

TEC | Tecnológico de Costa Rica

ESCUELA DE ELECTROMECAÁNICA

Carrera: Ingeniería en Mantenimiento Industrial

ANTEPROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR GRADO
DE LICENCIATURA



“DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO BASADA EN UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL,
PARA EL DEPARTAMENTO DE FACILIDADES PARA UNA PLANTA DE
MANUFACTURA DE PRODUCTOS MÉDICO”

ASESOR INDUSTRIAL:

ING. MAURICIO MENDOZA COLINDRES

ESTUDIANTE:

KARLA VANESA VEGA 200830775

Cartago, Costa Rica 2014



engineerscanada

Escuela Acreditada por el
Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB)

Profesor Asesor

Ing. Carlos Piedra.

Asesor Industrial

Ing. Mauricio Mendoza.

Tribunal Examinador.

Ing. Luis Gómez.

Ing. Juan Rojas.

INFORMACIÓN ESTUDIANTE Y EMPRESA

Información del estudiante

Nombre: Karla Vega Vindas

Cédula: 11418 0657

Carné TEC: 200830775

Dirección de residencia en tiempo lectivo: Frente las unidades deportivas de la Universidad de Costa Rica, Sabanilla, San Pedro, Costa Rica

Dirección de residencia en tiempo no lectivo: 25m Norte de la Marisquería Don Beto, Barrio Boston, Pérez Zeledón, Costa Rica.

Teléfono celular: 8950 4987

Correo electrónico: karlavega90@gmail.com

Información del proyecto

Nombre del proyecto: Diseñar una propuesta de gestión de mantenimiento basado en un Cuadro de Mando Integral, para el Departamento de Facilidades de una planta de manufactura de dispositivos médicos.

Profesor asesor: Ing. Carlos Piedra.

Horario de trabajo del estudiante: Lunes a viernes: 7.00am-5.00pm.

Información del proyecto

Dirección: Global Park, ubicado en Aurora, Heredia

Actividad principal: Manufactura de dispositivos para la administración de medicamentos.

Teléfono: (506) 22095000

Dedicatoria

A mi madre Damaris, y mi padre Roberto.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante y esfuerzo realizado para que yo pudiera lograr mis objetivos, pero más que nada por su amor. Los Amo!

A mis hermanos, Lizeth, Roberto y Joiner.

Por su apoyo y amor, por ser un impulso y motivación para seguir adelante.

Agradecimientos

Primeramente agradecer a Dios, por haberme permitido llegar a este punto, regalarme salud para lograr mis objetivos y por su amor incondicional.

A mis padres, por el esfuerzo realizado durante mi periodo de estudios, por el gran apoyo, por ser un pilar en mi vida.

A Gustavo, por la paciencia, amor, y apoyo demostrado durante todo el tiempo que ha compartido a mi lado.

A mis familiares que se han preocupado por la finalización de esta etapa, a Madrina por su amor, por su gran apoyo y ser como una segunda madre.

Agradecerle a todos los compañeros con los que compartí dentro y fuera de las aulas, por su cariño y apoyo demostrado.

Al Ing. Carlos Piedra, por la colaboración en el desarrollo de este proyecto, por la experiencia transmitida y consejos realizados durante el proceso.

A todo el personal del Departamento de Facilidades, por aceptarme como miembro de su equipo de trabajo, por el tiempo y conocimiento compartido.

Al Ing Mauricio Mendoza, por darme la posibilidad y creer en mis capacidades para el desarrollo de esta etapa final de mis estudios en su Departamento, que junto con los señores Kenneth Fallas, Jimmy Chacón, Olman Robles, Roger Robles, Johnny Leal, Manuel Alvarado, Jairo Quesada, Gerardo, y Daniel Méndez me han transmitido parte de su conocimiento.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1. Introducción	4
1.1 Introducción	4
1.2 Preguntas de Investigación.....	5
1.3 Problema y Situación Actual	5
1.3 Justificación del Proyecto.....	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Específicos	7
1.5 Alcances	8
1.6 Descripción de la empresa.....	9
1.6.1 Departamento de Facilidades	9
1.6.1.1 Organigrama del Departamento de Facilidades.	11
1.6.1.2 Misión.....	12
1.6.1.3 Visión	12
1.6.1.4 Valores	12
Capítulo 2. Evaluación del Departamento de Facilidades	13
2.1 Mantenimiento de Clase Mundial.....	13
Fuente: Material Didáctico de administración de Mantenimiento II.....	14
2.2 Análisis y diagnóstico en el área de Mantenimiento.....	15
2.3 Norma Covenin 2500 (1993).....	17
2.3.1 Definición de las variables de la Norma que se van a utilizar en la evaluación del Departamento de Facilidades.....	20

2.3.2 Escala de Medición	27
2.3.3 Ficha de Evaluación	28
2.4 Evaluación al Departamento de Facilidades.	29
2.4.1 Descripción de la situación encontrada en el Departamento de Facilidades.....	29
2.4.2 Sistemas que componen el Departamento de Facilidades.....	33
Torres de enfriamiento	33
Sistema de Agua fría para cuarto limpio.	33
Sistema de chiller de glicol para cuarto limpio.....	33
Sistema OFCA (Oil Free Compress Air).....	33
2.5 Aplicación de la Norma Covenin	34
2.5.1 Resultados Obtenidos	36
2.5.2 Análisis de los resultados.	37
2.5.3 Áreas a las que se desea impactar con las propuestas de Gestión para el Departamento.	47
Capítulo 3. Gestión por Procesos	48
3.1. Gestión por Procesos	48
3.1.2 Diagramas de flujo.	50
3.1.3 Ficha de Proceso	51
3.2 Procesos del Departamento de Facilidades.....	52
Capítulo 4. Propuesta de gestión basada en un Cuadro de Mando Integral..	54
4.1 Evaluación de resultados y la necesidad de un Balanced Scorecard.	54
4.2 Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard.	56
4.2.1 Orígenes del Balance Scorecard.....	56

4.2.2 El Cuadro de Mando Integral como sistema de medición.....	57
4.2.3 Perspectivas Principales del Cuadro de Mando Integral.	59
4.2.4 Fases para la elaboración de un Cuadro de Mando Integral.	62
4.3 Propuesta de diseño del Cuadro de Mando integral al Departamento de Facilidades.	69
4.3.1 Metodología	69
4.3.2 Misión del Departamento	70
4.3.3 Análisis FODA.....	70
4.3.4 Definición de objetivos.	72
4.3.5 Mapa estratégico.....	77
4.2.5 Determinación de los indicadores.	79
Capítulo 7. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	101
7.1 Evolución del Concepto de Mantenimiento.	101
7.1.1 Primera generación.	101
7.1.2 Segunda generación.	102
7.1.3 Tercera generación	102
7.2 Mantenimiento y RCM	102
7.2.1 Funciones y parámetros de funcionamiento.....	103
7.2.3 Fallas Funcionales	104
7.2.4 Modos de falla.....	104
7.2.5 Efectos de la falla.....	104
7.2.6 Tareas Proactivas.	105
7.2.7 Grupos de Revisión.....	105

7.3 Técnica de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Departamento de Facilidades	107
7.3.1 Grupo de trabajo	107
7.3.2 Seleccionar las Máquinas	109
7.3.3 Análisis de criticidad.....	109
7.3.4 Elaboración de un análisis de criticidad para el Departamento de Facilidades.....	110
7.3.5 Análisis de Criticidad.....	114
7.3.6 Formación del archivo técnico.....	115
7.3.7 Estudio técnico de las máquinas.....	115
7.3.8 Recopilación y Análisis de Fallas	116
7.3.9 Nivel de Análisis del equipo	118
7.3.10 Determinar los índices de funcionamiento.....	119
7.3.11 Definir los objetivos específicos del PMP-RCM.....	119
7.3.12 Elaboración de la Hoja de Trabajo RCM	120
7.3.12 Manual de Mantenimiento	123
Conclusiones y Recomendaciones	130
Conclusiones.....	130
Recomendaciones	131
Bibliografía	132
Apéndice	134

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama del Departamento de Facilidades.	11
Figura 2. Pilares del Mantenimiento de Clase Mundial.....	14
Figura 3. Polígono de Productividad del Mantenimiento.....	16
Figura 4. Relación del Departamento de Facilidades con la Central de Mantenimiento.....	31
Figura 5. Ficha de Evaluación.	46
Figura 6. Gestión por Procesos.....	48
Figura 7. Símbolos de Flujograma.....	50
Figura 8. Fichas de procesos.....	52
Figura 9. Barreras para la ejecución de la estrategia.	55
Figura 10. Perspectivas del CMI.....	59
Figura 11. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral.....	59
Figura 12. Proceso para la elaboración de un CMI.....	63
Figura 13. Proceso del CMI.....	64
Figura 14. Mapas Estratégicos.....	66
Figura 15. Estructura física del CMI.....	72
Figura 16. Mapa estratégico del Departamento de Facilidades.....	78
Figura 18. Señalización del CMI.....	96
Figura 19. Evolución del Mantenimiento.....	102
Figura 20. Grupo de Trabajo de RCM.....	106
Figura 21. Etapa de Compresor Centac.....	116
Figura 22. Nivel de análisis del RCM.....	118
Figura 23. Parámetros de Funcionamiento del Compresor Centac.	119

Índice de Tablas

Tabla 2. Factores a Evaluar con la Norma Covenin 2500-93	19
Tabla 3. Porcentaje del Departamento por área que se evaluó.....	36
Tabla 4. Áreas a impactar del Departamento de Facilidades	47
Tabla 5. Indicadores en Atraso y Adelanto	68
Tabla 6. Análisis FODA del Departamento de Facilidades.....	71
Tabla 7. Objetivos de la perspectiva Financiera	73
Tabla 8. Objetivo de la Perspectiva al Cliente.	74
Tabla 9. Objetivos de la Perspectiva de Procesos Internos.....	75
Tabla 10. Objetivos de la Perspectiva de Desarrollo y Aprendizaje.....	76
Tabla 11. Indicadores de la perspectiva Financiera.....	79
Tabla 12. Indicadores de la perspectiva al cliente.	82
Tabla 13. Indicadores de Procesos Internos	89
Tabla 14. Indicadores de la Perspectiva de aprendizaje y desarrollo	91
Tabla 15. Ejemplo de codificación de los indicadores	91
Tabla 16. Código de los indicadores para las distintas perspectivas.....	92
Tabla 17. Descripción de los indicadores	93
Tabla 18. Cuadro de Mando Integral Perspectivas Financiera y al Cliente.....	98
Tabla 19. Cuadro de Mando Integral de las perspectivas Internas y de Formación.	99
Tabla 20. CMI propuesto para colocar de manera física en el Departamento.	100
Tabla 21. Conjunto de trabajo para el RCM	108

Tabla 22. Equipos del Departamento de Facilidades.	109
Tabla 23. Aspectos a evaluar en la criticidad de los equipos.....	111
Tabla 24. Impacto en la seguridad y medio ambiente	112
Tabla 25. Impacto a la producción y producto	113
Tabla 26. Impacto al valor económico de los equipos.	113
Tabla 27. Tabla de criticidad de los equipos del Departamento de Facilidades.....	114
Tabla 28. Características del Compresor Centac	116
Tabla 29. Fallas Totales del Compresor Centac.....	117
Tabla 30. Tabla resumen de las fallas del Compresor Centac	117
Tabla 31. Sección de la hoja de RCM Modo de falla.....	122
Tabla 32. Diferentes tipos de efecto en los equipos	123
Tabla 33. Diferentes tipos de acción proactiva.	123
Tabla 34. Simbología de la periodicidad de las tareas.	124
Tabla 35. Simbología para la especialidad de técnicos.	125
Tabla 36. Manual de Mantenimiento Preventivo.....	126
Tabla 37. Manual de Mantenimiento Predictivo.....	127
Tabla 38. Lista de repuestos del Compresor Centac.....	128
Tabla 39. Plan para el Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo.....	129

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Tareas eventuales del día.....	80
Ecuación 2. Tercerización del Mantenimiento.	81
Ecuación 3. Trabajos con cronograma	83
Ecuación 4. Nivel de servicio.....	83
Ecuación 5. Tiempo medio entre fallas.....	84
Ecuación 6. Tiempo medio para reparación.	85
Ecuación 7. Disponibilidad.....	85
Ecuación 8. Planificación de trabajo.	86
Ecuación 9. Cumplimiento del Mto Planificado	87
Ecuación 10. Mantenimiento Preventivo/Predictivo.	87
Ecuación 11. Mantenimiento Correctivo	88
Ecuación 12. Actitudes inseguras.....	90
Ecuación 13. Seguridad laboral.....	90

Glosario

RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

Sistema OFCA: Oil Free Compressed Air (Aire comprimido libre de Aceite)

CMI: Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard/BSC)

AMFE: Análisis de modo de fallas y efectos

TEC: Tecnológico de Costa Rica

PM: Preventive Maintenance (Mantenimiento Preventivo)

CM: Corrective Maintenance (Mantenimiento Correctivo)

DM: Demand Maintenance (Mantenimiento por demanda)

MP2: Software de gestión de mantenimiento preventivo utilizado por la empresa administrado por el Departamento Central de mantenimiento.

BAS: Sistema de interfaz usuario-máquina con los equipos del Departamento de Facilidades.

Resumen

En una actualidad llena de desafíos y competencias, las empresas deben buscar la forma de enfrentarse a esos retos. Es por lo anterior que están adoptando nuevos sistemas de gestión que ayuden a tener una visión clara de las estrategias a seguir. El Cuadro de Mando Integral busca que los objetivos estratégicos de las empresas se conviertan en acciones, y debido a este enfoque es que las empresas y sus dirigentes están buscando implementarlo como un nuevo sistema para administrar sus organizaciones.

Para la implementación de un sistema como el del Cuadro de Mando Integral se debe seguir una estructura, que a diferencia de muchas ideologías administrativas, no le da un enfoque total al factor financiero, sino que realiza un análisis por igual a las distintas perspectivas que lo representa, entre ellas se pueden mencionar la satisfacción del cliente, la calidad del trabajo y la satisfacción del personal. Lo anterior convierte este sistema en un sistema de gestión completo.

En el siguiente proyecto se presenta una propuesta de diseño de una gestión de Mantenimiento basado en un Cuadro de Mando Integral, adaptado a la situación real del Departamento de Facilidades. Además se realiza un análisis de criticidad para los equipos que constituyen el Departamento de Facilidades y son los encargados de mantener las condiciones de los insumos básicos (aire comprimido, agua destilada, aire acondicionado), realizando un RCM para el equipo que se seleccione, proponiendo un manual de mantenimiento preventivo.

Palabras Clave: CMI, RCM, Manuales de Mantenimiento Preventivo, Criticidad de equipos, Sistema de Gestión

Abstract

In a society full of challenges and competition, companies must find ways to cope with these challenges. It is for this reason that companies are adopting new management systems to help have a clear view of the strategies. The Balanced Scorecard (BSC) seeks to turn strategic business objectives into actions, and because of this approach is that companies and their leaders are seeking to implement it as a new system for their companies.

To implement a system such as the Balanced Scorecard companies it's needed to follow a structure, unlike many previous administrative ideologies, the BSC doesn't give total focus to the financial factor, but it analyzes equally the different perspectives that it represents, among them we can mention customer satisfaction, quality of work and satisfaction. The above makes this system a complete management system.

A design proposal for implementing a maintenance management based on a scorecard, adapted to the actual situation of the Department of Facilities is presented in the next project. It also includes an analysis of criticality for teams that make up the Facilities Department and are responsible for maintaining the conditions of basic inputs (compressed air, distilled water, air conditioning), making a RCM for the selected team, and such analysis is done by proposing a manual of preventive maintenance.

Keywords: BSC, RCM, Preventive Maintenance Manuals, Criticality of equipment management system

Capítulo 1. Introducción

1.1 Introducción

Un sistema de gestión es una estructura probada para la administración y mejora continua de las políticas, los procedimientos y procesos de la organización. Ayuda a que las empresas funcionen como unidades con una visión compartida. A fin de lograr los objetivos de la organización mediante una serie de estrategias, que incluyen la optimización de procesos, el enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado.

Además ayuda a cumplir los objetivos de la organización mediante una serie de estrategias, que incluyen la optimización de procesos, el enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado. Con el paso del tiempo, las empresas se dieron cuenta que se debía gestionar el mantenimiento, es decir darle mayor importancia e interacción con otras funciones. Por lo anterior es importante que la ejecución diaria de las labores de mantenimiento, tanto de las tareas planificadas como las no programadas tienen que ser evaluadas y las desviaciones controladas para orientarse continuamente hacia los objetivos del Departamento.

Es de ahí que da inicio el siguiente proyecto, realizado para el Departamento de Facilidades de una empresa manufacturera de productos médicos, por lo que debe cumplir con exigentes estándares de calidad, donde las condiciones básicas de aire acondicionado, aire comprimido, y temperatura de los cuartos limpios de producción son de suma importancia. En el siguiente proyecto se propone una mejora a la gestión actual de Mantenimiento, mediante el uso de la estrategia de Cuadro de Mando Integral (CMI) o conocido también como Balanced Scorecard (BSC).

El Cuadro de Mando Integral ofrece una hoja de ruta sistemática e integral para las organizaciones, se debe recordar que es importante medir el desempeño de las labores de las empresas, ya que lo que no se puede medir no se puede controlar.

1.2 Preguntas de Investigación.

¿Cuál es la documentación actual con que cuenta el Departamento de Facilidades?

¿Cómo se evalúa actualmente el desempeño del Departamento?

¿Es necesario elaborar e implementar documentación y herramientas nuevas para evaluar el desempeño del Departamento?

¿De qué forma se realizaron los manuales de Mantenimiento Preventivo en el Departamento?

¿A cuales equipos valdría la pena revisar e incluir nuevas tareas en los manuales de Mantenimiento Preventivo basado en la técnica de RCM?

1.3 Problema y Situación Actual

El Departamento de Facilidades actualmente se encuentra realizando el mantenimiento preventivo, el correctivo, el programado y el predictivo sin un análisis de los resultados obtenidos, a pesar de que registra la información que se obtiene de las órdenes de trabajo. La información se archiva en un sistema digital llamado MP2, pero el Departamento no extrae la información ni realiza un análisis de los resultados obtenidos, por lo que no tienen una visión clara de hacia dónde se dirigen con los mantenimientos realizados, si son efectivos, o no lo son, o si estos por el contrario son excesivos.

Por otro lado, los manuales de mantenimiento preventivo no han sido revisados desde el inicio de la empresa en el país, y en consecuencia es importante realizar una revisión a los manuales que componen el departamento, y verificar la criticidad en los procesos

productivos, para conocer sí las tareas de mantenimiento son las adecuadas a la situación de la empresa.

1.3 Justificación del Proyecto

“Lo que no se puede medir no se puede controlar; lo que no se puede controlar no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar no se puede mejorar” Jorge Gregorio Aldana. Es importante que las empresas que pretenden alcanzar un mantenimiento de clase mundial, trabajen en la obtención de indicadores, ya que es la única forma de evaluar el trabajo que se está realizando y saber la dirección de la organización.

El desarrollo de un CMI permitirá al Departamento utilizar los recursos de una forma eficiente, además ayudará a que el personal se encuentre involucrado de una forma más directa con los objetivos del Departamento, lo cual impactará de forma directa en un mejor desempeño. Otra de las ventajas de utilizar índices es que el Departamento de Facilidades hará uso de la información que se archiva de las órdenes de trabajo, y por lo tanto se van a conocer mejor los equipos, las frecuencias de falla, permitiendo buscar metas y mejorar en el trabajo que realiza actualmente.

Sin la implementación de un sistema de gestión, sino se controlan los indicadores del Departamento, como se ha hecho hasta el momento, se podría dejar al cliente insatisfecho, ya que se pueden generar no conformidades, que son documentos oficiales, donde se indica que Facilidades no realiza sus labores con la calidad requerida por el cliente, utilizar más recursos de los que se requieren, y se podría perder la oportunidad de implementar otras técnicas de mejora continua que permita llegar a tener un mantenimiento de clase mundial.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de Gestión de Mantenimiento, mediante la elaboración de un Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard), para otorgar claridad a los objetivos que busca alcanzar el Departamento de Facilidades.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Identificar y evaluar el sistema actual de gestión de mantenimiento del Departamento de Facilidades mediante el uso de una guía de diagnóstico, con el fin de definir el grado de madurez respecto de los estándares de clase mundial para este tipo de industria .
2. Desarrollar una estrategia de Cuadro de Mando Integral, elaborando objetivos, índices de evaluación, frecuencias de medición y responsables dentro del Departamento.
3. Elaborar un análisis de criticidad para seleccionar el equipo del Departamento al que se va a realizar un análisis basado en la confiabilidad (RCM), para obtener una actualización de las tareas preventivas realizadas.
4. Elaborar la hoja de trabajo RCM que contempla la definición de las funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos y acciones proactivas para el equipo seleccionado, con el fin de realizar un manual de Mantenimiento Preventivo.

1.5 Alcances

Se desea obtener un panorama claro de la documentación con la que cuenta, actualmente el Departamento, para identificar oportunidades de mejora en el tema de estandarización y normalización de los procesos, con la finalidad de documentar la información a utilizar en el proyecto siguiendo un proceso trazable y reproducible.

Se obtendrán los objetivos o metas presentes actualmente en el Departamento, sino se tienen claras las metas a alcanzar por el Departamento, se establecerán nuevos objetivos basados en la misión y visión existente, con el fin de obtener esa claridad, siendo cada objetivo medible mediante el uso de indicadores.

Con el Cuadro de Mando Integral se busca obtener un sistema de gestión que permita traducir una estrategia en objetivos concretos, y evaluar el desempeño del Departamento en relación con esos objetivos o metas establecidos.

Se busca además clasificar adecuadamente los equipos y procesos que tiene a cargo el Departamento de Facilidades, mediante una tabla de criticidad, lo anterior para definir una primera ruta en el inicio del proyecto. Además de utilizar la técnica de RCM para elaborar un manual de mantenimiento preventivo para el equipo seleccionado de la tabla de criticidad elaborada.

1.6 Descripción de la empresa

La empresa se estableció en Costa Rica a partir de 1999, ubicada en el Global Park, en la provincia de Heredia. Es una compañía global, especializada en fármacos y dispositivos para administración de medicamentos.

Como líder mundial en fármacos genéricos inyectables, ofrece uno de los más amplios catálogos para cuidados agudos y oncología, así como soluciones integradas de terapia de infusión y administración de medicamentos. Asimismo, es un importante proveedor de servicios de fabricación de fármacos inyectables para compañías farmacéuticas y biotecnológicas propietarias de patentes, actuando en todas las fases del proceso de elaboración y acondicionamiento final del producto terminado. Los productos de su extenso catálogo se utilizan en hospitales, clínicas, hospitalización a domicilio y residencias geriátricas. La empresa también es pionera en la oferta de soluciones innovadoras para mejorar la seguridad del paciente y de los profesionales de la salud.

La compañía en el país se encarga de la producción de bombas de infusión y vías médicas, mediante las cuales ingresa el medicamento a los pacientes. El nombre deriva de las palabras hospital, espíritu, inspirar y la palabra latina espero, que significa esperanza. Refleja el enfoque fundamental de la compañía, y expresa esperanza y optimismo, cruciales en el sector de la atención sanitaria.

1.6.1 Departamento de Facilidades

Para la manufactura de productos médicos, como los que produce la empresa, es importante que se cumplan una serie de estándares de calidad, ya definidos internacionalmente, así que como se mencionó anteriormente, el Departamento de Facilidades es el encargado de garantizar esas condiciones.

Para realizar dicha función se cuenta con distintos equipos que en conjunto forman sistemas, y son importantes para que la calidad del producto se mantenga, y con esto el prestigio de la empresa. Entre esos equipos se pueden destacar los chiller de agua, chiller de glicol, compresores de aire libres de aceite, manejadoras de aire, torres de enfriamiento, equipos de purificación de agua. El Departamento de Facilidades es el encargado de monitorear, asegurar su funcionamiento y darles mantenimiento a todos estos equipos indispensables para producción.

El Departamento tiene contacto directo con toda la empresa en general, ya que es el encargado de brindar las facilidades de confort y energía para toda la empresa, y además las condiciones específicas para los cuartos limpios, sin embargo, tiene especial contacto con la Central de Mantenimiento, que es el encargado de administrar el Software de administración de mantenimiento preventivo, correctivo, programado y predictivo MP2, que es el software utilizado por la empresa.

Además de la Central de Mantenimiento, Facilidades tiene contacto frecuente con el departamento llamado Stockroom, ya que es el encargado de la gestión de los repuestos en la empresa.

La empresa trabaja las 24 horas del día, por lo anterior debe encontrarse personal de facilidades todo el tiempo, dividiéndose en cuatro turnos comprimidos para los técnicos. El Departamento está constituido mediante personal de distintas ramas de la ingeniería, técnicos, y personal de documentación y administración. Se compone de un Gerente de Departamento, Supervisores de Facilidades, Ingeniería de documentación, un dibujante, técnicos líder de turno y los técnicos respectivos por turno.

1.6.1.1 Organigrama del Departamento de Facilidades.

La empresa utiliza un sistema jerárquico centralizado.

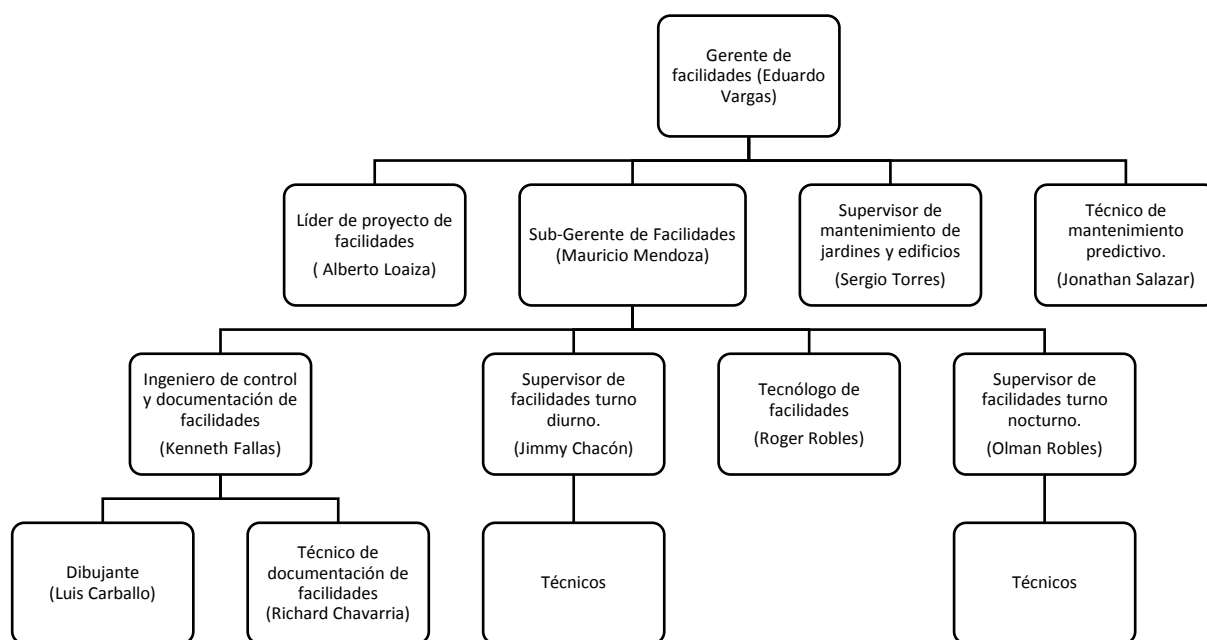


Figura 1. Organigrama del Departamento de Facilidades.

Fuente: Departamento de Facilidades. MS Word.

Dentro de la empresa el Gerente de Facilidades, debe reportarle al Gerente del Departamento de Ingeniería, y este le reporta al Gerente de Planta, que tendría el rango más alto dentro en la planta de Costa Rica.

1.6.1.2 Misión

“Facilidades es el Departamento que se encarga de mantener las utilidades y facilidades de la empresa en buen funcionamiento, con la mejor eficiencia y los más estrictos estándares de seguridad y calidad, con el fin de brindar un buen servicio las 24 horas del día, los 365 días del año”

1.6.1.3 Visión

“Ser un departamento vanguardista, soportado en una mejora continua y constante de todos nuestros sistemas con la integración o sustitución de componentes de la más alta tecnología y calidad, y en el mantenimiento de nuestros sistemas de la forma más eficiente y eficaz que optimice la utilización de los recursos materiales y humanos; para seguir cumpliendo con éxito todas las solicitudes de nuestros clientes internos al costo más bajo posible”

1.6.1.4 Valores

- a. Integridad
- b. Velocidad
- c. Espíritu Emprendedor
- d. Sentido de Pertenencia

Capítulo 2. Evaluación del Departamento de Facilidades

2.1 Mantenimiento de Clase Mundial.

Toda organización debe estar enfocada en la búsqueda hacia la excelencia empresarial.

“Lo bueno es enemigo de lo excelente. Y lo excelente es enemigo del desarrollo” (Luis Felipe sexto)

La aspiración legítima de alcanzar la excelencia temporal en el mantenimiento, lleva a la idea de lo que se denomina Mantenimiento de Clase Mundial. Se puede definir como, satisfacción y superación de las expectativas y necesidades del mantenimiento, de la organización con referencia a la potencialidad que proporcionan las tecnologías del momento, y la relación con el contexto social y de mercado de hoy, relacionadas con la seguridad, el medio ambiente, la calidad y la economía.

El objetivo del mantenimiento es garantizar la competitividad de la empresa por medio de la disponibilidad y confiabilidad en cualquier lugar del mundo, al precio más bajo posible, cumpliendo con todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, con todas las normas de seguridad y medio ambiente buscando un máximo beneficio global.

El Mantenimiento de Clase Mundial fue un concepto desarrollado en la década de los 80 para aumentar la productividad de las empresas, es un conjunto de ideas y fuerzas dirigidas a reorientar la estrategia de manutención un enfoque de mantenimiento pro-activo, disciplinado en prácticas estandarizadas, gestión autonómica, competitivo y con índices de desempeño de clase mundial.

La categoría de Clase Mundial, exige la focalización de los siguientes aspectos.

- Excelencia en los procesos medulares.
- Calidad y rentabilidad de los productos
- Motivación y satisfacción del personal y los clientes.
- Máxima confiabilidad.
- Logro de producción requerida.
- Máxima seguridad personal.
- Máxima protección ambiental.

La manufactura de clase mundial se enfoca en una gerencia mixta y se utiliza principalmente para brindar todos los recursos para una mejora continua.

Los pilares del Mantenimiento de Clase Mundial (WCM), son la base estratégica sobre la cual se cimienta la filosofía del mejoramiento continuo.

Templo estructural de WCM

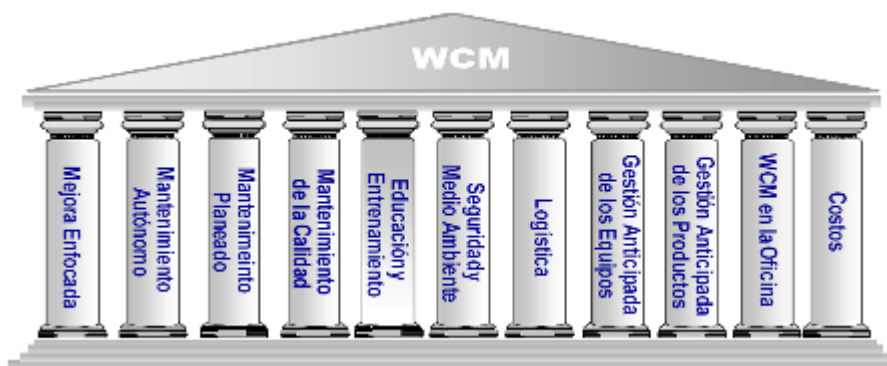


Figura 2. Pilares del Mantenimiento de Clase Mundial

Fuente: Material Didáctico de administración de Mantenimiento II

2.2 Análisis y diagnóstico en el área de Mantenimiento.

En el aspecto de organización de empresas, se puede definir un Sistema como “Un conjunto de procesos que interactúan y se relacionan para alcanzar objetivos definidos, a su vez, los procesos son formados por un conjunto de tareas ejecutadas de forma ordenada” (*Administración del moderna del Mantenimiento* p.11) Los sistemas de mantenimiento desempeñan una función clave para apoyar a los sistemas de producción de bienes o servicios y contribuir al logro de los objetivos organizacionales. Para que el mantenimiento pueda ejercer este rol, todos los componentes del sistema deben estar diseñados adecuadamente, ser evaluados periódicamente y mejorados continuamente de acuerdo a la evaluación realizada.

La primera etapa para la implantación de un sistema de gestión e información gerencial se constituye en la investigación de las necesidades de los usuarios y en la evaluación de criterios para la recolección de datos, en función de los tipos de informes deseados.

Durante esta etapa se elige el proceso a ser utilizado (Manual o Automatizado), de acuerdo con las metas, los plazos a ser alcanzados, la confiabilidad deseada y los costos involucrados.

El diagnóstico de la función de mantenimiento consiste en el examen y evaluación que se realiza a un factor para establecer el grado de eficiencia y eficacia en la planificación, control y uso de los recursos y para comprobar el cumplimiento de las disposiciones establecidas, con el objetivo de verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y tópicos examinados. Es un examen objetivo y sistemático de evidencias con el fin de proporcionar una evaluación independiente del desempeño de la función, la cual tiene como propósito mejorar la acción de la administración y facilitar la toma de decisiones de los responsables de supervisar o implementar las acciones recomendadas.

