar sus actividades y a implementar aquellas que les permitan cumplir los “debe” de las normas, puede observarse también que las dos principales industrias procesadoras de hule del país, las cuales manejan alrededor del 75% del hule exportado, son las que mejores prácticas en la gestión del mantenimiento poseen.

En la figura 16 se aprecia el resultado de la investigación para la fábrica uno, y en la figura 17 se ven los resultados de la fábrica dos, en ella se enumeran las iniciativas implementadas y aquellas que aún no lo han sido.

4.11.2 Gestión del mantenimiento segundo caso

En este segmento de la matriz de mantenimiento de clase mundial, se encuentran tres fábricas procesadoras de hule con un promedio de cumplimiento de las iniciativas de 44.17%, y de 10 años de haber sido formadas, el volumen de producción de estas fábricas es bajo y en conjunto son encargadas de producir un 5% del hule técnicamente especificado que se exporta en el país, la capacidad instalada de producción de cada una de estas fábricas es de una tonelada de hule seco por hora , estas fábricas se encuentran ubicadas en los departamentos de Suchitepéquez, Izabal y Retalhuleu ,ninguna de ellas, se encuentra certificada bajo una norma, o en

proceso de certificación, en ocasiones, debido a la falta de materia prima, maquilan el hule de otras empresas con el fin de obtener ingresos y aprovechar la capacidad instalada de estas plantas procesadoras, las iniciativas de mantenimiento que utilizan son: sistema de solicitud de mantenimiento, sistemas de órdenes de trabajo, sistema de compras de repuestos, criticidad de activos y monitoreo de condición.

Las iniciativas que hace falta implementar en estas fábricas son: fichas técnicas de activos, codificación de activos, historial de mantenimiento, indicadores, reporte de costos de mantenimiento y presupuesto de mantenimiento, sin duda, estas iniciativas alimentarían de forma considerable, la gestión de este departamento y cuya implementación no requiere un esfuerzo económicamente considerable, pero sí un proceso de asesoría y capacitación.

Es necesario elaborar un plan a mediano plazo, con metas claramente identificadas y difundidas en estos departamentos de mantenimiento y responsables de conseguirlas; es en este punto donde se hace necesaria la presencia de un gerente de mantenimiento, con la visión para poder proyectar la gestión de este departamento, y conseguir con ello los beneficios del aumento de la confiabilidad de los activos. Se desconocen los planes de expansión de esta fábricas, ya que en la ubicación actual carecen de espacio disponible para seguir creciendo, y dicha expansión, implicaría una inversión considerable, la meta de estas gestiones, debería ser alcanzar un 80% de cumplimiento de acuerdo a la matriz de clase mundial, lo cual elevaría los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los activos de la fábrica.

La manera como se debe implementar las iniciativas es primero: elaborar un inventario con todos los equipos, los cuales están sujetos a mantenimiento, como: las máquinas reductoras de partículas, las bombas

eléctricas de lavado, los motores eléctricos, los ventiladores, las secadoras de hule, las prensas hidráulicas, entre otros; posterior a esto, asignar un código alfanumérico a cada uno de estos activos, el cual deberá estar diseñado a conveniencia del departamento de mantenimiento y rotular los activos con su respectivo código.

Segundo: recabar toda la información generada de las órdenes de trabajo, mantenimientos tercerizados, modificaciones, reparaciones de cada uno de los activos y archivar toda esta documentación de forma ordenada, con el fin de crear el historial de mantenimiento de cada activo, y que este pueda ser utilizado para la investigación y solución de cualquier falla crónica que presente el equipo.

Tercero: con la información recabada en el historial de mantenimiento, se debe proceder a ingresar esta información a una hoja electrónica, la cual deberá mantenerse actualizada, esto con el fin de acelerar las búsquedas de la información, agruparla y analizarla para la realización de los Paretos de falla que servirán para priorizar las actividades de mantenimiento, en cada uno de los equipos.

Cuarto: revisar a detalle cada uno de los perfiles de puestos de trabajo del departamento de mantenimiento, identificando con claridad las principales funciones, con el fin de elaborar las evaluaciones de desempeño, aplicarlas y con ello identificar las deficiencias en las capacidades del personal, con esto se puede planificar y cuantificar un plan de capacitaciones a la medida de cada uno de estos departamentos, y garantizar que cada una de las personas que forman el departamento poseen las capacidades necesarias.

Quinto: se hace necesario elaborar detalladamente el presupuesto anual del departamento de mantenimiento, en el cual debe considerarse el historial de mantenimiento de cada activo, el costo del salario y tiempo extraordinario del personal, el costo de capacitación, los repuestos e insumos de cada activo, las actividades que se refieren al monitoreo de condición; tales como los servicios de análisis de vibraciones y termografía, el plan de mantenimiento anual y trimestral con todas las rutinas preventivas y predictivas, y esta información presentarla en forma de flujo de efectivo, con el fin de no alterar o perjudicar el flujo total de efectivo de las organizaciones.

Sexto : identificar e implementar los indicadores claves de desempeño de la gestión del mantenimiento relacionados con presupuesto ejecutado, confiabilidad de activos, y disponibilidad, que permitan verificar el desarrollo de las iniciativas, e implementar acciones preventivas y correctivas, para alcanzar los objetivos trazados, en la gestión del mantenimiento, estos indicadores deberán ser alimentados y analizados todos los meses y presentarse en las reuniones gerenciales, junto a los planes de las acciones que permitan mantener en los límites establecidos cada una de las iniciativas desarrolladas.

Séptimo: por último, ningún sistema ni metodología puede estar completo sin un programa robusto e integral de auditorías, que permita verificar el cumplimiento adecuado y completo de cada una de las iniciativas implementadas, con fechas calendarizadas, alcances y responsables, tanto como auditores y auditados, estas auditorías generarán reportes de acciones correctivas y acciones preventivas que permitan mantener el sistema en condiciones óptimas, estos procesos son a largo plazo, y el sistema con el pasar de cada mes irá adquiriendo madurez y cosechando resultados en la confiabilidad y disponibilidad de los activos.

En la figura 18 se aprecia el resultado de la investigación para la fábrica tres, en la figura 19 se ven los resultados de la fábrica cuatro, y en la figura 20 los resultados de la fábrica cinco, en ellas se ven las iniciativas implementadas y aquellas que aún no lo han sido.

4.11.3 Gestión del mantenimiento tercer caso

Estas fábricas poseen en promedio dos años de haber iniciado operaciones, en una de estas fábricas los equipos son nuevos y han sido montados con la asesoría personal de la compañía Sphere de Malasia, fabricante número uno en el mundo de maquinaria para procesar hule sólido, en la otra, el equipo es reconstruido y se adquirió de una fábrica en México, y fue montado con personal de la región de Retalhuleu; esta fábrica con equipo nuevo, actualmente es la tercera en volumen de producción con un 12% y posee una capacidad instalada de producción de dos toneladas por hora de hule, la fábrica con equipo reconstruido tiene una capacidad instalada de una tonelada por hora y produce menos del 1% del hule que se exporta en Guatemala.

