

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA



“METODOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA
Y SU INFLUENCIA EN EL LUCRO CESANTE EN LA PLANTA DE
ENVASES Y ENVOLTURAS”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO

MIGUEL ANGEL LOZANO FERNANDEZ

CALLAO, AÑO 2019

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

JURADO EXAMINADOR Y ASESOR DE TESIS

Presidente: Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY

Secretario: Mg. VLADIMIRO CONTRERAS TITO

VOCAL: Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO

VOCAL: Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO

N° DE LIBRO DE SUSTENTACIÓN: N° 01

N° DE ACTA DE SUSTENTACIÓN: SIN NUMERO

FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS: 19 DE DICIEMBRE DEL 2019

DEDICATORIA

A Mi Esposa E Hijos Por Acompañarme Durante
Toda La Implementación De La Tesis.

AGRADECIMIENTO

A Envases Y Envolturas Por Permitirme Desarrollarme
Profesionalmente Para El Desarrollo De La Metodología RCM
En La Tesis y La Evaluación Técnica, Económica
Que Dieron Resultados Para Mejorar La Operatividad
Del Área De Impresión.

INDICE

PÁGINA DE RESPETO	2
HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE.....	6
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABLAS	11
RESUMEN.....	13
RESUMO.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Determinación del Problema.....	16
1.2. Formulación del Problema.....	17
1.2.1. Problema General.....	17
1.2.1. Problema Específicos	17
1.3. Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1. Objetivos Generales..	17
1.3.1. Objetivos Específicos	17
1.4. Limitaciones	18
1.4.1. Limitaciones Teóricas	18
1.4.2. Limitaciones Temporal	18
1.4.3. Limitaciones Espacial	18

II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes del estudio.....	19
2.2 Marco teórico: Teoría básica del RCM	23
2.2.2. Antecedentes del RCM.....	24
2.2.3. Definición del RCM.....	26
2.2.4. Técnicas de análisis de criticidad.....	30
2.2.5. Conformación e importancia de los equipos naturales de trabajo.....	37
2.2.6. Selección del sistema y definición del contexto operacional.....	37
2.2.7. Desarrollo del contexto operacional.....	37
2.2.8. Funciones y estándares de ejecución.	37
2.2.9. Funciones primarias.....	38
2.2.10. Funciones Secundarias	38
2.2.11. Fallos Funcionales.....	39
2.2.12. Modos de fallo.....	40
2.2.13. Efectos de los modos de fallos	40
2.2.14. Consecuencias de las fallas	41
2.2.15. Consecuencias de fallas ocultas.....	42
2.2.16. Consecuencias medioambientales y de seguridad.....	42
2.2.17. Consecuencias operativas	42
2.2.18. Consecuencias no operativas	42
2.2.19. Mantenimiento no programado acciones de Omisión.....	42
2.2.20. Fallas Potenciales y Mantenimiento en condición	44
2.2.21. Lucro Cesante	45
2.3. Marco Conceptual	47

2.4.	Definición de términos básicos	58
III.	VARIABLES E HIPÓTESIS	61
3.1.	Formulación de la hipótesis	61
3.1.1.	Hipótesis general	61
3.1.2.	Hipótesis específicas	61
3.2.	Definición de variables	61
3.2.1.	Variable independiente.....	61
3.2.2.	Variable dependiente	61
3.3.	Operacionalización de variables	62
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	63
4.1	Tipo y Diseño de investigación.....	63
4.2	Método de la investigación.....	63
4.3	Población y muestra.....	64
4.4	Lugar de Estudio y periodo desarrollado.....	65
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	66
4.6	Análisis y Procesamiento de datos.....	66
V.	RESULTADOS.....	102
5.1	Resultados Descriptivos	102
5.2	Resultados Estadísticos de la Impresora Miraflex	106
5.3	Otros tipo de resultados estadísticos.	108
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS	110
VII.	CONCLUSIONES.....	113
VIII.	RECOMENDACIONES.....	113
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	114

X. ANEXOS.....115

Matriz de consistencia

Instrumentos Validados

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Esquema general de implantación del RCM.....	28
Figura 2.2: Matriz de Criticidad propuesta por el modelo CT	36
Figura 2.3: proceso de selección de tareas de RCM.....	43
Figura 2.4: La curva falla potencial vs. Falla funcional (P-F)	45
Figura 2.5: Normativas predominantes de la teoría AMFEC	47
Figura 2.6: Guías y Reglamentos para el uso del AMFEC	48
Figura 2.7: Esquema del proceso de relación de un AMFEC	50
Figura 2.8: Detectabilidad	51
Figura 2.9: Ocurrencia	51
Figura 2.10: Severidad	52
Figura 2.11: Árbol Lógico	54
Figura 2.12: Flujo del Proceso del RCM	57
Figura 2.13: Entradas y Entregables del RCM	57
Figura 4.1: Árbol de falla de la impresora	74
Figura 4.2: Árbol De Falla De Bomba De La Impresora Miraflex.....	75
Figura 4.3: Árbol De Falla Del Motor De La Impresora Miraflex	76
Figura 4.4: Árbol De Falla Del Sistema Eléctrico De La Impresora Miraflex	77
Figura 4.5: Árbol De Falla Del Cuerpo Impresor De La Impresora Miraflex	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1: Operacionalización De Variables	62
Tabla 4.1: Lista De Máquinas De Planta	65
Tabla 4.2: Programa Anual De Mantenimiento	67
Tabla 4.3: Análisis De Criticidad	68
Tabla 4.4: Criterios De Criticidad	69
Tabla 4.5: Definición De Los Criterios De Criticidad	70
Tabla 4.6: Cuadro De Frecuencia X Consecuencia	71
Tabla 4.7: Cuadro De Criterios Para Amfec.....	72
Tabla 4.8: Amfec De La Impresora.....	73
Tabla 4.9: Tabla De Trabajos De Mantenimiento.....	79
Tabla 4.10: Operaciones De Limpieza De La Impresora	80
Tabla 4.11: Operaciones De Mantenimiento De Maquina.....	81
Tabla 4.12: Operaciones De Lubricación	84
Tabla 4.12.1: Tabla De Lubricantes De La Impresora	85
Tabla 4.12.2: Tabla De Lubricantes De La Impresora	86
Tabla 4.12.3: Tabla De Lubricantes De La Impresora	87
Tabla 4.13.1: Tabla De Grasas De La Impresora	88
Tabla 4.13.2: Tabla De Grasas De La Impresora	89
Tabla 4.14 : Tabla De Rutinas	90
Tabla 4.15: Programa De Mantenimiento Anual	91
Tabla 4.16: Programa De Mantenimiento Trimestral.....	92
Tabla 4.17: Lista De Actividades De Mantenimiento.....	93
Tabla 4.18: Formato De Mantenimiento Preventivo.....	95

Tabla 4.19: Formato De Mantenimiento Rutinario.....	96
Tabla 4.20: Lista De Verificación De Limpieza De Impresora Miraflex.....	97
Tabla 4.21: Repuestos Críticos De La Impresora Miraflex.....	98
Tabla 5.1: Cuadro Estadísticos del 2017.....	102
Tabla 5.2: Cuadro Estadísticos del 2018.....	106
Tabla 5.3: Resultados De Indicadores De La Impresora Miraflex	107
Tabla 5.4: Resultados De Indicadores De Disponibilidad De La Impresora Miraflex	108
Tabla 5.5: Gasto Anual De Mantenimiento 2018.....	109
TABLA 6.1: CUADROS DE INDICES DEL 2017 vs 2018.....	110
TABLA 6.2: CUADROS DE PROYECCIÓN DE AHORROS.....	110
TABLA 6.3: CUADROS DE INVERSION.....	111
TABLA 6.4: CALCULO DEL VAN, TIR y ROI	112

RESUMEN

La Presente Implementación tiene como origen la optimización del área de Impresión, y unos de los pilares importantes es el área de mantenimiento.

Se determino la realización de la metodología del RCM, por ser una herramienta que permite optimizar el plan de mantenimiento preventivo, conllevando a mejorar la rentabilidad y la vida útil de los activos.

Mejorando la disponibilidad de la Impresora Miraflex, Maquina Critica para las Operaciones de la planta.

Se optimizo el planteamiento del mantenimiento preventivo, con el análisis de los resultados se calculó el ahorro de la implementación y se determinó una influencia Positiva en el lucro cesante con llevando en un ahorro del 43.7% del costo anual de tiempo de parada de producción con respecto al 2017.

La base de la realización del AMFEC, se determinaron nuevas actividades del mantenimiento preventivo, como también se logró cambiar la orientación de los mismos operadores de la máquina para implementar y realizar las rutinas de limpieza y de mantenimiento autónomo.

Estos trabajos no hubieran sido realizados sin el apoyo de la gerencia que en todo momento quería un cambio y una orientación del área de mantenimiento como área de soporte para el área de Operaciones.

Palabras claves:

Mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM) ,
Análisis de los Modos, Efectos y Criticidad de los fallos (AMFEC)

RESUMO

A presente implementação tem como origem a otimização da área de impressão, e um dos pilares importantes é a área de manutenção.

A metodologia RCM foi escolhida como uma ferramenta para otimizar o plano de manutenção preventiva, melhorando assim a rentabilidade e a vida útil dos ativos.

Melhorar a disponibilidade da Impressora Miraflex, uma máquina crítica para as operações da fábrica.

A abordagem de manutenção preventiva foi otimizada, com a análise dos resultados foram calculadas as economias da implementação e foi determinada uma influência positiva na perda de lucro, levando a uma economia de 43,7% do custo anual do tempo de inatividade da produção em comparação com 2017.

Com base na AMFEC, foram determinadas novas atividades de manutenção preventiva, bem como uma mudança na orientação dos próprios operadores da máquina para implementar e realizar rotinas de limpeza e manutenção autônoma.

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio da gerência que sempre desejou uma mudança e orientação da área de manutenção como uma área de apoio para a área de Operações.

Palavras-chave:

Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM),

Modos de falha, efeitos e análise de criticalidade (FMECA)

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de mantenimiento ha evolucionado desde sus inicios sufriendo grandes cambios a lo largo del desarrollo industrial a través del tiempo; proviniendo desde una cultura reactiva de preservación de la integridad del activo enfocado en la atención de correctivos, hasta convertirse en uno de los pilares estratégicos de los negocios mostrándose como una inversión que en corto, mediano o largo plazo implicarán una rentabilidad financiera mayor al optimizar la condición de los activos garantizando así un incremento en la producción de bienes y servicios reduciendo los costos fijos existentes.

Es debido a este nuevo concepto que actualmente Ingeniería de Mantenimiento es uno de los pilares en los que se basa la estrategia del negocio cambiando paradigmas y conceptos que nos permitirán llegar a grandes innovaciones.

El dejar de lado esta visión moderna del mantenimiento es poner en riesgo y atentar contra los objetivos del negocio, pudiendo de alguna manera generar pérdidas incalculables o finalmente llevar a la quiebra a la empresa y a la pérdida del empleo.