El análisis y diagnóstico, fue originalmente concebido como es presentado en la siguiente figura, cuando se denominó “Polígono de Productividad del Mantenimiento” o “Radar de Mantenimiento”

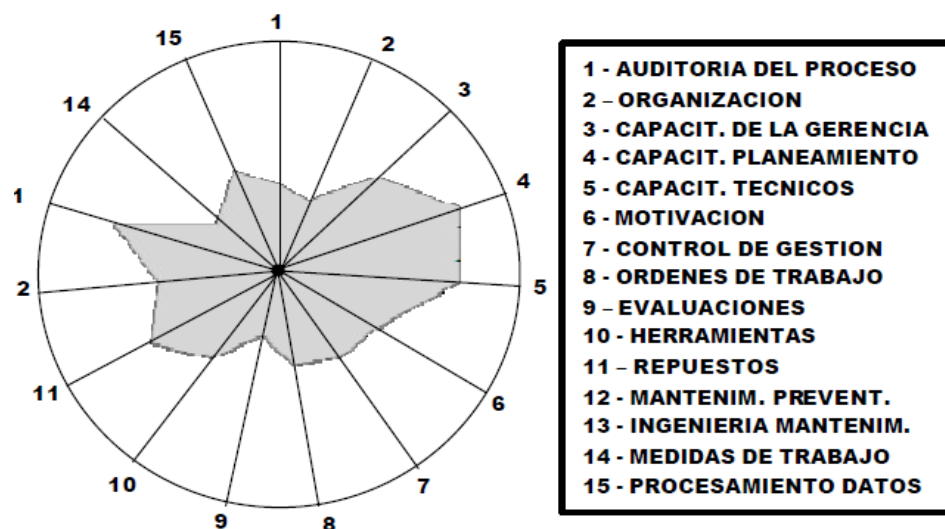


Figura 3. Polígono de Productividad del Mantenimiento

Fuente: Libro “Administración Moderna del Mantenimiento”

El método se desarrolló, en el sentido de formar un grupo de trabajo de la propia empresa que, asesorado o no por consultores externos, evalúe la situación de los distintos aspectos de la gestión del mantenimiento. Este grupo de trabajo, coordinado por el gerente de mantenimiento, deberá estar compuesto por representantes de las áreas de ejecución del mantenimiento y otras directamente e indirectamente relacionadas a ésta, algunos tendrán su participación limitada solamente a los temas de sus niveles de acción.

Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento. El control del mantenimiento significa coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia.

Un sistema eficaz de operación y control debe incorporar todas las siguientes características:

- Demanda de mantenimiento (es decir, qué trabajo tiene que hacerse y cuándo).
- Recursos de mantenimiento (es decir, quién hará el trabajo y qué materiales y herramientas requiere).
- Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo).
- Normas de rendimiento y calidad (es decir, cuánto tiempo se requerirá para hacer un trabajo y las especificaciones aceptables).
- Retroalimentación, monitoreo y control (es decir, el sistema debe generar información de la planta; también es esencial un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control).

Para la evaluación de la gestión de mantenimiento es necesaria la generación de metodologías y herramientas, para evaluar las causas y buscar una mejora sustancial que permita obtener resultados operacionales y financieros, analizando no solo lo que hace el mantenimiento en sí, sino qué tan bien lo hace.

2.3 Norma Covenin 2500 (1993)

La creciente exigencia del mercado, en áreas relacionadas con la calidad de los servicios y procesos, así como, la necesidad de homologación de criterios en el área de la normalización y certificación de la calidad, lleva al Estado Venezolano, en el año de 1958, a la promulgación del Decreto oficial N° 501 para la creación de la Comisión Venezolana de Normas Industriales, Covenin.

La Norma 2500-93 venezolana contempla la evaluación de los sistemas de mantenimiento de empresas manufactureras mediante el análisis y la calificación de cuatro factores fundamentales. Este sistema de evaluación es un método cuantitativo

utilizado para determinar la capacidad de gestión de mantenimiento de las empresas; para alcanzar este objetivo la norma analiza doce áreas, estableciendo criterios para la ponderación de diversos principios básicos que deben existir para el logro de los objetivos de mantenimiento y para la ponderación de los deméritos que restan valor a los respectivos principios básicos.

El manual está enfocado para su aplicación en empresas o plantas en funcionamiento.

La Norma determina la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

Como se observa en la siguiente tabla, los factores anteriores se dividen en distintas áreas, que se subdividen en diferentes principios básicos de los que más adelante se va a detallar. Lo anterior permite una evaluación certera del Departamento desde diferentes perspectivas, facilitando una auditoría completa.

Tabla 1. Factores a Evaluar con la Norma Covenin 2500-93

Factor	Área	Principio Básico
Organización de la empresa	Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades 2. Autoridad y autonomía.
	Apoyo logístico	1. Apoyo administrativo 2. Apoyo gerencial 3. Apoyo general.
Organización de la función de Mantenimiento	Organización de mantenimiento.	1. Funciones y responsabilidades 2. Autoridad y autonomía. 3. Sistema de información.
	Apoyo logístico	1. Apoyo administrativo. 2. Apoyo gerencial. 3. Apoyo general.
Planificación, Programación y Control de las Actividades de Mantenimiento.	Planificación de Mantenimiento	1. Objetivos y metas. 2. Políticas para la planificación. 3. Control y evaluación.
	Mantenimiento rutinario.	1. Planificación. 2. Políticas para la planificación. 3. Control y evaluación.
	Mantenimiento Programado.	1. Planificación. 2. Programación e implantación. 3. Control y evaluación.
	Mantenimiento circunstancial.	1. Planificación. 2. Programación e implantación. 3. Control y evaluación.
	Mantenimiento correctivo.	1. Determinación de parámetros. 2. Planificación. 3. Programación e implantación.
	Mantenimiento Preventivo.	1. Determinación de parámetros. 2. Planificación. 3. Programación e implantación. 4. Control y evaluación.
	Mantenimiento por avería.	1. Atención a las fallas. 2 Supervisión y ejecución. 3. Información sobre las averías.
Competencia del personal	Personal de Mantenimiento	1 Cuantificación de necesidades de personal
		2. Selección y formación.
		3. Motivación e incentivos.

Fuente: Norma Covenin, adaptado por la autora.

2.3.1 Definición de las variables de la Norma que se van a utilizar en la evaluación del Departamento de Facilidades.

Es importante destacar que a la Norma Covenin 2500-93 se le realizaron algunas adaptaciones, para un mayor ajuste con el Departamento, por lo tanto las definiciones son unicamente las que se utilizaron en la evaluación y no las de toda la Norma.

Organización del Mantenimiento

Principios Básicos

- Roles y Responsabilidades: La Organización de Mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la empresa y posee un organigrama para ésta. Se tiene documentación escrita de los roles y responsabilidades para los diferentes puestos de trabajos requeridos en los departamentos dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados.
- Autoridad y autonomía: Las personas asignadas a mantenimiento cuentan con el apoyo de la gerencia, poseen autoridad y autonomía para el desarrollo, cumplimiento y las funciones y responsabilidades establecidas.
- Sistema de información: La organización de mantenimiento posee un sistema de información que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento para la toma de decisiones (registro de fallas, programación de fallas, estadística, horas hombre, costos, información)

Planificación del mantenimiento.

Principios Básicos

- Planificación del mantenimiento operacional: La Organización cuenta con una infraestructura y procedimientos de trabajo para que las acciones de mantenimiento operacional sean ejecutadas en forma organizada. El Departamento de operaciones tiene claramente establecidas las actividades diarias de mantenimiento operacional que deben realizar a los equipos, tales como; limpieza cotidiana, tareas de lubricación, ajustes, apriete de tornillos e inspecciones, algunos reemplazos y reparaciones menores. Estas actividades deben ser registradas y documentadas adecuadamente en el sistema de información para garantizar la comunicación eficaz de mantenimiento.
- Programación y ejecución del mantenimiento operacional: La ejecución de las acciones del mantenimiento operacional están programadas de manera que el tiempo de ejecución es parte del proceso productivo, la frecuencia de ejecución establecida y en su mayoría se realiza por cada rotación de guardia. La ejecución de este mantenimiento lleva consigo una supervisión operacional que permite controlar la ejecución de dichas actividades.
- Control y evaluación del mantenimiento operacional: Existe un procedimiento de trabajo donde el Departamento de operaciones en conjunto con el de mantenimiento disponen de mecanismos que permitan llevar los registros y control de mantenimiento.

Planificación y programación del mantenimiento

Principios Básicos

- Objetivos y metas: La organización de mantenimiento cuenta con la función de planificación y programación de mantenimiento, la cual debe tener un plan de acción claro y detallado, con objetivos y metas establecidas de cada una de las necesidades de los activos y los tiempos de realización de acciones de mantenimiento que garanticen la disponibilidad de los sistemas
- Políticas para la planificación y programación: La organización de mantenimiento ha establecido una política general que involucra campo de acción, justificación, medios y objetivos que persigue. Existen políticas que garantizan los recursos necesarios para disponer de planificación y programación para la ejecución de cada una de las acciones de mantenimiento.
- Control y evaluación: La organización de mantenimiento cuenta con un sistema de señalización o codificación lógica y secuencial que permite registrar información del proceso o cada línea, máquina o equipo en el sistema total. Se tiene elaborado un inventario técnico de cada sistema; su ubicación, descripción y datos de mantenimiento necesario para la elaboración de los planes y la programación de mantenimiento

Mantenimiento Predictivo

Principios Básicos

- Planificación del Mantenimiento Predictivo: La organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento predictivo se lleven en una forma organizada. Se tiene un programa de rutina de inspección predictiva en el cual se especifican las acciones de frecuencia desde

diaria y hasta anuales a ser ejecutadas a los activos. La organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de inspección de los elementos más importantes.

- Programación y ejecución del Mantenimiento Predictivo: La organización tiene establecidas las instrucciones detalladas para inspeccionar cada elemento de los equipos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas inspecciones, distribuidas en un calendario anual. La programación y ejecución de estas inspecciones posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades operacionales.
- Control y evaluación del Mantenimiento Predictivo: La organización dispone de mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento enmarcadas en la programación.

Mantenimiento Preventivo

Principios Básicos

- Determinación de parámetros: La organización tiene establecido por objetivo lograr la efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de equipos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad, dispone de los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre falla y los tiempos de paradas..

- Planificación del Mantenimiento Preventivo: Se cuenta con la infraestructura de apoyo requerida para realizar Mantenimiento Preventivo y se dispone de un estudio previo que le permita conocer los equipos que requieren mantenimiento.
- Programación y ejecución del Mantenimiento Preventivo: Las actividades de Mantenimiento Preventivo están debidamente planificadas y programadas, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, sin interferir con las actividades de operaciones y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva.
- Control y evaluación del Mantenimiento Preventivo: En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales de funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.

Mantenimiento por avería

Principios Básicos

- Atención a las fallas: La organización está en capacidad para atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente. La organización mantiene en servicio el sistema , logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, órdenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.

- Supervisión y Ejecución: Los ajustes, arreglos de defectos y atención de reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla. La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por el personal con experiencia en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el periodo de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.
- Información sobre las averías: La organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo.

Personal de mantenimiento

Principios Básicos

- Cuantificación de las necesidades del personal: La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de las personas que se requieren en la organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Selección y formación: La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra)
- Motivación e incentivos: La dirección de la empresa tiene conocimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal. Existen mecanismos de incentivos para mantener el

interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones. La organización de mantenimiento posee un sistema de evaluación periodica del trabajador, para fines de ascenso o aumentos salariales.

Recursos

Principios básicos

- Equipos: La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso.

- Herramientas: La organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso.

- Instrumentos: La organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.

Al finalizar la evaluación elaborada al Departamento de Facilidades, se obtiene un puntaje final que es el que clasifica al Departamento según la siguiente escala.

2.3.2 Escala de Medición

La siguiente escala se toma de la Norma Covenin 1980-89, con el fin de seguir con la misma línea de la evaluación. El índice de medición de la Gestión de Mantenimiento, se mide de acuerdo a una estimación de un nivel dentro una escala entre 0 y 10. Ésta escala determina los criterios en cada nivel, clasificando la gestión en cinco niveles.

- Excelencia 91-100%= Existe una Gestión de Mantenimiento Clase Mundial con las mejores prácticas operacionales.
- Competencia 81-90%= Existe una Gestión de Mantenimiento con tendencia a Clase Mundial, pero existen pequeñas brechas por cerrar. Es un sistema muy bueno con nivel de operaciones efectivas.
- Entendimiento 71-80%= Existe una Gestión de Mantenimiento básica, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial.
- Conciencia 51-70% Existe una Gestión de Mantenimiento básica, pero se desconocen las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial o de las filosofías de mantenimiento existente. En promedio y con oportunidades para mejorar.
- Inocencia 0-50%= No existe una Gestión de Mantenimiento básica. Por debajo del promedio con muchas oportunidades de mejora.

La evaluación permite clasificar la gestión de mantenimiento del Departamento en uno de los niveles de la norma, es importante destacar que la evaluación se realiza mediante el uso de deméritos.

Según la Real Academia Española se define como “Acto o circunstancia que reduce el valor o mérito de algo”, la Norma Covenin 2500-93 define demérito como “ Aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina

que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio”

2.3.3 Ficha de Evaluación

A continuación se describe la ficha de evaluación que utiliza la Norma para conocer el perfil de la empresa. La ficha de evaluación consiste en un formato que contiene el resultado de la evaluación. En las columnas A, B y C se presentan las diferentes áreas evaluadas con sus respectivos principios básicos y la puntuación máxima obtenible según la Covenin 2500-93. La columna D refleja la puntuación obtenida para un total de los deméritos de cada principio básico. La columna E identifica la suma total de los deméritos alcanzados en la columna D, en la columna F se coloca la diferencia entre la puntuación máxima de la columna C y el valor de la columna E. En las casillas correspondientes a los totales obtenidos, se indica la suma de las puntuaciones obtenidas en la columna F.

El valor obtenido en el punto anterior se compara con la puntuación obtenible C y se calcula el porcentaje en cada área. Gráficamente se trazan barras horizontales desde la casilla correspondiente a los totales obtenidos hasta el porcentaje parcial obtenido en cada área.

2.4 Evaluación al Departamento de Facilidades.

2.4.1 Descripción de la situación encontrada en el Departamento de Facilidades.

Durante el mes de Julio al dar inicio a la práctica profesional, se analizó la gestión existente en el Departamento, se procedió a recolectar la documentación actual, el sistema utilizado para la administración de las tareas de mantenimiento, el formato y análisis de las órdenes de trabajo, si se utiliza la información para obtener indicadores de mantenimiento y así encontrar oportunidades de mejora.

Además se buscaron las relaciones existentes entre el Departamento de Facilidades y otros departamentos dentro de la empresa, es destacable mencionar que a pesar de que el Departamento se encuentra relacionado básicamente a toda la empresa, para lo que refiere a su gestión, tiene un contacto más directo con la Central de Mantenimiento.

Es el Departamento encargado de administrar el software gestor de mantenimiento en la empresa, MP2, ahí es donde se encuentra toda la información de los planes de mantenimiento.

El Supervisor de Facilidades con su grupo de trabajo genera los planes de mantenimiento de los equipos, los PM's o Planes de Mantenimiento se deben enviar a la Central de Mantenimiento, donde ellos se encargan de archivar la información elaborada en el MP2, sin modificar nada de lo que el Departamento de Facilidades realizó, una vez introducida la información en el sistema, cada semana la Central de Mantenimiento, envía al Departamento los mantenimientos preventivos que se deben realizar a la semana siguiente, el planner o tecnólogo de facilidades distribuye esa información en los turnos de trabajo, y con la tareas ya distribuidas vuelve a enviarlos a la central para que la misma archive la información en el sistema.

Las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo o planificado se recogen en la Central, la que además de entregar las órdenes, las vuelve a recibir, archivando la información en el software. Desde el Departamento de Facilidades no se puede incluir ni modificar la información que existe en el sistema, sin embargo si tienen acceso para imprimir la información desde el sitio de trabajo. Así que a pesar de que no pueden ingresar al sistema a realizar modificaciones en la información existente, si pueden ingresar al MP2 para extraer la información recolectada por las órdenes de trabajo, o la de los manuales de mantenimiento preventivo, por lo tanto no es una razón válida para que actualmente no se realice un análisis de la información que se obtiene de las órdenes de trabajo.

La Gestión de Mantenimiento Predictivo, también es una gestión externa al Departamento, la empresa cuenta con un técnico en análisis de Mantenimiento Predictivo (termografías, análisis de vibraciones, ultrasonido y análisis de aceite), se encarga de los mantenimientos predictivos de toda la empresa, sin embargo al ser una gestión externa, el mantenimiento predictivo se realiza y si el técnico no considera necesario enviar la información obtenida al Departamento, no la envía, lo que provoca que en el Departamento se desconozcan las tendencias de los equipos

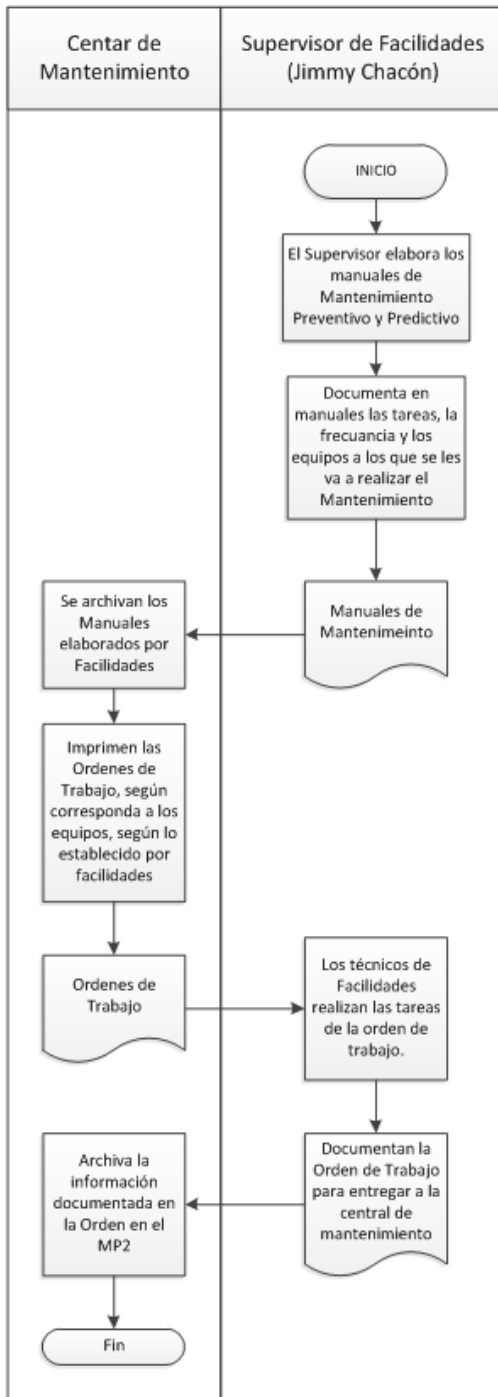


Figura 4. Relación del Departamento de Facilidades con la Central de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia en MS Visio.

El Stockroom, que es el encargado de almacenar y administrar los repuestos de toda la empresa. La relación se da de la siguiente forma, cuando ingresa un equipo al Departamento, según la experiencia o recomendaciones del fabricante se selecciona un mínimo o un máximo de los repuestos que se deben adquirir para tener en stock. Los repuestos se administran mediante un software llamado AS 400, donde se encuentra una base de datos de los repuestos existentes para cada equipo de la empresa.

Cuando un técnico o el personal del Departamento requieren un repuesto, se debe solicitar con una orden de trabajo, ya que solo de esta forma se entregan los repuestos. Se maneja un sistema de máximos y mínimos por lo que cada vez que se solicita un repuesto se actualiza en el sistema AS400, si ya se encuentra en el valor mínimo se deben enviar a pedir más repuestos. Solo el Stockroom puede hacer manipulación del software, sin embargo de igual manera que en el MP2, el Departamento puede ingresar para observar cuántos repuestos quedan de su respectivo equipo.

Las órdenes de trabajo existentes son un formato general utilizado por distintas empresa alrededor del mundo, por lo anterior no es posible realizar modificaciones a las mismas. Sin embargo es importante destacar que las mismas tienen debilidades, y se debe proponer una mejora. Por ejemplo, la Central es quien codifica el tipo de orden, es decir si es mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo o programado, y esa clasificación debería corresponder al Departamento de Facilidades, ya que además de contar con el criterio técnico, es a ellos a quien les llegan las solicitudes.

Además, otros departamentos dentro de la empresa cuentan con una codificación de fallas que en el Departamento de Facilidades es inexistente, la cual podría llegar a mejorar la forma en la que se recoleta la información, y realizarse más rápido un posterior análisis.

2.4.2 Sistemas que componen el Departamento de Facilidades.

El Departamento tiene a su cargo una gran cantidad de equipos a los que debe de dar soporte, en la gestión y en el mantenimiento, sin embargo el proyecto está enfocado en analizar los sistemas que repercuten de manera importante en la producción y el buen funcionamiento de la planta.

Torres de enfriamiento

Se encuentra constituido por cuatro torres de enfriamiento, que deben trabajar de formar simultánea para suplir las necesidades de la planta, su objetivo es el de enfriar el agua pura que ingresa a la planta, para que la misma ingrese a los otros sistemas.

Sistema de Agua fría para cuarto limpio.

Compuesto por cuatro chiller de agua, cuatro bombas principales, y cinco bombas secundarias, no todos los equipos trabajan de forma simultánea.

Sistema de chiller de glicol para cuarto limpio.

El sistema de enfriamiento mediante glicol utiliza tres chiller de glicol, tres bombas primarias y tres bombas secundarias.

Sistema OFCA (Oil Free Compress Air)

El sistema OFCA es el encargado de la distribución de aire comprimido a toda la planta, está compuesto por dos compresores centrífugos Centac, y un compresor de tornillo Sierra, además de filtros coalescentes, tanques de almacenamiento de aire, y secadores de aire.

Sistema de proceso para molding

El sistema de proceso se encuentra dividido de dos formas:

- Chiller Magnéticos: Constituido por dos chiller magnéticos de agua, dos bombas principales, dos bombas secundarias, y un tanque de almacenamiento de agua, no requiere trabajar de forma simultánea, y su objetivo es proveer de agua fría al cuarto de producción de moldes (Molding), para el lavado de algunas piezas.
- Chiller de enfriamiento de agua para Lim: El chiller de enfriamiento de agua para Lim, consta de un chiller de tornillo con su bomba principal y secundaria correspondiente, su función es la de proporcionar agua fría a la sección productiva de Molding, Lim.

Sistema HVAC

El Sistema HVAC se encuentra compuesto por manejadoras de aire y exhaust fan, divididas en áreas productivas y áreas de confort, encargado de abastecer las condiciones de aire acondicionado a los cuartos limpios y toda la empresa en general.

Los anteriores son los sistemas críticos que se consideran en el Departamento.

Ya analizado todo lo anterior y conociendo un poco más de la gestión existente en el Departamento se procede a realizar la evaluación del mismo.

2.5 Aplicación de la Norma Covenin

Para la evaluación del Departamento de Facilidades se recopila la información obtenida mediante la ficha de evaluación que establece la Norma Covenin 2500-93. Fue aplicada al personal del Departamento de Facilidades con base en los resultados obtenidos se logra implementar un estudio cuantitativo, donde se da a conocer, donde se encuentra el Departamento a nivel gerencial actualmente.

A la Norma se le realizan algunas adaptaciones para que se apegue de mejor manera a la realidad del Departamento, se incluye una evaluación de Mantenimiento Predictivo, donde los aspectos y principios básico ya han sido definidos previamente.

La metodología que se utilizó para la aplicación de la Norma fue la siguiente:

- Primeramente se realizó una entrevista con el sub-gerente del Departamento, con el objeto de efectuar un análisis de los aspectos cualitativos obtenidos en los distintos principios básicos.

- Se realiza un análisis cualitativo de la situación actual del Departamento, la gestión utilizada, las debilidades y fortalezas que saltan a la vista.

- Seguidamente se realizan entrevistas a los miembros del Departamento que se encuentran involucrados con los principios básicos que se van a evaluar. Determinando así un puntaje para cada principio básico y demérito a evaluar. No se realizan todas las preguntas a todo el personal, pero si se deben hacer las preguntas al personal involucrado directamente con el principio básico a evaluar.

- Habiendo realizado las entrevistas y la recolección de la información, se tabula y grafica ya que permite un análisis de forma más visual.

- Se analiza la información, y con ayuda de la escala de evaluación se clasifica al Departamento en un nivel de gestión.

- Finalmente se buscan las oportunidades de mejora que se quieren atacar en esta parte del proceso

2.5.1 Resultados Obtenidos

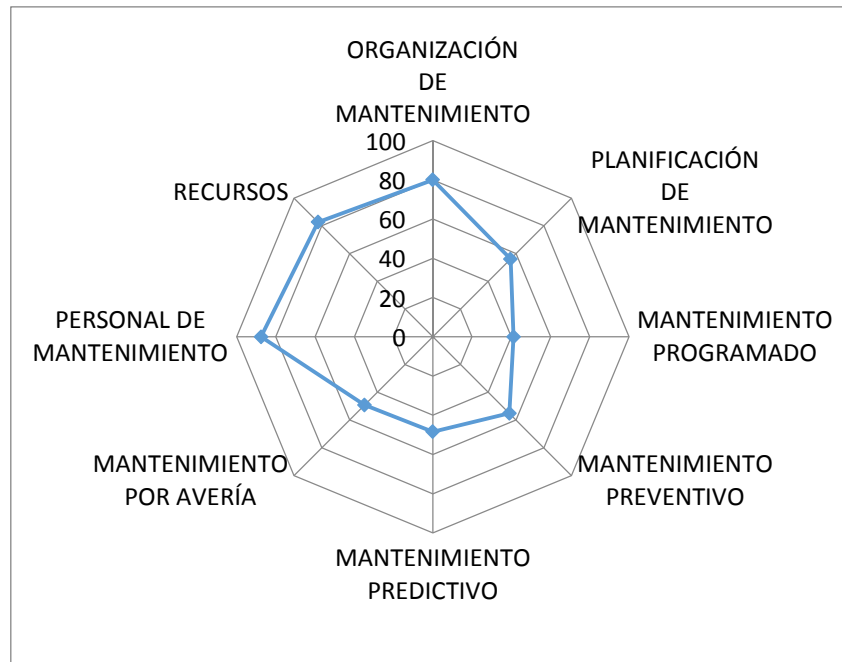
Seguidamente se presenta los resultados obtenidos de la evaluación al Departamento, para realizar un análisis posteriormente. La tabla que se observa a continuación son los porcentajes obtenidos para cada una de las áreas a las que se evaluó en el Departamento.

Tabla 2. Porcentaje del Departamento por área que se evaluó.

Área	Descripción	%
I	Organización del mantenimiento	80%
II	Planificación del Mantenimiento	56%
III	Mantenimiento Programado	41,2%
IV	Mantenimiento Preventivo.	51,2%
V	Mantenimiento Predictivo	48,4%
VI	Mantenimiento por Avería	49,2%
VII	Personal de Mantenimiento	87,5%
VIII	Recursos	82,7%

Fuente: Elaboración propia, MS Word.

Gráfica 1. Gráfico Polar de los resultados obtenidos de la Norma.



Fuente: Elaboración Propia MS Excel

2.5.2 Análisis de los resultados.

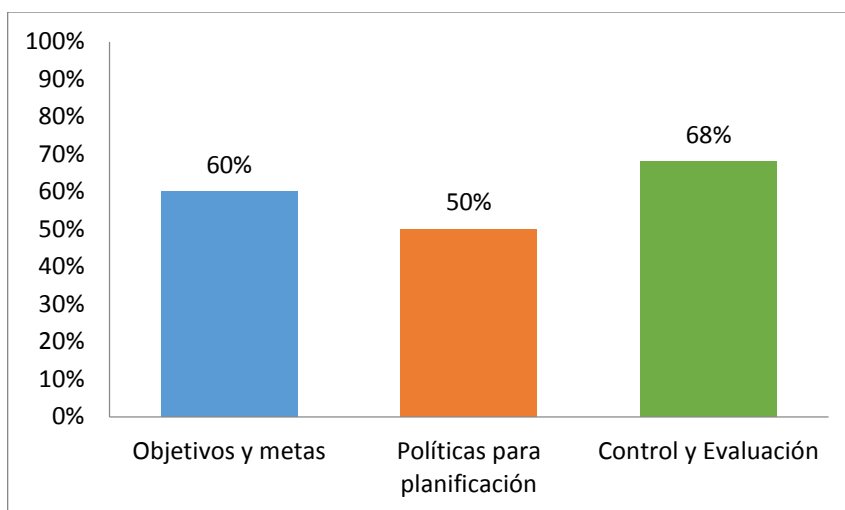
Teniendo como referencia la gráfica polar, la tabla 2 y la ficha de evaluación propuesta por la Norma Covenin 2500-93, se va a realizar un análisis de los resultados por área y de esta forma realizar un diagnóstico acertado de la situación que se encontró en el Departamento de Facilidades.

Área II. Organización de Mantenimiento

El siguiente gráfico de barras representa los porcentajes obtenidos en el área de organización de mantenimiento. Se pueden observar porcentajes muy altos referido a las responsabilidades y las funciones, ya que el Departamento cuenta con un organigrama

acorde a las responsabilidades, sin embargo en lo que respecta a los sistemas de información se observa un porcentaje bastante bajo, ya que aunque la empresa cuenta con un software de administración de la información, no se puede manipular con facilidad, y el Departamento solo tiene acceso para extraer información, no puede organizarla ni utilizarla como se desee.

Gráfica 2. Análisis de la Organización del Mantenimiento.



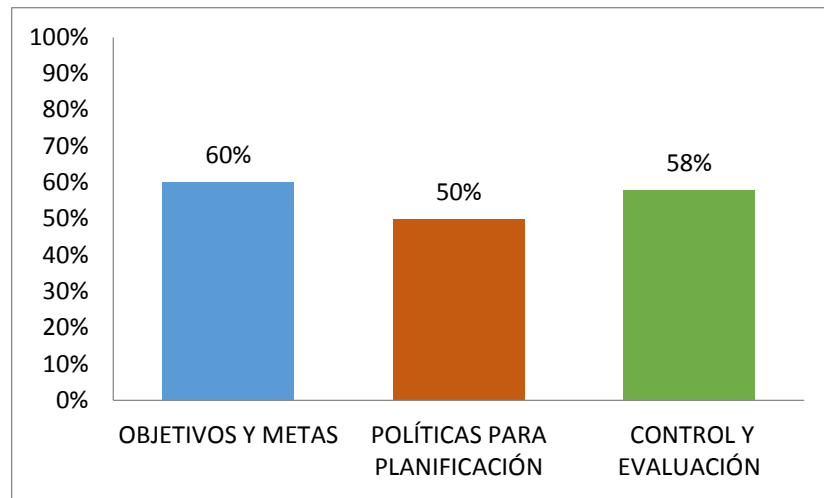
Fuente: Elaboración propia

Área III. Planificación del mantenimiento

Como se observa en esta área los porcentajes son bastante bajos, ya que a pesar de que existen objetivos y metas que la gerencia del Departamento desea lograr, no se encuentran de conocimiento público, lo que no da claridad a todos los miembros del Departamento.

Además no existe una herramienta de organización que ayude a elaborar la planificación de los trabajos solicitados, por lo que muchos de los trabajos del Departamento no se programan adecuadamente.

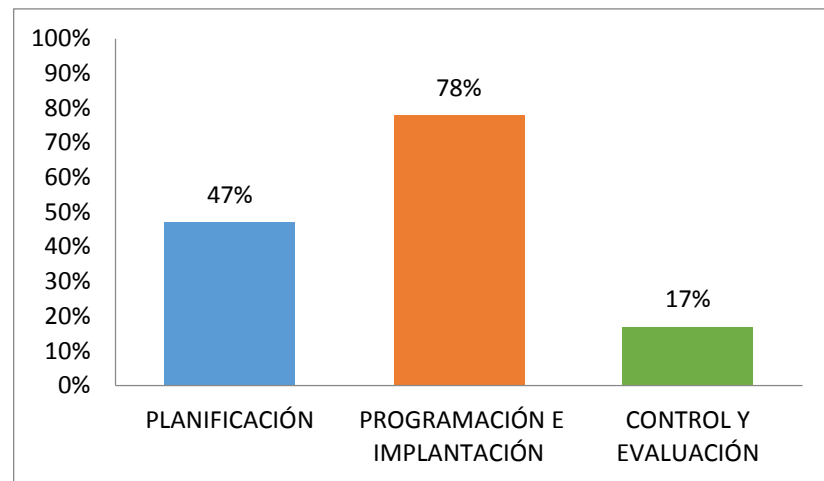
Gráfica 3. Análisis de la Planificación del Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

Área IV. Mantenimiento Predictivo.

Gráfica 4. Análisis del Mantenimiento Predictivo



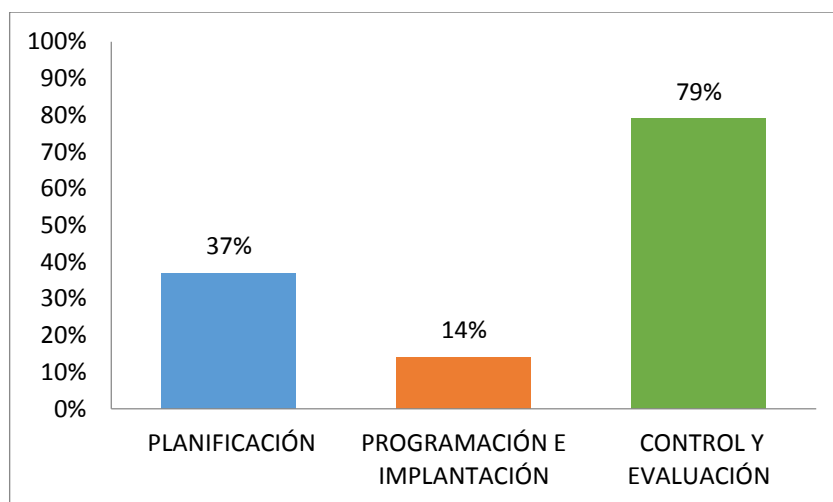
Fuente: Elaboración Propia. MS Excel.

El Mantenimiento Predictivo para el Departamento presenta una gran debilidad, ya que al existir un solo técnico para cubrir las necesidades de toda la planta, no logra dar abasto. Por lo anterior el Departamento desconoce los comportamientos de los equipos en el tiempo.

El problema mayor se encuentra ubicado en la sección de control y evaluación, ya que el análisis de mantenimiento predictivo se realiza, y el Departamento no tiene control de la información recolectada, es decir que no lleva la tendencia del comportamiento de los equipos, ni de su estado actual, el técnico, únicamente informa si él considera conveniente, es decir, si encuentra algún defecto en los equipos, así que el Mantenimiento Predictivo no está cumpliendo con su objetivo, ya que no le permite al Departamento tomar decisiones basados en los resultados.

Área V. Mantenimiento Planificado.