Debido al poco tiempo de haber entrado en operaciones estas fábricas, las iniciativas de mantenimiento de clase mundial se han implementado a su propio ritmo de crecimiento, respecto a la matriz de mantenimiento los departamentos de mantenimiento de estas fábricas poseen un nivel promedio de 23.75%, aplicando las iniciativas de: solicitudes de mantenimiento, órdenes de trabajo, solicitudes de compra de repuestos, criticidad de activos y monitoreo de condición.

Actualmente, la primera fábrica se encuentra en un proceso de certificación ISO 9001-2008 debido a que los clientes de esta se lo piden, y el

departamento de mantenimiento necesita desarrollar iniciativas de programas de mantenimiento, indicadores, historial de mantenimiento, fichas técnicas, repuestos críticos y reuniones de mantenimiento para poder cumplir con los “debe” de la norma, y alcanzar la certificación de calidad, estas iniciativas deben ser la prioridad para el departamento de mantenimiento antes de implementar cualquier otra, y en la medida que estas iniciativas se hayan alcanzado, avanzar en los niveles superiores de la matriz de mantenimiento con iniciativas como: procedimientos, presupuestos de mantenimiento y análisis de causa raíz.

Es importante mencionar que en estos departamentos de mantenimiento que poseen poco tiempo de haber sido formados, se debe planificar de manera ordenada la activación de cada una de las iniciativas para que en ese proceso de cambio, el personal pueda adaptarse y que cada una de las iniciativas sea implementada de forma correcta, por lo tanto, existe una oportunidad de mejora en la gestión del mantenimiento de estas fábricas que puede disminuir los costos involucrados en la producción del hule, y aumentar la confiabilidad de los activos.

El crecimiento en la implementación de iniciativas de mantenimiento de clase mundial para estos departamentos, debe ser de aquellas iniciativas fundamentales en cualquier sistema de mantenimiento, puesto que la gestión actual es deficiente con gastos mayores en este rubro, así como paros inesperados debido a la falta de un sistema de mantenimiento adecuado.

Por lo tanto los pasos que los departamentos de mantenimiento de estas fábricas deben llevar a cabo, bajo el mando de un jefe de mantenimiento y un jefe de operaciones, que es como actualmente están organizadas estas fábricas son:

Primero: elaborar un inventario con todos los equipos, los cuales están sujetos a mantenimiento, como: las máquinas reductoras de partículas, las bombas eléctricas de lavado, los motores eléctricos, los ventiladores, las secadoras de hule, las prensas hidráulicas, entre otros; posterior a esto, asignar un código alfanumérico a cada uno de estos activos, el cual deberá estar diseñado a conveniencia del departamento de mantenimiento, y rotular los activos con su respectivo código.

Segundo: recabar toda la información generada de las órdenes de trabajo, mantenimientos tercerizados, modificaciones, reparaciones de cada uno de los activos y archivar toda esta documentación de forma ordenada, con el fin de crear el historial de mantenimiento de cada activo y que este pueda ser utilizado para la investigación y solución de cualquier falla crónica que presente el equipo.

Tercero: con la información recabada en el historial de mantenimiento, se debe proceder a ingresar esta información a una hoja electrónica. la cual deberá mantenerse actualizada, con el fin de acelerar las búsquedas de la información, agruparla y analizarla para la realización de los Paretos de falla que servirán para priorizar las actividades de mantenimiento, en cada uno de los equipos.

Cuarto: fortalecer el sistema de órdenes de trabajo, las cuales constituyen el corazón de un sistema de gestión de mantenimiento, las órdenes de trabajo deben identificar el equipo al cual se le realizó la rutina de mantenimiento, los costos involucrados en repuestos e insumos, la cantidad de horas utilizadas en la rutina, el personal involucrado, la fecha y las firmas de conformidad de los encargados de los activos, esta iniciativa es importante,

porque de ella se obtiene la información para los indicadores, los Paretos de falla y las rutinas de mantenimiento.

Quinto: con la información de los catálogos de cada equipo, las órdenes de trabajo y la experiencia del personal, debe realizarse el programa anual de mantenimiento en el cual se calendarizará a lo largo del año los mantenimientos a cada uno de los equipos, este programa debe sintonizarse con el programa anual de producción para que estos no entren en conflicto, posterior a esto, cada mes deberá realizarse un plan mensual que identifique las rutinas que se realizan en el mes, el responsable, y las medidas de seguridad para poder planificar la disponibilidad de los recursos y que cada rutina se lleve a cabo.

Sexto: con la información recabada del sistema de órdenes de trabajo, se deberá elaborar cada mes el reporte del costo de mantenimiento, que identifique el total del dinero gastado en el mes en concepto de mantenimiento, el total gastado en tiempo extraordinario y los activos que más costo generaron en concepto de mantenimiento, con el fin de mantener bajo control los gastos relacionados al mantenimiento, esta información servirá para desarrollar al año siguiente el presupuesto anual y mensual del departamento.

Séptimo: identificar e implementar los indicadores claves de desempeño de la gestión del mantenimiento relacionados con el presupuesto ejecutado, confiabilidad de activos, disponibilidad, que permitan verificar el desarrollo de las iniciativas e implementar acciones preventivas y correctivas, que permitan alcanzar los objetivos trazados en la gestión del mantenimiento, estos indicadores deberán ser alimentados y analizados todos los meses y presentarse en las reuniones gerenciales, junto a los planes de las acciones que permitan mantener en los límites establecidos cada una de las iniciativas desarrolladas.

Octavo: por último, ningún sistema ni metodología puede estar completo sin un programa robusto e integral de auditorías, que permita verificar el cumplimiento adecuado y completo de cada una de las iniciativas implementadas, con fechas calendarizadas, alcances y responsables, tanto como auditores y auditados; estas auditorías generarán reportes de acciones correctivas y acciones preventivas que permitan mantener el sistema en condiciones óptimas, estos procesos son a largo plazo, y con el pasar de cada mes el sistema irá adquiriendo madurez, y cosechando resultados en la confiabilidad y disponibilidad de los activos.

En la figura 21 se aprecia el resultado de la investigación para la fábrica seis y en la figura 22 los resultados de la fábrica siete, en ellas se ven las iniciativas implementadas y aquellas que aún no lo han sido.