Es por ello que el desarrollo del presente proyecto tiene como objetivo presentar una metodología diseñada para disminuir las posibles fallas existentes de los equipos y sistemas incrementando su disponibilidad y confiabilidad.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del Problema

En la industria nacional las plantas de proceso continuo específicamente, las empresas flexográficas, se desempeñan en función a una estrategia global y clara sobre la manera de actuar de sus diversas áreas, tales como mantenimiento, por tal motivo es vital tener una metodología con la cual se identifique y se converja todos los esfuerzos de las personas involucradas en el área de preservación y conservación de los activos de la planta.

En la actualidad en la empresa envases y envolturas, ubicada en Lurín presenta inestabilidad en el área de operaciones en cuanto al cumplimiento esperado de la producción, pudiendo apreciarse una gran cantidad de fallas inesperadas en los equipos productivos.

Es así, que se espera una alta fiabilidad de los equipos reduciendo los tiempos de parada y a la vez optimizando los costos de mantenimiento, para mejorar el uso de los recursos, por lo que se hace necesario acudir a una investigación metodológica que permita determinar la importancia de los equipos de manera clara. Con lo cual se racionalizará mediante la aplicación de la metodología planteada en esta tesis.

Existen varios campos implicados en el desmedro de la producción tales como: costos de tercerización, frecuencia de toma de data, criticidad de equipos, tabulación estratégica en la toma de decisiones. Es por este motivo, que el estudio se enfoca en el análisis fallas de inoperatividad, la disponibilidad de máquina y la variabilidad de los problemas que presentan las máquinas específicamente de la planta.

El presente trabajo se orienta al análisis, semicualitativo del régimen actual de mantenimiento y de implementar de manera sostenida una estrategia en el corto plazo

que permita incrementar la confiabilidad de los activos productivos y de esta manera disminuir los costos, con un enfoque de jerarquización semicuantitativo integral por medio de la herramienta: RCM “mantenimiento centrado en la confiabilidad”.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado al proceso de Impresión flexográfica permite disminuir el lucro cesante?

1.2.2 Problemas específicos:

- ¿Qué metodología se deberá utilizar en el proceso de Impresión flexográfica para analizar el equipo crítico y elevar su disponibilidad?
- ¿De qué manera se puede optimizar la frecuencia de mantenimiento del equipo crítico del proceso de Impresión flexográfica para disminuir las paradas de inoperatividad?
- ¿De qué manera se puede racionalizar el uso de los recursos para disminuir los gastos de mantenimiento en el proceso de Impresión flexográfica?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Implementar la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad para disminuir el lucro cesante aplicado al proceso de impresión.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los equipos críticos, mediante el uso de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad en el proceso de impresión para elevar su disponibilidad

- Analizar la frecuencia de mantenimiento del equipo crítico del proceso de Impresión flexográfica para disminuir las paradas de inoperatividad.
- Optimizar el uso de los recursos para disminuir los gastos de mantenimiento en el proceso de Impresión.

1.4. limitantes de la Investigación

1.4.1 limitantes teórica

Las Limitaciones teorías se basan que la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad aún no se encuentra implementadas totalmente en las industrias del mercado peruano.

Así mismo hay carencia de información teórica, practica en instituciones que se basan en la enseñanza de la metodología.

1.4.2 limitantes Temporal

Las limitaciones encontradas para realizar la aplicación de la metodología en la empresa de Envases y Envolturas fue que se tuvo que adiestras y realizar y fiel seguimiento a la data del área de operaciones. En cuanto a solicitudes de mantenimiento y disponibilidad de poder realizar este tipo de metodología muestral.

1.4.3 limitantes Espacial

El proyecto de tesis estará ubicado en el distrito de Lurín, de la ciudad de lima, Perú.

“Planta Industrial Envases y Envolturas – Lurín”, ubicado en el Distrito de Lurín, de la ciudad de Lima.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

1. PETIT; Tesis Para Optar El Grado Académico De Magister Scientiarum En Gerencia De Mantenimiento”, Universidad Del Zulia, Facultad De Ingeniería, Venezuela, 2014 “**Mantenimiento Centrado En Confiabilidad Para Sistemas De Bombeo Electrosumergibles En Empresas Petroleras De La Región Zulia**”
 - La investigación tuvo como objetivo proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para los equipos críticos de los sistemas de bombeo electrosumergible.
 - El análisis de la técnica permitió determinar de forma cuantitativa y cualitativa la importancia que tienen los equipos dentro de un sistema de bombeo

Conclusiones

- La metodología permitió determinar en qué categoría se encontraban las fallas ocultas evidentes a la seguridad, ambiente y operaciones.
 - La metodología origino en la consideración de que tipo de estrategias de mantenimiento se utilizarían siguiendo un orden específico.
 - Implementar el plan propuesto otorgó considerables beneficios económicos.
 - Recomienda la utilización de la metodología en otros equipos críticos de la planta con el fin de mejorar su mantenimiento
2. MENDOZA; “Tesis Para Optar El Grado De Maestría”, Universidad Mayor De San Andrés, Facultad De Tecnología, Bolivia, 2016. “**Sistema De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad Para Motores Eléctricos De Inducción**”.

La implementación del RCM se puede aplicar en equipos críticos, lo fundamental es preparar y tener facilitadores en RCM, con la colaboración del personal técnico de la planta para el análisis de las fallas.

Conclusiones

- La implementación de la metodología RCM redujo el número de fallas en un periodo evaluado de 15 %
- La implementación de la metodología incremento la disponibilidad de los motores a un 95%

3. Sergio Stiven Páramo Ortega; Tesis Para Optar El Grado De Maestría”

“Universidad Libre De Colombia”, Facultad De Ingeniería, Colombia, 2016.

“Análisis Para La Implementación De Un Plan De Mantenimiento Basado En Confiabilidad Para La Maquinaria En La Línea De Pulido De Vidrio De La Empresa Vitrinas Páramo Ortega”,

- El RCM permitió el análisis y el establecimiento del plan de mantenimiento, ya que se tuvieron en cuenta los análisis realizados previamente y por medio de esta metodología se atacaron los modos de falla que se definieron. Logrando aumentar la confiabilidad del sistema.

Conclusiones

- El análisis del ROI tuvo un resultado satisfactorio, representando un 48.8% de efectividad, lo que quiere decir que con respecto a la inversión del plan de mantenimiento se obtiene un alto porcentaje de retorno monetario sobre esta inversión.

- El Análisis de criticidad permitió la identificación de los equipos más críticos, que fueron tomados como objeto de estudios.
4. Vega; “Tesis Para Optar El Grado Académico De Título De Ingeniero Mecánico”, Universidad Pontificia Bolivariana, Escuela De Ingeniería y Administración, Facultad De Ingeniería Mecánica, Colombia, 2009. **“Diseño De La Estrategia De Mantenimiento Basada En La Confiabilidad, RCM E Inspeccion Basada En El Riesgo, RBI, Para La Línea Crítica De Producción De La Planta Para Concentrados De La Empresa Itacol S.C. A Ubicada En Girón Santander “.**
- Con la implementación de la estrategia del RCM y RBI, genero tareas programadas, frecuencias de mantenimiento y planes de inspección que sería un éxito a nivel nacional e Internacional en las plantas de producción continua.

Conclusiones

- La Implementación de la estrategia del RCM, se logró una reducción del 66% en comparación de la estrategia correctiva.
- El costo de las paradas no programadas se redujo en un 75%.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

1. Da Costa Burga; Tesis Para Optar El Grado De Título De Ingeniero Mecánico. Pontifica Universidad Católica Del Perú, Perú, 2010. **“Aplicación Del Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad A Motores A Gas De Dos Tiempos En Pozos De Alta Producción “.**

Conclusiones

- Recomienda que mediante el RCM se establece como prioridad la eliminación de las fallas inaceptables (las cuales ponen en riesgo la continuidad de la Operación).

- Recomienda establecer nuevos planes de mantenimiento preventivo y predictivo en base a los resultados de la Implementación del RCM.
2. Palomares; Tesis Para Optar El Grado Académico De Maestro En Gerencia e Ingeniería De Mantenimiento. Universidad Nacional De Ingeniería. Facultad De Ingeniería Mecánica, Perú ,2015. **“Implementación Del Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad (RCM) Al Sistema De Izaje Mineral, De La Compañía Minera Milpo, Unidad “El Porvenir”.**

Conclusiones

- El RCM. Es necesario mencionar que el costo de realizar RCM en activos es altamente costoso a comparación de un mantenimiento convencional, por ello se cumple el objetivo de encontrar solo los activos altamente críticos.
- El plan de mantenimiento desarrollado en base al RCM, ha mejorado el intervalo de mantenimiento programado, El detalle de esta reducción se sostiene en realizar actividades efectivas y necesarias
- Recomienda, Revisar y mejorar el plan de mantenimiento RCM, con una frecuencia de un año para obtener mejores resultados.

2.2. BASE TEORICA

2.2.1 Teoría básica del mantenimiento centrado en fiabilidad (RCM).

Durante los últimos veinte años, el mantenimiento cambió, quizás mucho más que cualquier otra disciplina de gerenciamiento. El cambio se debe a un enorme incremento en el número y variedad de bienes físicos (plantas, equipos, edificios) que deben ser mantenidos alrededor del mundo, diseños mucho más complejos, nuevas técnicas de mantenimiento y cambiante ideología con respecto a la organización y responsabilidades del mantenimiento.

El mantenimiento también responde a expectativas variables. Estas incluyen el hecho de advertir cada vez más alto grado en el que las fallas en equipos afectan la seguridad y el medioambiente, una conciencia creciente de la conexión entre mantenimiento y calidad del producto, y una presión cada vez mayor de alcanzar un alto rendimiento de las plantas y controlar los costos.

Estos cambios están poniendo a prueba al máximo actitudes y capacidades en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar un nuevo modo de pensar y actuar, como ingenieros y como gerentes. Al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se están haciendo más evidentes, no importa cuán computarizados estén.

Ante la evidencia de esta avalancha de cambios, los jefes de las diversas áreas están buscando un nuevo método de mantenimiento. Quieren evitar los falsos comienzos y callejones sin salidas que suelen conducir a mayores catástrofes. En cambio, persiguen una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un patrón coherente,

de manera que puedan ser evaluados sensiblemente, permitiendo escoger aquellos que más se adapten a ellos y a sus empresas.

A continuación, se describe una filosofía que provee justamente una estructura ideológica. Se denomina mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).

Si se aplica correctamente, el RCM transforma la relación entre la empresa que lo usa, sus bienes físicos existentes y el personal que opera y mantiene esos bienes. Además, permite que nuevos bienes sean puestos eficientemente en servicio, con gran velocidad, confianza y precisión.