Gráfica 5. Análisis del Mantenimiento programado.

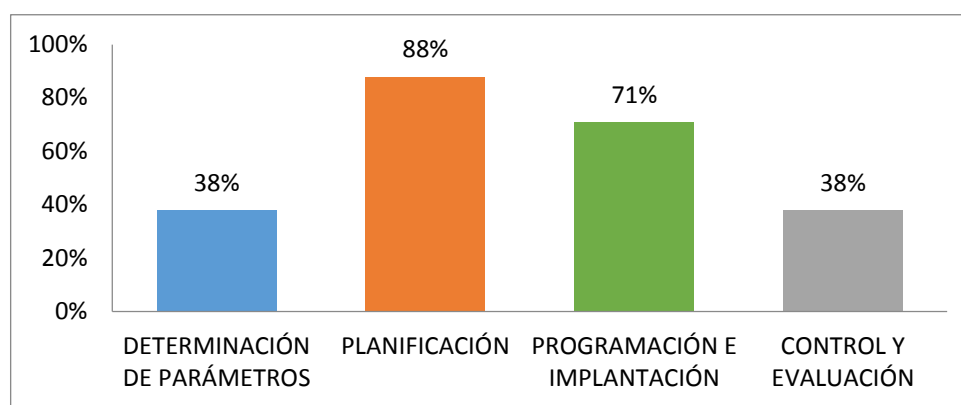


Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico anterior se observan porcentajes realmente bajos en las dos primeras secciones, esto debido a que no existe un proceso que brinde mayor control a la planificación, no existe un plan anual dentro del Departamento que permita observar las cargas de trabajo, es necesario además capacitación a la persona encargada de la planificación, ya que dedica tiempo a otro tipo de trabajos del Departamento, dejando de lado la importancia de una planificación adecuada.

Área VII. Mantenimiento Preventivo

Gráfica 6. Análisis del Mantenimiento Preventivo.



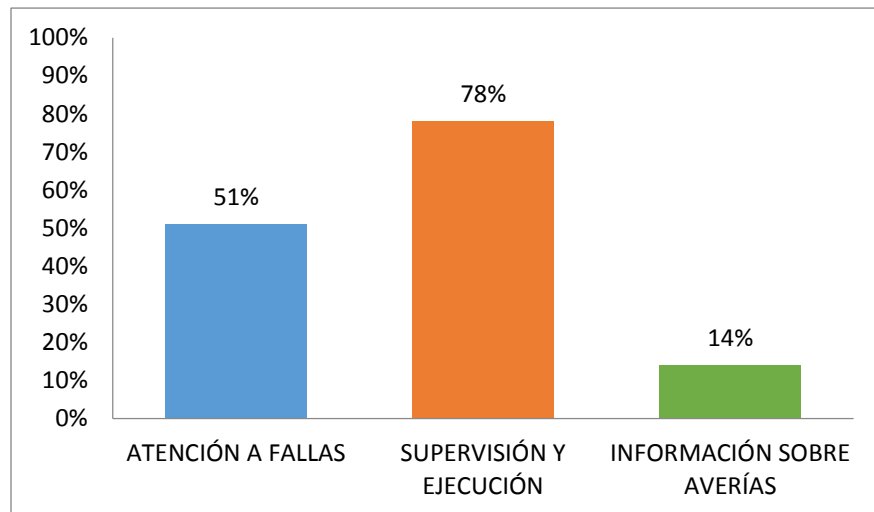
Fuente: Elaboración propia. MS. Excel

En el área de mantenimiento preventivo los parámetros con menor porcentaje corresponden a la determinación de parámetros, control y evaluación, lo anterior es debido a que el Departamento no cuenta con estudios de confiabilidad y mantenibilidad de los equipos, no utiliza ningún tipo de indicadores para evaluar el desempeño.

Otra debilidad del Mantenimiento Preventivo, es que el Departamento no había realizado una actualización de los planes de mantenimiento de los equipos desde su elaboración, por lo tanto no se adaptan a las necesidades reales de los equipos.

Área VIII de Mantenimiento por avería

Gráfica 7. Análisis del Mantenimiento por Avería.



Fuente: Elaboración Propia. MS Excel

En el mantenimiento por avería o mantenimiento correctivo, como en el mantenimiento preventivo, no existe ningún historial de fallas que permita un análisis adecuado de la información que se recopila, lo cual claramente es una debilidad ya que no permite que mediante los estudios de las fallas ya reparadas se logren evitar o prever, reduciendo la repetición de fallas en los equipos.

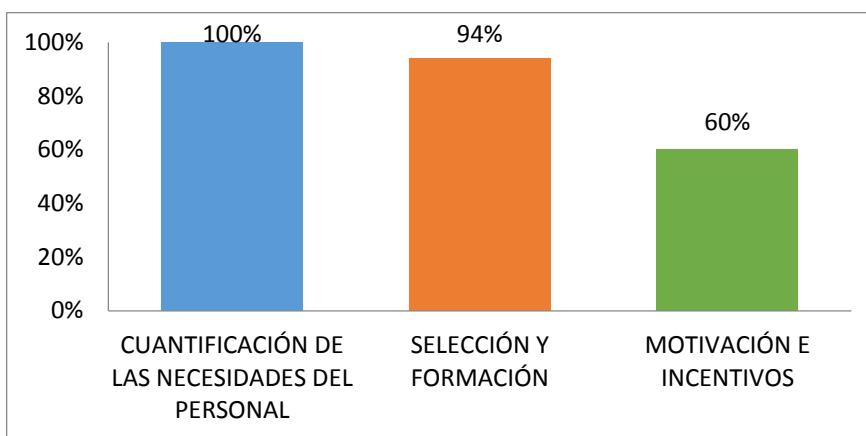
No se realiza un análisis de ningún tipo de las órdenes de trabajo, lo que impide una evaluación del Departamento y conocer cuánto recurso se invierte al mantenimiento correctivo o por avería.

Área IX. Personal de Mantenimiento

Como se evidencia en las gráficas siguientes, es una de las áreas con mayor porcentaje, sin embargo, lo que evidencia una fortaleza dentro del Departamento, ya que con personal capacitado y entusiasmado se pueden obtener grandes resultados al implementar diferentes gestiones de Mantenimiento.

Por lo anterior se debe dar importancia a la motivación y reconocimientos al empleado, ya que representa un pilar en la búsqueda de un Mantenimiento de Clase Mundial.

Gráfica 8. Análisis del área de Personal de Mantenimiento.

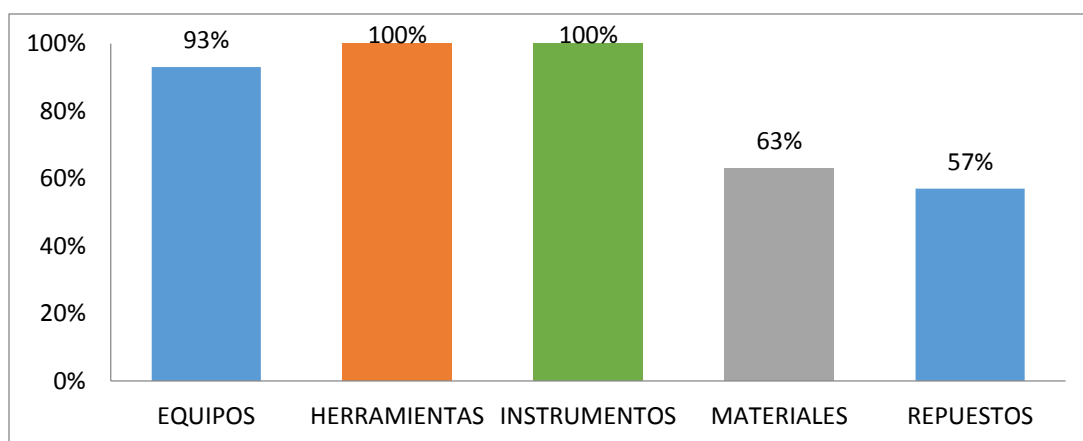


Fuente: Elaboración Propia. MS Excel.

Área XI. Recursos

Como se observa en el gráfico anterior, el Departamento el personal cuenta con las herramientas e instrumentos requeridos para realizar sus labores, sin embargo la sección que se refiere a la gestión de repuestos se encuentra baja debido a que esa gestión se realiza en conjunto con otros departamentos, como lo es el Stockroom, debe existir un proceso estandarizado y mayor comunicación entre departamentos.

Gráfica 9. Análisis del área de recursos.



Fuente: Elaboración propia. MS Excel.

Ficha de Evaluación Norma Covenin.

Seguidamente se presenta la ficha de evaluación propuesta por la Norma Covenin 2500-93, la cual refleja un porcentaje de 60%, así que la gestión del Departamento se puede clasificar en un nivel de conciencia, ya que existe una gestión de mantenimiento básica, pero se desconocen aún las mejores prácticas de mantenimiento o nuevas filosofías de mantenimiento existente.

Lo anterior permite pensar en una gran cantidad de propuestas para mejorar la gestión, sin embargo, se define que la mayor debilidad del Departamento actualmente es la falta de análisis de los resultados obtenidos del mantenimiento aplicado, es decir, la falta de indicadores.

Se propone una gestión de mantenimiento, basada en un Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard, que permita al Departamento la evaluación del mantenimiento mediante el uso de indicadores. Además se propone la estandarización de procesos para disminuir la falta de comunicación entre las personas y departamentos involucrados, y finalmente, la implementación de un mantenimiento centrado en confiabilidad RCM, que permita mejorar la gestión del Mantenimiento Preventivo, involucrando herramientas como el Mantenimiento Predictivo, y realizando un análisis propio antes de definir las tareas que se van a asignar a los equipos.

La ficha de evaluación que se presenta seguidamente permite observar los porcentajes obtenidos en cada sección de las áreas, y como se dijo anteriormente se observa el porcentaje global del Departamento de Facilidades.

2.5.3 Áreas a las que se desea impactar con las propuestas de Gestión para el Departamento.

Como una ruta inicial y para efecto del proyecto, se desea impactar distintas áreas del Departamento.

Tabla 3. Áreas a impactar del Departamento de Facilidades

Área	Descripción	Porcentaje	Escala	Propuesta
II	Planificación del Mantenimiento	56%	Conciencia	Indicadores que permitan evaluar la planificación.(BSC)
III	Mantenimiento Programado.	41.2%	Inocencia	Indicadores que permitan evaluar el desempeño (BSC), propuesta para almacenar la información.
IV	Mantenimiento Preventivo	51.2%	Conciencia	Gestión de Procesos estandarizados, indicadores que permitan evaluar el desempeño.(BSC), Análisis de RCM
V	Mantenimiento Predictivo	48.4%	Inocencia	Gestión de Procesos estandarizada, indicadores que permitan evaluar el desempeño. (BSC), Análisis de RCM
VI	Mantenimiento por avería	49.2%	Inocencia	Gestión de procesos estandarizada, indicador para evaluar el desempeño (BSC), propuesta de análisis de fallas.

Fuente: Resultados de la Evaluación, Elaboración propia. MS Word.

Capítulo 3. Gestión por Procesos

3.1. Gestión por Procesos

Todo sistema de gestión tiene como finalidad ayudar a la organización a establecer la metodología, las responsabilidades, los recursos, las actividades, entre otras, que permitan una gestión que contribuya a la consecución de los objetivos establecidos. Los procesos ocupan un lugar central, quedando definido como un esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos.

Un proceso es un conjunto de actividades (en forma de acciones, decisiones o tareas) realizadas en el tiempo de forma repetitiva y sistemática, mediante las cuales se obtienen resultados. Los procesos se interrelacionan unos con otros a través de las actividades que los componen. En función de su complejidad, un proceso puede desglosarse en subprocesos.



Figura 6. Gestión por Procesos

Fuente: Libro “Guías de buenas prácticas para la Gestión por Procesos”

El cumplimiento de los objetivos a través de los resultados del proceso implica la transformación de entradas a cada actividad (información o materiales) en salidas claramente orientadas a cubrir las necesidades y expectativas tanto del cliente, como de los distintos grupos de interés participantes en el proceso. Dos son las características que definen un proceso: la “repetitividad” y la “variabilidad”. La primera conlleva la

realización de las actividades del proceso de manera similar en muchas ocasiones, reportando como ventaja la acumulación de experiencia por los agentes implicados; la segunda supone que, como consecuencia de la concurrencia en cada actividad, la percepción de satisfacción del cliente o grupo de interés pueda variar.

Gestionar por procesos implica, en definitiva, delimitar la metodología, establecer las responsabilidades y dotar de los recursos necesarios para lograr los objetivos planificados en los procesos de cada organización, asegurando la eficacia de los mismos mediante la identificación de áreas de mejora.

En definitiva, el proceso se configura como el elemento clave para la implantación del sistema de gestión de calidad, a la vez que cada organización se concretará en los objetivos de cada proceso.

La definición de un proceso se suele realizar a través de dos documentos tipo:

- Diagrama de flujo, donde se reflejan las actividades que se realizan, el orden en que se realizan las responsabilidades, entre otras.
- Ficha de Proceso, donde se refleja toda aquella información que no está en el flujograma pero que es necesaria para la comprensión del proceso.

Cada proceso también puede ser descrito mediante un procedimiento; de hecho, algunas normas internacionales como la ISO 9001:2008 piden expresamente una serie de procedimientos documentados.

En general se recomienda la fórmula flujograma-ficha de proceso, ya que a diferencia de la descripción literaria clásica, facilita el entendimiento de la secuencia e interrelaciones de las actividades cómo éstas aportan valor y contribuyen a la consecución de los resultados.

Como ya se ha indicado, estos son los símbolos más usados, pero se puede optar por otros, si la organización así lo desea o requiere. Sin embargo siempre se debe definir el significado de los símbolos para que sean de conocimiento de todas las personas que integran los procesos.

En definitiva, el proceso se configura como el elemento clave para la implantación del sistema de gestión de calidad, a la vez que cada organización se concretará en los objetivos de cada proceso

3.1.3 Ficha de Proceso

La ficha de proceso es un documento complementario al diagrama de flujo para la definición de un proceso, en el que se indican aquellos datos relevantes, para facilitar su comprensión, no se incluyen en el diagrama de flujo.

Toda aquella información que se considere relevante para el correcto funcionamiento del proceso o que ayude a su comprensión debe estar documentada en la ficha del proceso; sólo en el caso de que ya se haya incluido en el flujograma se recomienda no duplicarla, para así facilitar la lectura a los usuarios y porque de esta forma se obliga a centrar la atención en aquellos aspectos importantes que no están reflejados en ningún documento relacionado con el proceso.

Logo de la organización	PROCESO:	Nombre del proceso	CÓDIGO:	MM-XXXX
	TIPO:	Tipo de proceso (clasificación del mapa de procesos).	PROPIETARIO:	Responsable del proceso desde el principio al fin.
MISIÓN: Qué se pretende conseguir con este proceso, objetivo del proceso.		DOCUMENTACIÓN: Documentación relacionada.		
ALCANCE: Empieza: cuándo se activa el proceso, quién lo activa, etc. Incluye: aspectos necesarios para el desarrollo del proceso, destacables, etc. Termina: cuándo finaliza el proceso.				
ENTRADAS: Qué activa el proceso y/o qué es necesario para empezar con el proceso.	PROVEEDORES: Quiénes activan el proceso.	SALIDAS: Documentos, productos, servicios, etc. que se obtienen al final del proceso.	CLIENTES: Quiénes reciben el/los resultado/s del proceso (salidas).	
REGISTROS: Registros que se generan durante el proceso.	INDICADORES: Variables de control del proceso.	FICHAS DE INDICADORES: Registros donde se reflejan los valores, límites, fórmulas de cálculo, etc. de los indicadores.		
VARIABLES DE CONTROL: Son aquellos aspectos que hay que revisar primero si el proceso no funciona correctamente. Posibles causas de fallo.				

Figura 8. Fichas de procesos

Fuente: Libro “Guías de buenas prácticas para la gestión por procesos”

3.2 Procesos del Departamento de Facilidades.

Entre las mejoras propuestas al Departamento de Facilidades, se recomendó estandarizar las distintas gestiones de mantenimiento mediante el uso de procesos de gestión.

Para esta primera parte de proyecto, se propone una implementación de procesos mediante el uso de flujogramas. Se recomienda como continuación del proyecto considerar adjuntar las fichas de procesos requeridas por el Departamento.

Se realizaron procesos estandarizados para los sistemas de gestión del Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, ya que al realizar la evaluación se detectaron porcentajes bajos en su gestión. La metodología utilizada para la elaboración de los procesos fue la siguiente:

- Se realizaron entrevistas al personal del Departamento, para determinar la forma en la que se realizan actualmente los procesos.

- También se entrevistó personal de los Departamentos involucrados en los procesos, Central de Mantenimiento y Stockroom, para recopilar toda la información necesaria para realizar una propuesta.

- Se realiza la propuesta de procesos, mediante el uso de MS Visio y utilizando la metodología de flujogramas.

Los procesos propuestos al Departamento de facilidades se encuentran en la sección de apéndice del presente documento.

Capítulo 4. Propuesta de gestión basada en un Cuadro de Mando Integral.

4.1 Evaluación de resultados y la necesidad de un Balanced Scorecard.

Como introducción al capítulo se va a referir a William Thompson (Lord Kevin), que argumenta lo siguiente:

“Cuando se puede medir de lo que se está hablando, y expresarlo en números, se sabe algo al respecto; pero cuando no se puede medir, cuando no se puede expresar en números, el conocimiento es de una clase pobre e insatisfactoria”

Hoy en día las organizaciones se encuentran bajo gran presión para mejorar continuamente sus capacidades, para crear valor para sus clientes y mejorar la rentabilidad de sus operaciones. En este sentido el mantenimiento de los equipos se convierte en una gran inversión, a pesar de que en un tiempo de la historia el mantenimiento se consideró un mal necesario, actualmente, se considera clave para mejorar la rentabilidad de una operación, crear valor adicional mediante la entrega de servicios mejores y más innovadores a los clientes. En una empresa todos los activos tienen un propósito. Esto es así para los activos físicos, humanos, mecánicos, electrónicos o intangibles tales como habilidades, conocimientos y experiencia. La forma de cómo esos activos hacen lo que de ellos se espera o se requiere a menudo es generalmente referida a su rendimiento.

La ejecución de las actividades de mantenimiento, una vez planificadas y programadas utilizando las técnicas más adecuada a la realidad de la empresa tienen que ser evaluadas y las desviaciones controladas para orientarse continuamente hacia los objetivos del negocio y los valores de referencia para los principales indicadores de

rendimiento del mantenimiento seleccionados por la organización. Muchos de los KPI (Indicadores clave de rendimiento) de mantenimiento de alto nivel, están contruidos o compuestos de otros indicadores técnicos y económicos de nivel básico. Por lo tanto, es muy importante asegurarse de que la organización captura los datos adecuados y que los datos estén correctamente archivados, según el nivel requerido de análisis de rendimiento del mantenimiento.

Sin embargo a la hora de realizar una medición de desempeño para las empresas se cuenta con una gran cantidad de obstáculos, que se deben superar para obtener la estrategia de mantenimiento deseada, tal como se representa en la siguiente figura, solo un 5% de la fuerza de trabajo, entiende y aplica la estrategia de la organización, solo un 25% de los gerentes enlazan incentivos con la estrategia, un 85% de los equipos gastan al menos una hora del tiempo discutiendo la estrategia, y la barrera de los recursos para la implementación de las estrategias deseadas.

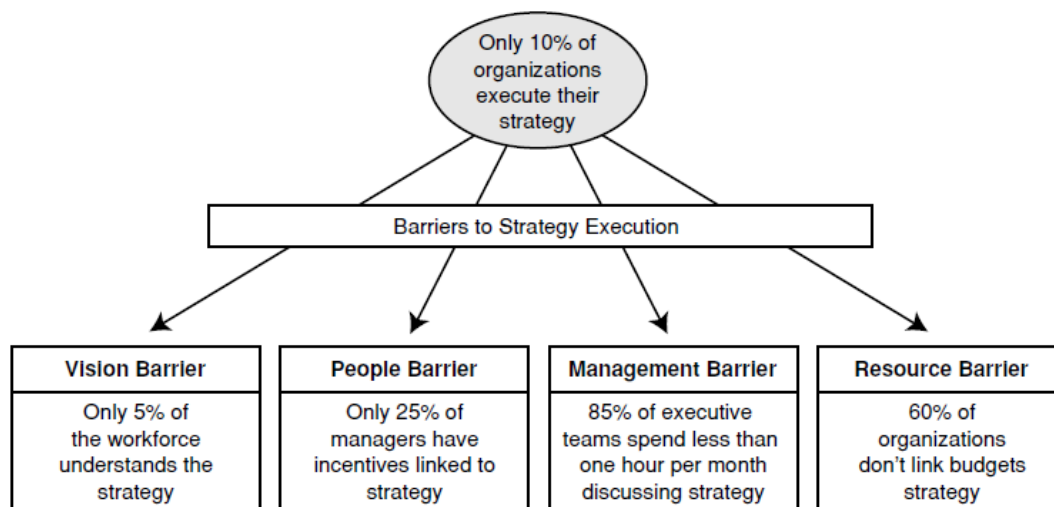


Figura 9. Barreras para la ejecución de la estrategia.

Fuente: Libro "Balanced Scorecard Step by Step"

4.2 Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard.

Como se ha discutido anteriormente, las organizaciones se enfrentan a muchos obstáculos en el desarrollo de sistemas de medición del desempeño, ya que es un gran desafío identificar el indicador necesario para obtener una evaluación adecuada. Se necesita un sistema que equilibre el rigor histórico de los números financieros con los controladores de desempeño a futuro y en el tiempo actual. El Balanced Scorecard es la herramienta que responde a ambos desafíos.

4.2.1 Orígenes del Balance Scorecard

El Balanced Scorecard fue desarrollado por Robert Kaplan, profesor en la Universidad de Harvard y David Norton, un consultor también del área de Boston. En 1990, Kaplan y Norton condujeron un estudio de investigación en una docena de empresas que exploraban nuevos métodos de medición de los resultados. El estudio se realiza con la creencia de que las medidas financieras de desempeño ya no eran suficientes para la industria moderna. El grupo discutió una serie de posibles alternativas, pero se decidió por la idea de un cuadro de mando con las medidas de desempeño que capturara las distintas actividades de la empresa, el cliente, los procesos internos, actividades de los empleados y los accionistas. Más tarde Kaplan y Norton resumieron el concepto en el primero de tres artículos de Harvard Business Review *“El Scorecard, medidas equilibradas que impulsan el desempeño”*

Durante los próximos cuatro años una serie de organizaciones adoptó el Balanced Scorecard y ha logrado resultados inmediatos. Kaplan y Norton descubrieron que estas organizaciones no sólo estaban utilizando el cuadro de mando para complementar medidas financieras con los controlados de desempeño a futuro, sino que también tenía

la función de comunicar estrategias a través de los indicadores que se seleccionan para su empresa. A medida que la herramienta ganó prominencia con las industrias en todo el mundo, como un sistema clave en la implementación de la estrategia, Kaplan y Norton resumen el concepto y el aprendizaje en su libro El Cuadro de Mando Integral (1996). Podemos describir el Balanced Scorecard como un conjunto cuidadosamente seleccionado de indicadores derivados de la estrategia de una organización. Siendo así una herramienta para que los líderes la utilicen como medio de comunicación a los empleados, a las partes externas de la empresa o departamento, sin embargo no se puede decir todo sobre el Scorecard con una simple definición. Para efectos del presente trabajo se va a tomar como una herramienta que permite obtener tres resultados:

- Un sistema de medición.
- Sistema de gestión estratégica.
- Una herramienta de comunicación.

4.2.2 El Cuadro de Mando Integral como sistema de medición.

Los sistemas de evaluación de indicadores son excelentes para proveer información del estado de las organizaciones en el pasado, tal como los indicadores financieros de gastos realizados, o ganancias obtenidas, sin embargo, son indicadores que revelan una situación que ya sucedió, la diferencia del Scorecard con relación a los otros sistemas de gestión es que es una herramienta que implementa el trabajo en conjunto de los indicadores en atraso y en adelante. Los indicadores presentes en el Cuadro de Mando integral provienen de la traducción de la estrategia de la organización y no de los controles financieros. Muchas organizaciones tienen visiones inspiradoras y estrategias convincentes, pero es común no poder utilizar lo anterior para alinear a los empleados en la dirección estratégica de la empresa.

El Cuadro de Mando Integral permite a una organización traducir su visión y estrategias a través de objetivos e indicadores seleccionados. Como ya se ha establecido, es un instrumento de dirección que permite la concreción, representación y seguimiento de las estrategias adoptadas por la empresa. Para conseguirlo, no basta con adoptar una orientación exclusivamente económica y financiera, sino considera otros elementos clave, como son los clientes, procesos y fuerza de trabajo.

De esta forma, se interrelacionan los que consideran aspectos fundamentales en el desarrollo e implantación de las estrategias como vía para alcanzar el éxito empresarial. Los elementos clave suponen diferentes perspectivas en el análisis de la empresa que representa el todo. Los objetivos, indicadores de los mismos y las acciones estratégicas deben asociarse a una perspectiva. El Cuadro de mando Integral considera cuatro aspectos fundamentales.

- Perspectiva financiera.
- Perspectiva del cliente.
- Perspectiva de procesos internos.
- Perspectivas de aprendizaje y crecimiento.

Las cuatro perspectivas son aplicables a un gran número de empresas, de ahí, su consideración común, pero el Cuadro de Mando integral no tiene por qué incorporar todas, pudiendo considerar si procede alguna más.

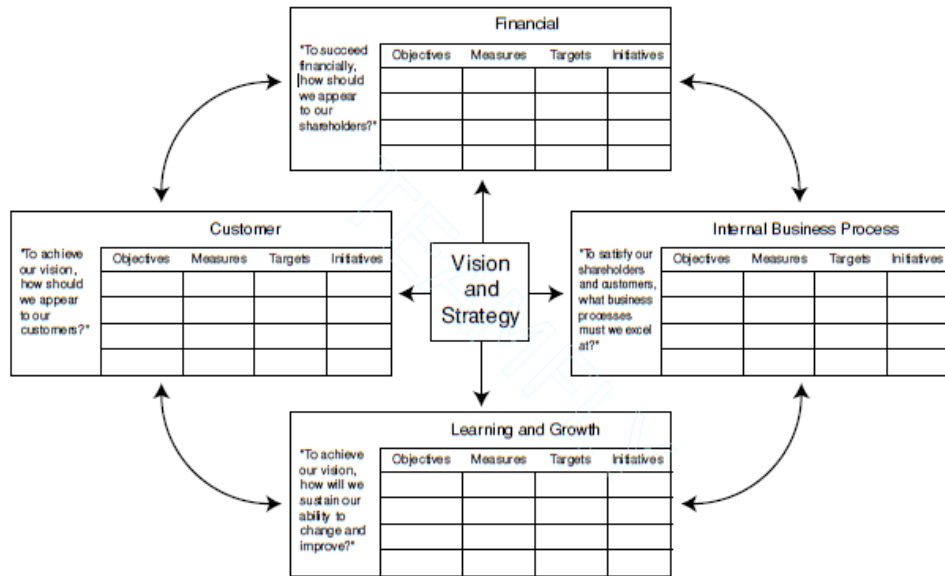


Figura 10. Perspectivas del CMI
 Fuente: Libro "Balanced Scorecard Step by Step"

4.2.3 Perspectivas Principales del Cuadro de Mando Integral.

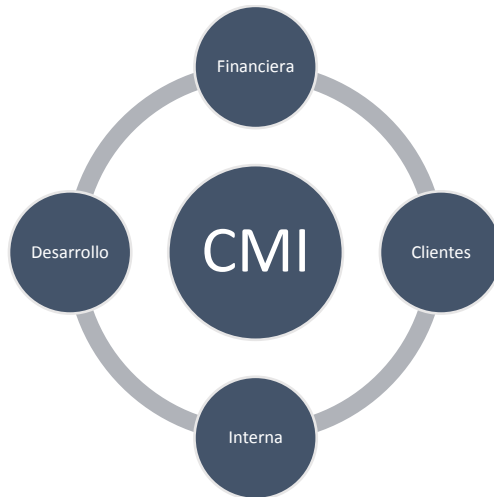


Figura 11. Perspectivas del Cuadro de Mando Integral
 Fuente: Elaboración propia. MS Word

El CMI requiere que se visualice a la organización desde la perspectiva financiera y además, desde otras tres perspectivas complementarias, como se observa en la figura anterior; la perspectiva del cliente, de procesos internos, y la perspectiva de desarrollo y aprendizaje, buscando un equilibrio entre todas.

Para que sea un proceso adecuado se requiere una interacción entre todas las perspectivas, ya que una mejora en los procesos de una, tiene repercusiones en las otras, brindando un balance positivo para la organización.

A continuación se presentan, de manera general, aspectos de cada una de las perspectivas que componen el Cuadro de Mando Integral.

- **Perspectiva Financiera:** Podría considerarse como la más clásica y la más frecuente en las distintas empresas. Aunque las medidas financieras no deben ser las únicas tampoco deben despreciarse. La información precisa y actualizada sobre el desempeño financiero siempre será la prioridad.

La pregunta clave a responder sería la siguiente. “Qué esperan de nosotros nuestros accionistas”

Esta perspectiva sirve de enfoque para todos los objetivos e indicadores de todas las demás perspectivas, permite responder a las expectativas en cuanto a los parámetros financieros de: rentabilidad, crecimiento y valor al accionista.

- **Perspectiva al cliente:** Si el cliente no está satisfecho, aun cuando las finanzas estén marchando bien, es un fuerte indicativo de problemas en el futuro. Ésta perspectiva está orientada a identificar los segmentos de cliente y mercado donde se va a competir. Mide las propuestas de valor que se orientan a los clientes y mercados. Evalúa las necesidades de los clientes, como su satisfacción, lealtad,

adquisición y rentabilidad con el fin de alinear los productos y servicios con sus preferencias.

Traduce la estrategia y visión en objetivos sobre los clientes, las preguntas claves de esta perspectiva serían las siguientes:

¿Cómo es percibida la empresa por los clientes? ¿Qué objetivos derivan de las características de nuestros clientes para alcanzar la satisfacción de los mismos?

- **Perspectiva interna o de procesos de negocio:** En esta perspectiva se identifican los objetivos e indicadores estratégicos asociados a los procesos clave de la organización o empresa, de cuyo éxito depende la satisfacción de las expectativas de clientes y accionistas. Cuáles son los procesos internos que la organización que se deben mejorar para lograr sus objetivos.

Usualmente, esta perspectiva se desarrolla luego que se han definido los objetivos e indicadores de las perspectivas financieras y de clientes. Esta secuencia logra la alineación e identificación de las actividades y procesos claves, y permite establecer los objetivos específicos, que garanticen la satisfacción de los accionistas, clientes y socios.

Preguntas claves de esta perspectiva serían: ¿En qué procesos de la cadena de valor se quiere destacar? ¿Qué objetivos se derivan de los procesos desarrollados por la empresa y que son necesarios para cumplir los objetivos económicos y con los clientes?

- **Perspectiva de aprendizaje y crecimiento:** Esta perspectiva se refiere a los objetivos e indicadores que sirven como plataforma o motor del desempeño futuro de la empresa, y reflejan su capacidad para adaptarse a nuevas realidades, cambiar y

mejorar. Estas capacidades están fundamentadas en las competencias medulares del negocio, que incluyen las competencias de su gente, el uso de la tecnología como impulsor de valor, la disponibilidad de información estratégica que asegure la oportuna toma de decisiones y la creación de un clima cultural propio para afianzar las acciones transformadoras del negocio.

La tendencia actual es la consideración de estos elementos como activos importantes en el desempeño del negocio, que merecen atención relevante. La consideración de esta perspectiva dentro del Balanced Scorecard, refuerza la importancia de invertir para crear valor futuro, y no solamente en las áreas tradicionales de desarrollo de nuevas instalaciones o nuevos equipos, que sin duda son importantes, pero hoy en día, por sí solas, no dan respuesta a las nuevas realidades de los negocios.

Las preguntas críticas de esta perspectiva serían: ¿Qué objetivos deben establecerse con respecto a las capacidades potenciales de la empresa para hacer frente a los retos actuales y futuros? ¿Con qué recursos estratégicos se cuenta? ¿Se puede seguir mejorando y creando valor?

4.2.4 Fases para la elaboración de un Cuadro de Mando Integral.

Existen seis fases que se deben utilizar como guía para la elaboración de un Cuadro de Mando Integra, y se pueden dividir en tres grandes áreas.

- Análisis estratégicos, definido como el proceso mediante el cual es posible determinar el conjunto de amenazas y oportunidades que el entorno presenta a la organización, así como el conjunto de fortalezas y debilidades de la misma de forma que permita a la dirección un diagnóstico y evaluación de la situación y la correspondiente formulación de una estrategia, una vez definidos los fines, misiones, objetivos y metas de la empresa.

- Formulación de estrategias, diseño tanto a nivel corporativo como de negocio o funcional de las posibles alternativas que se tienen para conseguir la misión y los objetivos que se han elegido, a partir del contexto definido en los análisis externo e interno.
- Implantación estratégica, proceso por el cual se pone en marcha la opción estratégica elegida, teniendo en cuenta otros factores como la capacidad del equipo directivo para estimular la actividad de recursos humanos de modo que los objetivos sean conseguidos efectivamente, así como de la estructura organizativa y la cultura empresarial que sirvan de soporte a la implantación. Este proceso se completa con la planificación y control estratégico, de tal forma que se verifiquen los resultados obtenidos con la misión y los objetivos previamente planteados.