4.11.4 Matriz departamento fábrica 1

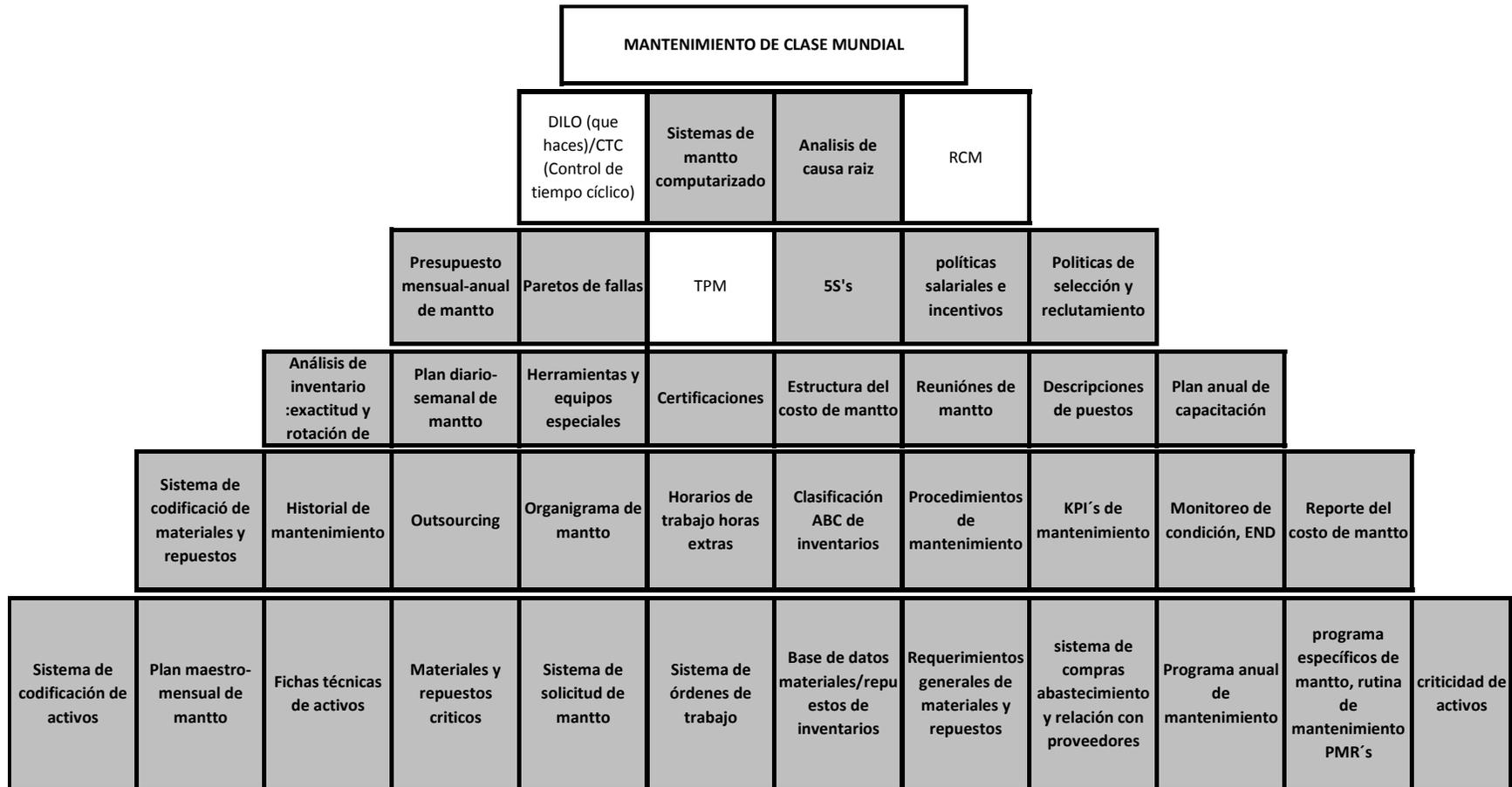


Figura 16. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 1

Fuente: el autor

4.11.5 Matriz departamento fábrica 2

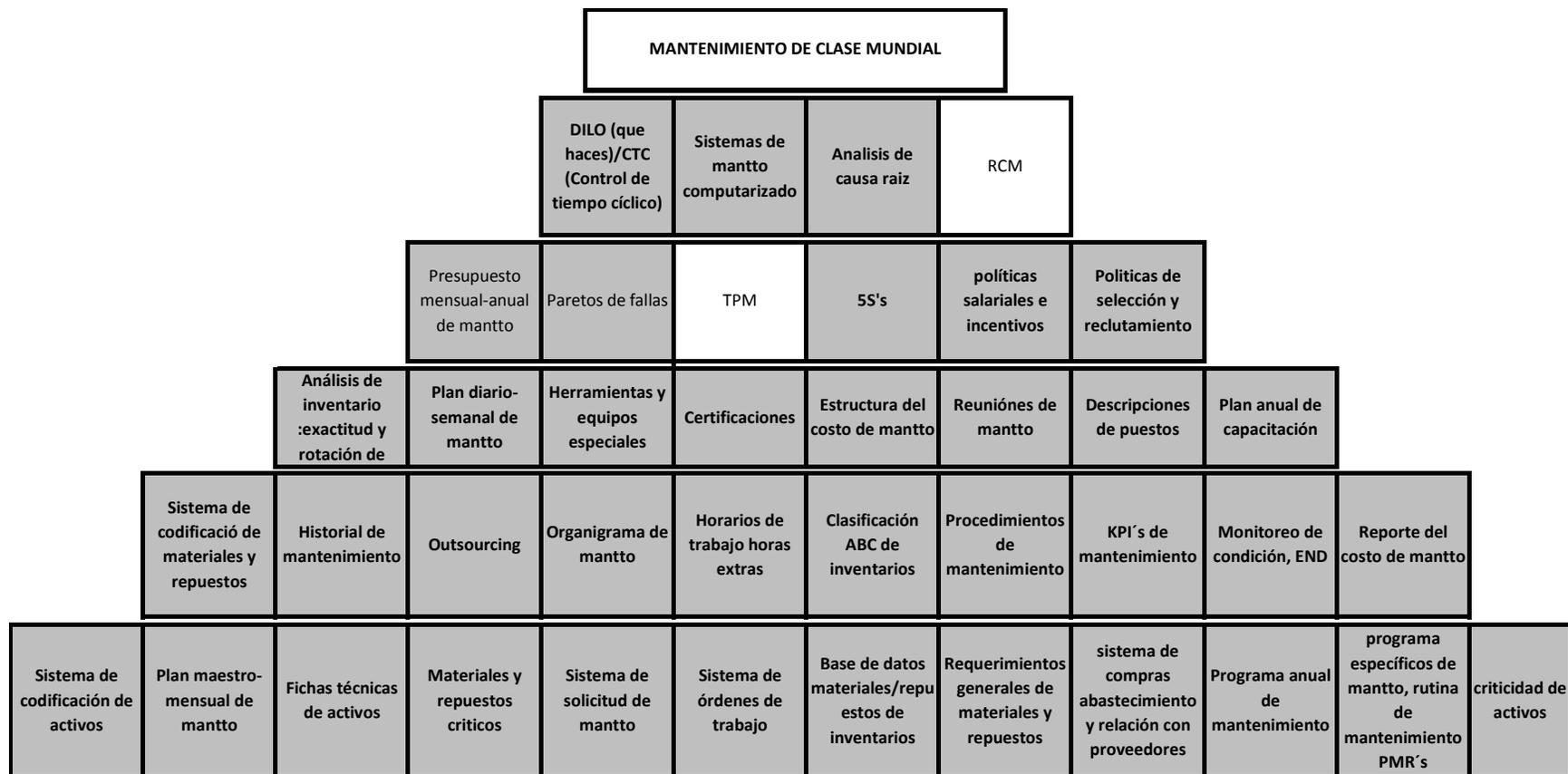


Figura 17. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 2

Fuente: el autor

4.11.6 Matriz departamento fábrica 3

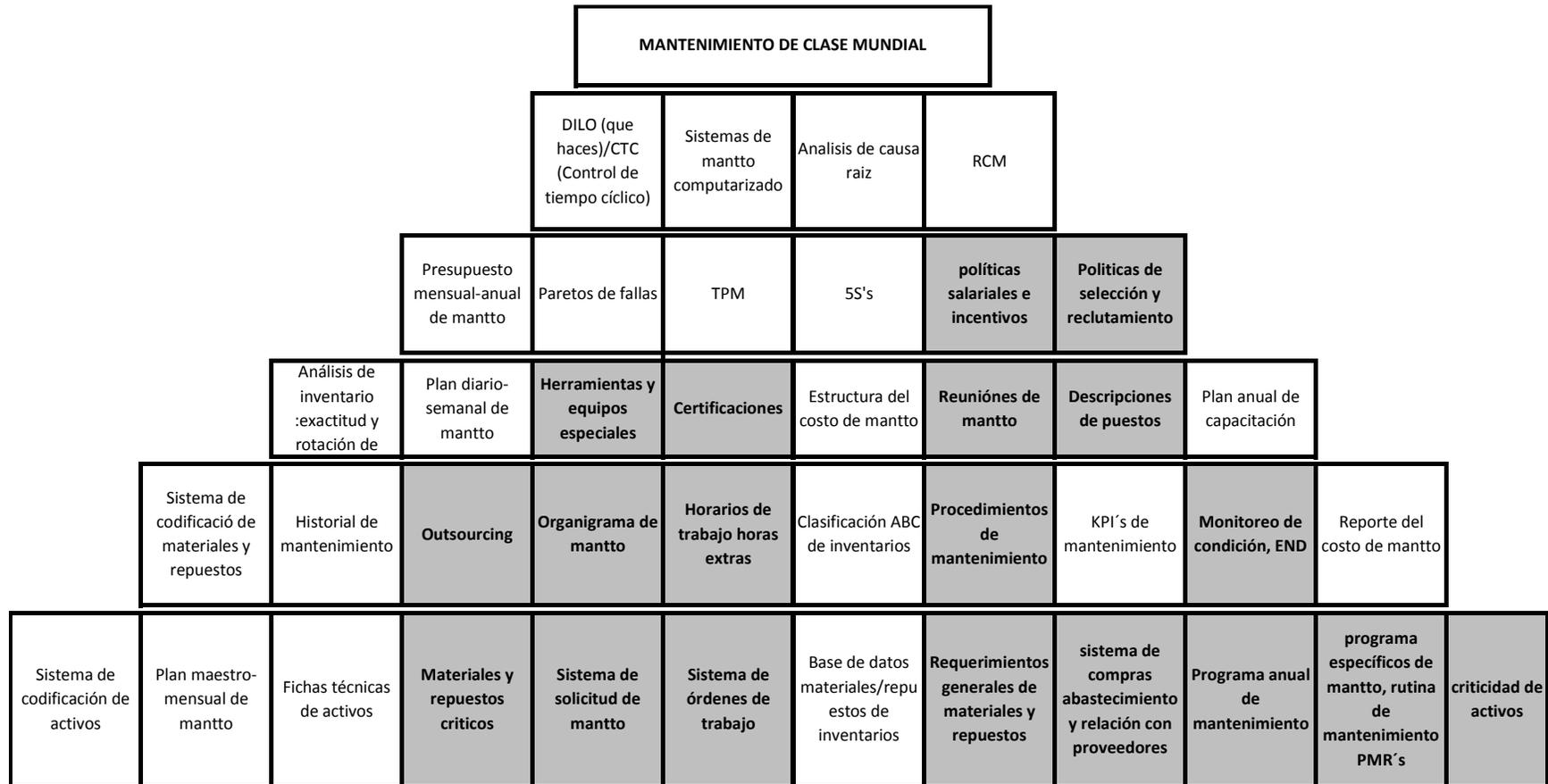


Figura 18. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 3

Fuente: el autor

4.11.7 Matriz departamento fábrica 4

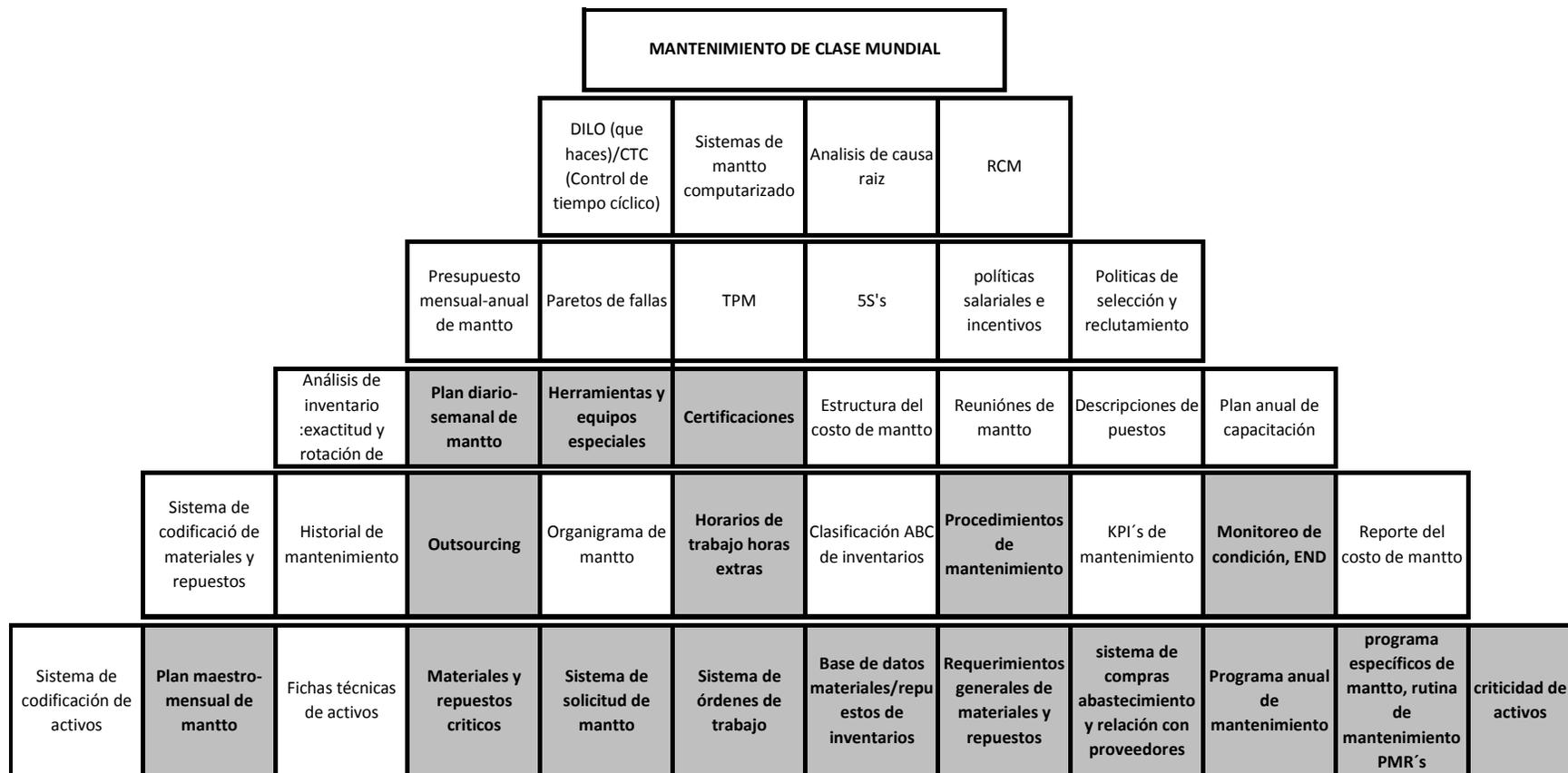


Figura 19. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 4

Fuente: el autor

4.11.8 Matriz departamento fábrica 5

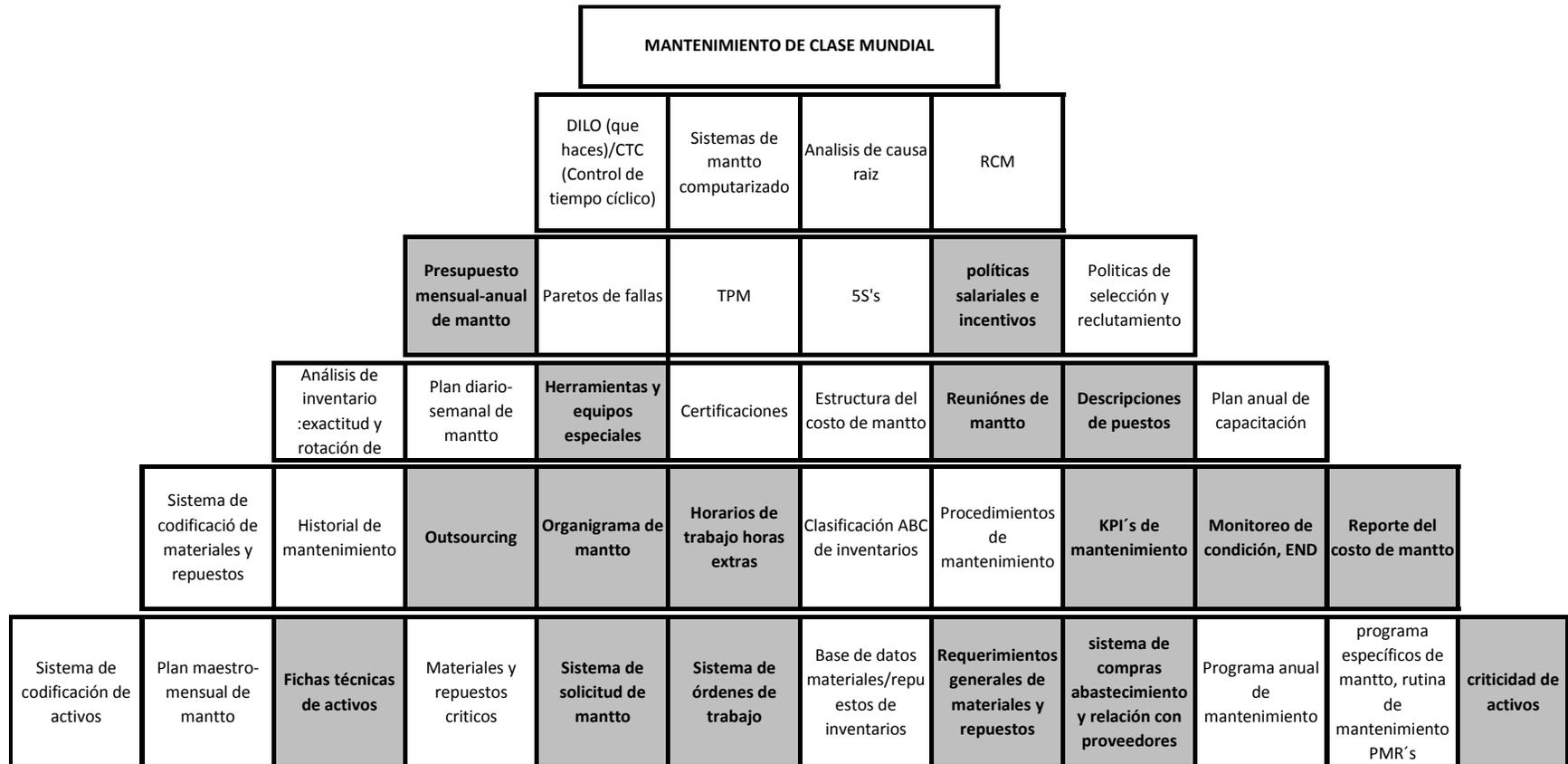


Figura 20. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 5

Fuente: el autor

4.11.9 Matriz departamento fábrica 6

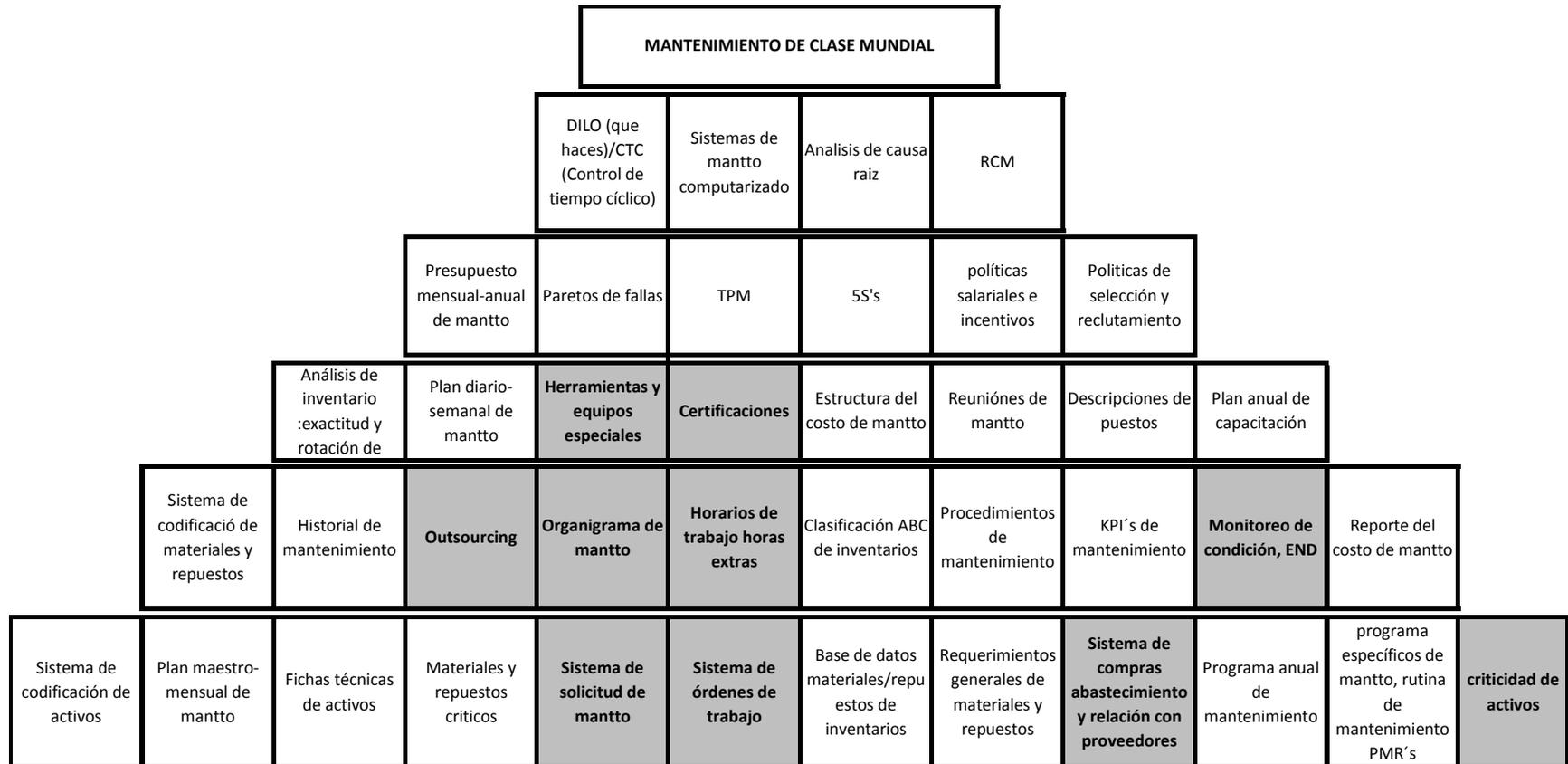


Figura 21. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 6