2.2.2. Antecedentes del RCM

- La primera Generación

La primera generación cubre el período hasta la segunda guerra mundial. En esa época la industria no era altamente mecanizada, de modo que los tiempos de inactividad no tenían demasiada importancia. Esto significa que la prevención de fallas en equipos no era una prioridad en la mente de la mayoría de los gerentes. Al mismo tiempo la mayoría de los equipos eran, simples y muy bien diseñados esto los hacía confiables y fáciles de reparar.

Como consecuencia, no había necesidad de mantenimiento sistemático de ningún tipo, más allá que la limpieza, control y lubricación de rutina. La necesidad de habilidades específicas era inclusive menor de lo que es ahora.

- La segunda Generación

Desde mediados de 1970, el proceso de cambio en la industria ha conjugado un momentum aun mayor, Los cambios pueden clasificarse bajo los títulos de nuevas expectativas, nuevas investigaciones y técnicas.

-Nuevas expectativas

El tiempo de inactividad afecta la capacidad productiva de los bienes físicos. Los efectos de la inactividad se agravan aún más por la tendencia mundial a adoptar sistemas de exactitud. Una mayor automatización significa también que cada vez fallas afectan nuestra capacidad de mantener los estándares elevados de calidad. Estas fallas pueden tener serias consecuencias medioambientales y de seguridad. En algunos sectores del mundo se está llegando al punto donde una organización tiene que garantizar la seguridad de la sociedad y el medioambiente, o en su defecto debe dejar de operar. Es decir, es una cuestión de supervivencia organizacional.

Al mismo tiempo debemos lograr que trabajen eficientemente durante la vida útil que nosotros esperamos que tengan. Finalmente el costo de mantenimiento en sí mismo está también aumentando, en forma equitativa y como proporción de los gastos generales. Para algunas industrias, este representa el segundo o hasta inclusive el mayor gasto entre los costos corporativos.

-Nueva investigación

Las nuevas investigaciones están modificando muchos de nuestros principios más arraigados sobre la relación entre antigüedad y fallas. En particular, hay aparentemente cada vez una menor conexión entre la edad operativa de la mayoría de los bienes y que tan propensos son a fallar. Las investigaciones de la tercera generación revelaron que no uno o dos, sino seis modos de fallas ocurren durante la práctica, una de las conclusiones más importantes que emergen de este estudio es el convencimiento de que, aunque se haya hecho exactamente lo planeado, un enorme número de las operaciones tradicionales de mantenimiento no llevan a absolutamente nada, mientras

que otras son activamente contraproducentes y hasta peligrosas. Esto es particularmente verídico en muchas acciones realizadas bajo nombre de mantenimiento preventivo. Por otro lado, muchas tareas de mantenimiento que son esenciales para la operación segura de sistemas industriales modernos y complejos, no figuran en los programas asociados de mantenimiento.

En otras palabras, la industria en general está poniendo una gran atención en realizar los trabajos de mantenimiento en forma correcta, (hacer correctamente el trabajo), pero se necesita hacer mucho más para asegurar que los trabajos planificados, son los trabajos que deben realizarse.

-Nuevas técnicas

Hubo un crecimiento explosivo en los nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Se desarrollaron cientos de ellos en los últimos 20 años y cada semana emergen nuevos.

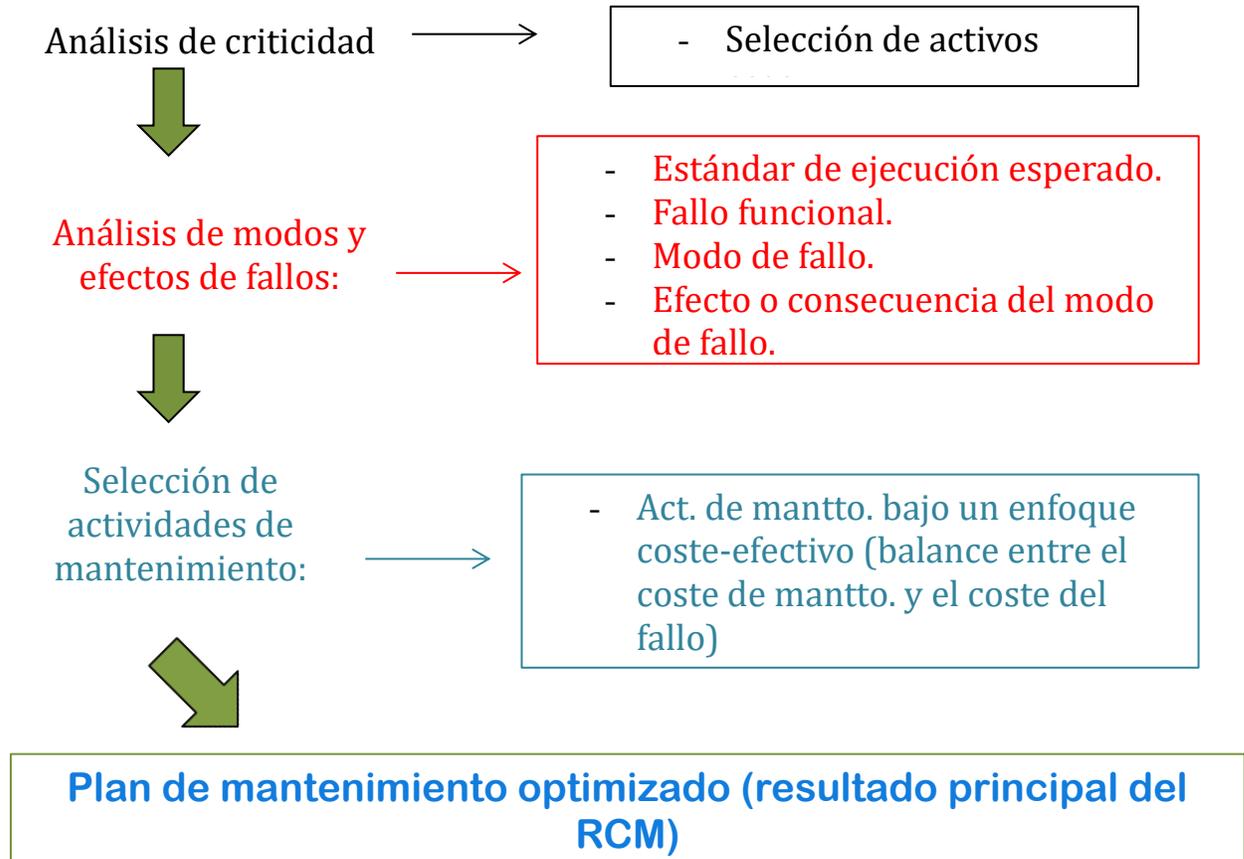
2.2.3 Definición del RCM

La primera industria en enfrentar estos desafíos sistemáticamente fue la industria de aviación comercial. Un elemento crucial de su respuesta fue el darse cuenta de que se debía poner tanto esfuerzo en asegurar que el personal de mantenimiento esté haciendo el trabajo en forma correcta, como en garantizar que se está haciendo el trabajo correcto. Este proceso llevó a su vez al desarrollo del método de toma de decisiones comprensivo, conocido dentro de la aviación como MSG3, y afuera de ésta como Mantenimiento Centrado en la garantía de Funcionamiento o RCM (Reliability – Centered Maintenance)

En prácticamente cualquier rama del esfuerzo humano organizado, el RCM se está volviendo tan fundamental para la protección de los bienes materiales, como los libros de doble contabilidad lo son para los bienes financieros. No existe ninguna técnica similar para identificar el menor número de actividades específicas y seguras que se deben realizar para preservar el funcionamiento de los bienes físicos, especialmente en situaciones críticas y riesgosas. El reconocimiento cada vez mayor del rol fundamental del RCM en la formulación de estrategias de manejo de bienes físicos – y de la importancia de aplicarlo correctamente – llevó a la Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices 1999 , a publicar SAE estándar JA1011 : “ Criterios de Evaluación para los procesos de mantenimiento Centrado en la garantía de funcionamiento”.

Figura 2.1: esquema general de implantación del RCM

Esquema general de Implantación del RCM



FUENTE: Parra Carlos "Course of Reliability Centered Maintenance"

-Proceso de implementación del RCM

Desde el punto de vista de la ingeniería, existen dos elementos para el manejo de cualquier bien físico. Este debe ser mantenido y cada tanto ser modificado.

Los principales diccionarios definen Mantener, como causa de continuidad (Oxford) o Conservar en el estado actual (Webster). Esto sugiere que mantener significa preservar

algo. Por otro lado, concuerdan en que modificar algo significa cambiar en algún aspecto.

Cuando nos referimos a mantener algo, que es lo que pretendemos que continúe ¿Cuál es el estado actual existente que queremos preservar?

La respuesta a este planteo puede encontrarse en el hecho de que todo bien físico se pone en servicio porque alguien desea que realice una tarea. En otras palabras, esperan que este cumpla una o más funciones. Entonces sucede que cuando nosotros mantenemos un bien, lo que queremos preservar es un estado en el que este siga cumpliendo con las funciones deseadas por el usuario.

Lo que los usuarios quieren dependerá en exactamente dónde y cómo el bien está siendo usado (el contexto operativo). Esto lleva a la siguiente definición formal de mantenimiento basado en la Garantía de Funcionamiento.

Mantenimiento Centrado en la garantía de funcionamiento: un proceso usado para determinar que debe hacerse para asegurar que todo bien físico continúe funcionando como sus usuarios lo desean en el presente contexto operativo

En este sentido, la primera fase de la implementación consiste en tabular los equipos a ser analizados con la finalidad de encontrar y determinar su nivel de criticidad en tanto se refieran al producto de dos variables tales como: la frecuencia de fallas y la consecuencia de las mismas, para de esta manera tener un listado y una matriz de equipos críticos , con lo cual se tiene un enfoque eficaz de los equipos en los cuales se requiera con prioridad hacer la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad . En este sentido, la metodología recomienda hacer las tabulaciones de manera periódica ya que los planes de mantenimiento realizados mejoran de manera directa el desempeño operacional de los equipos y a la vez

impactan directamente al no usarse de manera correcta. En este sentido, la matriz de criticidad nos brinda un panorama claro sobre el rendimiento y consecuencias operativas de los equipos productivos.

2.2.4 Técnicas de 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 se desempeñan. En la siguiente tesis, se explican los aspectos teóricos más importantes de las técnicas de análisis de jerarquización de equipos (técnicas de análisis de criticidad). Con la finalidad de sustentar el uso de una de estas técnicas para la tesis presente en el contexto de las máquinas que se usan para producir empaques flexibles en la planta de envases y envolturas en Lurín– Perú.

-Introducción al proceso de jerarquización

Tomando como referencia el Modelo de Gestión de Mantenimiento (MGM) de 8 fases, esta sección describe las técnicas de jerarquización y criticidad y se relaciona con la Fase 2 del MGM. 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 se desempeñan (Woodhouse, 1994).

Secuencia del proceso de gestión del mantenimiento (MGM):

Fase 1: Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.