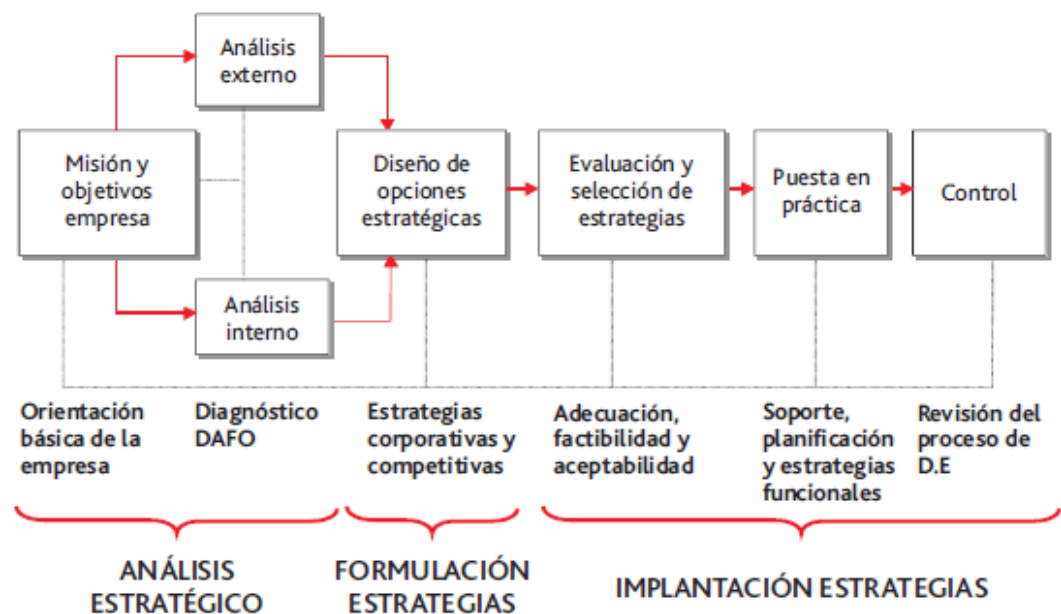


Figura 12. Proceso para la elaboración de un CMI

Fuente: <http://www.madridexcelente.com/files/8e1cdf401549.pdf>

Una vez descrito el Cuadro de Mando dentro del proceso de dirección empresarial, procede a describir los elementos que lo componen para posteriormente abordar su proceso de creación. Estos elementos son: misión, visión, mapas estratégicos, perspectivas, objetivos estratégicos, indicadores, metas y acciones estratégicas.



Figura 13. Proceso del CMI

Fuente: <http://www.madridexcelente.com/files/8e1cdf401549.pdf>

Seguidamente se presentará las fases para la elaboración de un Cuadro de Mando Integral con más detalle.

Misión y Visión

Definen la identidad de la empresa e indica su razón de ser. Por su parte la visión identifica el objetivo a largo plazo de la empresa y marca el camino de crecimiento y transformación a seguir para conseguirlo.

Análisis FODA

Esta sección consiste en realizar un estudio acerca de la situación actual interna y externa de la empresa. La herramienta de análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas) es perfecta para ello.

Mapas estratégicos

Pretenden mostrar una representación simplificada de la realidad ayudando a la dirección de la empresa a situarse en y saber hacia dónde ir. Un mapa estratégico debe proporcionar de un modo simple la descripción de la estrategia de la empresa, deben recoger el conjunto de objetivos estratégicos, ordenándolos en diferentes perspectivas y representando las relaciones causa-efecto entre objetivos.

Los mapas estratégicos se diseñan bajo una arquitectura específica de causa y efecto, y sirven para ilustrar cómo interactúan las cuatro perspectivas.

- Los resultados financieros se consiguen únicamente si los clientes están satisfechos. Es decir, la perspectiva financiera depende de cómo se construya la perspectiva del cliente.
- La propuesta de valor para el cliente describe el método para generar ventas y consumidores fieles. Así, que se encuentra íntimamente ligada con la perspectiva de los procesos necesarios para que los clientes queden satisfechos.
- Los procesos internos constituyen el engranaje que lleva a la práctica la propuesta de valor para el cliente. Sin embargo, sin el respaldo de los activos intangibles es imposible que funcionen eficazmente.
- Si la perspectiva de aprendizaje y crecimiento no identifica claramente qué tareas (capital humano), que tecnología (capital de la información) y qué entorno (cultura organizacional) se necesitan para apoyar los procesos, la creación de valor no

producirá. Por lo tanto en esta última instancia, tampoco se cumplirán los objetivos financieros.

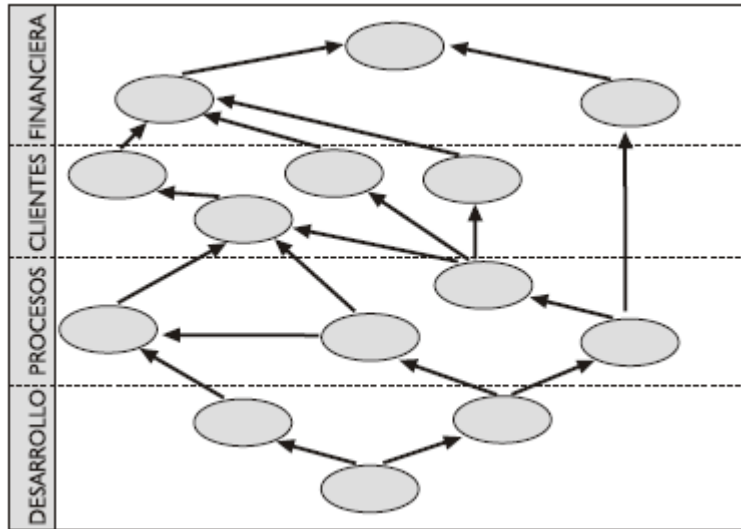


Figura 14. Mapas Estratégicos

Fuente: <http://www.madridexcelente.com/files/8e1cdf401549.pdf>

Los objetivos estratégicos son el fin deseado clave de la organización, la mejor manera de crear objetivos de desempeño es examinar cada perspectiva del Cuadro de Mando Integral en forma de pregunta. En el desarrollo de los objetivos es recomendable iniciar con un verbo: aumentar, reducir, formulará, desarrollará, bajo, mejorar, ser, lograr y así sucesivamente. El uso de estos verbos permite salir de la estática de los objetivos y convertir los objetivos en acción.

Indicadores

Son una herramienta que se utiliza para determinar si se está cumpliendo con el objetivo y avanzando hacia la implementación exitosa de la estrategia.

Entre lo más destacable del uso de indicadores en la empresa, es que proporcionan una dirección para el cumplimiento de los objetivos de la organización, por medio de parámetros numéricos, es decir, con ayuda de los indicadores es que los objetivos dejan de ser estáticos y se vuelven acciones.

Es importante que el Cuadro de Mando contenga dos tipos de indicadores, en atraso y en adelante. Los indicadores en atraso representan las consecuencias de las acciones previamente realizadas mientras que los indicadores en adelante son las medidas que van a ayudar a impulsar los resultados obtenidos en los indicadores en atraso.

Es importante que existan de ambos indicadores ya que si solo se toman indicadores en atraso, se encargan de informar la manera en la que se encuentra la empresa, pero no orientan a lograr los resultados esperados.

En el desarrollo del Cuadro de Mando Integral se utilizan dos tipos de indicadores.

- Indicadores en adelante o impulsores (lead): Son aquellos que miden el desempeño en los procesos que permiten alcanzar el objetivo.
- Indicadores en atraso o resultados (lag): Son los que miden los efectos obtenidos y permiten determinar el grado de cumplimiento de los objetivos. Los indicadores de resultados permiten determinar el grado de cumplimiento de los objetivos. Los indicadores de resultados se combinan con factores que tendrán influencia sobre los resultados futuros.

El BSC resalta la importancia de que exista un justo equilibrio entre los indicadores en atraso y los indicadores en adelante; ya que si se cuenta con indicadores en adelante únicamente pueden existir señales de mejora, sin embargo no revelan si se está conduciendo a una mejora al Departamento, o alguna de las perspectivas definidas por el CMI.

Seguidamente se observa una tabla donde se coloca información acerca de los indicadores en atraso y en adelanto, con el fin de familiarizarse con el concepto.

Tabla 4. Indicadores en Atraso y Adelanto

	Atraso	Adelanto
Definición	Son medidas que se centran en los resultados en un período de tiempo establecido. Una característica histórica del rendimiento.	Son indicadores que conducen el rendimiento. Son indicadores que evalúan el proceso de las actividades.
Ejemplos	Ventas, Satisfacción de empleados	Horas invertidas en la atención del cliente, propuestas elaboradas.
Ventajas	Normalmente son de fácil identificación y obtención.	Permite que la organización se ajuste en base a resultados, trabaja de manera predictiva.
Otros	Es histórico por naturaleza, por lo tanto no refleja actividades actuales.	De difícil identificación y obtención.

Fuente: Libro *"Balanced Scorecard Step by Step"*. Adaptado por la autora.

4.3 Propuesta de diseño del Cuadro de Mando integral al Departamento de Facilidades.

Como se ha definido anteriormente la implementación de la estrategia de Cuadro de Mando Integral busca resolver los problemas de falta de análisis de la información recolectada por el Departamento, impactando directamente a la Planificación del Departamento, a la gestión de Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo, y además busca integrar al grupo de trabajo del Departamento en la búsqueda en conjunto de los objetivos y metas establecidas.

4.3.1 Metodología

La metodología que se realizó para plantear la propuesta fue la siguiente.

- Se recolectó la misión, visión y valores establecidos en el Departamento con el fin de realizar un debido análisis para establecer los objetivos estratégicos con los que se va a trabajar.
- Seguidamente se realiza un análisis FODA, que permita observar las debilidades y fortalezas entre otros del Departamento.
- Se da inicio a la elaboración de los objetivos estratégicos, se basa en objetivos ya planteados previamente por la gerencia, los cuales se dirigen de forma asertiva y se obtienen más para cada perspectiva.
- Se identifican los indicadores en adelanto y atraso que podrán servir como ruta para la obtención de los objetivos establecidos.
- Se definen las metas para cada indicador.
- Se crea una herramienta que permita el registro de la información de los indicadores seleccionados, con el fin de contar con una trazabilidad de la información.

- Se da origen a un Manual de Indicadores, que permita familiarizarse con los conceptos técnicos que se van a administrar al implementar la estrategia.
- Finalmente se realiza una propuesta de Cuadro de Mando Integral en forma de pizarra, para que la información obtenida del Scorecard sea de conocimiento público.

4.3.2 Misión del Departamento

Como se menciona en el presente capítulo, la misión, visión y valores del Departamento, son una parte fundamental de la estrategia, por lo tanto son requeridos y es lo primero con lo que se debe iniciar para elaborar un Cuadro de Mando Integral. La misión, visión y valores del Departamento se presentan en el capítulo 1 del presente proyecto.

4.3.3 Análisis FODA

En la siguiente figura se muestra la matriz para el análisis FODA aplicado al Departamento de Facilidades, la matriz fue elaborada con ayuda del resultado de la evaluación del departamento y una lluvia de ideas.

Como lo establece la teoría las fortalezas y amenazas son las que presentan al interior del Departamento, mientras que las oportunidades y amenazas son fenómenos externos fuera del alcance o posibilidad de cambio del Departamento, pero afectan directamente las acciones realizadas en el Departamento.

Se debe recordar que en esta primera etapa se va a enfocar en los aspectos primordiales detectados en conjunto del Análisis FODA y la evaluación para el Departamento, sin olvidar que es un trabajo progresivo, y se deben ir abarcando todas las secciones hasta obtener un Departamento donde se aplique un Mantenimiento de Clase Mundial.

Lo que se busca con el plan estratégico FODA, es que las fortalezas enfrenten las debilidades y las superen, además se logren aprovechar las oportunidades para vencer las amenazas existentes.

Una vez implementado el plan de gestión inicial, es recomendable que de manera anual se realice un análisis FODA, que sirva de retroalimentación, para verificar los avances, nuevas fortalezas, debilidades, oportunidades o amenazas.

Tabla 5. Análisis FODA del Departamento de Facilidades.

<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <p>F1. Personal técnico con alto conocimiento y experiencia.</p> <p>F2. Infraestructura, equipos y herramientas de calidad para realizar las tareas.</p> <p>F3. Apoyo por parte de la gerencia.</p> <p>F4. Actitud responsable del personal</p>	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <p>O1. Mejorar la confiabilidad de los sistemas.</p> <p>O2. Mayor capacitación al personal.</p> <p>O3. Incentivar mayor sentido de pertenencia del personal con el Departamento</p> <p>O4. Adquisición de nuevos sistemas, software, que permitan un mejor desempeño de los equipos.</p>
<p>FODA</p>	
<p style="text-align: center;">Débilidades</p> <p>D1. Desconocimiento de los objetivos operacionales del Departamento.</p> <p>D2. Falta análisis del desempeño de los equipos.</p> <p>D3. Inexistencia de un manual personalizado donde consultar las tareas de mantenimiento.</p> <p>D4. Sistema deficiente de control de las ordenes de correctivo y por demanda.</p>	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <p>A1. Limitación económica, (dependencia de otros departamentos)</p> <p>A2. Falta de coordinación con otros departamentos (Stockroom)</p> <p>A3. Resistencia a la adopción de nuevas metodologías</p>

Fuente. Elaboración propia. MS Word

4.3.4 Definición de objetivos.

Para definir los objetivos estratégicos se utilizó como base la misión, visión ya establecidos en el Departamento de Facilidades, como se mencionó anteriormente. Además se observaron las fortalezas del Departamento en conjunto con el resultado de la evaluación, con el fin de encontrar objetivos y metas que se convirtieran en una adecuada herramienta para mejorar esas debilidades encontradas, y el Departamento encontrara una dirección de mayor claridad.

La estructura física que se utilizó para la propuesta de Cuadro de Mando Integral para el Departamento de Facilidades, fue la de elaborar por cada perspectiva dos objetivos, cada objetivo contará con dos indicadores, uno en adelanto, y otro en atraso. La siguiente figura lo representa de manera gráfica

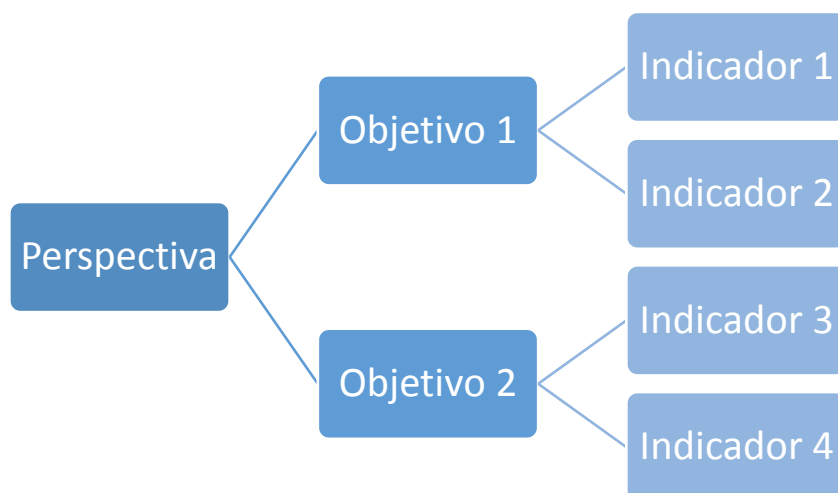


Figura 15. Estructura física del CMI

Fuente: Elaboración propia. MS Word.

Objetivos por perspectivas.

Los objetivos que se seleccionaron para cada una de las perspectivas son las siguientes:

Perspectiva Financiera.

Tabla 6. Objetivos de la perspectiva Financiera

Perspectiva	Objetivo 1	Objetivo 2
Financiera	Implementar un plan de ahorro que permita reducir como mínimo un 2% anual en la facturación de la planta en Costa Rica, para formar parte del compromiso ambiental de la empresa	Reducir en un 5% anual los gastos generados por la tercerización del mantenimiento del Departamento de Facilidades, mejorando la planificación de los trabajos internos, para disminuir los gastos dentro del Departamento

Fuente: Elaboración propia

- *Implementar un plan de ahorro que permita reducir como mínimo un 2% en la facturación de la planta en Costa Rica, para formar parte del compromiso ambiental de la empresa:* Se propone como objetivo reducir un 2% en la facturación energética de la planta, mediante proyectos de ahorro de consumo eléctrico, como la compra de lámparas de alta eficiencia, equipos de alta eficiencia, control del consumo actual de los equipos, entre otras oportunidades de mejora.
- *Reducir en un 5% los gastos generados por la tercerización del mantenimiento del Departamento de Facilidades, mejorando la planificación de los trabajos internos, para disminuir gastos dentro del Departamento:* Si se toma como referencia que la búsqueda final es la de maximizar el valor de la empresa para los accionistas, es

importante que el Departamento lleve un control de la cantidad de dinero y tiempo que se invierte en la tercerización del mantenimiento, tratando de reducir todo aquel mantenimiento contratado que no sea totalmente necesario, esto permitiría un ahorro en los gastos destinados para la tercerización, lo que podría invertirse en capacitación al personal para que realice las tareas requeridas por el Departamento.

Además de disminuir los gastos en el mantenimiento tercerizado, al disminuir la cantidad de trabajo que se contrata permite a los supervisores mayor facilidad para la inspección de los mismos y lograr mantenimientos de alta calidad.

Perspectiva al Cliente.

Tabla 7. Objetivo de la Perspectiva al Cliente.

Perspectiva	Objetivo 1	Objetivo 2
Cliente	Responder a tiempo el 90% las solicitudes que llegan al Departamento de Facilidades, mediante un adecuado cronograma, para garantizar la satisfacción del cliente.	Garantizar el 100% de la disponibilidad de los insumos básicos que tienen contacto directo con el producto (aire comprimido, agua destilada, aire acondicionado) dentro de los rangos validados para garantizar la calidad del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

- *Responder a tiempo el 90% de las solicitudes que llegan al Departamento de Facilidades, mediante un adecuado cronograma, para garantizar la satisfacción del cliente:* Actualmente dentro del Departamento, no se lleva un orden establecido para las solicitudes externas al Departamento, sin embargo no se debe pasar por alto que

esas solicitudes, también son parte de lo que el cliente del Departamento requiere, por lo tanto es de suma importancia que se dé la mejor satisfacción posible, se propone la utilización de un cronograma que permita el registro de las tareas, para una correcta programación y no quedar mal ni realizar los trabajos con atrasos.

- *Garantizar el 100% de la disponibilidad de los insumos básicos que tienen contacto directo con el producto (aire comprimido, agua destilada, aire acondicionado) dentro de los rangos validados para garantizar la calidad del proceso:* Este objetivo persigue controlar la calidad de servicio que brinda el Departamento de Facilidades, proporcionando un 100% en la disponibilidad de las facilidades que requieren en los cuartos limpios para cumplir con la producción de la planta.

Objetivos de la perspectiva de procesos internos

Tabla 8. Objetivos de la Perspectiva de Procesos Internos

Perspectiva	Objetivo 1	Objetivo 2
Procesos Internos	Elaborar una estrategia que permita realizar como mínimo un 90% de los trabajos planificados del Departamento de Facilidades para mejorar el nivel de servicio.	Reducir como mínimo un 5% anual los trabajos de mantenimiento correctivo, implementando un mantenimiento preventivo y predictivo adecuado, para disminuir gastos no planificados.

Fuente: Elaboración propia

- *Elaborar una estrategia que permita realizar como mínimo un 90% de los trabajos planificados del Departamento de Facilidades para mejorar la eficiencia del Departamento:* Elaborando una estrategia adecuada para la planificación de los trabajos del departamento, se logra mejorar la eficiencia con la que se realizan los trabajos, lo anterior repercute en más tiempo para realizar labores, lo que implica menor necesidad de tercerización, además de motivar al personal para cumplir con las metas establecidas.
- *Reducir como mínimo un 5% anual los trabajos de mantenimiento correctivo, implementando un mantenimiento preventivo adecuado, para disminuir los costos del mantenimiento correctivo:* Si se conoce la cantidad de mantenimiento correctivo que realiza el Departamento con respecto al mantenimiento total, se puede buscar una mejora mediante la implementación de una planificación adecuada del mantenimiento preventivo.

Objetivos de la perspectiva de aprendizaje y crecimiento del personal del Departamento.

Tabla 9. Objetivos de la Perspectiva de Desarrollo y Aprendizaje

Perspectiva	Objetivo 1	Objetivo 2
Desarrollo y Aprendizaje	Aumentar la motivación y sentido de pertenencia del personal del Departamento de Facilidades mediante el uso de capacitaciones y herramientas de aprendizaje para mejorar el trabajo realizado.	Lograr que no existan incapacidades debido a accidentes laborales en el personal del Departamento de facilidades, para garantizar la seguridad del personal

Fuente: Elaboración propia.

- *Aumentar la motivación y sentido de pertenencia del personal del Departamento de Facilidades mediante el uso de capacitaciones y herramientas de aprendizaje para mejorar el trabajo realizado por el personal del Departamento:* El Personal motivado realiza un trabajo de mayor eficiencia, si el personal se siente parte integral del Departamento, se va a esforzar de mejor manera para obtener excelentes resultados en su trabajo y además se va a enfocar en el cumplimiento de las metas y retos propuestos, de ahí la importancia de este objetivo.
- Lograr que no existan incapacidades debido a accidentes laborales en el personal del Departamento de Facilidades, para garantizar la seguridad del mismo: La seguridad del personal es lo más importante en las empresas, garantizar protección a los empleados para que realicen sus labores es capital y repercute en la motivación de los empleados para realizar las tareas correspondientes.

4.3.5 Mapa estratégico.

El mapa estratégico se elabora mediante las relaciones de causa- efecto, obtenidas de los objetivos ya debidamente establecidos en su correspondiente perspectiva. Se realiza evaluando los objetivos de la última perspectiva, que en este caso es la de aprendizaje y crecimiento del personal, y definiendo las relaciones que establece con los otros objetivos de las otras perspectivas, incrementando secuencialmente el nivel hasta llegar a la perspectiva financiera, donde la meta final es la de maximizar el valor de la empresa para los accionistas.

El mapa se encuentra dividido por las perspectivas, donde cada una se encuentra con un color respectivo, de tal forma se puede observar fácilmente cuales objetivos de una perspectiva están enlazados con otros objetivos de una perspectiva diferente

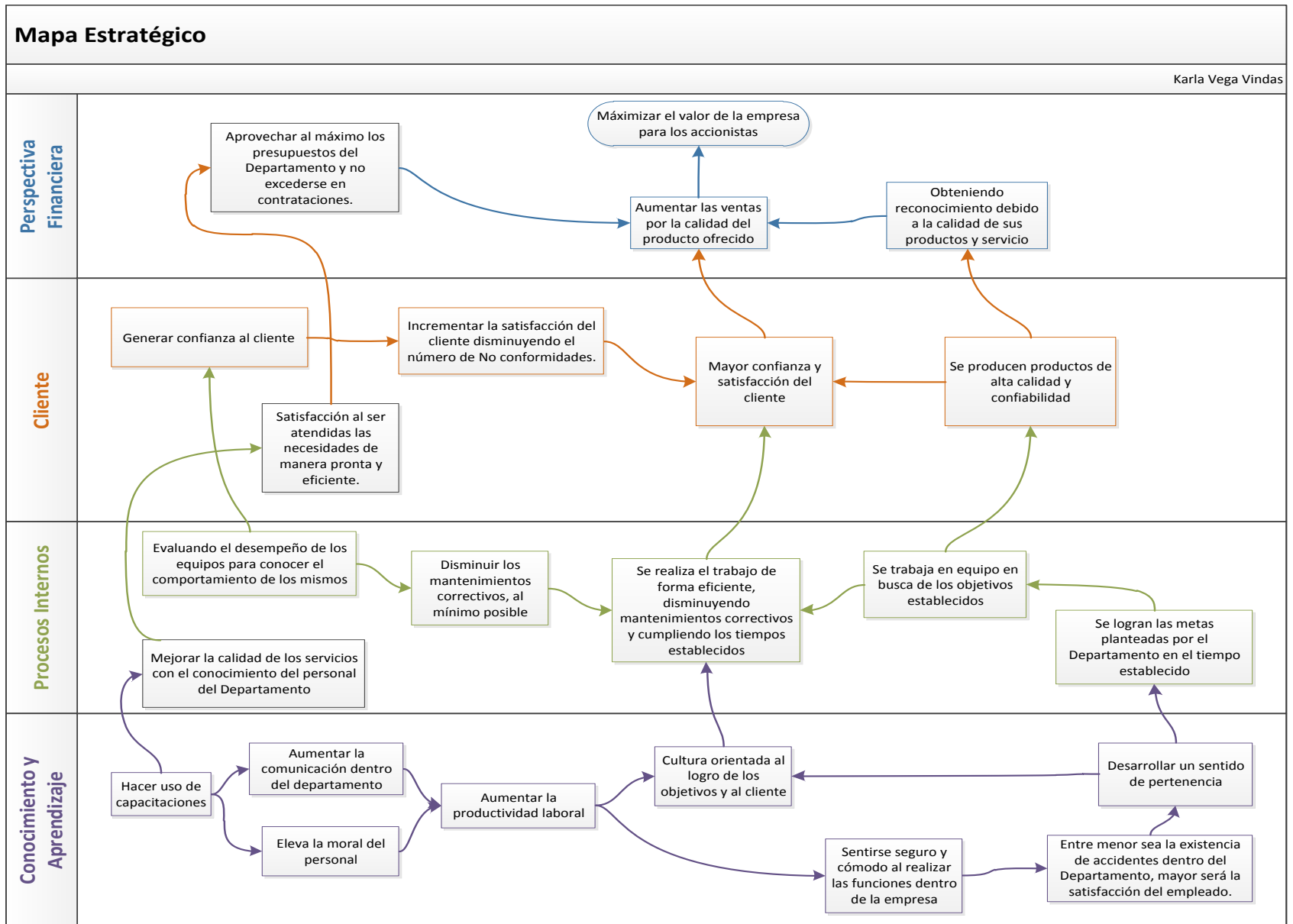


Figura 16. Mapa estratégico del Departamento de Facilidades

Fuente: Elaboración propia en MS Visio.

4.2.5 Determinación de los indicadores.

Luego de determinar cuáles son los objetivos como se explicó brevemente en la metodología utilizada se procede a encontrar los indicadores en adelanto y atraso para cada objetivo de las perspectivas. Para la determinación de estos indicadores se debieron analizar cada uno de los objetivos para asegurar que su funcionamiento sería el adecuado, definir muy bien la viabilidad del indicador, buscar las rutas de toma de datos o información requerida y definir un responsable adecuado para cada indicador.

Perspectiva Financiera

Tabla 10. Indicadores de la perspectiva Financiera.

<i>Perspectiva</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Indicador</i>
Financiera	Implementar un plan de ahorro que permita reducir como mínimo un 2% anual en la facturación de la planta en Costa Rica, como parte del compromiso ambiental de la empresa	Proyectos ahorro energético
		Consumo energético del departamento
	Reducir en un 5% los gastos generados por la tercerización del mantenimiento del Departamento de Facilidades, mejorando la planificación de los trabajos internos, para disminuir gastos dentro del Departamento	Tareas Eventuales del día
		Tercerización del mantenimiento

Fuente: Elaboración propia. MS Excel

Proyectos ahorro energético: Consiste en llevar un registro de los proyectos de ahorro energético propuestos por el Departamento e implementados durante el año.

La frecuencia para renovar la información en el Cuadro de Mando será de manera anual, sin embargo es importante llevar un registro cada mes que se implemente un proyecto de ahorro energético, para así, además de llevar un registro, la contabilización anual se realiza de forma más sencilla.

Consumo energético del departamento: El indicador consiste en llevar mes a mes el registro del consumo energético, mediante la facturación de la empresa, para así realizar un análisis gráfico de manera anual, donde se observe el ahorro energético obtenido y si se alcanzó el porcentaje meta. Se propone registrar mes a mes ese consumo mayor trazabilidad de la información. La frecuencia para este indicador será de manera anual.

Tareas Eventuales del día: Son las horas invertidas en las tareas eventuales que se presentan día a día, la fórmula muestra la proporción de las horas invertidas a eventualidades entre las horas disponibles totales de los técnicos.

$$\frac{\textit{Horas invertidas en eventualidades}}{\textit{Horas totales de trabajo}} \times 100$$

Ecuación 1. Tareas eventuales del día.

Dónde:

Horas totales de trabajo: Son las horas totales disponibles de trabajo.

Horas invertidas en eventualidades: Son las horas dedicadas a trabajos eventuales que salen durante el día.

Tercerización del Mantenimiento: Relación entre los gastos totales de mano de obra externa (contratación eventual y/o gastos de mano de obra proporcional a los servicios de contratos permanentes) y la mano de obra total empleada en los servicios (propia y contratada), durante el período considerado.

Se propone que se realice con una frecuencia mensual, con el fin de que sea más sencilla la obtención de la información requerida.

$$CRPP = \frac{\text{Servicio de terceros}}{\text{Costos de Mantenimiento (Total)}} \times 100$$

Ecuación 2. Tercerización del Mantenimiento.

Dónde:

Costos de Mantenimiento: Costo de mano de obra externa + costo de mano de obra contratada + costo de mano de obra permanente (Contratada-Directa) + Costo de repuestos (de encontrarse los repuestos en almacén se toma el valor actual y no el valor en el que se adquirió.) + Tiempos de producción que se podrían perder.

Servicio de terceros: Costo de mano de obra externa

Perspectiva al Cliente

Tabla 11. Indicadores de la perspectiva al cliente.

<i>Perspectiva</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Indicador</i>
Cientes	Responder a tiempo el 90% las solicitudes que llegan al Departamento de Facilidades, mediante un adecuado cronograma, para garantizar la satisfacción del cliente.	Trabajos con cronograma
		Nivel de servicio
	Garantizar el 100% de la disponibilidad de los insumos básicos que tienen contacto directo con el producto (aire comprimido, agua destilada, aire acondicionado) dentro de los rangos validados para garantizar la calidad del proceso.	Comportamiento de los insumos básicos en los cuartos limpios.
		Disponibilidad

Fuente: Elaboración propia. MS Excel

Trabajos con cronograma: Relación entre la cantidad de trabajos solicitados por el cliente, que se encuentran con un debido cronograma y todos los trabajos solicitados al Departamento de Facilidades por el cliente.

Con el fin de agilizar la planificación, y llevar un mayor control de los tiempos disponibles para solicitudes externas. La información se obtiene de la planificación y registros del planner.

$$\text{Trabajos con cronograma} = \frac{\text{Trabajos con cronograma}}{\text{Total de trabajos solicitados}} \times 100$$

Ecuación 3. Trabajos con cronograma

Dónde:

Trabajos con cronograma: Son los trabajos solicitados por el cliente que se encuentran con su debido cronograma.

Trabajos totales solicitados: Trabajos totales solicitados semanalmente al Departamento de Facilidades por el cliente.

Nivel de Servicio: Se lleva un registro de los tiempos de entrega de los trabajos solicitados por el cliente con respecto al tiempo requerido para garantizar los tiempos de entrega y el nivel de servicio.

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Tiempo requerido por el cliente}}{\text{Tiempo en realizar la solicitud}} \times 100$$

Ecuación 4. Nivel de servicio.

Dónde:

Tiempo requerido por el cliente: Es el tiempo en el que el cliente solicitó que el trabajo se encontrara realizado.

Tiempo en realizar la solicitud: Es el tiempo en el que el Departamento de facilidades entrega el trabajo solicitado finalizado.

Insumos Básicos en los cuartos limpios: Consiste en observar el comportamiento de los insumos básicos (aire acondicionado, presión positiva y humedad) de los cuartos limpios para prever que las condiciones se salgan de los parámetros requeridos por producción.

Se propone una frecuencia diaria, tomando los datos ente una y una y media de la tarde, y la información requerida se encuentra mediante el uso del BAS. Se registra la información en la tabla correspondiente y se contabiliza las veces que los insumos básicos salen de las condiciones establecidas.

Tiempo Medio Entre Fallas: Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado

$$TMEF = \frac{NOIT * HROP}{\Sigma NTMC}$$

Ecuación 5. Tiempo medio entre fallas

Dónde:

NOIT: Número de ítems o equipos

HROP: Horas de operación de los equipos. (Son las horas que realmente operan los equipos)

NTMC= Número total de fallas

Tiempo Medio Para Reparación: Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMPR = \frac{\Sigma HTMC}{NTMC}$$

Ecuación 6. Tiempo medio para reparación.

Dónde:

HTMC: Horas totales dedicadas a mantenimiento correctivo.

NTCM: Número total de fallas del equipo.

Disponibilidad: La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

$$Disp = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

Ecuación 7. Disponibilidad.

Planificación de trabajos: Es la proporción de tiempo que se le dedica a la planificación de los trabajos del Departamento de Facilidades (No incluye la planificación de mantenimiento preventivo), con respecto al tiempo laboral del planner o tecnólogo de facilidades.

Se propone una frecuencia semanal, ya que de esa manera se pueden proponer mejoras y cambios más pronto, además semanalmente se maneja la información más fácilmente, lo que lo convierte en un indicador adecuado. La información se obtiene del registro de trabajo del planner.

$$\text{Planificación de trabajo: } \frac{\text{Horas dedicadas a la Planificación de labores}}{\text{Horas hombre totales}} \times 100$$

Ecuación 8. Planificación de trabajo.

Dónde:

Horas hombre total: Son las horas totales de labor del planner (Horas ordinarias + Horas extra)

Horas dedicadas a la planificación de labores: Son las horas del planner que le dedica exclusivamente a la planificación de las tareas pendientes (Tareas externas, mantenimientos programados o correctivos)

Perspectiva de Procesos Internos

Cumplimiento del Mantenimiento Planificado: Es la proporción de órdenes planificadas que se realizaron, con respecto al total de órdenes de trabajo planificadas. Mide el grado de acierto en la planificación. La frecuencia determinada

para este indicador es semanal. La información para este indicador se obtiene del registro que realiza el planner y el registro de trabajo de los técnicos, del cual es encargado el técnico líder.

$$\text{Cumplimiento Mto Planificado: } \frac{\text{OT de mantenimiento planificado realizado}}{\text{OT de mantenimiento planificado total}} \times 100$$

Ecuación 9. Cumplimiento del Mto Planificado

Dónde:

OT de mantenimiento planificado realizado: Son los trabajos planificados que se realizaron en la fecha correspondiente.

OT de mantenimiento planificado total: Son los trabajos planificados totales para una fecha correspondiente.

Mantenimiento Preventivo/Predictivo: Porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento preventivo y predictivo, sobre horas totales invertidas en mantenimiento, la frecuencia que se determina para este indicador es de manera mensual. La información para este indicador se obtiene de las órdenes de trabajo, que se encuentran archivadas en el MP2. Este indicador se realizará a los equipos con mayor criticidad de Facilidades.

$$\text{PM} - \text{PMd: } \frac{\text{Horas PM} + \text{Horas PMd}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

Ecuación 10. Mantenimiento Preventivo/Predictivo.

Dónde:

Horas PM: Horas dedicadas de Mantenimiento Preventivo.