Fuente: el autor

4.11.10 Matriz departamento fábrica 7

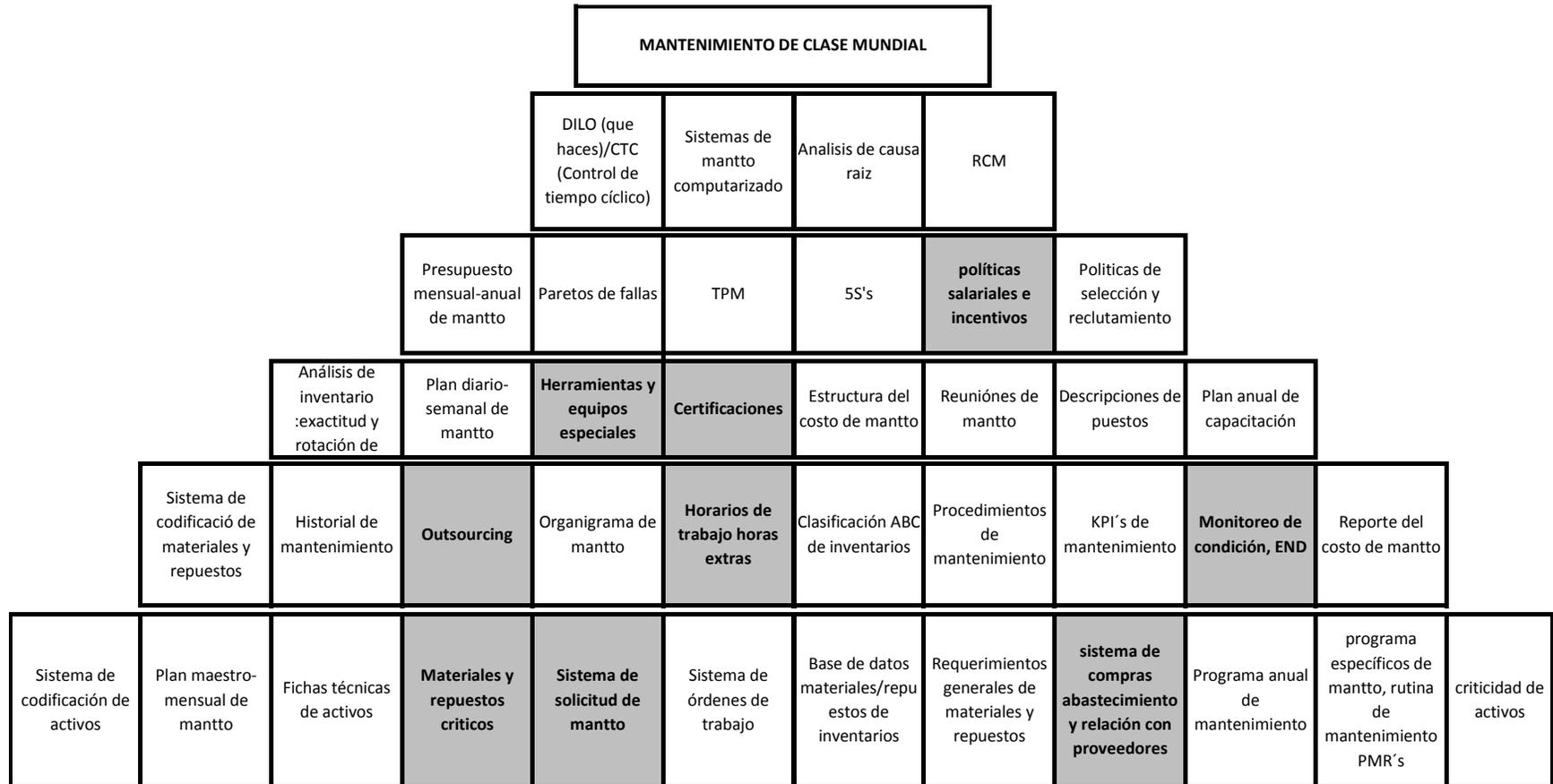


Figura 22. Matriz de mantenimiento de clase mundial fábrica 7

Fuente: el autor

CONCLUSIONES

1. Las iniciativas de mantenimiento de clase mundial de mayor uso en los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule natural técnicamente especificado en Guatemala son: solicitudes de mantenimiento, monitoreo de condición y la tercerización de rutinas de mantenimiento.
2. El nivel de mantenimiento respecto a la matriz de clase mundial de cada uno de los departamentos de mantenimiento de las plantas procesadoras de hule sólido técnicamente especificado en Guatemala es: de la fábrica uno 92.5%; de la fábrica dos es 95%; de la fábrica tres es 47.5%; de la fábrica cuatro es 43%; de la fábrica cinco es 42.5%; de la fábrica seis es 25%; y de la fábrica número siete es 22.5%; para dar un promedio total de 52.5%; el departamento de mantenimiento de la octava fábrica optó por no ser encuestado, por lo cual, se carece de este dato.