Fase 2: Jerarquización de los equipos de acuerdo con la importancia de su función

Fase 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto

Fase 4: Diseño de planes de mantenimiento preventivo y de los recursos necesarios.

Fase 5: Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.

Fase 6: Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.

Fase 7: Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de los equipos.

Fase 8: Implantación del proceso de mejora continua y adopción de nuevas tecnologías.

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. Desde esta óptica existe una gran diversidad de posibles criterios que permiten evaluar la criticidad de un activo de producción. Los motivos de priorización pueden variar según las oportunidades y las necesidades de la organización. A continuación, se presentan algunos criterios comunes a utilizar dentro de los procesos de jerarquización:

- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- Efecto en la continuidad operacional / capacidad de producción
- Efecto en la calidad del producto

- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas / confiabilidad
- Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad)
- Flexibilidad / accesibilidad para inspección & mantenimiento
- Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento
- Disponibilidad de repuestos.

Varias de las metodologías de análisis de criticidad están constituidas por métodos de priorización que generan resultados de criticidad sustentados en la teoría del riesgo, concepto que mezcla el factor fiabilidad (frecuencia de fallos) y el factor severidad/consecuencia del fallo (impacto de los fallos en: seguridad, ambiente, calidad, producción, etc.) (Jones, 1995). Es importante mencionar que los resultados que se obtienen con la aplicación de las técnicas de criticidad representan la materia prima con la cual se debe dar inicio a cualquier proceso de optimización basado en la aplicación de técnicas de Ingeniería de fiabilidad y mantenimiento. A continuación, se presentan el modelo de jerarquización basados en la evaluación del riesgo y orientados a identificar los equipos críticos de un sistema de producción (Parra, C. y Omaña, C., 2001).

Modelo de criticidad semicuantitativo “ CTR” (Criticidad total por riesgo)

El modelo de Criticidad Total por Riesgo (CTR) presentado a continuación, es un proceso de análisis semicuantitativo, bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo (ver el concepto PRN: Probability Risk Number, en Jones, 1985). Este método ha sido ampliamente desarrollado por consultoras y

empresas internacionales (Woodhouse, 1996) y adaptado a un número importante de industrias (ejemplo para el sector refino en Parra y Omaña, 2001).

A continuación se presentan de forma detallada, las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo CTR:

$$\text{CTR} = \text{FF} \times \text{C} \dots\dots\dots (2.1)$$

Donde:

- CTR: Criticidad total por Riesgo
- FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))
- C: Consecuencias de los eventos de fallos

Donde se supone además que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\text{C} = (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{SHA} \dots\dots\dots(2.2)$$

Siendo:

- IO = Factor de impacto en la producción
- FO = Factor de flexibilidad operacional
- CM = Factor de costes de mantenimiento
- SHA = Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

$$\text{CTR} = \text{FF} \times ((\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{SHA}) \dots\dots\dots(2.3)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo, se presentan a continuación:

Factor de Frecuencia de Fallos (FF) : (escala 1 - 4)

- a) 4: Frecuente: mayor a 2 eventos al año

- b) 3: Promedio: 1 y 2 eventos al año
- c) 2: Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año
- d) 1: Excelente: menos de 0,5 eventos al año

Factores de Consecuencias: Impacto Operacional (IO) (escala 1 - 10)

- a. 10: Pérdidas de producción superiores al 75%
- b. 7: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%
- c. 5: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%
- d. 3: Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%
- e. 1: Pérdidas de producción menor al 10%

Impacto por Flexibilidad Operacional (FO) (escala 1 - 4)

- a) 4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes
- b) 2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios.
- c) 1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeño

Impacto en Costes de Mantenimiento (CM) (escala 1 - 2)

- a. 2: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20.000 dólares
- b. 1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20.000 dólares

Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA) (escala 1 - 8)

- a) 8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/ó incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos

- b) 6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración
- c) 3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas
- d) 1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales

La selección de los factores ponderados se realiza en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional del activo en estudio (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Posteriormente, se seleccionan los sistemas a priorizar y se genera una tormenta de ideas en la que se le asignan a cada equipo los valores correspondientes a cada uno de los factores que integran la expresión de Criticidad Total por Riesgo (expresión 3). Para obtener el nivel de criticidad de cada equipo/sistema, se toman los valores totales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias de los fallos y se ubican en la matriz de criticidad 4x4 (ver figura 5). El valor de frecuencia de fallos se ubica en el eje vertical y el valor de consecuencias se ubica en el eje horizontal (se toma el resultado final de la expresión: $(IO \times FO) + CM + SHA$). La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas (ver Figura 4):

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

Figura 2.2 . Matriz de Criticidad propuesta por el modelo CT;

F R E C U E N C I A	4	SC	SC	C	C	C
	3	SC	SC	SC	C	C
	2	NC	NC	SC	SC	C
	1	NC	NC	NC	SC	C
		0	10	20	30	40
						CONSECUENCIA

FUENTE: Parra Carlos "Course of Reliability Centered Maintenance"

La ponderación de la ecuación principal puede variarse en función de las consideraciones que haga la empresa para cada instalación en particular o circunstancia temporal específica, de manera que podemos obtener diversas variaciones de la función de riesgo y por tanto de la matriz de criticidad.

Análisis jerárquico de equipos críticos: Modelo de factores ponderados / Basado en la teoría del riesgo

Criticidad Total = Frecuencia x Consecuencia

Frecuencia = # de fallos en un tiempo determinado

Consecuencia = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costes Mantto. + Impacto EHS)

2.2.5 Conformación e importancia de los equipos naturales de trabajo

La metodología considera necesaria el tener como involucrados directos no tan solo al personal de mantenimiento sino también al personal de operación, diseño , proceso y calidad con la finalidad de poner tener el panorama adecuado de lo que se espera brinde el equipo a analizar . En este sentido, la experiencia es un pilar fundamental en el logro de este objetivo.

2.2.6 Selección del sistema y definición del contexto operacional.

La elección del sistema a estudiar considera necesario tener en cuenta las pérdidas anuales anteriores y el impacto de los sistemas operacionales en el negocio. Por lo cual la metodología manifiesta iniciar la implementación en la línea o equipo con alto índice de criticidad en la operación.

2.2.7 Desarrollo del contexto operacional.

En este contexto involucra todo el proceso de formulación de estrategias de mantenimiento, comenzando con la definición de funciones para poder determinar los requisitos de mantenimiento de cualquier bien físico en el contexto operativo , como por ejemplo : tipo de proceso , redundancia , niveles de calidad , normas medioambientales , riesgos de seguridad , turnos de trabajo , trabajo en proceso , tiempos de reparación , repuestos , demanda del mercado , provisión de materia prima.

2.2.8 Funciones y estándares de ejecución.

Antes de que sea posible aplicar un proceso, utilizado para determinar qué debe hacerse para asegurar que todo bien físico continúe cumpliendo con su desempeño, del modo en que sus usuarios esperan dentro de su contexto operativo presente, necesitamos hacer dos cosas:

Determinar cuál es la función que los usuarios quieren que cumpla.

Hay que asegurar que el bien es capaz de comenzar con lo que los usuarios esperan.

Es por esto por lo que el primer paso del RCM es definir las funciones de cada bien en su contexto operativo, como así también los estándares de desempeño deseados. Las funciones que los usuarios pretenden que sus bienes desempeñen pueden dividirse en dos categorías:

2.2.9 Funciones primarias

Son las cuales sintetizan porque el bien fue adquirido en primer lugar. Esta categoría de funciones cubre temas tales como velocidad, rendimiento, capacidad de transportación o almacenamiento, calidad del producto y servicio al cliente.

2.2.10 Funciones secundarias

Indican que se espera que todo bien produzca más que simplemente su función primaria. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como son: seguridad , control , contención , confort , integridad estructural , economía , protección , eficiencia de operación , cumplimiento con las normas medioambientales , y hasta la estética o apariencia del bien.

Los usuarios de estos bienes se encuentran en la posición más óptima para saber exactamente como aporta cada bien al bienestar físico y financiero de la organización como un todo, de modo que es esencial que estén involucrados con el proceso de RCM desde un principio.

Si se realiza apropiadamente, este paso generalmente absorbe casi un tercio del tiempo necesario para un análisis de RCM completo. También implica que el personal que lleva

a cabo este análisis aprenda una cantidad considerable, que puede hasta ser atemorizante sobre cómo trabajan los equipos verdaderamente.

2.2.11 Fallos funcionales.

Los objetivos de mantenimiento son determinados por las funciones y respectivas expectativas de desempeño del bien bajo consideración. Pero ¿cómo se alcanzan estos objetivos?

El único suceso que puede hacer que un bien deje de funcionar al nivel requerido es algún tipo de falla. Esto sugiere que el departamento de mantenimiento alcanza sus objetivos, al adoptar un acercamiento acertado al manejo de las fallas. Sin embargo, antes de que podamos aplicar la conjunción de herramientas apropiadas, necesitamos identificar el tipo de fallas que pueden presentarse.

El proceso de RCM realiza esto en dos niveles:

Primero, identificando que circunstancias llevaron a un estado fallido.

Luego investigando qué situaciones son las causantes de que un bien caiga en estado de falla.

En el mundo de RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales, porque ocurren cuando un bien es incapaz de cumplir una función a un nivel de desempeño que sea aceptable por el usuario. En adición a la incapacidad total para funcionar, esta definición abarca fallas parciales, donde el bien todavía funciona, pero a nivel inaceptable de desempeño (incluyendo también los casos donde no se alcanza el nivel de precisión o calidad) Pero estas solo pueden ser identificadas una vez que las funciones y desempeño hayan sido definidas con claridad.

2.2.12 Modos de fallo.

Como se menciona en los párrafos anteriores, una vez que hemos identificado cada falla funcional, el próximo paso es tratar de identificar todas las posibles causas de este estado de error. Estos eventos se conocen como modos de falla. Los modos de falla “razonablemente similares” incluyen aquellas fallas que ocurrieron en el mismo equipo o en similares, operando en el mismo contexto, fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento ya existentes, y aquellas fallas que no ocurrieron aun, pero que se consideran como posibilidades muy reales en el contexto en cuestión.

Las listas de modos de fallas más tradicionales, incorporan fallas causadas por el deterioro o el uso y desgaste normal. Sin embargo también puede incluir fallas causadas por errores humanos (en parte por operarios y personal de mantenimiento) o por desperfectos de diseño de modo que los posibles causantes de fallas en equipos pueden ser identificados y manejados apropiadamente. Es también de suma importancia identificar la causa en detalle de modo que no se desperdicien tiempo ni esfuerzo en tratar síntomas en lugar de causas. Por otro lado, es también de suma importancia asegurar que el tiempo no se desperdicia en el análisis mismo, por concentrarse en detalles.