Horas PMd: Horas dedicadas a Mantenimiento Predictivo.

Horas totales de Mantenimiento: Horas totales de Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo, y otros mantenimientos aplicados a los equipos

Mantenimiento Correctivo: Porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento correctivo, sobre horas totales de mantenimiento, la frecuencia que se determina para este indicador es de manera mensual, y la información se obtiene de las órdenes de trabajo, archivadas en el MP2, se realizará a los equipos de mayor importancia para el Departamento de Facilidades.

$$CM: \frac{\text{Horas CM}}{\text{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$$

Ecuación 11. Mantenimiento Correctivo

Dónde:

Horas CM: Horas dedicadas a Mantenimiento Correctivo.

Horas totales de Mantenimiento: Horas totales de Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo, y otros mantenimientos aplicados a los equipos

Tabla 12. Indicadores de Procesos Internos

<i>Perspectiva</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Indicador</i>
Procesos Internos	Elaborar una estrategia que permita realizar como mínimo un 90% de los trabajos planificados del Departamento de Facilidades para mejorar el nivel de servicio.	Horas dedicadas a la Planificación de trabajos.
		Cumplimiento del Mantenimiento Planificado
	Reducir como mínimo un 5% anual los trabajos de mantenimiento correctivo, implementando un mantenimiento preventivo y predictivo adecuado, para disminuir gastos no planificados.	Mantenimiento Preventivo/Predictivo
		Mantenimiento Correctivo

Fuente: Elaboración propia. MS Excel

Perspectiva de formación y crecimiento

Tiempo dedicado a la formación del personal: Este indicador representa las horas de capacitación profesional que reciben los empleados del Departamento de manera anual para los colaboradores. Se debe llevar un registro de las horas invertidas en capacitación.

Encuestas de satisfacción: Se realiza un espacio para encuestas o sugerencias de los empleados de Facilidades, y así conocer el grado de satisfacción con el que laboran. Se propone una frecuencia anual para este indicador.

$$\frac{\text{Cantidad de empleados satisfechos}}{\text{Cantidad de encuestas Totales}} \times 100$$

Número de observaciones de actitudes inseguras: Son acciones o actitudes inseguras que podrían atentar contra su seguridad o la de sus compañeros, se determina contabilizando la cantidad de veces, que el supervisor u otro, observa actitudes o acciones inseguras durante las labores cotidianas de los empleados del Departamento de Facilidades. Se debe contabilizar cada observación insegura realizada, pero su contabilización en el Cuadro de mando Integral debe ser mensual.

$$\text{N}^\circ \text{ Actitudes inseguras: } \frac{\text{Acciones inseguras}}{\text{Tiempo}}$$

Ecuación 12. Actitudes inseguras

Seguridad laboral: Es la proporción de la cantidad de incapacidades de los empleados del departamento de Facilidades debido a accidentes laborales, con respecto a un tiempo determinado

$$\text{Seguridad laboral: } \frac{\text{Incapacidades de empleados}}{\text{Tiempo}}$$

Ecuación 13. Seguridad laboral

Dónde:

Incapacidades de empleados: Son aquellas incapacidades de los empleados del Departamento, donde el motivo es un accidente laboral.

Tiempo: Un tiempo establecido, periodo de análisis.

Tabla 13. Indicadores de la Perspectiva de aprendizaje y desarrollo

<i>Perspectiva</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Indicador</i>
Aprendizaje, Crecimiento y Personal del Departamento	Aumentar la motivación y sentido de pertenencia del personal del Departamento de Facilidades mediante el uso de capacitaciones y herramientas de aprendizaje para mejorar el trabajo realizado.	Formación al personal
		Encuestas de satisfacción de los empleados
	Lograr que no existan incapacidades debido a accidentes laborales en el personal del Departamento de facilidades, para garantizar la seguridad del personal	Número de observaciones de actitudes o acciones inseguras
		Seguridad laboral

Fuente: Elaboración propia. MS Excel

Codificación de los indicadores.

Es importante que exista una codificación estandarizada para los indicadores, y de esta forma evitar una posible confusión a la hora de establecer los datos en el CMI. La codificación de los indicadores establecida se observa en la siguiente figura.

Tabla 14. Ejemplo de codificación de los indicadores

<i>Indicadores</i>	<i>Código</i>	<i>Unidad</i>
Proyectos ahorro energético	FA1	Unidad
Consumo energético del departamento	FT1	kWh

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Código de los indicadores para las distintas perspectivas.

Perspectiva	Código
Financiera	F
Clientes	C
Procesos Internos	P
Aprendizaje y crecimiento del personal	A

Fuente: Elaboración propia, MS Word.

Seguidamente en la segunda casilla se encuentran las letras A y T, que significan, Adelanto y Atraso, respectivamente, lo anterior para que exista una diferencia entre los indicadores que son en adelanto y los que son en atraso.

Y Finalmente en la tercera casilla se encuentra un número, que es un consecutivo de los indicadores que corresponden a una perspectiva. Como se observa en la figura anterior, el número 1 representa que es el primer indicador en adelanto y el primer indicador en atraso de esa perspectiva.

Descripción de los indicadores en el CMI.

La tabla o Scorecard, también cuenta con una breve descripción de los indicadores, para que cualquier persona externa al Departamento o con desconocimiento del proceso, entienda el indicador y lo que busca.

Tabla 16. Descripción de los indicadores

<i>Perspectiva</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Indicador</i>	<i>Descripción</i>
Financiera	Implementar un plan de ahorro que permita reducir como mínimo un 2% anual en la facturación de la planta Hospira en Costa Rica, como parte del compromiso ambiental de la empresa	Proyectos ahorro energético	Cantidad de proyectos implementados destinados al ahorro energético del departamento
		Consumo energético del departamento	Se toma el consumo energético y se tabula de manera mensual, realizando un análisis anual para identificar el comportamiento durante del año
	Reducir en un 5% los gastos generados por la tercerización del mantenimiento del Departamento de Facilidades, mejorando la planificación de los trabajos internos, para disminuir gastos dentro del Departamento	Tareas Eventuales del día	Horas invertidas en las tareas eventuales que se presentan día a día.
		Tercerización del mantenimiento	Gastos realizados en el Departamento por contrataciones de mantenimiento, debido a falta de tiempo o capacitación del personal.

Fuente: Elaboración propia. MS Excel.

Fuente de los indicadores

Otro aspecto de suma importancia a la hora de crear un CMI, es determinar de dónde, o qué proceso se debe seguir para obtener la información requerida a la hora de calcular los indicadores.

Por eso es importante definir una ruta de información, y establecerla debidamente en el Scorecard. Para efectos del proyecto y debido al contexto del Departamento, se utilizan distintas fuentes de información para cada indicador, siendo entre los más comunes el MP2, y el Bas. La fuente de información de cada indicador se observa de manera clara en el Cuadro de Mando Integral, y en el Manual de Indicadores el cual se va a detallar más adelante.

Unidad medida.

La unidad de medida es una sección de suma importancia en la elaboración de un BSC, ya que es la forma en la que se desea expresar el resultado. Cada uno de los indicadores cuenta con su respectiva unidad de medida.

Frecuencia de Medición

La frecuencia de los indicadores es otra característica importante que se debe definir a la hora de realizar un CMI, para el caso del Departamento de Facilidades se definieron distintos tipos de frecuencia para cada indicador. Diarias, Semanales, Mensuales, Anuales.

Se determinó la frecuencia con respecto a las necesidades del Departamento y lo que se esperaba de cada indicador.

El indicador de insumos básicos, utiliza una frecuencia diaria, ya que lo que se busca es conocer y llevar un registro del comportamiento de los insumos a una hora crítica para la empresa, debido a la producción que se realiza y a los efectos del clima.

Los indicadores semanales se determinaron de esa forma, ya que es la forma en la que se manejan las órdenes de trabajo y la programación del Departamento, así que se facilitaba la toma de información si se hacía de manera semanal.

Los indicadores mensuales como por ejemplo los de mantenimiento preventivo/predictivo se definieron de esta forma, ya que se desea saber el comportamiento para realizar mejoras y tomar decisiones, y se analizan de una mejor manera al ser de forma mensual.

Los indicadores anuales, son indicadores más estratégicos y por lo tanto, es preferible, lapsos más amplios de medición. Buscan ser evaluados al finalizar un año para tomar decisiones.

Responsables

Ing. De Documentación y Control: Ing. Kenneth Fallas, se va a encargar de los indicadores de Proyectos de ahorro energético, y Consumo energético de la perspectiva financiera, y de la perspectiva de formación y crecimiento se va a encargar de llevar el registro de los indicadores del tiempo dedicado a capacitación y la encuesta de satisfacción al personal.

Supervisor de Facilidades: Ing. Jimmy Chacón, será el encargado de llevar el registro de los indicadores de la tercerización del mantenimiento de la perspectiva financiera,

de las condiciones de los insumos básicos de la perspectiva del cliente, de los indicadores de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de la perspectiva de procesos internos, y de la perspectiva de formación y crecimiento el indicador de actitudes inseguras y seguridad laboral de su respectivo turno.

Supervisor de Facilidades: Olman Robles, será responsable de los indicadores de la perspectiva de formación y crecimiento, seguridad laboral y actitudes inseguras de su turno correspondiente.

Sub-Gerente de Facilidades: Ing. Mauricio Mendoza, será el responsable de la obtención del indicador de la perspectiva de procesos internos, horas dedicadas a la planificación.

Técnico de Documentación: Richard Chavarría, será el encargado del indicador de la perspectiva al cliente, Disponibilidad de los equipos.

Planner o Tecnólogo de Facilidades: Roger Robles, será el responsable de los indicadores de tareas eventuales de la perspectiva financiera, trabajos con cronogramas y nivel de servicio de la perspectiva al cliente, y de la perspectiva de los procesos internos del indicador del Cumplimiento del Mantenimiento Planificado.

Además es recomendable colocar la unidad de medición con la que se va a realizar el indicador, ya que permite mayor claridad de los números que se esperan.

Metas

Las metas permiten establecer límites o niveles máximos de logro, comunican el nivel de desempeño esperado por la organización, deben ser cuantificables y estar directamente relacionadas con el objetivo. Es importante que estén orientadas a mejorar y debe ser una meta factible a alcanzar, ya que hay que recordar que a su vez sirven como motivación para los empleados.

Las metas que fueron establecidas para el Cuadro de Mando Integral se encuentran en la tabla colocada en el apéndice.

Señalización

Para poder dar seguimiento, realizar la evaluación adecuada y contar elementos para la toma de decisiones, deberán establecerse los parámetros de semaforización que

se encarguen de identificar si el cumplimiento del indicador fue el adecuado o esperado.

- Alto (Verde)
- Medio (Amarillo)
- Crítico (Rojo)

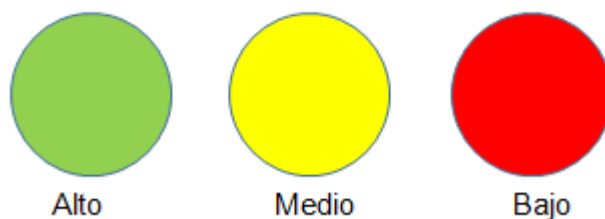


Figura 17. Señalización del CMI

Fuente Elaboración propia MS Word.

Los rangos de las metas se obtuvieron de las necesidades del Departamento, o de los objetivos establecidos, sin embargo para el indicador de Mantenimiento Predictivo y Preventivo y el indicador de Mantenimiento correctivo, se utilizó como meta un 80% y un 20% respectivamente, debido a que si se buscan porcentajes más altos del primer indicador y más bajos de Mantenimiento Correctivo, se debe invertir más recursos en los mismos, y debido a la realidad de la empresa se vuelve innecesario.

Finalmente se elabora la tabla que se utilizará como Scorecard para el Departamento, y su respectiva base de datos para el registro de la información.

El Cuadro de Mando Integral se encuentra en la sección de Anexos de este capítulo, también se puede encontrar El Cuadro Resumen que se propone para colocar de manera física en el Departamento.

Finalmente se presenta en la siguiente tabla, el Cuadro de Mando Integral propuesto para el Departamento de Facilidades. Se realizan dos propuestas, la primera se conserva de manera digital, en una carpeta a la que tenga acceso todo el personal del Departamento, donde mediante una contraseña se va a bloquear el archivo, para

que solo las personas responsables del CMI, puedan tener acceso a modificaciones, sin embargo todo aquel que guste pueda ver la tendencia de los indicadores, los objetivos del CMI, y quienes son los responsables.

Las tablas se pueden observar de forma más clara en los anexos del presente documento.

Tabla 17. Cuadro de Mando Integral Perspectivas Financiera y al Cliente.

Scorecard de Facilidades

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente de información	Código	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Meta (Final)		
										Alta	Medio	Bajo
Financiera	Implementar un plan de ahorro que permita reducir como mínimo un 2% anual en la facturación de la planta Hospira en Costa Rica, como parte del compromiso ambiental de la empresa	Proyectos ahorro energético	Este indicador mide de la cantidad de proyectos que implementa el Departamento, cuantos están pensados para lograr un ahorro energético.	Personal del Departamento de Facilidades	FA1	Proyectos propuestos	Unidad	Anual	Ingeniero de control y documentación	≥2	<2 y ≥1	0
		Consumo energético del departamento	El indicador va a identificar el ahorro del consumo energético de la empresa, mediante un registro del consumo mensual.	Del recibo energético de la empresa	FT1	Directamente tomado del recibo energético	kWh	Anual	Ingeniero de control y documentación	≈2% Ahorro	<2% y ≈ 0.5%	<0.5%
	Reducir en un 5% los gastos generados por la tercerización del mantenimiento del Departamento de Facilidades, mejorando la planificación de los trabajos internos, para disminuir gastos dentro del Departamento	Tareas Eventuales del día	El indicador pretende evaluar cuantas horas son utilizadas para tareas no programadas, y cuanto de ese tiempo podría emplearse en tareas propias del Departamento.	Horas registradas en el sistema	FA2	$\frac{\text{Horas invertidas en eventualidades}}{\text{Horas totales de trabajo}} \times 100$	Unidad	Semanal	Tecnólogo de Facilidades	≈20%	>20% y ≈ 30%	>30%
		Tercerización del mantenimiento	Son los gastos realizados en el Departamento por contrataciones de mantenimiento, debido a falta de tiempo o capacitación del personal, busca llevar un registro y buscar formas para disminuir en esos gastos.	Facturación y cotizaciones de tercerización.	FT2	$\frac{\text{Servicio de terceros}}{\text{Costos de Mantenimiento (Total)}} \times 100$	Porcentaje	Mensual	Supervisor de Facilidades	≈5%	<5% ≈ 2%	<2%
Clientes	Responder a tiempo el 90% las solicitudes que llegan al Departamento de Facilidades, mediante un adecuado cronograma, para garantizar la satisfacción del cliente.	Trabajos con cronograma	Contabilizo el porcentaje de solicitudes del cliente que cuenta con un adecuado cronograma para su elaboración.	Trabajos registrados en el Sistema	CA1	$\frac{\text{Trabajos solicitados con cronograma}}{\text{Total de Trabajos solicitados}} \times 100$	Porcentaje	Semanal	Tecnólogo de Facilidades	≈90%	<90% ≈ 75%	<75%
		Nivel de servicio	Se lleva un registro de los tiempos de entrega de los trabajos solicitados por el cliente con respecto a el tiempo requerido para garantizar los tiempos de entrega y el nivel de servicio.	Tiempos registrados en el Sistema	CT1	$\frac{\text{Tiempo requerido por el cliente}}{\text{Tiempo en realizar las solicitudes}}$	Días	Semanal	Tecnólogo de Facilidades	≈1	<1 ≈ 0.5	>0.5
	Garantizar el 100% de la disponibilidad de los insumos básicos que tienen contacto directo con el producto (aire comprimido, agua destilada, aire acondicionado) dentro de los rangos validados para garantizar la calidad del proceso.	Comportamiento de los insumos básicos en los cuartos limpios.	Busca llevar un registro del comportamiento de los insumos básicos del Departamento de Facilidades, para anticipar su comportamiento con registros en la historia, se considera anomalía si cambian las condiciones de 5 a 15 minutos	Directamente del BAS	CA2	Condiciones de los Insumos Básicos	Unidad	Diario	Supervisor de Facilidades	≈2	>2 y ≈ 3	>3
		Disponibilidad	Busca contabilizar la disponibilidad de los equipos a los que ve el Departamento y porporcionan los insumos básicos a la planta Hospira	Cálculo de Disponibilidad	CT2	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPPR}$	Porcentaje	Mensual	Técnico en Documentación	≈90%	<90% y ≈ 85%	<85%

Fuente: Elaboración propia. MS.Excel

Tabla 18. Cuadro de Mando Integral de las perspectivas Internas y de Formación.

Scorecard de Facilidades

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente de información	Código	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Meta (Final)		
										Alto	Medio	Bajo
Procesos Internos	Elaborar una estrategia que permita realizar como mínimo un 90% de los trabajos planificados del Departamento de Facilidades para mejorar el nivel de servicio.	Horas dedicadas a la Planificación de trabajos.	Son las horas dedicadas a la Planificación de los trabajos del Departamento, proporcional a las horas totales de labor	Se toma de las horas establecidas para planificación de los trabajos de Facilidades	PA1	$\frac{\text{Horas dedicadas a planificación}}{\text{Horas Hombre totales}} \times 100$	Porcentaje	Semanal	Supervisor de Facilidades	≥50%	<50%; y ≥ 40%	<40%
		Cumplimiento del Mantenimiento Planificado	Establece la proporción entre ordenes planeadas ejecutadas entre el total de ordenes de mantenimiento correctivo (DM, CM)	Se toma de las horas de mantenimiento planificado realizadas.	PT1	$\frac{\text{Ordenes de Mantenimiento Planificado Ejectutado}}{\text{Ordenes de Mantenimiento Planificado Totales}} \times 100$	Porcentaje	Semanal	Tecnólogo de Facilidades	≥90%	<90%; y ≥ 85%	<85%
	Reducir como mínimo un 5% anual los trabajos de mantenimiento correctivo, implementando un mantenimiento preventivo y predictivo adecuado, para disminuir gastos no planificados.	Mantenimiento Preventivo/Predictivo	Mantenimientos preventivos y predictivos que se realiza a los equipos, con respecto a los mantenimientos totales realizados.	Horas planificadas en el sistema de mantenimiento preventivo.	PA2	$\frac{\text{Horas mantenimiento preventivo/predictivo}}{\text{Horas totales de Mantenimiento}} \times 100$	Porcentaje	Mensual	Supervisor de Facilidades	≥80%	<80%; y ≥70%	<70%
		Mantenimiento Correctivo	Porcentaje de Horas invertidas en el Mantenimiento Correctivo sobre las horas totales de Mantenimiento	Horas planificadas en el sistema de mantenimiento correctivo	PT2	$\frac{\text{Horas mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales de Mantenimiento}} \times 100$	Porcentaje	Mensual	Supervisor de Facilidades	≤20%	>20%; y ≤30%	>30%
Aprendizaje, Crecimiento y Personal del Departamento	Aumentar la motivación y sentido de pertenencia del personal del Departamento de Facilidades mediante el uso de capacitaciones y herramientas de aprendizaje para mejorar el trabajo realizado.	Formación al personal	El indicador permita cuantificar las horas de capacitación que recibe el personal para su formación como profesional.	Registro de las horas dedicadas a capacitación.	AA1	Registro de Horas dedicadas a Formación.	Unidad	Anual	Ingeniero de control y documentación	≥25	<25 y ≥10	<10
		Encuestas de satisfacción de los empleados	Busca conocer la satisfacción de los empleados por medio de encuestas o a modo de sugerencias.	Información obtenida por parte de los empleados	AT1	$\frac{\text{Cantidad de empleados satisfechos}}{\text{Cantidad de encuestas Totales}} \times 100$	Unidad	Anual	Ingeniero de control y documentación	≥85%	<85%; y ≥75%	<75%
	Lograr que no existan incapacidades debido a accidentes laborales en el personal del Departamento de facilidades, para garantizar la seguridad del personal	Número de observaciones de actitudes o acciones inseguras	Las observaciones realizadas por el supervisor u otro, de las actitudes o acciones inseguras realizadas.	Registros del Supervisor	AA2	Observaciones realizadas a los empleados por su supervisor u otro.	Porcentaje	Anual	Supervisor de Facilidades	≤6	>6 y ≤10	>10
		Seguridad laboral	Número de accidentes o lesiones notificados por parte del Personal del Departamento de Facilidades que requieren una incapacidad laboral.	Solicitando la información al Departamento de EHS	AT2	$\frac{\text{Número de lesiones}}{\text{Tiempo}}$	Unidad	Anual	Supervisor de Facilidades	≤2	>2 y ≤4	>4

Fuente: Elaboración propia. MS Excel-

Tabla 19. CMI propuesto para colocar de manera física en el Departamento.

Misión : Facilidades es el departamento que se encarga de mantener las utilidades y facilidades de Hospira en buen funcionamiento, con la mejor eficiencia y los más estrictos estándares de seguridad y calidad, con el fin de brindar un buen servicio las 24 horas del día, los 365 días del año.

Visión: Ser un departamento vanguardista, soportado en una mejora continua y constante de todos nuestros sistemas con la integración o sustitución de componentes de la más alta tecnología y calidad, y en el mantenimiento de nuestros sistemas de la forma mas eficiente y eficaz que optimice la utilización de los recursos materiales y humanos; para seguir cumpliendo con éxito todas las solicitudes de nuestros clientes internos al costo más bajo posible.

SCORECARD DEPARTAMENTO DE FACILIDADES

Perspectiva	Objetivo	Indicadores	Código	Unidad	Frecuencia	Actual	Meta		
							Buena	Regular	Mal
Financiera	Implementar un plan de ahorro que permita reducir como mínima un 2% anual en la facturación de la planta Hospira en Costa Rica, para formar parte del compromiso ambiental de la empresa	Proyectar ahorro energética	FA1	Unidad	Anualmente		≥2	<2 y ≥1	0
		Consumo energética del departamento	FT1	kWh	Anualmente		≥2%	<2% y ≥ 0.5%	<0.5%
	Reducir en un 5% anual las gantar generadas por la tercerización del mantenimiento del Departamento de Facilidades, mejorando la planificación de las trabajos internos, para disminuir las gantar dentro del Departamento.	Tareas Eventuales del día	FA2	×	Semanal		≤20%	>20% y ≤ 30%	>30%
		Tercerización del mantenimiento	FT2	×	Monstrual		≥5%	<5% y ≥2%	<2%
Clientes	Responder a tiempo el 90% las solicitudes que lleguen al Departamento de Facilidades, mediante un adecuado cronograma, para garantizar la satisfacción del cliente.	Trabajar con cronograma	CA1	×	Semanal		≥90%	<90% y ≥75%	<75%
		Nivel de servicio	CT1	Días	Semanal		≥1	<1 y ≥0.5	>0.5
	Garantizar el 100% de la disponibilidad de las insumos básicos que tienen contacto directo con el producto (aire comprimida, agua destilada, agua acondicionada) dentro de las rangos validados para garantizar la calidad del proceso	Insumos básicos en cuartos limpiar	CA2	Unidad	Diaria		≥2	>2 y ≤ 3	>3
		Disponibilidad	CT2	×	Monstrual		≥90%	<90% y ≥ 85%	<85%
Procesos Internos	Elaborar una estrategia que permita cumplir como mínima un 90% de las trabajos planificados del Departamento de Facilidades para mejorar el nivel de servicio del Departamento.	Harar de Planificación de trabajar	PA1	×	Semanal		≥50%	<50% y ≥ 40%	<40%
		Cumplimiento del Mantenimiento Planificado	PT1	×	Monstrual		≥90%	<90% y ≥ 85%	<85%
	Reducir como mínima un 5% anual las trabajos de mantenimiento correctiva, implementando un mantenimiento preventivo adecuada para disminuir gantar del Departamento.	Mantenimiento Preventivo/Productiva	PA2	×	Monstrual		≥80%	<80% y ≥70%	<70%
		Mantenimiento Correctiva	PT2	×	Monstrual		≤20%	>20% y ≤ 30%	>30%
Aprendizaje, Crecimiento y Personal del Departamento	Aumentar la motivación y retención de pertenencia del personal del Departamento de Facilidades mediante el uso de capacitaciones y herramientas de aprendizaje para mejorar el trabajo realizado por el personal.	Formación al personal	AA1	Harar	Anual		≥25	<25 y ≥10	<10
		Satisfacción al empleado.	AT1	Unidad	Anual		≥85%	<85% y ≥75%	<75%
	Lograr que no existan incidencias debidas a accidentes laborales en el personal del Departamento de Facilidades, para garantizar la seguridad del personal.	Nº de comportamientos inseguros	AA2	×	Anual		<6	>6 y ≥ 10	>10
		Seguridad laboral	AT2	Unidad	Anual		≤2	>2 y ≤ 4	>4

Responsables



Responsable de la Indidicator



Responsable de la Indidicator



Responsable de la Indidicator



Responsable de la Indidicator



Responsable de la Indidicator



Responsable de la Indidicator

Fuente Elaboración propia MS Excel

Capítulo 7. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Durante los últimos veinte años, el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios están llevando al límite las actitudes y habilidades en todas las ramas de la industria. El personal de Mantenimiento se ve obligado a adoptar maneras de pensar completamente nuevas, se debe actuar como ingenieros y gerentes. Al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se hacen más evidentes, sin importar cuanto se haya computarizado actualmente.

Frente a esta sucesión de grandes cambios, los gerentes en todo el mundo están buscando un nuevo acercamiento al mantenimiento. Quieren evitar arranques fallidos y callejones sin salida que siempre acompañan a los grandes cambios.

7.1 Evolución del Concepto de Mantenimiento.

El objetivo fundamental del mantenimiento, es preservar la función y la operatividad del activo, optimizar el rendimiento y aumentar la vida útil de los activos, procurando una inversión óptima de los recursos. Sin embargo no era el objetivo inicial del mantenimiento, este ha cambiado a través del tiempo.

John Moubray (1997) en su libro mantenimiento Centrado en Confiabilidad distingue tres distintas generaciones de mantenimiento.

7.1.1 Primera generación.

La primera generación cubre el período que se extiende hasta la Segunda guerra Mundial, en ese tiempo la industria no se encontraba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de parada no era de mayor importancia. La prevención de fallas tampoco era una prioridad. El objetivo principal era básicamente reparar, cuando se dañaba el equipo.

7.1.2 Segunda generación.

Luego de la Segunda Guerra Mundial todo cambió drásticamente, se empezó la dependencia de las máquinas, esto llevó a la idea de que las fallas de los equipos podían y debían ser detenidas, dando lugar al concepto de mantenimiento preventivo, desarrollando sistemas de planeación y control de mantenimiento.

7.1.3 Tercera generación

Desde mediados de la década del setenta el proceso de cambio en la industria ha adquirido aún más impulso. Se considera que el tiempo de parada de la máquina afecta la producción. Se requiere mayor disponibilidad y confiabilidad de la planta. Además se toman en consideración aspectos que antes no se consideraban como, la seguridad, el medio ambiente, lograr mediante el mantenimiento mayor calidad de producto, mayor vida de los equipos, mayor costo-eficacia.



Figura 18. Evolución del Mantenimiento

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento I

7.2 Mantenimiento y RCM

Desde el punto de vista de la ingeniería hay dos elementos que hacen al manejo de cualquier activo físico. Debe ser mantenido y de tanto en tanto quizás también necesite ser modificado.

Como se muestra en la figura anterior el mantenimiento ha cambiado en gran cantidad durante el tiempo, siempre adecuándose a los requerimientos del usuario, estos requerimientos van a depender de dónde y cómo se utilice el activo (contexto

operacional). Esto lleva a la siguiente definición formal de John Moubray que se encuentra en el libro *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad*.

“Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad: Un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional” (pág. 7)

El proceso de RCM formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta revisar.

¿En qué forma los equipos no pueden cumplir sus funciones?

¿Qué ocasiona cada falla funcional?

¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?

¿En qué forma es importante cada falla?

¿Qué debe hacerse para predecir o prevenir cada falla?

¿Qué debe hacerse si una tarea proactiva adecuada no puede ser encontrada?

7.2.1 Funciones y parámetros de funcionamiento

Antes de poder aplicar un proceso para determinar qué debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que haga su contexto operacional se necesita hacer dos cosas:

- Determinar qué es lo que sus usuarios quieren que haga.
- Asegurar que es capaz de realizar aquellos que sus usuarios quieren que haga.

Por eso el primer paso del RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional.

Funciones primarias: Resumen el porqué de la adquisición del activo.

Funciones secundarias: Reconoce que se espera del activo que haga más que cubrir sus funciones primarias.

7.2.3 Fallas Funcionales

El único hecho que puede hacer que un activo no pueda desempeñarse conforme a los parámetros requeridos por sus usuarios es alguna clase de falla. Según John Moubray en el RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales, ya que las mismas ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

7.2.4 Modos de falla

Los modos de falla son el siguiente paso en la elaboración del RCM, son los eventos o hechos posibles que pueden haber ocasionado el estado de falla. Se deben incluir todo aquel modo de falla que haya ocurrido en equipos iguales o similares al objeto en estudio. La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre los estados de falla y los eventos que podrían causarlos es primero hacer un listado de fallas funcionales, y luego registrar los modos de falla que podrían causar cada falla funcional.

7.2.5 Efectos de la falla

Se encarga de describir lo que ocurre con cada modo de falla, evidencias de los efectos de la falla, si afecta producción, la seguridad, el medio ambiente, entre otros. Cuando se listan los modos de fallas debe tenerse cuidado de no confundir causas con efectos. La descripción de estos efectos debe incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas. Se debe tener en cuenta que uno de los objetivos principales de este ejercicio es establecer si es necesario el mantenimiento proactivo.

7.2.6 Tareas Proactivas.

Estás tareas se llevan a cabo antes de que ocurra una falla, con el objetivo de prevenir que el componente llegue a un estado de falla. Se dividen las tareas proactivas en tres

- Tareas de reacondicionamiento cíclicas.
- Tareas de sustitución cíclicas.
- Tareas a condición.

Con el RCM se busca conseguir mayor seguridad e integridad ambiental, mejor funcionamiento operacional, mayor costo-eficacia del mantenimiento, mayor vida útil de componentes costosos, una base de datos global, mayor motivación del personal, mejor trabajo en equipo, son algunas de las ventajas de implementar el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la industria.

Otra de las consideraciones importantes a tomar en cuenta a la hora de elaborar un RCM, es que no es una técnica que se deba realizar de manera individual, es necesario un grupo de trabajo.

7.2.7 Grupos de Revisión.

La revisión de los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo debería ser llevada a cabo en pequeños grupos que incluyan al menos a una persona de la función de mantenimiento y una de la función de operaciones. La veteranía de los miembros del grupo es menos importante que el hecho de tener conocimiento profundo del activo físico bajo revisión. Cada miembro del grupo a su vez debe haber sido entrenado en RCM.

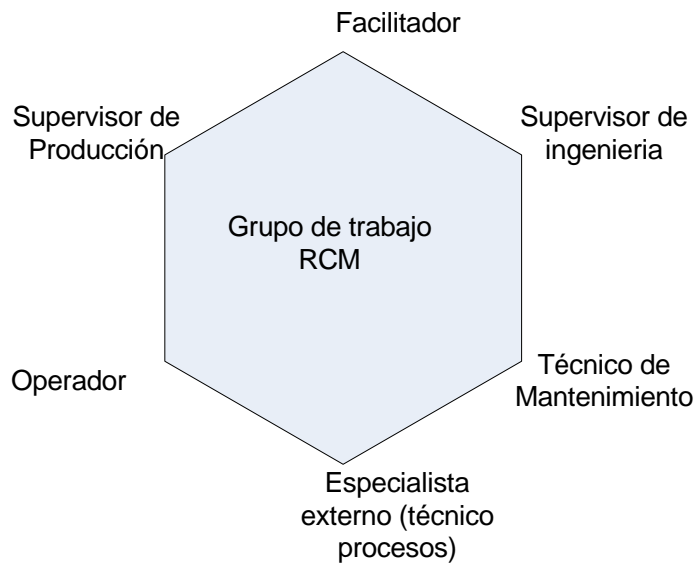


Figura 19. Grupo de Trabajo de RCM

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento I.

En la figura anterior se observa un grupo típico de trabajo, pero no necesariamente debe completarse de esa forma, el objetivo es conformar un grupo que pueda proveer toda, o al menos la mayor parte, de la información que se requiere para el análisis del equipo. Estas personas son aquellas que tienen conocimiento más amplio y una experiencia mayor sobre el activo y sobre los procesos de los que forma parte. En general debería constituir no menos de cuatro y no más de siete personas.

El grupo debe incluir los mismos individuos durante todo el análisis del activo. El facilitador se encarga de la preparación de las reuniones, definir el nivel de análisis deseado, definir en qué momento se deben dejar de listar los modos de falla, reconocer cuando el grupo no está 100% seguro de una decisión, completar las hojas de trabajo de RCM, entre otras tareas, enfocadas en la dirección y donde se desea llegar con el RCM.

7.3 Técnica de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Departamento de Facilidades

Para el desarrollo de la técnica de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, la metodología se va a basar en la propuesta por el Ing. Jorge Valverde Vega, profesor del Tecnológico de Costa Rica, utilizando como guía el folleto *“Administración del Mantenimiento I”*

Es importante para que la implementación de la técnica de RCM sea lo más adecuada posible, conformar un grupo de trabajo. El grupo de trabajo va a estar conformado por el facilitador, que va a encargarse de dirigir el proceso de RCM, los Supervisores de Facilidades, encargados de turno, el tecnólogo de facilidades, el ingeniero eléctrico y finalmente los técnicos líder de turno, que son quienes tienen un contacto directo con el día a día de los equipos.

Antes de dar inicio a las reuniones para elaborar el RCM, se realizó un taller de capacitación, para que todos los involucrados en el proceso tuvieran el conocimiento necesario sobre la herramienta. La duración del taller fue de ocho horas, divididas en dos días, donde se explicó la herramienta del RCM, la estrategia con la que se trabaja, las ventajas de aplicarla en un Departamento de Mantenimiento y se finalizó con dos ejemplos, uno sencillo donde se abarcara el estudio mediante la técnica de un reloj, y la práctica final se basó en un equipo con el que se encontrarán más relacionados.