3. La tendencia de la gestión del mantenimiento en la industria del procesamiento de hule técnicamente especificado en Guatemala, se enfoca hacia la implementación de las iniciativas de programas de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento, y descripciones de puestos de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Codificar los activos a los cuales se les brinda mantenimiento, con el fin de identificarlos física y contablemente, así como facilitar el control sobre estos y el seguimiento de las rutinas y trabajos de mantenimiento; se deben elaborar fichas técnicas que reúnan toda la información importante de los activos que permita gestionar los pedidos a los proveedores de repuestos y partes así como las garantías y servicios de estos activos.
2. Diseñar y documentar el plan maestro mensual de mantenimiento, el cual debe ir alineado al plan mensual de producción, para que estos no entren en conflicto y de esta forma pueda planificarse los recursos necesarios para su ejecución; en relación a la gestión de inventarios es necesario codificar los repuestos e insumos utilizados en el proceso de mantenimiento, con el fin de que se pueda tener control sobre estos, llevar a cabo una clasificación del inventario ABC, para utilizar de mejor forma los recursos involucrados en el manejo de inventarios, tales como recurso humano, tiempo y capital porque como es bien sabido los recursos en cualquier organización son limitados.
3. Implementar indicadores de mantenimiento tales como confiabilidad, disponibilidad, tiempo medio entre fallas, tiempo medio entre reparación y costos del mantenimiento que midan el funcionamiento de la gestión del mantenimiento en las plantas procesadoras de hule sólido, con el fin de poder planificar acciones que permitan mantener estos indicadores en los niveles deseados.