2.2.13 Efectos de los modos de fallos.

El cuarto paso en el proceso de RCM implica enlistar los efectos de las fallas, que describen lo que sucede cuando se presenta cada modo de falla. Esta descripción debe incluir toda la información necesaria para respaldar la evaluación de las consecuencias de las fallas, como:

Evidencias, (si las hubiera), de que la falla ocurrió.

En qué manera, (si las hubiera) representa una amenaza para la seguridad del medioambiente.

De qué modo, (si los hubiera) afecta la producción u operaciones.

Que debe hacerse para reparar la falla.

El proceso de identificar funciones, fallas funcionales, modos y efectos de las fallas trae aparejadas oportunidades sorprendentes de mejorar el desempeño y seguridad y de eliminar lo innecesario.

2.2.14 Consecuencias de las fallas.

Un análisis detallado de una empresa industrial promedio, tiende a arrojar entre tres y diez mil posibles modos de fallas. Cada una de estas fallas afectan a la organización en alguna escala, pero en cada caso los efectos son diferentes. Pueden afectar la operatividad. También pueden afectar la calidad del producto, servicio al cliente, seguridad del medioambiente. Todas significaran el gasto de tiempo y dinero para repararlas.

Son esas consecuencias las que ejercen la mayor influencia para que tratemos de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla trae consecuencias serias, tendremos a hacer todo lo posible para tratar de evitarla. Por otro lado, si esta no afecta o afecta en un grado mínimo, entonces quizás decidamos no hacer un mantenimiento de rutina que vaya más allá de la limpieza y lubricación.

Uno de los puntos fuertes de RCM es que este reconoce que las consecuencias de las fallas son mucho más importantes que sus características técnicas, en realidad reconoce que la única razón de hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es

para evitar las fallas en sí, sino evitar o al menos reducir las consecuencias que estas traen. El proceso de RCM clasifican estas consecuencias en los siguientes cuatro grupos:

2.2.15 Consecuencias de fallas ocultas

Las fallas ocultas no causan un impacto directo, pero exponen a la empresa a fallas múltiples, con consecuencias serias y frecuentemente catastróficas. (La mayoría de estas fallas están asociadas con sistemas de protección no libres de fallas.

2.2.16 Consecuencias medioambientales y de seguridad

Una falla trae consecuencias de seguridad si potencialmente puede dañar o causar la muerte. Tiene consecuencias medioambientales si provoca la violación de cualquier norma medioambiental corporativa, regional, nacional o internacional.

2.2.17 Consecuencias operativas

Una falla trae consecuencias operativas cuando afecta la producción (rendimiento, calidad del producto, servicio al cliente o costos operativos, además del costo directo de reparación)

2.2.18 Consecuencias no operativas

Las fallas evidentes que confirman esta categoría no tienen consecuencias ni de seguridad, ni de protección, de modo que solo implica el costo de reparación.

2.2.19 Mantenimiento no programado acciones de Omisión

El RCM reconoce tres categorías principales:

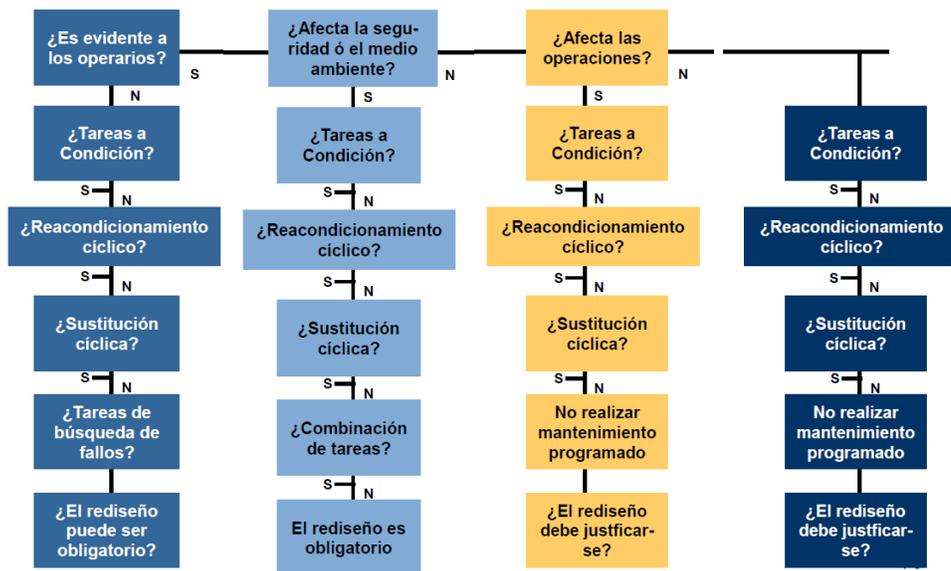
- a) Descubrimiento de fallas: las tareas de detección de fallas implican controlar las funciones encubiertas periódicamente para determinar si es que hubo fallas (mientras que las tareas en condición implican chequear si algo está fallando).

- b) Tareas de rediseño: implica realizar cambios en la capacidad interna del sistema. Esto implica modificaciones en el hardware y cubre los cambios de procedimientos.
- c) Mantenimiento no programado: Como su nombre lo implica, esta omisión implica no realizar ningún esfuerzo en anticipar o prevenir los modos de fallas a los que se aplica, de modo que se permite que las fallas sucedan y luego se reparan. Este default también se conoce como acudir a la falla.

Proceso de selección de tareas de RC

Figura 2.3: proceso de selección de tareas de RCM

SELECCIÓN DE TAREAS RCM



Fuente: Jhon Moubray RCM español

Una de las grandes fortalezas de RCM es el modo en que ofrece un criterio simple, preciso y fácilmente entendible, para decidir cuál de las tareas proactivas (si las

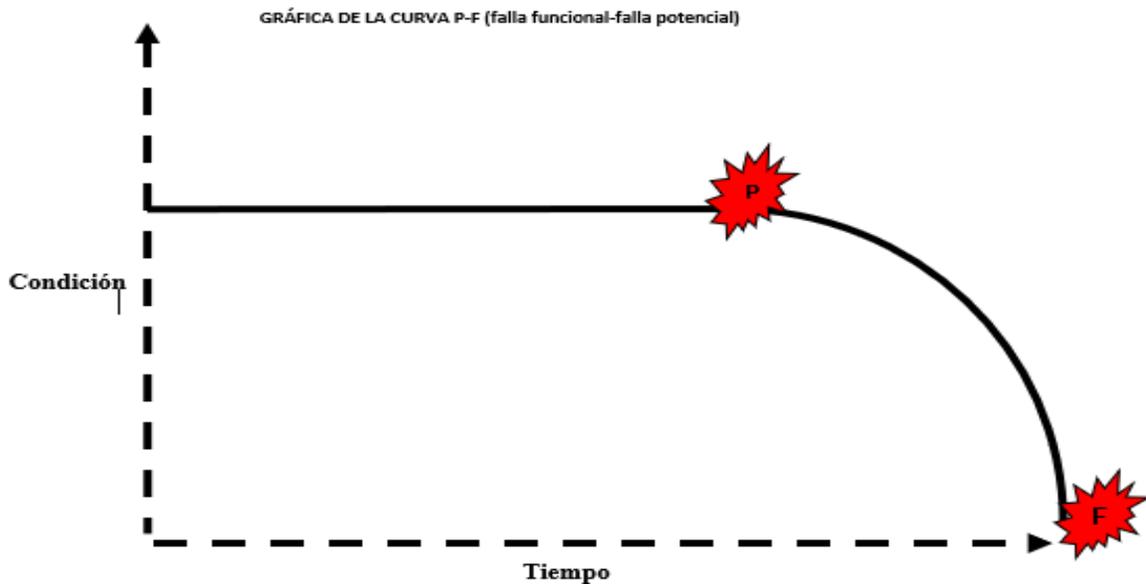
hubiere) es la realizable en cualquier contexto, y de ser así para decidir qué tan seguido deben realizarse y quien debe hacerlas.

Si las tareas proactivas son técnicamente viables o no, depende de las características técnicas de la tarea, y de la falla que se supone prevenga. Si una tarea proactiva no cumple con los requisitos de ser viable y productiva, entonces debe tomarse las acciones de default correspondientes. A continuación, se detalla la esencia del proceso de selección de tareas.

2.2.20 Fallas potenciales y mantenimiento en – condición.

El capítulo anterior explicaba que hay una relación mínima, o ninguna, entre el tiempo en que un bien ha estado en servicio y cuáles son sus probabilidades de falla. Sin embargo, a pesar de que muchas fallas no están relacionadas con la edad, la mayoría de ellas dan algún tipo de advertencia de que están por o en proceso de ocurrir. Si se puede encontrar evidencia de que algo está en las etapas finales de fallas, puede ser posible tomar acción para prevenir que falle completamente o para evitar sus consecuencias. El gráfico (siete) ilustra que sucede en las etapas finales de una falla. Se lo llama la curva P-F, porque muestra como comienza una falla, como se deteriora al punto de que se la pueda detectar (punto "P"), y luego si no se la detecta y corrige se continua deteriorando – generalmente en proporción acelerada hasta que alcanza el punto de falla funcional (punto "F")

- **Figura 2.4: La curva falla potencial vs. Falla funcional (P-F)**



Fuente: Jhon Moubray RCM

El punto del proceso de falla en el que es posible detectar si la falla está ocurriendo o por ocurrir se conoce como falla potencial.

Una falla potencial es una condición identificable que indica que una falla funcional esta por ocurrir o en proceso de ocurrir.

2.2.21 lucro cesante

El lucro cesante es la ganancia que una organización deja de percibir por el paro total o parcial de su operación.

Consiste en la pérdida de un incremento patrimonial neto, que no incluye los costes inherentes a su actividad económica. En otras palabras, el lucro cesante son las ganancias –comprobables objetivamente- que la organización hubiese recibido de haber seguido con el curso normal de su operación.

El costo del lucro cesante no requiere que la organización pare completamente su actividad para ir en aumento de forma constante, pues dentro de los niveles de

eficiencia se calcula una capacidad de producción por un espacio de tiempo determinado, que influye directamente en el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Dentro de dicha capacidad de producción se tiene en cuenta cualquier fenómeno previsto que genere un cese de la actividad, como el mantenimiento de la maquinaria, el reemplazo de algún equipo, fluctuaciones previsibles en la dinámica del mercado internacional, etc.

Un desfase en el cálculo del lucro cesante podría generar grandes pérdidas económicas. Por lo anterior es indispensable, para el planteamiento de los objetivos anuales y los compromisos a adquirirse con clientes, socios y proveedores; tener un cálculo, tan exacto como sea posible, del costo total del lucro cesante por paro parcial o total de la actividad industrial, y sus causas. De lo contrario, un desfase en este monto podría generar grandes pérdidas económicas, e incluso, poner en crisis la estabilidad de la organización.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Análisis de modo efecto y falla “AMFE”

A.M.F.E Es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio o en un proceso. Se caracteriza por ser sistemático, participativo, y de carácter preventivo.