7.3.1 Grupo de trabajo

Para la selección del grupo de trabajo, se contó con la disposición del personal de Facilidades, sin embargo, no se contó con personal del área de producción, la decisión anterior se tomó debido a que el equipo a realizar el análisis, no tiene ningún

contacto con el personal de producción, el Departamento de Facilidades es el encargado de todo su mantenimiento.

Tabla 20. Conjunto de trabajo para el RCM

Puesto	Nombre
Facilitador	Karla Vega Vindas
Supervisor de Facilidades	Jimmy Chacón
	Olman Robles
Tecnólogo de facilidades	Roger Robles
Ingeniero Eléctrico	Daniel Mendez
Técnicos Líder de turno	Jhonny Leal
	Manual Alvarado
	Gerardo Gonzáles
	Jairo Quesada

Fuente: Elaboración Propia MS Excel

El folleto “Administración de Mantenimiento I” propone seguir una serie de etapas para la realización del RCM.

1. Selección de los equipos.
2. Formación del archivo técnico.
3. Estudio técnico de los equipos.
4. Determinar el nivel de análisis.
5. Determinar los índices de funcionamiento.
6. Definir los objetivos específicos del RCM
7. Elaboración de la hoja de trabajo de RCM
8. Análisis de aplicabilidad de manteniendo predictivo a los equipos.
9. Elaboración del manual de mantenimiento preventivo.
10. Determinar los repuestos requeridos para ejecutar cada inspección.
11. Elaboración de un Gantt Anual.
12. Organizar la ejecución de las inspecciones.

13. Definir la estrategia de motivación.

14. Calcular el costo total del RCM

7.3.2 Seleccionar las Máquinas

Cuando se dio inicio al proyecto se definieron una serie de equipos a los que el Departamento quería elaborar la técnica del RCM, sin embargo debido al alcance del proyecto y la situación actual del Departamento se define elaborar un análisis de criticidad para seleccionar el equipo que realmente amerita un estudio basado en confiabilidad

Tabla 21. Equipos del Departamento de Facilidades.

Equipos
Chiller de Proceso Magnéticos
Chiller de Proceso Lim
Torres de Enfriamiento
Compresor Centac
Unidades Condensadoras
Osmosis Inversa
Manejadoras de Aire DX
Tanques recibidores de aire
Secadoras de aire

Fuente: Elaboración Propia. MS Excel

7.3.3 Análisis de criticidad

Las técnicas de análisis de criticidad son herramientas que permiten identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos, y tecnológicos). En otras palabras, el

proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual desempeñan.

El término “crítico” y la propia definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones dependiendo del objetivo que se está tratando de jerarquizar. El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de un proceso de producción complejo, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. Los motivos de priorización pueden variar según las oportunidades y las necesidades de la organización.

7.3.4 Elaboración de un análisis de criticidad para el Departamento de Facilidades.

Para dar inicio a una propuesta de gestión de mantenimiento adecuada es de suma importancia conocer los equipos a los que el Departamento debe realizar mantenimiento y debe gestionar, además de la importancia de cada equipo para el proceso de producción, ya que no todos los equipos tienen la misma criticidad para los procesos o sistemas.

La metodología que se realizó para evaluar la criticidad de los equipos del Departamento de Facilidades que fueron asignados y con los que se van a trabajar en este proyecto fue la siguiente.

Definir los diferentes aspectos en los que repercuten los equipos, ya sean ambientales, de seguridad, calidad, producción, entre otros aspectos relevantes para el evaluador.

Con estos aspectos bien definidos se procede a colocar un valor a cada aspecto siendo cero la de menor o ningún efecto y un tres como valor máximo, más adelante se explica de manera detenida el sistema de evaluación para cada uno de los aspectos a evaluar.

Luego de recolectar información de los equipos, leer los manuales, y buscar las fichas de seguridad correspondientes, se procede a evaluar cada equipo, hasta obtener como resultado final la criticidad del equipo.

Los aspectos definidos para evaluar la criticidad fueron clasificados en un orden alfabético secuencial, de modo que a la hora de realizar la tabla de criticidad total se facilite la comprensión de la misma. Seguidamente se presenta una tabla de los aspectos a evaluar de los equipos.

Tabla 22. Aspectos a evaluar en la criticidad de los equipos

A	Impacto a la seguridad
B	Impacto en el medio ambiente
C	Impacto en la producción total de la planta
D	Impacto en la Producción en línea
E	Impacto en la calidad del Producto
F	Impacto en la integridad de otros equipos
G	Impacto en el Valor Económico
H	Dificultad de adquisición

Fuente: Elaboración Propia MS Excel

Ya con los criterios que se desean evaluar se definen los valores que se van a encarar de determinar la criticidad de los equipos, como se mencionó brevemente se seleccionó un rango de valores entre 0 y 3, donde 0 es un valor mínimo, es decir, sin ningún efecto en esa categoría y 3 es un valor máximo, es decir, que es sumamente crítico en esa categoría. Si la suma de todas las categorías es ≥ 12 entonces el equipo se considera un equipo crítico, de lo contrario no lo es.

Además se consideran equipos críticos si cumplen con los siguientes criterios.

Si el impacto a la producción total de la planta es ≥ 3

Si el impacto en la calidad del producto es ≥ 2

Seguidamente se presentan las tablas con los valores correspondientes según el impacto que genere el equipo en la categoría correspondiente.

Tabla 23. Impacto en la seguridad y medio ambiente

Impacto en la seguridad y medio ambiente		
Categoría	Impacto a la seguridad	Impacto en el medio ambiente
3	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros del Departamento	Daños Irreversibles al medio ambiente que violan regulaciones y leyes ambientales
2	Incapacidad Parcial Permanente, heridas severas, o requiere suspensión laboral	Daños reversibles al ambiente que no violan regulaciones ni leyes ambientales
1	El Personal requiere tratamiento médico, reportable, heridas leves	Mínimos daños ambientales que no violan normas ni regulaciones
0	No se esperan daños	No ocasiona daños ambientales

Fuente: Elaboración propia MS Excel

Tabla 24. Impacto a la producción y producto

Impacto a la Producción y producto			
Categoría	Impacto en la producción total de la planta	Impacto en la producción de línea	Impacto en la calidad
3	Existe un paro total en la producción de la planta.	Se detiene totalmente toda la producción en línea	Impacta directamente en la calidad del producto y debe desecharse por completo.
2	Se detiene Parcialmente la producción en la plata	Se detiene Parcialmente la producción en línea	Impacta indirectamente en la calidad del producto, y este se debe desechar.
1	Existe un impacto en la producción total de la planta, pero no se detiene la producción	Existe un impacto en la producción en línea, pero no se detiene la misma	Impacto leve en la calidad del producto, sin tener que ser desechado.
0	No tiene impacto	No tiene impacto	No tiene impacto en la calidad

Fuente: Elaboración propia MS Excel.

Tabla 25. Impacto al valor económico de los equipos.

Impacto al valor económico de los equipos			
Categoría	Dificultad de adquisición de repuestos	Impacto en el Valor Económico	Impacto a la integridad de otros equipos
3	Son de un alto costo, dificultad de obtenerlos con respuesta inmediata de ser necesario.	Alto Costo Adquisitivo mayor a \$200.000	Una falla afecta la integridad Total de otros equipos.
2	Son de un alto costo de adquisición, pero se adquieren fácilmente de ser necesario	Costo Adquisitivo entre \$100.00 a \$ 200.000	Una falla afecta la integridad Parcial de otros equipos
1	Son de bajo costo, y facilidad para adquirirlos	Costo Adquisitivo entre \$25.000 a \$100.00	Una falla podría eventualmente afectar la integridad parcial de otros equipos
0	No existe dificultad	Bajo Costo, menor a \$25.000	No existe impacto

Fuente: Elaboración propia MS Excel.

La tabla de criticidad contiene las categorías definidas en un rango de A hasta H, donde a cada categoría se le proporciona un valor, tal como se definió anteriormente, si este valor cumple con las condiciones para que el equipo sea considerado como crítico se colocará un color rojo de fondo, por el contrario si el equipo no cumple con las condiciones, el color de fondo será verde.

Tabla 26. Tabla de criticidad de los equipos del Departamento de Facilidades

Equipos	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Chiller de Proceso Magnéticos	1	0	3	3	3	0	3	2	15
Chiller de Proceso Lim	1	0	0	3	3	0	2	2	11
Torres de Enfriamiento	3	0	0	0	0	0	1	2	6
Compresor Centac	3	3	3	3	3	2	3	2	22
Unidades Condensadoras	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Osmosis Inversa	0	0	0	3	3	0	0	2	8
Manejadoras de Aire DX	1	0	0	0	0	0	1	1	3
Tanques recibidores de aire	0	0	0	0	1	2	1	1	5
Secadoras de aire	1	0	0	0	2	2	1	1	7

Fuente: Elaboración propia MS Excel

7.3.5 Análisis de Criticidad.

Como se observa en la Tabla anterior, se definen varios equipos críticos en el proceso productivo y que afectan a la calidad del producto, además dos equipos consiguen en total un puntaje mayor de 12 puntos, lo que implica que se deben reconocer como equipos críticos para los sistemas a los que corresponden, sin embargo, el Compresor Centac, equipo importante del Sistema OFCA, es uno de los equipos con mayor criticidad, ya que además de incidir en la producción total, y la calidad el producto, tiene un impacto sustancial en las otras categorías con un puntaje total de 22 puntos.

Con el análisis de criticidad establecido, y el equipo crítico seleccionado se procede a implementar la técnica de RCM.

7.3.6 Formación del archivo técnico.

El archivo técnico, que se utilizó como base para el desarrollo de los manuales de mantenimiento del Compresor Centac está fundamentado en los manuales del fabricante, las recomendaciones que brinda para preservar la vida útil del equipo la mayor cantidad de tiempo posible. Se recolectó la información registrada por el Departamento para la validación del equipo, donde se encuentra una gran cantidad de archivos técnicos. Se recolecta también la información archivada en el sistema de MP2, donde los técnicos almacenan la información acerca de los mantenimientos realizados a los equipos.

7.3.7 Estudio técnico de las máquinas.

En esta etapa se realizó un estudio detallado de la información recopilada del equipo, se formuló el contexto operacional del equipo, en el proceso que conforma, y la situación actual del mismo.

Contexto Operacional del Compresor Centac: El Sistema OFCA (Oil Free Compressed Air) es el encargado de abastecer de aire comprimido a la planta, tanto a producción en cuartos limpios, como herramientas y máquinas de otros Departamentos. El Sistema está constituido mediante tres compresores, el principal, un compresor centrífugo de la marca Ingersoll Rand, llamado Compresor Centac c700347, un compresor secundario que viene a servir de back up también centrífugo Compresor Centac C70027, y finalmente un compresor de tornillo, llamado Compresor Sierra dentro del Departamento.

Compresor Centac

Es un equipo nuevo en el Departamento, el Centac c70037 se adquirió en el año 2012, y el Centac c70027, se adquirió en el presente año, por lo que el historial de fallas no es sumamente amplio.

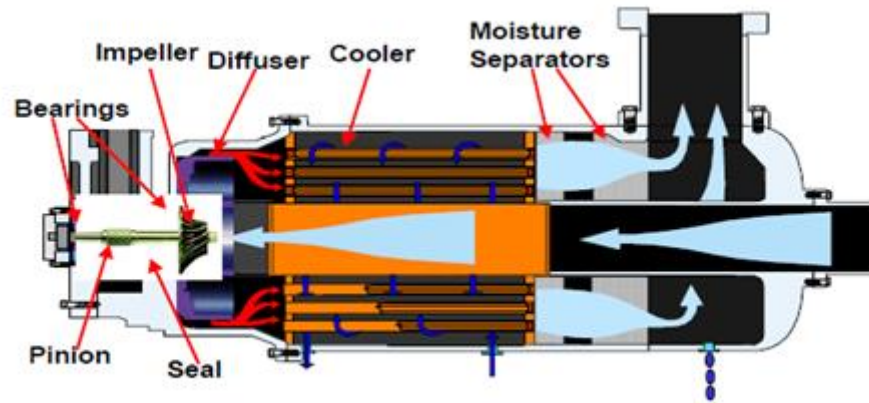


Figura 20. Etapa de Compresor Centac

Fuente: Manual Compresor Centac. Ingersoll Rand

Es un compresor de tres etapas, cada una con un sistema de enfriamiento proveniente de las Torres de enfriamiento, las características de los equipos son las siguientes.

Tabla 27. Características del Compresor Centac

Compresores	Centac C70037	Centac c70027
Capacidad Nominal	3700cfm	2700cfm
Presión de proceso	115-124psi	115-124psi
Rango de presión equipo	45-150psi	45-150psi

Fuente: Elaboración Propia MS Excel

7.3.8 Recopilación y Análisis de Fallas

La recopilación de Fallas se extrae del Sistema de almacenamiento de información MP2, donde se puede observar la descripción de falla del compresor dada por los técnicos, el número de la orden de trabajo correspondiente, la fecha en la que se realizó, y el tiempo invertido. Es importante tomar en cuenta que aunque en la descripción de falla se encuentran fallas repetidas, no necesariamente son distintas,

ya que pudieron ser varios técnicos involucrados en la reparación, por lo tanto es importante verificar la información mediante la fecha y el número de orden.

Tabla 28. Fallas Totales del Compresor Centac

Fecha	N° OT	Descripción de la falla	Tiempo Invertido en su reparación (h)
06/15/2013	CR00533870	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISIÓN #6	1.25
06/15/2013	CR00533870	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISIÓN #6	2.50
07/04/2013	CR00537983	CAMBIO DE REGULADOR	0.50
07/04/2013	CR00537983	CAMBIO DE REGULADOR	0.50
12/18/2013	CR00565734	CAMBIO DE REGULADOR	2.00
03/07/2014	CR00576633	REVISION DE TRAMPA DE AGUA	4.00
04/09/2014	CR00582442	REVISION DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	6.00
04/09/2014	CR00582442	REVISION DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	4.50
04/09/2014	CR00582442	REVISION DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	5.25
04/09/2014	CR00582442	REVISION DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	4.50
04/26/2014	CR00584070	CAMBIO DE SECUENCIA DEL CENTAC	0.50
03/05/2014	CR00576451	REVISION DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ACEITE	0.50
03/08/2014	CR00576697	INSTALACIÓN TRAMPA DE AGUA	4.00

Fuente: MP2, adaptado por la autora.

Tabla 29. Tabla resumen de las fallas del Compresor Centac

Fecha	N° OT	Descripción de la falla
06/15/2013	CR00533870	CAMBIO DE FILTRO DE ADMISIÓN #6
07/04/2013	CR00537983	CAMBIO DE REGULADOR
12/18/2013	CR00565734	CAMBIO DE REGULADOR
03/07/2014	CR00576633	REVISIÓN DE TRAMPA DE AGUA
04/09/2014	CR00582442	REVISIÓN DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO
04/26/2014	CR00584070	CAMBIO DE SECUENCIA DEL CENTAC
03/05/2014	CR00576451	REVISION DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ACEITE
03/08/2014	CR00576697	INSTALACION TRAMPA DE AGUA

Fuente: MP2, adaptado por la autora.

Como se observa en la tabla anterior la única falla que se ha repetido en el tiempo del análisis sería el Cambio de regulador.

7.3.9 Nivel de Análisis del equipo

Es importante establecer el nivel de análisis con el que se va a realizar el RCM, para el caso de análisis del Compresor Centac, se va a llegar hasta un tercer nivel, ilustrado en la siguiente figura.

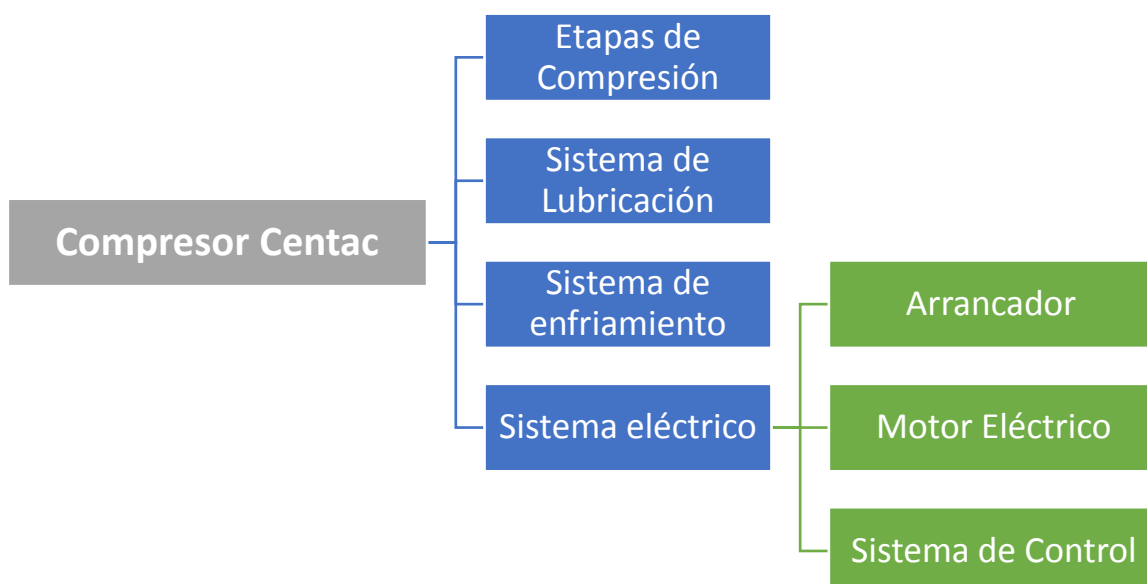


Figura 21. Nivel de análisis del RCM

Fuente: Elaboración propia. MS Word.

7.3.10 Determinar los índices de funcionamiento.

Seguidamente se presentan los parámetros de funcionamiento del Compresor Centac, los parámetros se obtienen del manual del COMprsor Centac, en la figura se observan dos modelos subrayados, los cuales corresponden a los dos compresores existentes en el Departamento de Facilidades.

Model	Nominal Capacity		Pressure Range		Dimensions						Weight**		Sound Pressure Level dBA	
	cfm	m3/min	bar (a)	psi	Width		Height		Length		lb	kg		
					in	mm	in	mm	in	mm				
C70018	1800	51												
C70023	2300	65												
C70025	2500	71												
C70027	2700	76												
C70029	2900	82	3 - 10	45 - 150	86	2190	87	2200	173	4400	16050	7280	80	
C70031	3100	88			(Un) 70	(Un) 1770	(Un) 71*	(Un) 1800*	(Un) 130**	(Un) 3300**	(Un) 14500	(Un) 6577	(Un) 87	
C70033	3300	93												
C70037	3700	105												
C70039	3900	110												
C70041	4100	116												

Figura 22. Parámetros de Funcionamiento del Compresor Centac.

Fuente: Manual del Compresor, Ingersoll Rand

7.3.11 Definir los objetivos específicos del PMP-RCM

Esta etapa es de suma importancia ya que los objetivos permiten plantearse las metas específicas que se quieren conseguir con el desarrollo de la técnica de RCM.

- i. Analizar la función principal y secundarias del Compresor Centrifugo Centac, mediante el uso de la técnica de RCM, para dirigir acciones de mantenimiento preventivo acertadas y lograr un correcto desempeño.
- ii. Evaluar la aplicabilidad de las herramientas de Mantenimiento Predictivo para el equipo.
- iii. Obtener un Manual de Mantenimiento Preventivo depurado, y compararlo con el existente en el Departamento.

7.3.12 Elaboración de la Hoja de Trabajo RCM

La elaboración de la hoja RCM es una de las etapas con mayor significancia en el proceso, ya que el grupo de trabajo se reúne, habiendo estudiado previamente el equipo, y conociéndolo del día a día en el Departamento.

A lo largo de esta etapa se va a desarrollar las secciones que contempla la hoja de RCM, con el formato diseñado por el profesor Ing. Jorge Valverde V.

- I. Función
- II. Falla Funcional
- III. Modo de Falla.
- IV. Análisis del modo de falla.
- V. Efecto
- VI. Acción proactiva
- VII. Acciones a falta de.

La metodología utilizada para esta sección, fue la de reunir al equipo de trabajo en salas, donde entre todos se discutiera y de esa forma ir llenando la hoja de RCM, estableciendo primeramente la falla funcional, y continuando sucesivamente con las secciones de la Hoja de trabajo, hasta que finalmente al estar completa se desarrollará como resultados las acciones proactivas para mantenimiento.

- Función: Las funciones se obtienen desarrollando adecuadamente el contexto operacional del equipo, durante la reunión del RCM, se estudia el contexto operacional definido, obteniendo como resultado la función del equipo.

Función Principal

Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2 psi dentro de un rango de flujo entre 3700cfm y 2300cfm.

Funciones Secundarias.

Contener todo el aceite del sistema de lubricación.

Contener toda el agua fría proveniente de las torres de enfriamiento.

Contener todo el aire comprimido que se requiere para el proceso.

Falla Funcional: Una función puede tener varias fallas funcionales, de ésta manera se definieron las fallas funcionales del compresor en estudio.

Falla funcional de la función principal

No proporciona totalmente la presión requerida.

No proporciona parcialmente la presión requerida (proporciona menos presión)

Fallas Funcionales de las funciones secundarias.

Existen fugas de aceite.

Existen fugas del agua de enfriamiento proveniente de las torres de enfriamiento.

Exsten fugas del aire comprimido requerido para el proceso

Modo de Falla: Para el modo de falla se siguió la misma metodología, con el grupo de trabajo de RCM reunido, se definieron las causas de una falla funcional, o modos de falla. En la sección de anexos se pueden observar los modos de falla definidos para las fallas funcionales.

Tabla 30. Sección de la hoja de RCM Modo de falla.

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	Etapas de compresión	22	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)
				23	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)
				24	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)
				25	E	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)
				26	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)
				27	E	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)

Fuente: Elaboración propia. MS Excel.

La letra “I” indica que corresponde a un modo de falla interno en el equipo, mientras la letra “E” indica que es un modo de falla externo a el sistema en estudio. El número que se encuentra a la izquierda es un consecutivo únicamente.

Causa de Modos de Falla: Las causas de los modos de falla, son la manera de encontrar respuesta a preguntas como ¿Por qué se origino esa falla?, siendo de gran ayuda para la selección de las tareas proactivas.

Efectos de falla: Los efectos en el RCM son las repercusiones de los modos de falla encontrados, son los encargados de describir los efectos en distintas clasificaciones

que tendrá la falla, y de esta manera definir una criticidad para la misma. Para facilitar la clasificación de los tipos de efectos existentes, se dividen de la siguiente manera.

Tabla 31. Diferentes tipos de efecto en los equipos

Tipos de efecto	
1	La seguridad de las personas
2	El medio ambiente
3	La eficiencia de la producción
4	Las pérdidas del producto
5	La calidad del producto
6	La propia máquina

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento I

Acción Proactiva: Las tareas proactivas son las tareas que se toman en cuenta para la elaboración de las rutinas de mantenimiento. Se dividen en seis distintas categorías, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 32. Diferentes tipos de acción proactiva.

Tipos de acción proactiva	
0	Se definirá posteriormente
1	Inspección de mantenimiento predictivo
2	Inspección de mantenimiento preventivo
3	Procedimiento de operación
4	Trabajo de rediseño
5	Dejar fallar. Trabajo de Mto. Correcto.

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento I

7.3.12 Manual de Mantenimiento

El siguiente manual de Mantenimiento se desarrolla utilizando el formato en Administración de Mantenimiento I, se basa en la hoja de RCM obtenida del análisis del equipo y las reuniones establecidas.

Manual de Mantenimiento Predictivo

Dentro de la empresa existe un técnico encargado de proporcionar el Mantenimiento Predictivo a todos los Departamentos, en el cual cuentan con los recursos para hacer los siguientes análisis.

- Análisis de vibraciones.
- Termografía infraroja.
- Análisis de aceites.

Por lo tanto el Manual de Mantenimiento Predictivo se hizo basado, en los recursos con los que se cuenta en la unidad por el momento.

Simbología de los Manuales

La simbología utilizada dentro de los manuales de Mantenimiento es la siguiente.

Tabla 33. Simbología de la periodicidad de las tareas.

Descripción	Simbología
Semanal	W
Mensual	M
Trimestral	Q
Anual	A
Bi-Anual	2A
Tri-Anual.	3A

Fuente: Elaboración propia. MS. Word

Tabla 34. Simbología para la especialidad de técnicos.

Descripción	Simbología
Mecánico	M
Eléctrico	E
Mto predictivo	PdM

Fuente: Elaboración propia. MS Word.

La duración de las tareas, y la frecuencia con la que se realizan, salio del análisis de las acciones proactivas con el grupo de revisión del RCM, se consideró la experiencia de los técnicos y el conocimiento adquirido del equipo.

Cálculo de Disponibilidad de los técnicos.

En el Departamento de Facilidades durante todo el día debe encontrarse el grupo de técnicos de su turno respectivo, por lo tanto se cuenta con técnicos las veinticuatro horas.

El tiempo máximo requerido en mantenimiento para el compresor Centac por semana es de 115 minutos, si por día se tienen dos técnicos exclusivos de mantenimiento preventivo que trabajan 10080 minutos, se ocupa aproximadamente un 1,15% del tiempo exclusivo para el Compresor, por lo que el Plan de Mantenimiento es factible.

Los tiempos de Mantenimiento Predicitvo no se contabilizan, debido a que el servicio es externo al Departamento, sin embargo si se incluyen las fechas en las que se podría realizar el mantenimiento.

Tabla 35. Manual de Mantenimiento Preventivo.

Departamento de Facilidades		Manual de Mantenimiento Preventivo.				
Máquina: Compresor Centac		Compresor Centrifugo Centac				
Tareas de Mantenimiento Preventivo		INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC
Tareas Semanales						
1	Verifique que el nivel de vibración de las etapas no supere los 75mm, de ser así repórtelo con su técnico líder.	W	52	5	1M	
2	Revise el nivel de aceite y reponga si el nivel del visor muestra menos de $\frac{3}{4}$ utilizando aceite techtrol gold III (STOCK #3474811.)	W	52	5	1M	
3	Realizar una limpieza general del compresor, eliminando polvo y suciedades, y al mismo tiempo inspeccionar las juntas, válvulas, empaques y tubería en busca de fugas de aire comprimido. Repárelas, y de ser necesario avise a su técnico líder.	W	52	10	1M	
4	Inspeccionar visualmente el compresor, tuberías y uniones, en busca de fugas de agua fría provenientes del proceso.	W	52	10	1M	
5	Realizar una limpieza general del sistema de lubricación, inspeccionar válvulas, tubería y uniones, en busca de fuga, reparar la fuga, en caso de ser necesario reporte a su técnico líder.	W	52	10	1M	
Tareas mensuales						
6	Inspeccione visualmente el estado del arrancador, límpielo de existir polvo o suciedades, verifique que se encuentre correctamente ventilado, y que no existan cables sueltos o partes recalentadas. De encontrar anomalías repórtelo a su técnico líder.	M	12	15	1E	
7	Inspeccionar visualmente todas las conexiones de la Bomba Booster, que no estén flojas, ni recalentadas. Reparar en caso de ser necesario.	M	12	15	1E	
8	Revise las conexiones eléctricas en el motor principal y repare de ser necesario.	M	12	15	1E	
9	Inspeccionar visualmente todas las conexiones de la bomba de pre-lubricación, que no estén flojas o recalentadas, reparar en caso de ser necesario	M	12	15	1E	
10	Inspeccione el elemento supresor de rocío del filtro de aceite, y cámbielo de ser necesario, agregue aceite al tubo U hasta la mitad y limpie el housing.	M	12	60	1M	
Tareas Semestrales.						
11	Lubricar los rodamientos del motor, utilizando únicamente bomba manual y siguiendo los procedimientos establecidos para asegurar la cantidad de lubricante.	S	2	60	1M	
12	Inspeccione el filtro de aire de instrumentación, y de ser necesario repárelo siguiendo el procedimiento establecido.	S	2	60	1M	
13	Realice rotación del filtro de aceite, y reemplace el que se encontraba en uso.	S	2	30	1M	
14	Limpie y lubrique el acople del eje principal con grasa, siguiendo el proceso adecuado, además inspeccione los acoples secos.	S	2	60	1M	
15	Realizar una inspección visual de todos los transductores, sensores de presión, de vibración y temperatura para verificar conexiones y comunicación con el panel de control, de encontrar anomalías repórtelas con su técnico líder.	S	2	120	1M	
Tareas Anuales						
16	Limpie e inspeccione la malla del reservorio de aceite.	A	1	90	1M	
17	Realice una limpieza interna de los tubos del intercambiador de calor de aceite.	A	1	360	2M	
Tareas cada 3 Años						
18	Realizar el cambio de aceite del equipo, utilizando el procedimiento adecuado.	3A	1	360	2M	

Fuente: Hoja de RCM, Elaboración propia en MS. Exc

Tabla 36. Manual de Mantenimiento Predictivo

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO Compresor Centrifugo Centac					
Máquina: Compresor Centac			Código :		
Departamento de Facilidades					
No.	INSPECCION	PER	FRE	DUR	TEC
Predictivos Trimestrales					
20	Inspeccionar el nivel de vibración de los rodamientos del compresor, mediante un análisis de vibraciones.	Q	4	1	1PdM
21	Inspeccionar termo-gráficamente el motor, que no exista sobrecalentamiento	Q	4	1	1PdM
22	Inspeccionar el nivel de vibración del motor.	Q	4	1	1PdM
23	Inspeccionar termo-gráficamente el circuito de potencia del motor, verificar que no exista sobrecalentamiento por falso contacto y que ningún conductor presente señales de deterioro.	Q	4	1	1PdM
24	Inspeccionar termo gráficamente conexiones eléctricas de alimentación del arrancador, en busca de conexiones flojas, y conductores deteriorados y sobrecalentados.	Q	4	1	1PdM
Predictivos Anuales					
25	Inspeccionar el estado de aceite de lubricación del compresor por medio de	A	1	1	1 PdM
26	Realizar pruebas de aislamiento al motor.	A	1	1	1 PdM
Predictivos Bi-Anuales					
27	Inspeccionar el estado físico de los tubos por medio de pruebas de Eddy, en busca de picaduras, grietas, erosión, corrosión. Otros daños que se puedan percibir.	2A	1	1	1PdM

Fuente: Hoja RCM, Elaboración propia.

Repuestos de necesarios en Stock

Seguidamente se presenta una tabla con los repuestos requeridos en Stock, para un desempeño correcto de las tareas de Mantenimiento, es decir, si estos repuestos se encuentran con sus mínimos y máximos requeridos, el mantenimiento predispuesto debería realizarse sin ningún inconveniente.

Las recomendaciones de los repuestos la realizan los distribuidores de Ingersoll Rand en el país, encargados del Mantenimiento Tercerizado del Compresor Centac

Tabla 37. Lista de repuestos del Compresor Centac

Stock #	Descripción	Precio
3074801	FILTER AIR ELEMENT PRIMARY.	\$ 81.29
3074802	FILTER AIR ELEMENT SECUNDARY.	\$ 298.14
3074803	DEMISTER ELEMENT	\$ 1,360.00
3074804	FILTER OIL ELEMENT.	\$ 61.43
3074805	PREFILTER PANEL	\$ 61.71
3074806	GREASE, EP BLACK PEARL NLGI 2	\$ 15.49
3074807	GREASE, EM POLYREX NLGI 2	\$ 12.25
3074808	VALVE, FULL THERMOSTATIC	\$ 239.44
3074809	VALVE, CHECK LIQUID 1.1/4	\$ 198.38
3074810	STRAINER GAS/LIQUID	\$ 132.85
3074811	OIL, TECHTROL GOLD III	\$ 407.53
3074812	ACID TEST KIT OF OIL TECHTROL	\$ 80.79
3074813	FILTER ELEMENT LINE F1001G	\$ 451.52
3074814	FILTER ELEMENT LINE F1001H	\$ 273.78
3074815	O-RING, 1/8" X 5"3/8 X 5"5/8	\$ 10.09
3074816	POSITIONER DE IV Y BV	\$ 1,980.00
3074817	REGULATOR, PRESION DE IV Y BV	\$ 63.05
3225102	TUBING, VINYL 1/4 ID X 1/2 OD	\$ 0.85
3414400	FILTER, DOMINICK ZCMT1/020E-A	\$ 239.55
9509056	REGULATOR, FILTER 3/8" NPT	\$ 74.00
9706910	HOSE, 1/2" CLEAR FLEXIBLE	\$ 1.98

Fuente: Departamento de Facilidades.

Plan anual.

Es importante al haber realizado el manual de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, elaborar un plan o gantt que permita la organización de las tareas durante el año, en la tabla siguiente se muestra el plan elaborado para el Compresor Centac, se presenta de manera semestral, al final del proyecto en la sección de anexos se encuentra el Plan completo.

Tabla 38. Plan Semestral para el Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo

Semanas																												
Tareas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6		15				15				15				15				15				15				15		
7				15				15				15				15				15				15				15
8			15					15				15				15				15				15				15
9		15				15				15				15				15				15				15		
10	60				60				60				60				60				60				60			
11			60																								60	
12								60																				
13												30																
14											60																	
15							120																					
16																	90											
17																												
18																												360
20				x																								
21									x											x						x		
22																					x							
23	x																											
24															x													
25																x												
26																												
27																									x			
Horas totales	100	70	115	55	100	70	175	115	100	70	115	85	100	70	55	145	100	70	55	55	100	70	55	55	100	70	115	415

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

- Se evaluó el Departamento de Facilidades, encontrando áreas con oportunidades de mejora, se realizaron propuestas para mejorar de un Departamento de Conciencia a el inicio de un Departamento de excelencia.
- Se diseñó un Cuadro de Mando Integral para el Departamento de Facilidades, creando una herramienta digital, una pizarra física y un manual de indicadores.
- Mediante un análisis de criticidad se definió que el Compresor Centac, era el equipo adecuado para aplicar un análisis basado en confiabilidad (RCM)
- Se crearon Manuales de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo basados en la hoja de RCM obtenida de las reuniones con el grupo de trabajo.
- Un Departamento de Mantenimiento requiere del uso de indicadores, ya que ayudan a la toma de decisiones, y a la búsqueda de oportunidades de mejora.