4. Implementar metodologías de análisis de causa raíz en los departamentos de mantenimiento de las fábricas procesadoras de hule sólido que permitan aprovechar las oportunidades que los procesos presentan, solucionar las fallas, y compartir las experiencias con los demás departamentos de la organización para introducir a los departamentos al círculo de la mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahlmann, H. (1987) LCC/LCP. Theory and case studies. Department of industrial Management [publicación periódica]. Beneficios del ciclo de vida útil. Un nuevo concepto de mantenimiento Madrid, España: Asociación Española de Mantenimiento.
2. Aragón, S. (2011). Diseño de un sistema de control administrativo y financiero de cuentas por cobrar de una empresa dedicada a la producción y venta de hule látex. Guatemala: Universidad Panamericana.
3. De Groote, Patrick (1994). Maintenance Internacional. Artículo ponencia. Simposio Internacional de Ingeniería de fábricas, Colombia Universidad de EAFIT.
4. De León, J. (2004). Implementación de un programa de seguridad e higiene industrial en las industrias tropicales S.A. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
5. Duffua Salih (2006) Sistemas de mantenimiento planeación y control [libro] Editorial Limusa Wiley México.
6. Gonzales Ricardo (2005) *Estudio sobre la Mantenibilidad de una empresa aplicando A.C.I COLAUTO*, Universidad EAFIT. Colombia.
7. ISO, (1994). ISO 289-2 *Rubber, unvulcanized determinations using a shearing –disc viscometer.*
8. ISO, (2005). ISO 248 *Rubber raw determination of volatile matter content.*
9. ISO, (2006). ISO 2007 *Rubber, unvulcanized determination of plasticity rapid plastimeter method.*
10. ISO, (2006). ISO 247 *Rubber determination of ash.*
11. Nicaragua, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Estudio de factibilidad para la explotación de hule natural procedente de zonas indígenas en el área de Bosawás.

12. Kaises, Kevin. (2007) A simulation study of predictive maintenance policies and how they impact manufacturing systems, Iowa Research, EEUU.
13. Kiyosaki, Robert (2000). Padre rico, padre pobre [libro]. Editorial Gold Press Inc. Buenos Aires.
14. Mora Gutiérrez, Alberto (2007). *Mantenimiento estratégico empresarial* [libro]. Medellín: Fondo editorial Fonefit. Primera edición p.345.
15. Mora Gutiérrez, Alberto (2009) Mantenimiento Planeación, ejecución y control [libro] México Editorial Alfa Omega.
16. Navarro Elola, Luis (1997) Gestión Integral del Mantenimiento del mantenimiento [libro]. Ed Editores Marcombo Boixareau. Barcelona.
17. Newbrough, E.T. (1982) Effective Maintenance Management [libro] México Diana Sexta edición.
18. Shaad, (2010). Aplicación de la estadística descriptiva en el control de la extracción del caucho natural.
19. Sourix, Jean-Paul (1992) El mantenimiento: fuente de beneficios. Traducido por Diorki, S.A Madrid de la obra original *La maintenance, source de profits* [libro] Madrid Ediciones Díaz de Santos, S.A.
20. Sphere Corporation. (2010). Manual de mantenimiento de maquinaria, para una línea procesadora de hule sólido natural. Malasia.
21. Suc, E. (1998). Depreciación acelerada en propiedad, planta y equipo en una industria de hule.
22. Wireman, Terry (2001). *Word Class Maintenance Management* [libro]. Nueva York [S.N].

APÉNDICE

**APENDICE I: ENCUESTA PARA MEDIR EL NIVEL DE LA GESTIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LAS PLANTAS PROCESADORES DE HULE
TÉCNICAMENTE ESPECIFICADO.**

A continuación se le presentarán una serie de interrogantes referente a la Gestión del mantenimiento industrial de su departamento, Marque con una X la respuesta que usted considere es la correcta por favor sea la mas honesto al responder

1. ¿Cual de las siguientes clasificaciones define el tipo de industria a la cual pertenece?

alimenticia servicios generación de energía agroindustria
 Ingenio otros especifique _____

2. ¿Cuantos años tiene su departamento de mantenimiento de haber sido formado

0-1 años 1-2 años 2-5 años 5-10 años
 10-15 años mayor a 15 años

3 ¿Su departamento de mantenimiento tiene una visión y misión establecidas y difundidas?

si no en proceso

4 ¿su departamento de mantenimiento subcontrata servicios relativos al mantenimiento de la fábrica?

si no

5 ¿cual de los siguientes servicios es el que mas subcontrata su departamento de mantenimiento? (puede marcar varios)

mantenimientos correctivos soldadura montajes
 mantenimiento predictivo limpieza capacitaciones
 otros especifique _____ asesorias técnicas

6 ¿Se encuentran codificados los equipos a los cuales les brinda mantenimiento

si no

7 ¿ Se ha determinado la criticidad de los equipos a los cuales brinda mantenimiento?

si no

8 ¿Poseen fichas técnicas los equipos a los cuales brinda mantenimiento?

si no

9 ¿Se han determinados y enlistado los materiales y repuestos críticos de los equipos ?

si no

10 ¿Se ha determinado los repuestos críticos en base a la cantidad que representa en el monto total del inventario?

si no

11 ¿Se tiene identificado y cuantificados los costos referentes a la tenencia de inventarios en bodega?

si no

12 ¿Existe un procedimiento documentado para la compra de materiales y repuestos?

si no

13 ¿Evalúa periódicamente a los proveedores de repuestos y servicios de mantenimiento?

si no

14 ¿Utiliza alguna estrategia de consignación de repuestos con sus proveedores?

si no

15 ¿Se encuentran codificados los repuestos utilizados en mantenimiento?

si no

16 ¿Se ha determinado el stock mínimo, el stock máximo y el punto de reorden para los repuestos e insumos utilizados en el mantenimiento?