2.3.2 “AMFE “o “AMFEC”

AMFE: Aporta la evaluación de los efectos y las consecuencias de cada modo de fallo y su relación con los diferentes niveles del estudio

AMFEC: Es una prolongación del AMEF, se incluye la criticidad de los modos de fallo y la cuantificación del riesgo que suponen.

2.3.3 “NORMATIVA DEL USO DEL AMEFC

La gran variedad de normas publicadas sobre la realización del AMFEC se encuentran predominantes en el sector de las RAMS:

- **Figura 2.5: Normativas predominantes de la teoría AMFEC**

- **MIL-STD-1629A** (Department of Defense, 1980): Esta norma fue publicada el 24 de noviembre de 1980 por el Departamento de Defensa de Estados Unidos. En él se establece los requisitos para realizar un análisis de modos de fallos, efectos y criticidad. Se distinguen dos tipos, servicios y material. No obstante, esta norma fue anulada el 4 de agosto de 1988 (everyspec.com).
- **SAE J-1739** (standards.sae.org): Este documento es una guía de aplicación para el uso de AMFE orientado al sector automovilístico y el cumplimiento de los requisitos de los sistemas de calidad de los principales fabricantes de coches americanos, Ford Motor Company, Chrysler Corporation y General Motor.
- **IEC 60812** (webstore.iec.ch): Publicada por la organización IEC (*International Electrotechnical Commission*) describe los pasos a seguir y los objetivos a cumplir cuando se realiza un análisis AMFE.

Fuente: RAMS

La lista de normas y handbooks publicados sobre esta metodología se mencionan a continuación:

Figura 2.6: Guías y Reglamentos para el uso del AMFEC

Nombre	Descripción
SAE ARP 5580 (standards.sae.org)	Recomendaciones para el correcto uso de la metodología AMFE en aplicaciones no automovilísticas.
SEMATEC (SEMATEC, 1992)	Guía para el desarrollo de un análisis AMFE sobre los equipos semiconductores en la Industria
UNE 20 812 (AENOR, 1995)	Norma española para la aplicación de análisis AMFE y AMFEC. Esta norma se encuentra actualmente anulada por la norma UNE 60812 del 2008, que es la adaptación de la norma IEC 60812 mencionada en el apartado anterior.
Reglamento IMO, resolución 36(63) Anexo 4 (IMCA) (everyspec.com)	Da una guía sobre buenas prácticas en la aplicación de AMFE para el sector náutico
NHB 5300.4 (1A-1): Reliability Program Requirements for Aeronautical and Space System Contractors (NASA, 1993)	Norma de la NASA que establece los requisitos del AMFE, entre otras metodologías, para sus proveedores.
EN 50126-1:1999: Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS). Basic requirements and generic process. (BSI, 1999)	Normativa de origen inglés que establece la aplicación de las técnicas RAMS en el sector ferroviario. Esta norma ha sido aceptada por la mayoría de los países miembros de la Unión Europea, teniendo así la traducción al español UNE-EN 50126-1, al francés NF-EN 50126-1 y al alemán SN-EN 50126-1.
Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. (ISO, 2006)	Esta norma, que anula su homónima anterior de 1999, recoge los pasos a seguir para desarrollar un AMFE dentro del sector petroquímico y de las industrias de gas natural.
Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 3rd Edition (CCPS-AICHE, 2008)	Libro que aborda las técnicas de evaluación del riesgo en la industria de procesos químicos, siendo una de estas técnicas el AMFEC.
User’s Manual of Safety Assessment Methods for Mine Safety Officials (CDC, 1983)	Este manual, dedica un amplio apartado al desarrollo de AMFE como herramienta para evaluar y evitar accidentes en la minería. También puede ser de interés el documento <i>“The Application of Major Hazard Risk Assessment (MHRA) to Eliminate Multiple Fatality Occurrences in the U.S. Minerals Industry”</i> (CDC, 2008)

Fuente: RAMS

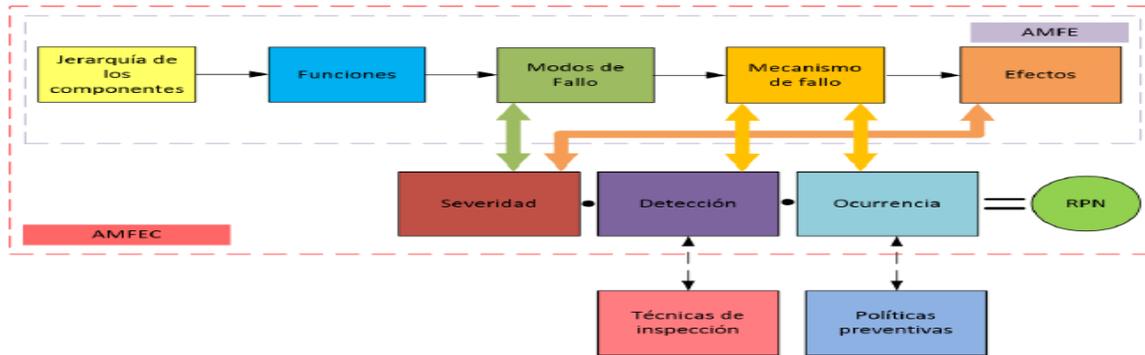
2.3.4 TIPO DE AMFE Y AMFEC

- **Funcionales:** En las etapas previas de un proceso de diseño se puede realizar un estudio de los fallos potenciales, centrándose en las funciones para las que se va a diseñar el objeto. De este análisis se extraen recomendaciones generales para mitigar los efectos o limitar las consecuencias de un fallo.
- **Concepto general (Diseño):** Este análisis analiza, en las etapas conceptuales del diseño, las distintas soluciones planteadas en mayor profundidad que el anterior tipo y contemplando los mecanismos de fallos de los niveles inferiores dentro del sistema.
- **Concepto pormenorizado (“Hardware”):** Se corresponden con la versión clasificada como “Hardware” por la norma MIL-STD-1629A (Department of Defense, 1980), consiste en un análisis detallado de cada componente que conforma el sistema y se estudia hasta el nivel máximo de profundidad que se pueda establecer en el estudio.
- **Proceso:** En este último caso se estudia el proceso de producción en sí mismo para conocer y establecer las etapas limitantes del proceso y poder asegurar la calidad del producto final obtenido. Los resultados del mismo permiten actuar sobre aquellas etapas que hagan peligrar el grado de calidad final exigida por el cliente y la fiabilidad intrínseca del producto.

2.3.5 DESARROLLO DEL AMFEC

A continuación se propones un esquema que resume las etapas básicas en la realización del AMFEC .

Figura 2.7: Esquema del proceso de relación de un AMFEC



Fuente: RAMS

2.3.5 MÉTODO RPN (“RISK PRIORITY NUMBER”)

Este método fue desarrollado por el sector automovilístico con el fin de incluir la detectabilidad de cada fallo sobre el riesgo de cada modo de fallo .

No obstante, debido a su sencillez de aplicación y a que contempla tres factores comunes dentro del sector industrial, la frecuencia con la que ocurre el modo de fallo, la severidad de este fallo y la probabilidad de detectar, con los métodos establecidos, este fallo, se presenta como una alternativa más versátil que el método clásico de valoración de la criticidad

Es el producto de: la detectabilidad por el usuario, por el grado de Ocurrencia, por el grado de Severidad; siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras.

$$\text{RPN} = \text{Ocurrencia} \times \text{Severidad} \times \text{Detección}$$

A. Detectabilidad por el operario/usuario(D):

Se estimará la probabilidad de que el modo de falla potencial sea detectado antes de que entre en funcionamiento crítico o antes que cause consecuencias graves. El ‘1’

indicará alta probabilidad de que la falla se pueda detectar. El '10' indica que es improbable ser detectada.

Figura 2.8: Detectabilidad

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla.
Alta	1	*El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente alta	2-5	*Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	*El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy Baja	9	*No es fácil detecta la falla por métodos usuales o pruebas manuales. *El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	*La característica no se puede detectar fácilmente en el proceso.	Menor a 90%

Fuente: RAMS

B. Grado o Posibilidad de Ocurrencia (O):

Es necesario estimar el grado de ocurrencia de la causa de la falla potencial. Se utiliza una escala de evaluación del 1 al 10. El "1" indica remota probabilidad de ocurrencia, el "10" indica muy alta probabilidad de ocurrencia.

* Se toma como referencia la frecuencia con la que la maquina ha venido fallando. Pero en el caso post-mantenimiento se califica la probabilidad futura de que falle.

Figura 2.9: Ocurrencia

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un producto casi idéntico.	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
Moderada	4	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy Alta	9	La falla es casi inevitable	1 en 6
	10		>1 en 3

Fuente: RAMS

C. Grado de severidad (S):

Para estimar el grado de severidad, se debe de tomar en cuenta el efecto de la falla en los procesos. Se utiliza una escala del 1 al 10: el '1' indica una consecuencia sin efecto. El 10 indica una consecuencia grave.

Figura 2.10: Severidad

Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Fuente: RAMS

El RCM es un enfoque sistémico para diseñar programas que aumenten la confiabilidad de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para ello combina aplicaciones técnicas de Mantenimiento Autónomo, Preventivo, Predictivo y Proactivo, mediante estrategias justificadas técnica y económicamente. La información almacenada en las hojas de trabajo de RCM minimiza los efectos de rotación de personal y de falta de experiencia.

Objetivo

El objetivo primario del RCM es conservar la función del sistema, antes que la función del equipo.

2.3.6 PASOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL RCM

1. Realizar un Análisis Costo vs Beneficio

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana.

El esquema general para el análisis de costo-beneficio se puede resumir de la siguiente manera:

- Identificar los beneficios para los usuarios que se esperan del RCM.
- Cuantificar en la medida de lo posible, estos beneficios en términos monetarios, de manera que puedan compararse diferentes beneficios entre sí y contra los costos de obtenerlos.
- Determinar los beneficios y los costos equivalentes en el período base, usando la tasa de interés apropiada para la implementación del RCM.
- Aceptar el proyecto si los beneficios equivalentes de los usuarios exceden los costos equivalentes de los promotores ($B > C$).

2. Identificar los principales sistemas de la planta y definir sus funciones.

Esto es saber identificar los sistemas que ocasionen un paro en producción y realizar un levantamiento de información de las funciones que cumplen dentro de la misma.

3. Identificar los principales equipos de los sistemas y evaluar su criticidad.

Evaluar los equipos importantes dentro del sistema y evaluar la criticidad de estos mediante una matriz de criticidad.