Recomendaciones

- Implementar las facilidades ofrecidas por el nuevo sistema de gestión de Cuadro de Mando Integral, para el registro y análisis de los indicadores en el Departamento.
- Llevar al día los mantenimientos programados, o por planificar, para que no exista un backlog mayor a cuatro semanas, y así obtener una planificación más adecuada.
- Utilizar la propuesta de Cuadro de Mando Integral de tres diferentes formas, para controlar los indicadores relevantes para el Departamento, como herramienta de comunicación para el Departamento y las personas externas a él, y como motivación para los empleados y así obtener una mayor recompensa en las labores diarias.
- Crear una base de datos que permita el registro de los trabajos pendientes, con un sistema de criticidad para las tareas, y de esta forma agilizar el proceso de registro de las tareas externas al Departamento.
- Integrar a los planes de Mantenimiento de todos los equipos importantes para producción el Mantenimiento Predictivo, permitiendo una mejora costo-eficaz, con respecto a los mantenimientos preventivos y correctivos.
- Continuar con el proceso iniciado de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad, y en las revisiones de los Mantenimientos preventivos actuales, ya que con el tiempo las necesidades de mantenimiento de los equipos cambia.

Bibliografía

Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en confiabilidad*. United Kingdom: Aladon Ltd.

Vega, J. V. (2006). *Folleto Administración de Mantenimiento I*. Escuela de Ingeniería Electromecánica: Tecnológico de Costa Rica.

Niven, P (2002). *Balanced Scorecard Step by Step: Maximizing Performance and maintaining Results*: John Wiley & Sons, Inc., New York.

Tavares, L. *Administración Moderna del Mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicaciones.

Mora, L. (2009). *Mantenimiento, Planeación ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor. S.A

Duffuaa,S y Raouf, A. y Dixon, J. (2000), *Sistemas de mantenimiento planeación y control*. México: Editorial Limusa S.A.

Norma Covenin 2500-93 (1993). *Manual para evaluar Sistemas de mantenimiento en la industria*.

Aguilera, O, Morales,I. (2011). *Guía de buenas prácticas para la gestión de procesos en instalaciones deportivas*: Acompany S.C.S., SA

Kaplan, R, Norton, D (2005). *Using the Balanced Scorecard as Strategic Management System*. Harvard Business School Publishing Corporation.

Gutierrez E, Agüero M, Calixto (2007). *Análisis de criticidad de activos*. Disponible en: <http://www.reliarisk.com/w2/>, fecha de consulta: 7 de agosto del 2014.

Gómez L, (2014). Memoria Congreso 2014, “*Establecimiento de un sistema de indicadores de mantenimiento aplicando el Balanced Scorecard*”, Disponible en: <http://www.acimacongreso.com/memoria2014/index.html#192>, fecha de consulta: 4 de Agosto de 2014.

Martín M, Reyes L, *El Cuadro de Mando Integral, una herramienta de gestión al servicio de las empresas*, Disponible en:

<http://www.madridexcelente.com/files/8e1cdf401549.pdf> fecha de consulta: 4 de Agosto del 2014.

Apéndice

1. Guía de Evaluación basada en la Norma Covenin 2500-93

	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación
ÁREA II: ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO			
II.1 Funciones y Responsabilidades.			
Principio Básico			
La función mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados.	80		
Deméritos			
II.1.1 La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para La Organización de mantenimiento.		15	0
II.1.2 La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro.		15	0
II.1.3 La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.		15	0
II.1.4 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.		10	0
II.1.5 La asignación de funciones y de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.		10	0

II.1.6 La Organización no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.		15	3
II.2 Autoridad y Autonomía-			
Principio Básico			
Las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo de la gerencia y poseen la suficiente autoridad y autonomía para el desarrollo y cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas.	50		
Deméritos			
II.2.1 La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.		15	0
II.2.2 El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.		15	4
II.2.3 Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de La Organización de mantenimiento.		10	0
II.2.4 Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.		10	0
II.3 Sistema de Información			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, u otra).	70		
Deméritos			
II.3.1 La Organización de mantenimiento no cuenta con un flujograma para su sistema de información donde estén claramente definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones.		15	8
II.3.2 La Organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades en base a los resultados que se desean obtener.		15	5

II.3.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.		10	10
II.3.4 La Organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.		10	10
II.3.5 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación.		10	0
II.3.6 La Organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.		10	0
ÁREA III: PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO			
III.1 Objetivos y Metas			
Principio Básico			
Dentro de La Organización de mantenimiento la función de planificación tiene establecidos los objetivos y metas en cuanto a las necesidades de los objetos de mantenimiento, y el tiempo de realización de acciones de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los sistemas, todo esto incluido en forma clara y detallada en un plan de acción.	70		
Deméritos			
III.1.1 No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir La Organización de mantenimiento.		20	0
III.1.2 La Organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener.		20	5
III.1.3 La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren.		15	15
III.1.4 Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos.		15	8
III.2 Políticas para la planificación			

Principio Básico			
La gerencia de mantenimiento ha establecido una política general que involucre su campo de acción, su justificación, los medios y objetivos que persigue. Se tiene una planificación para la ejecución de cada una de las acciones de mantenimiento utilizando los recursos disponibles.	70		
Deméritos			
III.2.1 La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento.		20	15
III.2.2 No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran.		20	20
III.2.3 A los sistemas sólo se les realiza mantenimiento cuando fallan		15	0
III.2.4 El equipo gerencial no tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas.		15	0
III.3 Control y Evaluación			
Principio Básico			
La Organización cuenta con un sistema de señalización o codificación lógica y secuencial que permite registrar información del proceso o de cada línea, máquina o equipo en el sistema total. Se tiene elaborado un inventario técnico de cada sistema: Su ubicación, descripción y datos de mantenimiento necesario para la elaboración de los planes de mantenimiento.	60		
Deméritos			
III.3.1 No existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información así como su almacenamiento para su posterior uso.		10	0
III.3.2 No existe una codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como el registro de información de cada uno de ellos.		10	0
III.3.3 La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener.		10	5
III.3.4 No se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que		10	0

permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida ésta información en formatos normalizados.			
III.3.5 No se llevan registros de fallas y causas por escrito.		5	5
III.3.6 No se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación.		5	5
III.3.7 No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento.		5	5
III.3.8 La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisiones.		5	5
ÁREA IV: MANTENIMIENTO PREDICTIVO			
IV.1 Planificación			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento predictivo se lleven en una forma organizada. Se tiene un programa de rutina de inspección predictiva en el cual se especifican las acciones con frecuencia desde diaria y hasta anuales a ser ejecutadas a los activos. La Organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de inspección de los elementos más importantes.	100		
Deméritos			
IV.1.2 La empresa no posee un estudio donde especifiquen las necesidades reales y objetivas de Mantenimiento Predictivo para los diferentes objetos de mantenimiento.		20	15
IV.1.1 No están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a La Organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento predictivo a los sistemas.		20	18
IV.1.3 No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento predictivo en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.		20	15
IV.1.4 No se tiene establecida una coordinación con los encargados, personal		20	5

externo o interno, para ejecutar las labores de mantenimiento predictivo.			
IV.1.5 Las labores de mantenimiento predictivo no son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad a ejecutar.		10	0
IV.1.6 No se cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo ni planos con los puntos y detalles de medición adecuado para cada equipo.		10	0
IV.2 Programación e Implantación			
Principio Básico			
La organización tiene establecidas instrucciones detalladas para inspeccionar cada elemento de los equipos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas inspecciones, distribuidas en un calendario anual. La programación y ejecución de estas inspecciones posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de operaciones.	80		
Deméritos			
IV.2.1 No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento predictivo.		15	0
IV.2.2 La programación de mantenimiento predictivo no está definida de manera clara y detallada.		15	5
IV.2.3 Existe el programa de mantenimiento predictivo pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.		10	0
IV.2.4 Las actividades de mantenimiento predictivo no están programadas durante todo el año, ni distribuidas en una proyección anual.		10	5
IV.2.5 La frecuencia de las acciones de mantenimiento predictivo (análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceite, ultrasonido, entre otras) no están asignadas a un momento específico que no interfiera con producción.		10	0
IV.2.6 No se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento predictivo.		10	3
IV.2.7 No se tienen claramente identificados a los sistemas que conformarán		10	5

parte de las actividades de mantenimiento predictivo.			
IV.3 Control y Evaluación			
Principio Básico			
La organización dispone de mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento enmarcadas en la programación.	70		
Deméritos			
IV.3.1 La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento predictivo.		15	15
IV.3.2 No se llevan registros, ni tendencias en el tiempo del comportamiento de los equipos analizados por medio de mantenimiento predictivo.		15	15
IV.3.3 No existen formatos de control que permitan verificar si el equipo se encuentra dentro de su rango aceptable o se encuentra en estado de alerta, según el análisis predictivo.		15	10
IV.3.4 No se complementan las técnicas predictivas, en función de la evolución y comportamiento observado en el tiempo de los equipos para determinar la causa raíz que origina el problema.		10	8
IV.3.7 No se planifica y organiza el mantenimiento en virtud de la evolución del comportamiento real del equipo.		15	10
ÁREA V: MANTENIMIENTO PROGRAMADO (PLANIFICACIÓN)			
V.1 Planificación			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento programado se lleven en una forma organizada. La Organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones con frecuencia desde quincenal y hasta anuales a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento. La Organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión de los elementos más	100		

importantes.			
Deméritos			
V.1.1 No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento.		20	15
V.1.2 La empresa no posee un estudio donde especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones.		15	0
V.1.3 No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.		15	15
V.1.4 La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente.		20	15
V.1.5 No se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas.		10	5
V.1.6 No se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual.		10	10
V.1.7 No existe una planificación conjunta entre La Organización de mantenimiento, producción, administración y otros entes de la organización, para la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.		10	3
V.2 Programación e implantación			
Principio Básico			
La organización tiene establecidas instrucciones detalladas para revisar cada elemento de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual. La programación de actividades posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiere la programación.	80		

Deméritos			
V.2.1 No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado.		20	20
V.2.2 Las actividades están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista una holgura para el ajuste de la programación.		10	10
V.2.3 Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.		15	15
V.2.4 No existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento.		10	4
V.2.5 No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.		10	10
V.2.6 La organización no tiene establecida una supervisión sobre la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.		15	10
V.3 Control y evaluación			
Principio Básico			
La Organización dispone de mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento enmarcadas en la programación.	70		
Deméritos			
V.3.1 No se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado		15	0
V.3.2 No se llevan las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento.		10	0
V.3.3 No existen planillas de programación anual por semanas para las acciones de mantenimiento a ejecutarse y su posterior verificación.		10	10
V.3.4 No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple mantenimiento programado y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.		5	0
V.3.5 No existen formatos que permitan recoger información en cuanto al consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar el mantenimiento		5	0

programado para estimar presupuestos más reales.			
V.3.6 El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.		5	5
ÁREA VII: MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
VII.1 Planificación			
Principio Básico			
La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven a una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.	100		
Deméritos			
VII.1.1 No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia.		30	
VII.1.2 No se clasifican las fallas para determinar cuáles se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.		30	
VII.1.3 No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.		20	
VII.1.4 La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no es analizada por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia.		20	
VII.2. Programación e Implantación			
Principio Básico			
Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. La Organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.	80		

Deméritos			
VII.2.1 No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.		20	
VII.2.2 La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.		20	
VII.2.3 No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo.		20	
VII.2.4 El Personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no está capacitado para tal fin		20	
VII.3 Control y Evaluación			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas - hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.	70		
Deméritos			
VII.3.1 No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.		15	
VII.3.2 No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación.		15	
VII.3.3 No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.		20	
VII.3.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		20	
ÁREA VIII: MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
VIII.1 Determinación de Parámetros			
Principio Básico			

La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad. La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas.	80		
Deméritos			
VIII.1.1 La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento.		20	0
VIII.1.2 La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.		20	20
VIII.1.3 No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.		20	20
VIII.1.4 No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.		10	0
VIII.1.5 El personal de La Organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.		10	10
VIII.2. Planificación			
Principio Básico			
La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo.	40		
Deméritos			
VIII.2.1 No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.		20	0
VIII.2.2 La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.		20	5

VIII.3 Programación e Implantación			
Principio Básico			
Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas en forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, no interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva.	70		
Deméritos			
VIII.3.1 Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los períodos de tiempo correspondientes.		20	0
VIII.3.2 Las órdenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades.		15	0
VIII.3.3 Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.		15	10
VIII.3.4 No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.		10	0
VIII.3.5 Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado.		10	10
VIII.4 Control y Evaluación			
Principio Básico			
En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.	60		
Deméritos			
VIII.4.1 No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones		15	10

técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.			
VIII.4.2 No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.		15	15
VIII.4.3 La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.		10	2
VIII.4.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		20	10
ÁREA IX.1 MANTENIMIENTO POR AVERÍA			
IX.1 Atención a las Fallas			
Principio Básico			
La organización está en capacidad para atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente. La organización mantiene en servicio el sistema, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, órdenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.	100		
Deméritos			
IX.1.1 Cuando se presenta una falla ésta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal.		20	0
IX.1.2 No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.		20	15
IX.1.3 La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla no se hace de una manera rápida.		15	5
IX.1.4 No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema.		15	15
IX.1.5 Los tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla.		15	7
IX.1.6 No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de		15	7

fallas con la participación de la unidad de producción.			
IX.2 Supervisión y Ejecución			
Principio Básico			
Los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla. La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por personal con experiencia en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el período de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.	80		
Deméritos			
IX.2.1 No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento para avería hasta su ejecución.		20	0
IX.2.2 La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla.		15	0
IX.2.3 La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado.		10	8
IX.2.4 El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.		10	0
IX.2.5 No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas.		5	5
IX.2.6 No se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías.		5	5
IX.2.7 No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de averías.		5	0
IX.2.8 No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla.		10	0
IX.3 Información sobre las averías			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo	70		

o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo.			
Deméritos			
IX.3.1 No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado.		20	20
IX.3.2 La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas.		10	0
IX.3.3 No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto , de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.		20	20
IX.3.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		20	20
ÁREA X: PERSONAL DE MANTENIMIENTO			
X.1 Cuantificación de las necesidades del personal			
Principio Básico			
La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de las personas que se requieren en La Organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.	70		
Deméritos			
X.1.1 No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal.		30	0
X.1.2 La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustada a la realidad de la empresa.		20	0
X.1.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.		20	0
X.2 Selección y Formación			
Principio Básico			

La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra).	80		
Deméritos			
X.2.1 La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.		10	0
X.2.2 No se tienen procedimientos para la selección de personal		10	0
X.2.3 No se tienen establecidos períodos de adaptación del personal.		10	0
X.2.4 No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas.		10	5
X.2.5 Los cargos en La Organización de mantenimiento no se tienen por escrito.		10	0
X.2.6 La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal.		10	0
X.2.7 La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna.		10	0
X.2.8 Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal.		10	0
X.3 Motivación e Incentivos			
Principio Básico			
La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal. Existen mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones. La Organización de mantenimiento posee un sistema evaluación periódica del trabajador, para fines de ascenso o aumentos salariales.	50		
Deméritos			
X.3.1 El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción.		20	15

X.3.2 No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.		10	0
X.3.3 La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad de trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento.		10	0
X.3.4 No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema.		10	5
ÁREA XII: RECURSOS			
XII.1 Equipos			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso.	30		
Deméritos			
XII.1.1 No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.		5	0
XII.1.2 Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado.		5	0
XII.1.3 El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos.		5	0
XII.1.4 Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información no es eficiente.		5	2
XII.1.5 No se lleva registro de entrada y salida de equipos		5	0
XII.1.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.		5	0
XII.2 Herramientas			
Principio Básico			

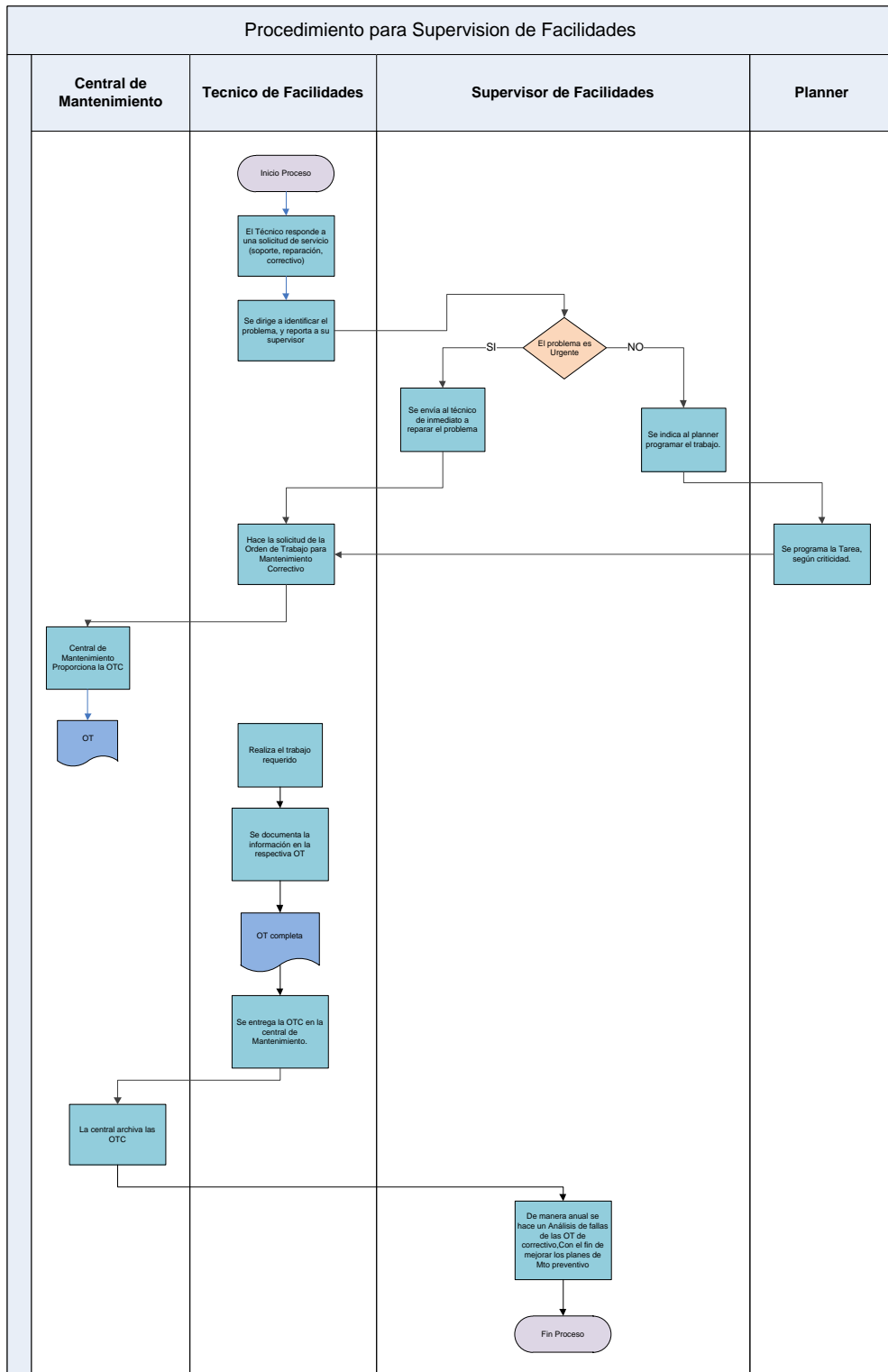
La Organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso.	30		
Deméritos			
XII.2.1 No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente.		10	0
XII.2.2 No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.		5	0
XII.2.3 Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.		5	0
XII.2.4 No se llevan registros de entrada y salida de herramientas.		5	0
XII.2.5 No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas.		5	0
XII.3 Instrumentos			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.	30		
Deméritos			
XII.3.1 No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.		5	0
XII.3.2 No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de los mismos.		5	0
XII.3.3 El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos.		5	0
XII.3.4 Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia pero no se conoce o no se les da el uso adecuado.		5	0

XII.3.5 No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.		5	0
XII.3.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos.		5	0
XII.4 Materiales			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales de buena calidad y con facilidad para su obtención a fin de evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los materiales utilizados en mantenimiento.	30		
Deméritos			
XII.4.1 No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.		3	0
XII.4.2 El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.		3	0
XII.4.3 Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).		3	1
XII.4.4 No se ha determinado el costo por falta de material.		3	2
XII.4.5 No se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuáles comprar de acuerdo a pedidos.		3	2
XII.4.6 No se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente.		3	2
XII.4.7 No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad.		3	2
XII.4.8 No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.		3	0
XII.4.9 No se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.		3	0

XII.4.10 No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material.		3	2
XII.5 Repuestos			
Principio Básico			
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de repuestos, de buena calidad y con facilidad para su obtención, y así evitar prolongar el tiempo de espera por repuestos, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Los repuestos se encuentran identificados en el almacén para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada repuesto, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los repuestos utilizados en mantenimiento.	30		
Deméritos			
XII.5.1 No se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.		3	1
XII.5.2 Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.		3	0
XII.5.3 Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).		3	0
XII.5.4 No se ha determinado el costo por falta de repuestos.		3	2
XII.5.5 No se ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuáles comprar de acuerdo a pedidos.		3	1
XII.5.6 No se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.		3	3
XII.5.7 No se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad.		3	3
XII.5.8 No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.		3	0
XII.5.9 No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.		3	3
XII.5.10 No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.		3	0

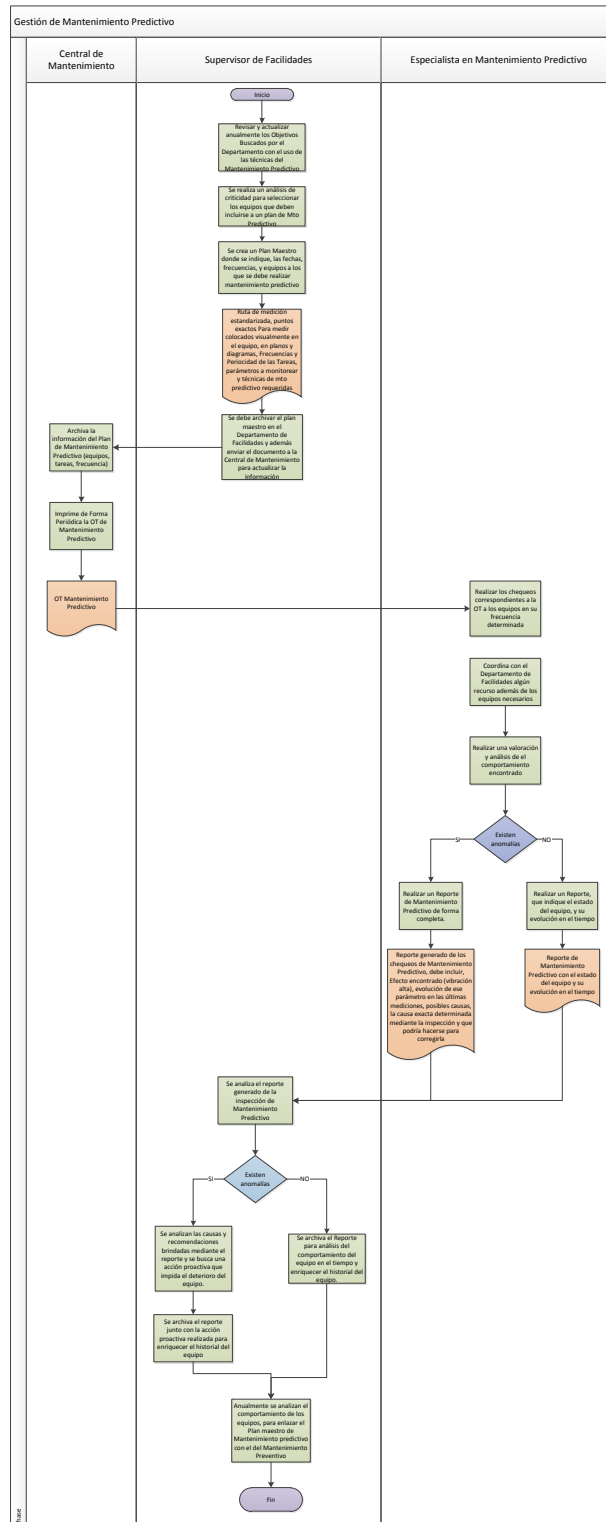
Fuente: Elaboración propia MS Excel

3. Procesos de Mantenimiento Correctivo para el Departamento de Facilidades



Fuente: Elaboración propia MS Visio.

5. Procesos de Mantenimiento Predictivo para el Departamento de Facilidades



Fuente: Elaboración propia MS Visio.

6. Base de almacenamiento indicadores



Departamento de Facilidades



Departamento
Misión y Visión

Cálculo de Disponibilidad	
Sistema de Agua fría	Chiller de Lim
Sistema OFCA	Sistema de Agua pura
Sistema Glicol	Torres de Enfriamiento
Chiller magnético	Sistema HVAC

Disponibilidad	
Disponibilidad equipos	Disponibilidad de Sistemas
Objetivos Operacionales	

Cuadro de Mando	
Scorecard	
Responsables	Manual de Indicadores
Administración de indicadores	

Años Anteriores	

Fuente: Elaboración propia MS. Excel

7. Tablas para la administración de indicadores



Indicadores



Fuente: Elaboración propia MS Excel.

8. Tabla de indicadores y calculadora para su respectivo cálculo.

Indicadores Mensuales

Tabla de Indicadores														
Periodo xx/xx/xx a xx/xx/xx														
Código	Indice	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Anual
FA1	Proyectos ahorro energético						1.00	0.00	0.00	1.00				2
FT2	Tercerización del mantenimiento									28.00%				2.3%
PA2	Mantenimiento Preventivo/Predictivo									78.00%				6.50%
PT2	Mantenimiento Correctivo									22.00%				1.8%
AA1	Formación al personal													0.00
AT1	Satisfacción del personal													
AA2	Observaciones Inseguras									1.00				1.00
AT2	Seguridad laboral									0.00				0.00

** Recuerde utilizar la calculadora de indicadores para agilizar el cálculo

Calculadora de Indicadores				
Mantenimiento Tercerizado (FT)	Servicios de terceros 3222040	Costos Total de Mantenimiento 1662051	Índice 20%	Fórmula $\frac{\text{Servicios de terceros}}{\text{Costos de Mantenimiento (Total)}} \times 100$
Horas dedicadas a la planificación (PA)	Horas de planificación 50	Horas Acumbradas totales 80	Índice 63%	Fórmula $\frac{\text{Horas dedicadas a planificación}}{\text{Horas Acumbradas totales}} \times 100$
Mantenimiento Planificado (PT)	OT Planificadas 80	OT Planificadas 50	Índice 63%	Fórmula $\frac{\text{Órdenes de Mantenimiento Planificadas Estimadas}}{\text{Órdenes de Mantenimiento Planificadas Totales}} \times 100$
Mantenimiento Preventivo/Predictivo (PA2)	Hrs. Mantenimiento 253.46	Hrs. Totales de Mantenimiento 325.56	Índice 78%	Fórmula $\frac{\text{Horas mantenimiento preventivo/predictivo}}{\text{Horas totales de Mantenimiento}} \times 100$
Mantenimiento Correctivo (PT2)	Hrs. Mantenimiento Correctivo 72.5	Hrs. Totales de Mantenimiento 325.56	Índice 23%	Fórmula $\frac{\text{Hrs. Mantenimiento Correctivo}}{\text{Horas totales de Mantenimiento}} \times 100$
Satisfacción del empleado (AT1)	cantidad de empleados 60	Encuestas totales 60	Índice 60%	Fórmula $\frac{\text{cantidad de empleados satisfechos}}{\text{Encuestas totales}} \times 100$
Seguridad Laboral (AT2)	Hrs. Mantenimiento 60	Hrs. Totales de Mantenimiento 60	Índice 60%	Fórmula $\frac{\text{Número de lesiones}}{\text{Tiempo}} \times 100$

Fuente: Elaboración propia MS Excel.

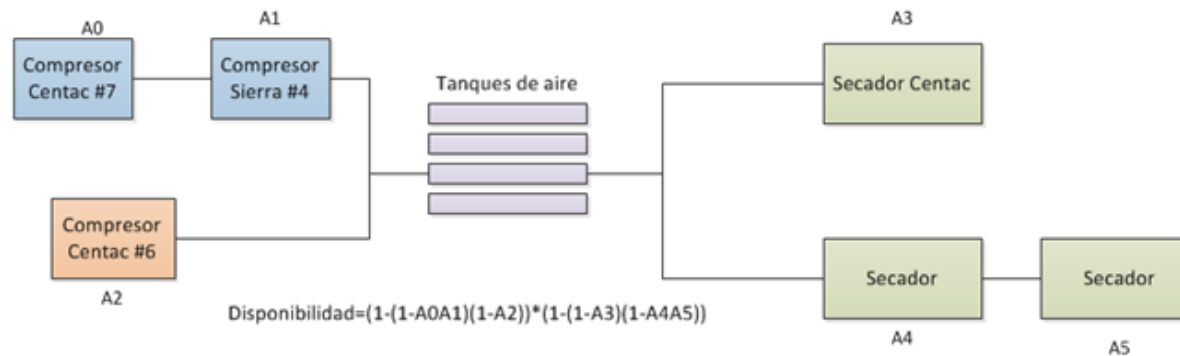
9. Tabla de objetivos operacionales, TMEF, TPPR, Disponibilidad

Objetivos del Departamento Operacionales	Variables Críticas de los Objetivos	Indicadores de efectividad de Mantenimiento	Unidad	Descripción	Cómo se va obtener la información?	Fórmula	Frecuencia	Responsable	Meta		
									Bueno	Regular	Bajo
Sistema HYAC											
Producir y suministrar de manera ininterrumpida las condiciones ambientales de los cuartos limpios conforme las especificaciones de presión positiva, humedad, temperatura, flujo y particulado para espacios ISD clase 8 de Manufactura.	Producir y suministrar de manera ininterrumpida	Disponibilidad	%	Es la capacidad de un activo de mantener una función requerida, bajo condiciones dadas durante un determinado intervalo de tiempo.	TMEF y TPPR	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPPR}$	Mensual	Técnico de documentación	≥90%	<90% y ≥ 85%	<85%
		TMEF	h	Horas de operación, cantidad de mantenimientos correctivos	BAS MP2	$TMEF = \frac{\# \text{ items} \cdot \text{hrs operación}}{\# \text{ Ntos CM (Fallos)}}$	Mensual	Técnico de documentación			
		TPPR	h	Horas de mantenimiento correctivo, cantidad de mantenimiento correctivos	BAS MP2	$TPPR = \frac{\text{hrs tomadas para correctivos}}{\# \text{ Ntos correctivos}}$	Mensual	Técnico de documentación			
Producción Aire Comprimido.											
Producir y suministrar de manera ininterrumpida aire comprimido conforme las especificaciones de punto de rocío, presión, flujo y particulado para los procesos de Manufactura dentro de los cuartos limpios <u>clase ISD 8</u> .	Producir y suministrar de manera ininterrumpida	Disponibilidad	%	Es la capacidad de un activo de mantener una función requerida, bajo condiciones dadas durante un determinado intervalo de tiempo.	TMEF y TPPR	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPPR}$	Mensual	Técnico de documentación	≥90%	<90 ≥ 85%	<85%
		TMEF	h	Horas de operación, cantidad de mantenimientos correctivos	BAS MP2	$TMEF = \frac{\# \text{ items} \cdot \text{hrs operación}}{\# \text{ Ntos CM (Fallos)}}$	Mensual	Técnico de documentación			
		TPPR	h	Horas de mantenimiento correctivo, cantidad de mantenimiento correctivos	BAS MP2	$TPPR = \frac{\text{hrs tomadas para correctivos}}{\# \text{ Ntos correctivos}}$	Mensual	Técnico de documentación			
Sistema de Agua Fría y Torres de Enfriamiento											
Producir y suministrar de manera ininterrumpida agua fría conforme las especificaciones de presión y flujo para los procesos del sistema HVAC de los cuartos limpios de la planta.	Producir y suministrar de manera ininterrumpida	Disponibilidad	%	Es la capacidad de un activo de mantener una función requerida, bajo condiciones dadas durante un determinado intervalo de tiempo.	TMEF y TPPR	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPPR}$	Mensual	Técnico de documentación	≥90%	<90 ≥ 85%	<85%
		TMEF	h	Horas de operación, cantidad de mantenimientos correctivos	BAS MP2	$TMEF = \frac{\# \text{ items} \cdot \text{hrs operación}}{\# \text{ Ntos CM (Fallos)}}$	Mensual	Técnico de documentación			
		TPPR	h	Horas de mantenimiento correctivo, cantidad de mantenimiento correctivos	BAS MP2	$TPPR = \frac{\text{hrs tomadas para correctivos}}{\# \text{ Ntos correctivos}}$	Mensual	Técnico de documentación			
Sistema de Producción de Glicol frío											
Producir y suministrar de manera ininterrumpida mezcla de glicol fría conforme las especificaciones de presión y flujo para los procesos del sistema HVAC de los cuartos limpios de la planta.	Producir y suministrar de manera ininterrumpida	Disponibilidad	%	Es la capacidad de un activo de mantener una función requerida, bajo condiciones dadas durante un determinado intervalo de tiempo.	TMEF y TPPR	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPPR}$	Mensual	Técnico de documentación	≥90%	<90 ≥ 85%	<85%
		TMEF	h	Horas de operación, cantidad de mantenimientos correctivos	BAS MP2	$TMEF = \frac{\# \text{ items} \cdot \text{hrs operación}}{\# \text{ Ntos CM (Fallos)}}$	Mensual	Técnico de documentación			
		TPPR	h	Horas de mantenimiento correctivo, cantidad de mantenimiento correctivos	BAS MP2	$TPPR = \frac{\text{hrs tomadas para correctivos}}{\# \text{ Ntos correctivos}}$	Mensual	Técnico de documentación			
Chiller Magnéticos											
Producir y suministrar de manera ininterrumpida agua de enfriamiento de torres conforme las especificaciones de presión y flujo para los procesos de soporte del sistema HVAC de los cuartos limpios de la planta.	Producir y suministrar de manera ininterrumpida	Disponibilidad	%	Es la capacidad de un activo de mantener una función requerida, bajo condiciones dadas durante un determinado intervalo de tiempo.	TMEF y TPPR	$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPPR}$	Mensual	Técnico de documentación	≥90%	<90 ≥ 85%	<85%
		TMEF	h	Horas de operación, cantidad de mantenimientos correctivos	BAS MP2	$TMEF = \frac{\# \text{ items} \cdot \text{hrs operación}}{\# \text{ Ntos CM (Fallos)}}$	Mensual	Técnico de documentación			
		TPPR	h	Horas de mantenimiento correctivo, cantidad de mantenimiento correctivos	BAS MP2	$TPPR = \frac{\text{hrs tomadas para correctivos}}{\# \text{ Ntos correctivos}}$	Mensual	Técnico de documentación			

Fuente Elaboración propia MS Excel

10. Cálculo de Disponibilidad para el Sistema OFCA

Sistema OFCA



Enero

Descripción	# equipo	CR equipo	Hrs totales de operación	Cantidad de CM	Hrs totales de CM	TMEF	TPPR	Disponibilidad	Disponibilidad
Compresor Centac	6	30748-M	150	200	65	0.750	0.325	69.77%	38.56%
Compresor Centac	7		0	0	0	no aplica	no aplica	100.00%	
Compresor Sierra	4	30437-M	3000	20	150	150.000	7.500	95.24%	
Secador de aire Centac	6	30753-M	300	150	95	2.000	0.633	75.95%	100.00%
Secador de aire	4	30476-M	0	0	0	no aplica	no aplica	100.00%	
Secador de aire	5	30573-M	0	0	0	no aplica	no aplica	100.00%	
Disponibilidad Total del Sistema								38.56%	

Fuente: Elaboración propia.