si no

17 ¿Qué tipos de almacenes es el que mas utiliza para preservar adecuadamente los repuestos e insumos de mantenimiento (puede marcar mas de uno)

galera cerrada contenedores el taller
tendidos de sombra patios

18 ¿Realiza alguna rutina de mantenimiento para asegurarse que los repuestos e insumos de mantenimiento se encuentren correctamente almacenados?

si no

19 ¿Qué método utiliza para llevar control de las entradas y salidas de la bodega de almacenamiento de repuestos

kardex Software Independiente
electrónico simple (Excel, Acceso) No lleva

20 ¿Implementa auditorias de inventarios para llevar control de los materiales y repuestos almacenados de mantenimiento?

si no

21 ¿Utiliza indicadores que puedan medirse para llevar el control de sus inventarios de materiales y repuestos de mantenimiento?

si no

22 ¿Utiliza solicitudes de mantenimiento para que cualquier otra área de la empresa pueda comunicar y solicitar un mantenimiento a los equipos?

si no

23 ¿Qué método utiliza para reportar las fallas de los equipos?

teléfono solicitud de mantenimiento Bitácoras
radio software otros especifique _____

24 ¿Utiliza ordenes de trabajo para registrar los trabajos realizados de mantenimiento?

si no

25 ¿Posee procedimientos documentados de mantenimiento?

si no

26 ¿Se encuentran identificadas y documentadas las rutinas de mantenimiento para los equipos críticos ?

si no

- 27 ¿Se encuentra diseñado y documentado el plan anual de mantenimiento de la empresa?
 si no
- 28 ¿Se encuentra diseñado y documentado el plan mensual, bimensual o trimestral de mantenimiento de la empresa?
 si no
- 29 ¿Se encuentra diseñado y documentado el plan diario o semanal de mantenimiento?
 si no
- 30 ¿Alguna vez ha implementado programas DILO CTC de comprensión de tiempo cíclico para determinar las actividades de los puestos de mantenimiento?
 si no
- 31 ¿Considera que el taller de mantenimiento posee la cantidad necesaria de herramienta para realizar de manera eficiente su trabajo?
 si no
- 32 ¿Las herramientas que se asignan al taller de mantenimiento son de uso personal por colaborador?
 si no pertenecen al taller pertenecen a un grupo de trabajo
 ambas hay herramienta en el taller y herramienta de uso personal
- 33 ¿Posee un inventario de las herramientas y equipo asignado al departamento de mantenimiento?
 si no
- 34 ¿Existe un plan de auditorias para asegurarse que la herramienta no desaparezca o sea usada de forma incorrecta?
 si no
- 35 ¿El personal de mantenimiento conoce y tiene claro las responsabilidades que debe tener hacia la herramienta?
 si no
- 36 ¿Que experiencia ha tenido con el programa 5S en el departamento de mantenimiento'
 Excelente buena mala regular sin evidencia
- 37 ¿Ha implementado el mantenimiento TPM en su departamento de mantenimiento?
 si no
- 38 ¿El personal operativo o de producción de la fábrica realiza alguna rutina de mantenimiento a la máquina que tiene a su cargo?
 si no
- 39 ¿ Utiliza indicadores para medir el desempeño de su gestión del mantenimiento?
 si no
- 40 ¿Cálcula el tiempo promedio entre fallas MTBF como indicador de mantenimiento?
 si no
- 41 ¿Calcula el tiempo promedio que tarda el departamento de mantenimiento para reparar una falla como indicador de mantenimiento?
 si no
- 42 ¿Calcula el porcentaje de disponibilidad de su equipo de la fábrica como indicador de mantenimiento?
 si no

43 ¿Calcula la confiabilidad del equipo como indicador de mantenimiento?

44 ¿Utiliza gráficos de Pareto para determinar y enfocar los principales fallas del equipo?

si no

45 Utiliza alguna técnica de análisis causa raíz para la solución de las fallas de los equipos

si no

46 Marque con una "x" las técnicas de monitoreo de condición utilizadas para el mantenimiento en su fábrica

Inspecciones Voso	<input type="checkbox"/>	Análisis de Aceite	<input type="checkbox"/>	termografía	<input type="checkbox"/>
Vibraciones	<input type="checkbox"/>	Medición de desgaste	<input type="checkbox"/>	Ultrasonido	<input type="checkbox"/>
Inspecciones en línea	<input type="checkbox"/>	Radiografía	<input type="checkbox"/>	Líquidos Penetrantes	<input type="checkbox"/>
Partículas magnéticas	<input type="checkbox"/>	Pruebas hidrostáticas	<input type="checkbox"/>		

47 ¿ Utiliza mantenimiento RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad)?

si no

48 ¿Cual es el motivo por el cual se ve en la necesidad de subcontratar servicios de mantenimiento

Falta de equipo falta de tiempo Garantías
Falta de personal capacitado Debido a que son tareas menores costos
Otros especifique _____

49 ¿ Su Departamento de Mantenimiento elabora reportes del costo de mantenimiento mensuales, trimestrales ?

si no

50 ¿Su departamento de mantenimiento elabora y trabaja en base a un presupuesto mensual o anual de mantenimiento?

si no

51 Utiliza algún software de mantenimiento (mencione el nombre)

si no _____

52 ¿ El departamento de mantenimiento acostumbra reunirse diariamente para planificar el mantenimiento?

si no

53 ¿ El departamento de mantenimiento acostumbra a reunirse semanalmente para planificar el mantenimiento?

si no

54 El departamento de mantenimiento acostumbra reunirse mensualmente para reportar y planificar el mantenimiento?

si no

55 ¿Existe un organigrama de su departamento de mantenimiento?

si no

56 ¿ Existe descripciones documentadas de los puestos y funciones de cada puesto de trabajo de su departamento?

si no

57 ¿ Existe un plan anual de capacitaciones para los trabajadores del departamento de mantenimiento?

si no

58 ¿Existe y se encuentran documentadas las políticas de selección y reclutamiento para los puestos de trabajo del departamento de mantenimiento?

si no

59 ¿Cuál es su porcentaje aproximado de rotación de personal en el area de mantenimiento?

0-10 % 10% a 25% 25% a 50% 50% a 75% 75% 85%

60 ¿Existe una política salarial clara y definida para cada uno de los puesto de trabajo del grupo de mantenimiento?

si no

61 ¿Se encuentran definidos claramente los horarios de trabajo y políticas de horas extras?

si no

62 Marque con una X las normas con las cuales se encuentra certificado o en proceso de certificación la empresa a la que pertenece su departamento de mantenimiento

ISO 9001-2008 ISO 18000 (SEGURIDAD INDUSTRIAL)
HACCP ISO 14000 Medio ambiente Ninguna
ISO 22000 SEGURIDAD ALIMENTICIA Otras especifique

63 ¿En su departamento de mantenimiento existe el puesto de Planificador de mantenimiento?

si no

64 ¿ Posee cartillas de lubricación que identifiquen el tipo de lubricante a utilizar en cada una de las partes de los equipos criticos?

si no

**APENDICE II: DIAGRAMA DE PROCESO DEL HULE TÉCNICAMENTE
ESPECIFICADO (FUENTE: EL AUTOR)**