4. Implementar técnicas para detectar fallas

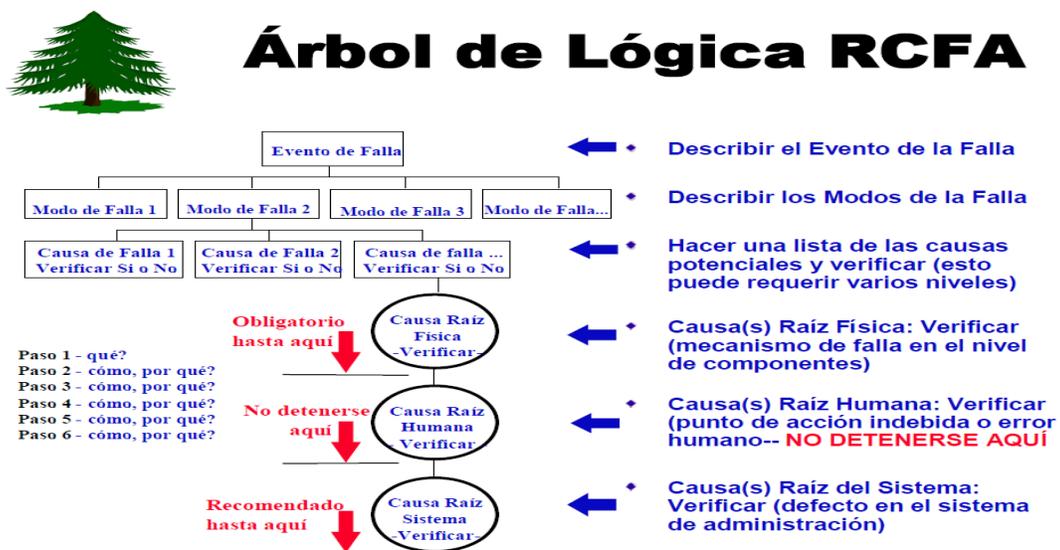
Dentro del RCM se emplean técnicas para la detección y solución de fallas, los cuáles presentaremos a continuación:

I. Análisis Causa-Raíz (RCFA)

El RCFA es un riguroso método de solución de problemas, para cualquier tipo de falla, que utiliza la lógica sistemática y un árbol de causas raíz (fallas). Usando la deducción

y la verificación de los hechos conducen a las causas originales. Es una herramienta de la ingeniería de confiabilidad utilizada para determinar hasta tres niveles de causas raíz para cualquier evento específico de falla. Es una técnica de análisis que permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas

Figura 2.11 : Árbol Lógico



FUENTE: Parra Carlos "Course of Reliability Centered Maintenance"

II. AMFE

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMFE, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Por lo tanto, el AMFE puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

III. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

IV. Diagrama de Ishikawa

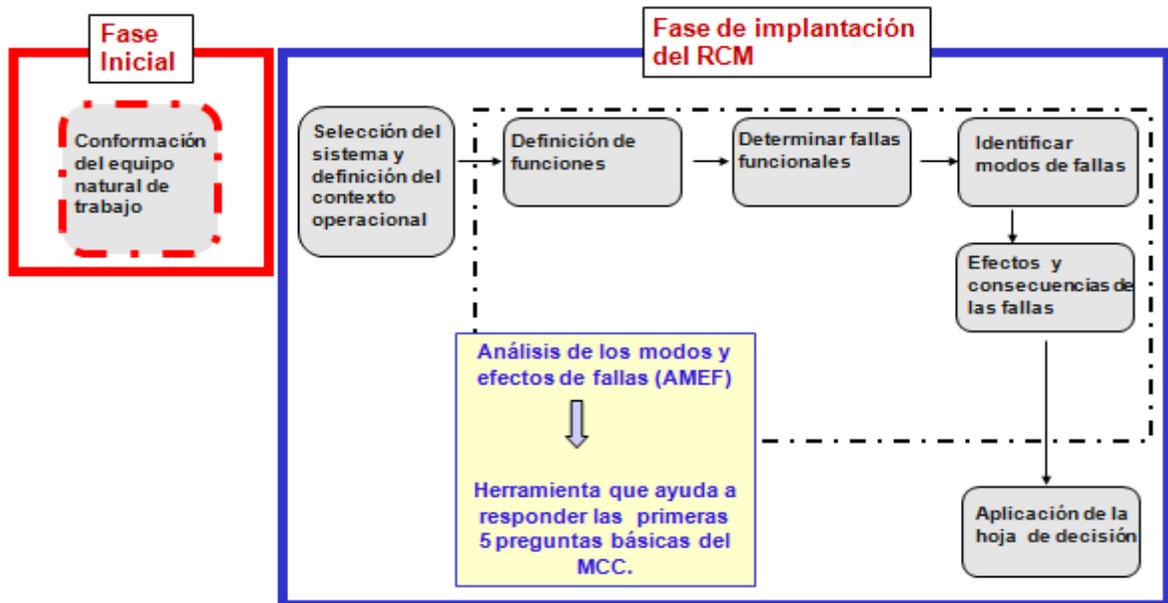
El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

5. Las Siete Preguntas básicas del proceso RCM.

- a) ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- b) ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
- c) ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- d) ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- e) ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- f) ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- g) ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

6. FLUJO DE PROCESO DEL RCM

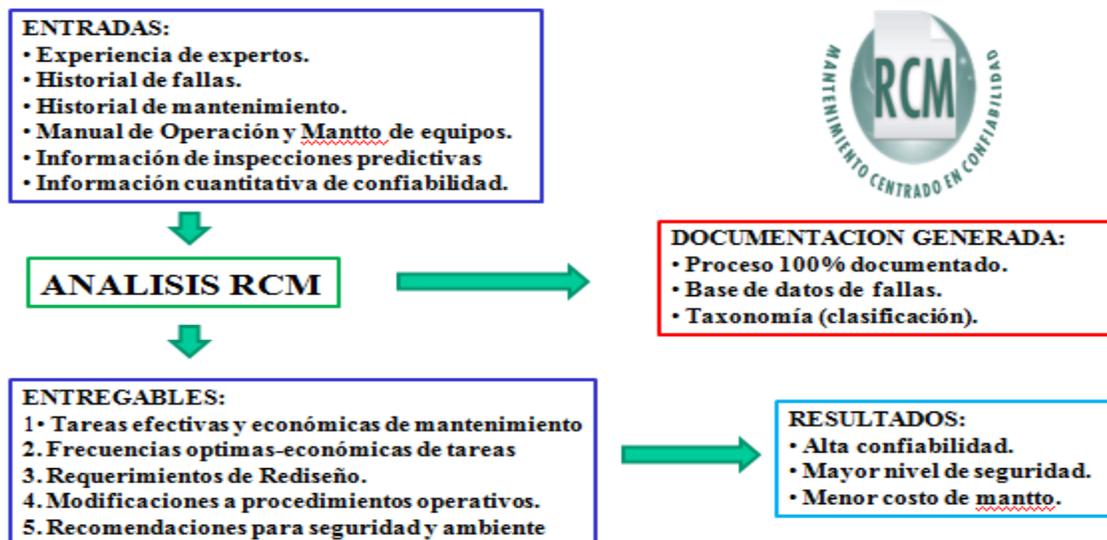
Figura 2.12 : Flujo del Proceso del RCM



FUENTE: Parra Carlos "Course of Reliability Centered Maintenance"

7. ENTRADAS Y ENTREGABLES DEL RCM

Figura 2.13 : Entradas y Entregables del RCM



FUENTE: Parra Carlos "Course of Reliability Centered Maintenance"

8. DOCUMENTOS ENTREGABLES

- a) Análisis de criticidad de equipos
- b) Análisis modo efecto falla (AMFEC)
- c) Checklist de Mantenimiento Autónomo
- d) Hoja de instructivo de Mantenimiento preventivo
- e) Diagrama de lubricación componentes móviles
- f) Diagrama de ubicación componentes
- g) Manual de operación del equipo
- h) Costo anual de Mantenimiento y por parada
- i) plan de mantenimiento anual 2018

2.4 Definición de Términos Básicos

AMEF: Aporta la evaluación de los efectos y las consecuencias de cada modo de fallo y su relación con los diferentes niveles del estudio.

AMFE: Metodología cualitativa destinada a identificar y clasificar los modos y mecanismos y modos de fallo potenciales de un sistema.

AMFEC : Además de las propiedades del AMFE incluye un mecanismo para priorizar los modos de fallo según su grado de criticidad sobre el sistema. Es básico si desea desempeñarse un RCM (Mantenimiento Basado en la Fiabilidad).

RCM: La metodología RCM es un proceso que sirve para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continua desempeñando las funciones deseadas en su contexto "operacional presente".

CBM : El Mantenimiento Basado en la Condición, consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

RAMS :Reliability, Availability, Maintainability, Safety/Security/Risk. Por tradición ese término suele ser empleado también en español hasta tal punto que muchos autores se refieren a la “Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo” como “Ingeniería RAMS”.

La existencia de una gran cantidad de documentación en lengua inglesa hace necesario citar algunos términos en esa lengua cuyo conocimiento y equivalencia en lengua española se considera importante. Estos términos son: Reliability, Maintainability, Availability, Dependability, Safety, Security, Risk y Perfomability. La equivalencia en España de estas palabras con los vocablos en español ha sido recogida por diferentes autores y también por Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), admitiéndose en general las siguientes equivalencias:

- Dependability traducido por Confiabilidad
- Reliability traducido por Fiabilidad
- Availability traducido por Disponibilidad
- Quality traducido por Calidad
- Maintainability traducido por Mantenibilidad
- Safety traducido por Seguridad (orientada en general a equipos y procesos técnicos)
- Security traducido por Seguridad (orientada a personas)
- Risk traducido por Riesgo

Fiabilidad: Permite caracterizar la capacidad de un componente, equipo, sistema o servicio para cumplir con la misión para la cual fue diseñado y construido. Para ello el concepto incluye métodos de análisis y representación, criterios de aplicación y valores de referencia. Es especialmente útil para evaluar el diseño de un equipo o sistema nuevo así como para la revisión del diseño de uno ya existente, no incluye aspectos relativos a la mantenibilidad ni el ciclo de vida.

Mantenibilidad: Permite caracterizar la posibilidad de que un componente, equipo o sistema pueda ser devuelto a su condición de “Disponible para su uso” tras una parada para ser restaurado, ya sea por envejecimiento o por fallo del mismo. Para ello el concepto incluye métodos de análisis y representación, criterios de aplicación, valores de referencia e indicadores a tener en cuenta. Es especialmente útil para comprender

la relación entre el diseño de un equipo y su mantenimiento, así como para mantener a nivel óptimo el desempeño de las tareas de mantenimiento correctivo (respuesta a un fallo) y preventivo (planificado).

Disponibilidad: Permite caracterizar el comportamiento de un componente, equipo o sistema sometido a una serie de ciclos Funciona-Falla que definen su ciclo de vida. Para ello el concepto incluye métodos de análisis y representación, criterios de aplicación, valores de referencia e indicadores a tener en cuenta. Es especialmente útil para comprender la relación entre el diseño, la mantenibilidad y la explotación (capacidad de producción).