11. Tabla de Disponibilidad de los Sistemas del Departamento de Facilidades

Disponibilidad														
Periodo de XX/XX/2014 a XX/XX/2015														
Sistema	Promedio Anterior	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Actual
Torres de Enfriamiento		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.59%	100.00%	100.00%	100.00%	99.97%
Glycol Chiller		97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%	97.09%
Sistema OFCA		98.56%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.88%
Magnetic Chiller		97.90%	100.00%	85.71%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.63%
Chiller Lim		95.88%	50.00%	66.67%	100.00%	100.00%	100.00%	81.63%	100.00%	92.59%	100.00%	86.71%	58.82%	86.02%
Agua Pura		100.00%	100.00%	85.36%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	98.78%
Agua fría		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
HVAC														
Clean Room CR1		94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%	94.41%
Handwash		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Molding		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Packaging		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Sub-Assembly		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Assembly room		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Clean Room CR2		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Molding		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Pour up		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Extrusion		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia MS Excel.

12. Hoja de RCM

Función		Falla Funcional		Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta			
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	1	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	Baja demanda de la planta			1	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	1	3	No Aplica una tarea (Pero se usan los fines de semana los sierra debido a el bajo consumo de la planta) 4 surge en 10 minutos
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	2	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	fluctuaciones en la línea principal	Otro compresor no aislado (Sierra encendido)	Fallo del Sistema de Control Automático	2	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	2	3	Estandarizar consignas en el sierra, y una revision semanal de esas cosignas, estandarizar el encendido y parado de los compresores para conocimiento de todos, parametros, OPCR
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	3	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	fluctuaciones en la línea principal	Otro compresor no aislado (Sierra encendido)	Error humano	3	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	3	3	Explicar el proceso de accionamiento manual de los compresores, senalizar e identificar (el parametro que tiene el Centac, deberia considerarse en los sierras) (Explicar que debe estar en descarga para los mantenimientos que requieren los compresores sierra encendidos)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	4	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	Inapropiada calibración del sensor de source			4	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	4	0	No aplica (servicio tecnico especializado)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	5	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	Alta temperatura en el agua de enfriamiento, (Aire compresor, volúmen)	Ineficiencia en torres de enfriamiento		5	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	5	0	No Aplica
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	6	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	Alta temperatura en el agua de enfriamiento, (Aire compresor, volúmen)	Bomba booster en falla	Ver Sistema de enfriamiento	6	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	6	0	No aplica (ver sistema de enfriamiento)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	7	I	Excedida cantidad de surge permitidos (en diez minutos) (4)	Caidas de Voltaje			7	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	7	0	No aplica (Externas)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	9	I	Excedida cantidad de source permitidos (4)	Valvula de bypass cerrada,	Falla regulador	Filtro de condensado	8	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	8	4	falla constantemente, y no aplica ningun PM, Redisen se propone. (Tarea de mantenimiento) Drenar el filtro, cambiar la frecuencia, el mantenimiento excesivo podria esta)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	10	I	Excedida cantidad de source permitidos (4)	Valvula de bypass cerrada,	Falla en el proporcionador		9	6	Una cantidad igual o mayor a 4 surge en el compresor lo detiene por completo, suena una alarma en la sala de control, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que implica un mayor consumo energético, si la vibración es excesiva podrían dañarse piezas rotativas del compresor.	9	0	No aplica PM. Revision y calibracion del proporcionador (tecnico externo)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	11	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Surge que provoque excesiva vibración			10	3	Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Si se dañan piezas rotativas debe invertirse tiempo en reparación o sustitución de piezas.	10	2	1. verificar la vibracion de cada etapa (de ser mayor a 75mm avise a su supervisor)---semanal

Hoja de RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	12	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Problemas de sistema de enfriamiento de aceite, el (aceite provoca alta vibración, la falta de aceite)	Ver el sistema de enfriamiento		11	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Si se dañan piezas rotativas debe invertirse tiempo en reparación o sustitución de piezas	11	2 1. verificar la vibración de cada etapa (de ser mayor a 75mm avise a su supervisor)---semanal
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	13	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste interno del acople	Mal lubricado	Grasa degradado	12	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Si se dañan piezas rotativas debe invertirse tiempo en reparación o sustitución de piezas.Tiempo invertido en el cambio de aceite	12	2 1. Reemplace la grasa del acople cada seis meses. 2. Estandarizar el proceso de engrasado para el acople.
	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión		I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste interno del acople	Cambio del empaque del acople		13	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Si se dañan piezas rotativas debe invertirse tiempo en reparación o sustitución de piezas.Tiempo invertido en el cambio de aceite	13	2 1. Sustituir el empaque, cada seis meses
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	17	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de sellos del acople	Desgaste natural		14	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en la sustitución de los sellos del acople.	14	2 1.Sustituir los sellos del acople. Tiempos se toman del manual.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	18	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de sellos del acople	Mal alineamiento		15	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en la alineación y cambio de sellos del acople.	15	0 Verificar el alineamiento del Centac (preg, como, cada cuanto, especialista)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	19	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de sellos del acople	Torque alto en el arranque		16	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas.Tiempo invertido en el cambio de los sellos dela	16	0 No aplica PM
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	21	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de los bearing	Mala lubricación	Sistema de lubricación.	17	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en el cambio de los bearing y en la revisión del sistema de lubricación.	17	0
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	22	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de los bearing	Desgaste natural		18	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en el cambio de los bearing.	18	1 ver frecuencia. Analisis de vibraciones (Averiguar frecuencia) (Especializado), preg a jonathan
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	23	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de los bearing	Torque alto en el arranque		19	6 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en el cambio de los bearing.	19	3 (estandarizar arranque, no arrancar con carga)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	24	I Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 1.00mm de vibración)	Desgaste de bujes de babbit	Problema de Aire de sellos	filtro de instrumentacion obstruido	20	3 Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en el cambio de los bearing, en la revisión del sistema de aire de sellos y en el cambio de el filtro obstruido.	20	2 1. verificar las presiones de sellos, estandarizando los parametros de esos sellos. 2.Establecer un diferencial de presion para cambiar el filtro. 3. Verificar el estado de la valvula

Hoja RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta		
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	25	E	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Desgaste de los bujes de babbitt	Problema de Aire de sellos	Valvula cerrada	21 3	Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en el cambio de los bearing.	21 2	1. Verificar las presiones de sellos, estandarizando los parametros de esos sellos; 2. Establecer un diferencial de presión para cambiar el filtro. 3. Verificar el estado de la valvula
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	26	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Desgaste de los bujes de babbitt	Abrasión	Problemas de aceite contaminado, o degradado	22 6	Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Las vibraciones y desplazamientos axiales podrían provocar fallas catastróficas. Tiempo invertido en el cambio de los bearing, en la revisión del sistema de lubricación, y en el cambio de aceite.	22 1	No aplica PM. Análisis de aceite (Mantenimiento Predictivo)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	27	E	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Daños en el impeller	Suciedad, obstrucción	Mala ejecución del Mantenimiento	23 6	Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Se producen daños en el impeller a causa de mantenimientos preventivos mal ejecutados, cambio o reparación de ser posible del impeller.	23 2	Estándarizar un proceso para realizar la limpieza interna del housing de los filtros, capacitar al personal de ser necesario para que no ocurran mantenimientos preventivos mal ejecutados.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	28	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Daños en el impeller por fisuras			24 6	Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Tiempo invertido en cambio o reparación de ser posible del impeller.	24 2	1. Análisis de Vibraciones. 2. verificar la vibración de cada etapa, no debe ser mayor a 75 mm
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Etapas de compresión	29	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Vibración inducida del motor	Sistema de Motor eléctrico		25 6	Una excesiva vibración provoca que el equipo se detenga totalmente, debe entrar el equipo de backup a funcionar, lo que provoca un consumo energético mayor. Tiempo invertido en la revisión del motor eléctrico.	25 1	Análisis de vibraciones (Mantenimiento Predictivo)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Sistema de válvulas de control	31	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Válvula de by pass descalibrada	Pérdida de calibración por el uso y el tiempo		26 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la calibración o de ser necesario sustitución de la válvula bypass.	26 0	No aplica PM, es contratado y si se revisa la calibración
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Sistema de válvulas de control	32	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Proporcionador dañado			27 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución del proporcionador.	27 2	Verificar que la vibración en las etapas no sea mayor a 75mm. Análisis de vibraciones,
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Sistema de válvulas de control	33	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Válvula admisión descalibrada	Válvula trabada		28 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la calibración o sustitución de la válvula de admisión	28 2	1. Revisar y verificar la valvula de admision (visual), (ajustar <u>trimestral</u> o semestral
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Sistema de válvulas de control	34	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Válvula de carga descalibrada	Pérdida de calibración por uso y el tiempo		29 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la calibración o sustitución de la válvula de carga.	29 2	1. Revisar y verificar la valvula de admision (visual), (ajustar <u>trimestral</u> o semestral
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Sistema de válvulas de control	35	I	Alta vibración en las etapas de compresión (mayor a 100mm de vibración)	Válvula de by pass no abre	Válvula trabada		30 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la válvula by pass.	30 2	1. Revisar y verificar la valvula de by pass (visual), (ajustar <u>trimestral</u> o semestral
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	37	I	Alta temperatura de aceite	Bajo flujo de agua de enfriamiento	Bomba booster en falla		31 3	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba booster.	31 0	Tareas para la bomba

Hoja RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto	Tarea Propuesta						
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	38	E	Alta temperatura de aceite	Alta temperatura en el agua de enfriamiento	Ineficiencia en torres de enfriamiento	Torres de enfriamiento son un sistema aparte	32	3	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, el tiempo que se invierte es externo al compresor Centac, ya que se da en el sistema de enfriamiento de Torres.	32	0	No Aplica
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	39	E	Alta temperatura de aceite	Intercambiador obstruido	Aguas de torres con suciedad	incrustaciones o suciedad	33	3	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, el tiempo que se invierte es externo al compresor Centac, ya que se da en el sistema de enfriamiento de Torres.	33	2	1. Limpiar el intercambiador anualmente.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	40	I	Alta temperatura de aceite	Inapropiado seteo tiempos en dispositivos de temperatura			34	3	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la revisión del sistema de control de aceite.	34	3	Estandarizar los parametros de tiempo establecidos, y verificar frecuentemente que se encuentren correctamente, averiguar.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	41	I	Alta temperatura de aceite	Bajo Nivel de aceite	Fugas de aceite		35	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas en el sistema de lubricación.	35	2	1. Verificar el nivel de aceite, de estar bajo, se debe rellenar el aceite, buscar fugas en la tubería corregirlas de encontrarlas (depende de la fuga si necesita detenerse el equipo se debe avisar a su supervisor)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	42	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Inapropiado ajuste en válvula relief	Desajuste natural		36	3	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la sustitución de la válvula relief.	36	4	Sustitucion (No aplica PM) (Preguntar que se hace en caso de este tipo de sustitucion) (un pequeno desajuste no afecta economicamente debido a que el aceite retorna al carter)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	43	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Inapropiado ajuste en válvula compensadora	Trabada u Obstruida		37	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la sustitución o reparación de la válvula compensadora.	37	0	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	44	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Inapropiado ajuste en válvula compensadora	Válvula Descalibrada		38	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la calibración o sustitución de la válvula compensadora.	38	0	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	45	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Filtro sucio u obstruido	Desprendimiento de materiales internamente	desgaste normal	39	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la sustitución del filtro.	39	2	Sustituye el filtro, mediante un diferencial que indica si se debe cambiar, y estandarizar el proceso de cambio de filtro para que no se cambien los dos filtros. Analisis de aceite
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	46	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Filtro sucio u obstruido	problemas con válvula selectora de filtro		40	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la sustitución del filtro.	40	1	Sustituye el filtro, mediante un diferencial que indica si se debe cambiar, y estandarizar el proceso de cambio de filtro para que no se cambien los dos filtros. Analisis de aceite
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	48	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Fugas de aceite	Sellos envejecidos		41	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas en el sistema de lubricación, además del cambio de sellos requerido.	41	2	Verificar que no existan fugas de aceite, (Si es considerable se debe reportar con su supervisor)
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	49	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Fugas de aceite	Conexiones mecánicas, tuberías flojas		42	3	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas en el sistema de lubricación, además del ajuste de las conexiones mecánicas, tuberías flojas.	42	2	Verificar que no existan fugas de aceite, (Si es considerable se debe reportar con su supervisor)

Hoja RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta					
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	50	I	Baja presión de aceite (menos de 16psi)	Fallo en la bomba principal de lubricación	Fallos en los sellos	43	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba principal de lubricación.	43	2	Verificar que no existan fugas de aceite. (Si es considerable se debe reportar con su supervisor)	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	51	I	No arranca el sistema de aceite, no arranca el compresor	Fallo en la bomba de pre lubricación		44	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba de pre-lubricación.	44	2	Verificar la alimentación (Verificar tareas eléctricas)	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de lubricación	52	I	Alta temperatura de aceite (Mayor a 125F)	Strainer tubería de torres obstruidas		45	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la limpieza del Strainer de las torres.	45	2	Realizar una inspección y limpieza de los strainer de las torres de enfriamiento.	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	53	I	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Mal intercambio de calor en el enfriador	Suciedad, obstrucción	46	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la limpieza y revisión del intercambiador de calor del sistema de enfriamiento.	46	2	Limpieza del intercambiador.	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	54	I	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Mal intercambio de calor en el enfriador	Fugas en tubería	47	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la limpieza y revisión del intercambiador de calor del sistema de enfriamiento, en la búsqueda y reparación de fugas también.	47	2	revisar fugas de tubería de agua.	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	55	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Baja Presion	Bomba Booster	Fallas eléctricas	48	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba Booster.	48	0	Bombas Booster
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	56	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Bajo Caudal	Bomba Booster	Fallas mecánico	49	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba Booster.	49	0	Bombas Booster
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	57	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Torres de Agua	Ineficiente enfriamiento del agua de las Torres		50	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la revisión del Sistema de enfriamiento de Torres.	50	0	No Aplica. Sistema Externo.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	58	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Strainer tubería de torres obstruidas		51	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la revisión del Sistema de enfriamiento de Torres.	51	2	Limpieza periodica del strainer	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	59	I	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125F)	Ver sistema de lubricacion		52	6	Se detiene el equipo totalmente debido a una alarma de alta temperatura en el aire, debe encender los compresores de backup del Sistema OFCA para recuperar condiciones.	52	0	Sistema de lubricación.	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema admisión de aire Tubería de admisión	60	I	Alto diferencial de Presión en la tubería de admisión	filtros de admisión obstruidos		53	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la sustitución de filtros.	53	2	Verificar el diferencial de presión, sustitución de filtros	

Hoja de RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta			
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	54	I	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125 F)	Mal intercambio de calor en el enfriador	Fugas en tubería	47	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la limpieza y revisión del intercambiador de calor del sistema de enfriamiento, en la búsqueda y reparación de fugas también.	47	2	revisar fugas de tubería de agua.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	55	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125 F)	Baja Presion	Bomba Booster Fallas eléctricas	48	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba Booster.	48	0	Bombas Booster
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	56	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125 F)	Bajo Caudal	Bomba Booster Fallas mecánico	49	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la reparación o sustitución de la bomba Booster.	49	0	Bombas Booster
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	57	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125 F)	Torres de Agua	Ineficiente enfriamiento del agua de las Torres	50	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la revisión del Sistema de enfriamiento de Torres.	50	0	No Aplica. Sistema Externo.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	58	E	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125 F)	Strainer tubería de torres obstruidas		51	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la revisión del Sistema de enfriamiento de Torres.	51	2	Limpieza periodica del strainer
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema de enfriamiento	59	I	Alta temperatura en el aire (Mayor a 125 F)	Ver sistema de lubricacion		52	6	Se detiene el equipo totalmente debido a una alma de alta temperatura en el aire, debe encender los compresores de backup del Sistema OFCA para recuperar condiciones.	52	0	Sistema de lubricación.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema admisión de aire Tubería de admisión	60	I	Alto diferencial de Presión en la tubería de admisión	filtros de admisión obstruidos		53	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la sustitución de filtros.	53	2	Verificar el diferencial de presion, sustitucion de filtros
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema admisión de aire Tubería de admisión	61	I	Alto diferencial de Presión en la tubería de admisión	Mangueras (del diferencial) de admisión obstruidas		54	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la limpieza o cambio de mangueras de admisión.	54	2	Verificar el estado de las mangueras, que no presenten danos, se encuentren bien colocadas y afecten a la medicion del diferencial de presion.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema admisión de aire Tubería de admisión	62	I	Alto diferencial de Presión en la tubería de admisión	Fisuras, cortadas, fugas en la tubería		55	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en la revisión y reparación de la tubería de admisión.	55	2	Verificar el estado de las mangueras, que no presenten danos, se encuentren bien colocadas y afecten a la medicion del diferencial de presion.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema eléctrico	63	I	Baja Presión de aire para sellos	Falta en el swtich	control	56	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en el cambio de filtros de entrada de aire de admisión.	56	2	Verificar el sistema de control, limpieza general, y que no exista ningun tipo de daño
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A. No proporciona totalmente la presión	Sistema eléctrico	64	I	Baja Presión de aire para sellos	Falta en el swtich	control	57	6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético, tiempo invertido en el ajuste o cambio de sellos.	57	2	Verificar el sistema de control, limpieza general, y que no exista ningun tipo de daño

Hoja de RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta		
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema eléctrico	65	E	Alarma por pérdida de voltaje				58 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético.	58 0	No Aplica. Sistema Externo.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	66	E	Motor quemado	Cortocircuito	Mala conexión (cableado)	Error humano	59 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación o sustitución del motor eléctrico, reparación de las conexiones del motor.	59 2	Estandarizar procesos de cableado, para que no ocurran corto circuitos por mala ejecución de la tarea.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	67	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Daño en el ventilador		60 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación o sustitución del motor eléctrico.	60 2	Inspeccione y elimine depósitos de polvo, aceite y suciedad en la tapa del ventilador para mantener una buena ventilación y permitir un correcto enfriamiento del motor, cualquier anomalía reportela al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	68	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Obstrucción		61 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, limpieza o sustitución del motor eléctrico.	61 2	Inspeccione y elimine depósitos de polvo, aceite y suciedad en la tapa del ventilador para mantener una buena ventilación y permitir un correcto enfriamiento del motor, cualquier anomalía reportela al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	69	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Pérdida de Aislamiento	Desbalance de Corriente	62 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución del motor eléctrico.	62 1	Medir la resistencia de aislamiento (Anualmente). Verificar la fijación de las bobinas (cada tres años), comprobar que no existe un desbalance mayor a 3.5% de variación de tensión entre fases, cualquier anomalía reportela al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	70	E	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Desbalance de Corriente	Desbalance de Voltaje (Pérdida)	63 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución del motor eléctrico.	63 1	Medir la resistencia de aislamiento (Anualmente). Verificar la fijación de las bobinas (cada tres años), comprobar que no existe un desbalance mayor a 3.5% de variación de tensión entre fases, cualquier anomalía reportela al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	71	E	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Desbalance de Corriente	Falso Contacto	64 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución del motor eléctrico.	64 1	Inspeccionar termográficamente el circuito de potencia del motor (caja de conexiones y MCC) que no exista un sobrecalentamiento por falso contacto en las conexiones y que ningún conductor presente señales de deterioro, en caso de anomalía reportar al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	72	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Roles Trabajados	Exceso de lubricación	65 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución de los roles o del Motor eléctrico según se considere. Además revisión de la forma de lubricación.	65 2	Lubricar los rodamientos del motor de manera periódica. Estandarizar el proceso de lubricación, o capacitar al personal de ser necesario, para que la tarea de mantenimiento no sea mal ejecutada.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	73	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Roles Trabajados	Falta de lubricación	66 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución de los roles o del Motor eléctrico según se considere. Además revisión de la forma de lubricación.	66 2	Lubricar los rodamientos del motor de manera periódica (Estandarizar el proceso de lubricación, o capacitar al personal de ser necesario, para que la tarea de mantenimiento no sea mal ejecutada.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	74	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Desgaste de Roles	Mala lubricación	67 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución de los roles o del Motor eléctrico según se considere. Además revisión de la forma de lubricación.	67 2	Lubricar los rodamientos del motor de manera periódica (Estandarizar el proceso de lubricación, o capacitar al personal de ser necesario, para que la tarea de mantenimiento no sea mal ejecutada.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	75	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Desgaste de Roles	Envejecimiento normal	68 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución de los roles o del Motor eléctrico según se considere.	68 1	Inspeccionar termográficamente el motor eléctrico que no exista un sobrecalentamiento anormal en rodamientos o estator por problemas de sobrecarga. Considerar clase de aislamiento del motor. Llevar tendencia de datos, y anotar las condiciones de trabajo del motor y ambientales en el

Hoja de RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta			
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	75	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Desgaste de Roles	Envejecimiento normal	68 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución de los roles o del Motor eléctrico según se considere.	68 1	Inspeccionar termográficamente el motor eléctrico que no exista un sobrecalentamiento anormal en rodamientos o estator por problemas de sobrecarga. Considerar clase de aislamiento del motor. Llevar tendencia de datos, y anotar las condiciones de trabajo del motor y ambientales en el
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	76	I	Motor quemado	Sobrecalentamiento	Desgaste de Roles	Contaminación	69 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación, ó sustitución de los roles o del Motor eléctrico según se considere.	69 2	Inspeccione y elimine depósitos de polvo, aceite y suciedad en la tapa del ventilador para mantener una buena ventilación y permitir un correcto enfriamiento del motor, cualquier anomalía reportela al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	77	E	Motor Apagado	Problema en breaker (Abierto)			70 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético.	70 0	Ningún mantenimiento programado.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	78	E	Motor Apagado	Falla en el suministro eléctrico	Problema externo.		71 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético.	71 0	Ningún mantenimiento programado.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	79	I	Alta vibración	Tornillo de sujeción de la base flojos	Mal ajuste		72 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación o sustitución del motor, ajuste de la base	72 2	Inspeccionar visualmente que los pernos de sujeción de la base del motor no presenten fisuras, proceder a cambiar en caso de presentar fisuras. Inspeccionar que estén correctamente ajustados, proceder a ajustar en caso de ser necesario.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Motor	80	I	Alta vibración	Acople flojo	Desgaste de Roles		73 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Tiempo invertido en la reparación o sustitución del motor.	73 2	Inspeccionar visualmente que los pernos de sujeción de la base del motor no presenten fisuras, proceder a cambiar en caso de presentar fisuras. Inspeccionar que estén correctamente ajustados, proceder a ajustar en caso de ser necesario.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Arrancador	81		Sobrecalentamiento	Acumulación de polvo y suciedades en el interior			74 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Podría implicar daños mayores que requieran sustitución del arrancador.	74 2	Realizar una limpieza interna y externa del arrancador, eliminando polvo, suciedades y objetos extraños, en caso de anomalía, reportar al técnico líder.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Arrancador	82		Sobrecalentamiento	Falta de ventilación forzada	Filtro de aire comprimido obstruido		75 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Podría implicar daños mayores que requieran sustitución del arrancador.	75 2	Cambiar periódicamente el filtro de entrada del aire comprimido
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Arrancador	83		Cortocircuito	Falso contacto			76 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Podría implicar daños mayores que requieran sustitución del arrancador.	76 2	Inspeccionar el ajuste de las conexiones eléctricas de alimentación del arrancador (softstarter) del motor principal en su caja de conexiones y MCC correspondiente, en busca de conexiones flojas y conductores deteriorados, reparar en caso de ser necesario.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Controlador	84		Corto circuito	Falso contacto			77 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Podría implicar daños mayores que requieran sustitución del arrancador.	77 2	Inspeccionar el ajuste de las conexiones eléctricas de alimentación del arrancador (softstarter) del motor principal en su caja de conexiones y MCC correspondiente, en busca de conexiones flojas y conductores deteriorados, reparar en caso de ser necesario.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	A	No proporciona totalmente la presión	Sistema Eléctrico: Controlador	85		Fuente de Poder dañada	Fallo en la protección (Fusibles)			78 6	El equipo se detiene totalmente debido a la alarma de alta presión del compresor, encienden los compresores de backup del sistema, lo que implica mayor consumo energético. Podría implicar daños mayores que requieran sustitución del arrancador.	78 1	Realizar una limpieza general, inspeccionar visualmente, Mantenimiento Predictivo, termografía

Hoja de RCM

Función		Falla Funcional		Subparte	Modo de Falla			Causa		Efecto		Tarea Propuesta			
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Sistema de válvulas de control	1	I	Baja Presión	Válvula de by pass no cierre		80	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de by pass.	80	2	Revisión periódica de las válvula de bypass
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Sistema de válvulas de control	2	I	Baja Presión	Válvula de entrada no abre		81	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	81	2	Revisión periódica de las válvula de entrada
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Etapas de compresión	3	I	Baja Presión	Surge fuerte que afecte el equipo, pero no lo detenga.	Provoca que el compresor no cargue correctamente.	82	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	82	0	
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Compresor	4	I	Baja Presión en el sistema de proceso	Descarga de aire del equipo, por lo que no llega a producción.	Error humano (Abren la válvula de descarga)	83	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	83	3	Estandarizar los parametros de configuración del equipo.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Control	5	I	Baja Presión en el sistema de proceso	Mala configuración del equipo	Error humano	84	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	84	3	Colocar un etiquetado para que no se manipule la configuración del equipo, a no ser que sea personal autorizado.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Control	6	I	Baja Presión en el sistema de proceso	Mala configuración del equipo	Desprogramación	85	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	85	0	No aplica PM.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Sistema de drenado	7	I	Humedad alta en el aire de salida	Problemas con las trampas de agua	Válvulas de drenado dañadas	86	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	86	2	drenar las trampas de condensado.
A	Proporcionar aire comprimido a 122 ± 2psi dentro de un rango de flujo menor de 3700cfm	B	No proporciona parcialmente la presión ó el particulado requerido	Sistema de drenado	8	I	Humedad alta en el aire de salida	Problemas con las trampas de agua	Obstrucción, lodos, particulado	87	6	El equipo no entrega las condiciones requeridas para los procesos de producción, podría verse afectada la calidad del producto, o entrar el sistema de Backup para suplir las necesidades de presión requeridas. Tiempo invertido en la revisión de la válvula de entrada.	87	2	drenar las trampas de condensado.
B	Contener todo el aceite del sistema de lubricación	C	Existen fugas de aceite	Sistema de Lubricación	1	I	Bajo Nivel de Aceite	Existencia de fugas en uniones y cuerpo del compresor	Reventadura, fisura, desgaste, unión floja.	88	6	Disminuye el nivel de aceite en el sistema, lo que provoca una alarma por bajo nivel de aceite. Se podría detener el equipo si la pérdida de aceite es excesiva. La falta de aceite provoca una inadecuada lubricación del sistema lo que puede provocar daños en las partes rotativas del sistema. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas, o sustitución de posibles piezas dañadas por la mala lubricación.	88	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de aceite proveniente del sistema de lubricación, reparar el origen de la fuga de ser necesario .
B	Contener todo el aceite del sistema de lubricación	C	Existen fugas de aceite	Sistema de Lubricación	2	I	Bajo Nivel de Aceite	Tubo reventado, fisurado o desgastado.	Envejecimiento Normal	89	6	Disminuye el nivel de aceite en el sistema, lo que provoca una alarma por bajo nivel de aceite. Se podría detener el equipo si la pérdida de aceite es excesiva. La falta de aceite provoca una inadecuada lubricación del sistema lo que puede provocar daños en las partes rotativas del sistema. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas, o sustitución de posibles piezas dañadas por la mala lubricación.	89	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de aceite proveniente del sistema de lubricación, reparar el origen de la fuga de ser necesario .

Hoja de RCM

Función		Falla Funcional	Subparte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta					
B	Contener todo el aceite del sistema de lubricación	C	Existen fugas de aceite	Sistema de Lubricación	3	I	Bajo Nivel de Aceite	Daños en los sellos de las bombas, bomba principal			90	6	Disminuye el nivel de aceite en el sistema, lo que provoca una alarma por bajo nivel de aceite. Se podría detener el equipo si la pérdida de aceite es excesiva. La falta de aceite provoca una inadecuada lubricación del sistema lo que puede provocar daños en las partes rotativas del sistema. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas, o sustitución de posibles piezas dañadas por la mala lubricación.	90	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de aceite proveniente del sistema de lubricación, reparar el origen de la fuga de ser necesario .
B	Contener todo el aceite del sistema de lubricación	C	Existen fugas de aceite	Sistema de Lubricación	4	I	Bajo Nivel de Aceite	Housing del filtro de aceite			91	6	Disminuye el nivel de aceite en el sistema, lo que provoca una alarma por bajo nivel de aceite. Se podría detener el equipo si la pérdida de aceite es excesiva. La falta de aceite provoca una inadecuada lubricación del sistema lo que puede provocar daños en las partes rotativas del sistema. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas, o sustitución de posibles piezas dañadas por la mala lubricación.	91	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de aceite proveniente del sistema de lubricación, reparar el origen de la fuga de ser necesario .
B	Contener todo el aceite del sistema de lubricación	C	Existen fugas de aceite	Sistema de Lubricación	5	I	Bajo Nivel de Aceite	Dimister saturado	Vida útil		92	6	Disminuye el nivel de aceite en el sistema, lo que provoca una alarma por bajo nivel de aceite. Se podría detener el equipo si la pérdida de aceite es excesiva. La falta de aceite provoca una inadecuada lubricación del sistema lo que puede provocar daños en las partes rotativas del sistema. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas, o sustitución de posibles piezas dañadas por la mala lubricación.	92	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de aceite proveniente del sistema de lubricación, reparar el origen de la fuga de ser necesario .
B	Contener todo el aceite del sistema de lubricación	C	Existen fugas de aceite	Sistema de Lubricación	6	I	Bajo Nivel de Aceite	Empaques del intercambiador de calor dañados o desgastados.			93	6	Disminuye el nivel de aceite en el sistema, lo que provoca una alarma por bajo nivel de aceite. Se podría detener el equipo si la pérdida de aceite es excesiva. La falta de aceite provoca una inadecuada lubricación del sistema lo que puede provocar daños en las partes rotativas del sistema. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas, o sustitución de posibles piezas dañadas por la mala lubricación.	93	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de aceite proveniente del sistema de lubricación, reparar el origen de la fuga de ser necesario .
C	Contener toda el agua de torres de enfriamiento.	D	Existen fugas de agua de enfriamiento proveniente de las torres de enfriamiento	Sistema de Alimentación de agua fría	1	I	Alta Temperatura en el compresor	Tubería de enfriamiento dañada o desgastada			94	6	Las fugas de agua de enfriamiento de las torres, podría afectar el sistema de enfriamiento del compresor, lo que podría repercutir en fallas para el equipo, se desperdicia agua de las torre slo que provoca un proceso más caro y más lento en el sistema, podría ocurrir oxidación de los equipos y tuberías. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas.	94	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de agua fría proveniente del proceso, reparar en caso de ser necesario.
C	Contener toda el agua de torres de enfriamiento.	D	Existen fugas de agua de enfriamiento proveniente de las torres de enfriamiento	Sistema de Alimentación de agua fría	2	I	Alta Temperatura en el compresor	Obstrucciones en la tubería de enfriamiento			95	6	Las fugas de agua de enfriamiento de las torres, podría afectar el sistema de enfriamiento del compresor, lo que podría repercutir en fallas para el equipo, se desperdicia agua de las torre slo que provoca un proceso más caro y más lento en el sistema, podría ocurrir oxidación de los equipos y tuberías. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas.	95	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de agua fría proveniente del proceso, reparar en caso de ser necesario.
C	Contener toda el agua de torres de enfriamiento.	D	Existen fugas de agua de enfriamiento proveniente de las torres de enfriamiento	Sistema de Alimentación de agua fría	3	I	Alta Temperatura en el compresor	Bomba Booster	Empaques de la bomba dañados, desgastados		96	6	Las fugas de agua de enfriamiento de las torres, podría afectar el sistema de enfriamiento del compresor, lo que podría repercutir en fallas para el equipo, se desperdicia agua de las torre slo que provoca un proceso más caro y más lento en el sistema, podría ocurrir oxidación de los equipos y tuberías. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas.	96	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de agua fría proveniente del proceso, reparar en caso de ser necesario.
C	Contener toda el agua de torres de enfriamiento.	D	Existen fugas de agua de enfriamiento proveniente de las torres de enfriamiento	Sistema de Alimentación de agua fría	4	I	Alte temperatura de Aceite	Intercambiador de Calor	Sellos y empaques desgastados dañados		97	6	Las fugas de agua de enfriamiento de las torres, podría afectar el sistema de enfriamiento del compresor, lo que podría repercutir en fallas para el equipo, se desperdicia agua de las torre slo que provoca un proceso más caro y más lento en el sistema, podría ocurrir oxidación de los equipos y tuberías. Tiempo invertido en la búsqueda y reparación de fugas.	97	2	Inspeccionar visualmente en busca de fugas de agua fría proveniente del proceso, reparar en caso de ser necesario.