Seguridad: Permite caracterizar la posibilidad de que un componente, equipo o sistema funcione de tal forma que se mantengan bajo control posibles afecciones al entorno (Safety) o a los seres humanos (Security). Para ello el concepto incluye métodos de análisis y representación, criterios de aplicación, normativa, valores de referencia e indicadores a tener en cuenta. Es especialmente útil para definir los procedimientos y el equipamiento necesario para un funcionamiento “no peligroso” en cualquier condición.

Riesgo: Permite caracterizar la relación entre un componente, equipo o sistema con su entorno desde un punto de vista que incluye tanto la posibilidad de que se produzca un accidente como del alcance de las consecuencias del mismo. Para ello el concepto incluye métodos de análisis y representación, criterios de aplicación, valores de referencia, normativa e indicadores a tener en cuenta. Es especialmente útil para establecer la relación de un sistema con su entorno, así como definir las medidas de prevención de accidentes y mitigación de consecuencias de los mismos, en actividades potencialmente peligrosas.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis generales y específicas

La metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente el uso de los recursos de mantenimiento, mediante el cálculo de criticidad optimizando la frecuencia de mantenimiento mediante la aplicación de la tesis.

3.3.1 Hipótesis General

La implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad Permite disminuir el lucro cesante en el proceso de impresión flexográfica.

3.3.2 Hipótesis Específicas

- Si se identifican los equipos críticos mediante el RCM, se podrá elevar su disponibilidad en el proceso de impresión.
- Si se analiza la frecuencia de mantenimiento de los equipos del área de impresión, se podrá disminuir las para de inoperatividad
- Si optimiza el uso de recursos en el proceso de impresión entonces se podrá disminuir los gastos de mantenimiento

3.2 Definición Conceptual de variables

3.2.1 Variables independientes: Mantenimiento Centrado A La Confiabilidad

3.2.2 Variables dependientes: Disminuir el lucro cesante

3.3 Operacionalización de variables

TABLA 3.1 : OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

OPERACIONALIZACION					
VARIABLES		METODO DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	TECNICA
VARIABLES INDEPENDIENTE	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad	Mantenimiento	Nivel de mantenimiento Preventivo	frecuencia de Mantenimientos Preventivos	Recopilación de información Revisión de historial de fallos de Equipos
		Identificar los equipos criticos Criticidad de equipos	Cantidad de equipos criticos	Numero de Equipos Criticos	
		Analizar Frecuencia de mantenimiento	Nivel de fallas de los equipos en la operación	MTBF MTTR % DISPONIBILIDAD	
		Optimizar uso de recursos Gasto mensual de mantenimiento	Nivel de costo por Impacto Operacional	Nivel de costo por Impacto Operacional	
VARIABLE DEPENDIENTE	Disminuir el lucro cesante	Frecuencia de toma de data	Nivel de gastos por Impacto Operacional	Costo Anual por paradas	Costo Anual por paradas Análisis de Costos Anual de Mantenimiento
		Elevar la disponibilidad Cantidad de maquinas disponibles superando el 97%	Nivel de equipos monitoreados	% DISPONIBILIDAD	
		Paradas de Inoperatividad Frecuencia de falla e intervalo falla potencial y falla funcional.	Tiempo promedio entre falla Tiempo Promedio en Reparacion	MTBF MTTR % DISPONIBILIDAD	
		Gastos de Mantenimiento presupuesto de mantenimiento	Nivel de costos de mantenimiento	% de ahorro anual de Mantenimiento % Disminucion del lucro cesante en el área de Impresión.	

Fuente: Elaboración Propia

IV DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y Diseño de la investigación

El tipo de Investigación es tecnológica, Según Cegarra [3], la investigación tecnológica, también denominada “desarrollo”, tiene por finalidad la invención de artefactos o de procesos con el objeto de ofrecerlos al mercado y obtener un beneficio económico.

Nivel de investigación aplicada Los datos de la investigación fueron recopilados en empresa de rubro flexográfico.

Se está planteando un diseño de experimental de recolección de datos del periodo 2017 – 2018. y se centrara al cumplimiento de los objetivos al momento de realizar el RCM.

Fuente: Metodología de la investigación tecnológica en Ingeniería, Celso De La Cruz Casaño1

4.2 Método de la investigación

Se cuenta con el apoyo de la gerencia de operaciones, el jefe de mantenimiento, 2 coordinadores de mantenimiento y un asistente de planeamiento. Así como un grupo multidisciplinario de acuerdo con las necesidades de la sustentación adecuada de la factibilidad de la aplicación de la metodología. Además, como parte del estudio se contrató a un especialista en la metodología para que nos brinde una capacitación in situ a todo el equipo de investigación.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

El conjunto total de máquinas existentes en Envases y Envolturas (37 máquinas).

4.3.2 Muestra

De la criticidad de equipos de la recolección de datos, la metodología del RCM se centrará a la impresora miraflex que es el equipo más crítico de la relación de activos de la planta.

La criticidad de la maquina esta demarcada por lo siguiente:

CRITICIDAD TOTAL = FRECUENCIA DE FALLAS x CONSECUENCIA

CONSECUENCIA = ((IMPACTO OPERACIONAL x FLEXIBILIDAD) + COSTO DE MANTO + IMPACTO SAH)

Consecuencia = ((10*4)+(2+8))

Consecuencia = 50

Frecuencia de fallas = 4

Criticidad total = 200

El rango evaluado de la lista de equipos se define entre 80 – 220, la impresora Miraflex salió con 200 de criticidad , catalogándolo como el equipo más crítico del área de producción y del proceso de impresión .

TABLA 4.1 : Lista de máquinas de planta

ITEM	MAQUINA - EQUIPO	ÁREA
1	IMP.MIRAFLEX	IMPRESIÓN
2	IMP.FJ 2108	IMPRESIÓN
3	IMP FJR8	IMPRESIÓN
4	SELLADORA TOTANI	SELLADO
5	SELLADORA STANFORD	SELLADO
6	PICADORA	CORTE
7	LAM. NEXUS ONE	LAMINACION
8	LAM.KOHLI	LAMINACION
9	COEXTRUSORA	EXTRUSIÓN
10	COMPRESOR GA 18 - LURIN	PLANTA
11	CORT PROSLIT	CORTE
12	TROQUELADORA DCM	SELLADO
13	FM CONVERT	SELLADO
14	COMPRESOR GA 18 VSD	PLANTA
15	CORT UTECO	CORTE
16	CORT PANTHERE	CORTE
17	CHILLER RECUPERADORA DE SOLVENTE	PLANTA
18	CORT SMART	CORTE
19	INSPECTORA STANFORD	SELLADO
20	RECUPERADORA DE SOLVENTE	PLANTA
21	LAM. COMEXI	LAMINACION
22	CORT NOVAGRAF	CORTE
23	MONTADORA HEAFORD I	IMPRESIÓN
24	MONTADORA HEAFORD II	IMPRESIÓN
25	MONTADORA BIEFFEBBI	IMPRESIÓN
26	COMPRESOR GA 18	PLANTA
27	COMPRESOR GAX 11	PLANTA
28	NARITA I	SELLADO
29	RECUPERADORA EREMA	EXTRUSIÓN
30	INSPECTORA VELA	SELLADO
31	DOSIFICADOR LAM. NEXUS ONE	LAMINACION
32	HECE V	SELLADO
33	DOSIFICADOR LAM. COMEXI	LAMINACION
34	SELLADORA DE VALVULA	SELLADO
35	LAVADORA DE CANECAS	PLANTA
36	SELLADORA MANUAL	SELLADO
37	HECE III	SELLADO

Fuente: Elaboración Propia

4.4 lugar de estudio y periodo desarrollado

El lugar de estudio se centrara en la empresa envases y envolturas en el periodo del 2017 – 2018 .

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Para el estudio se especifica la utilización del historial de fallos en mantenimiento y el registro de ordenes de mantenimiento, se realizó un levantamiento de información, frecuencia de mantenimiento, criticidad de equipos, etc.

4.6 Análisis y Procesamiento de datos.

Describe de manera ordenada y detallada la secuencia de actividades que realizará el investigador para desarrollar la investigac

4.6.1 PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

TABLA 4.2: PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO

ENVASES Y ENVOLTURAS			PROGRAMA DE MANTENIMIENTO 2018												
N°	ÁREA	MÁQUINA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL MP
1	EXTRUSIÓN	COEXTRUSORA EVOLUTION		MP			MP			MP			MP		4
2	EXTRUSIÓN	RECUPERADORA EREMA		MP			MP			MP			MP		4
3	IMPRESIÓN	IMP. F2		MP			MP			MP			MP		4
4	IMPRESIÓN	IMP. HP			MP			MP			MP			MP	4
5	IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX		MP			MP			MP			MP		4
6	IMPRESIÓN	IMP.FJ 2108		MP			MP			MP			MP		4
7	IMPRESIÓN	IMP.FJR8			MP			MP			MP			MP	4
8	LAMINADO	LAM. COMEXI		MP			MP			MP			MP		4
9	LAMINADO	LAM. SUPERCOMBI			MP			MP			MP			MP	4
10	LAMINADO	LAM. NEXUS ONE			MP			MP			MP			MP	4
11	LAMINADO	LAM.KOHLI		MP			MP			MP			MP		4
12	LAMINADO	DOSIFICADOR LAM. COMEXI		MP			MP		MP	MP			MP		5
13	LAMINADO	DOSIFICADOR LAM. NEXUS ONE			MP			MP			MP			MP	4
14	CORTE	CORT SMART	MP			MP			MP			MP			4
15	CORTE	CORT UTECO			MP			MP			MP			MP	4
16	CORTE	CORT NOVAGRAF			MP			MP			MP			MP	4
17	CORTE	CORT PROSLIT	MP			MP			MP			MP			4
18	CORTE	CORT PANTHERE	MP			MP			MP			MP			4
19	SELLADO	HECE III	MP			MP			MP			MP			4
20	SELLADO	HECE V	MP			MP			MP			MP			4
21	SELLADO	SELLADORA TOTANI			MP			MP			MP			MP	4
22	SELLADO	TROQUELADORA DCM		MP				MP		MP				MP	4
23	SELLADO	NARITA I			MP			MP			MP			MP	4
24	SELLADO	INSPECTORA VELA	MP			MP			MP			MP			4
25	SELLADO	SELLADORA STANFORD	MP			MP			MP			MP			4
26	SELLADO	INSPECTORA STANFORD	MP			MP			MP			MP			4
27	SELLADO	SELLADORA MANUAL	MP			MP			MP			MP			4
28	SELLADO	SELLADORA DE VALVULA		MP		MP		MP		MP				MP	6
29	SELLADO	FM CONVERT	MP		MP		MP		MP		MP		MP		6
30	PRE - PRENSA	MONTADORA HEAFORD I		MP			MP			MP			MP		4
31	PRE - PRENSA	MONTADORA HEAFORD II		MP			MP			MP			MP		4
32	AREA COMÚN	LAVADORA DE CANECAS		MP			MP			MP			MP		4
33	AREA COMÚN	RECUPERADORA DE SOLVENTE			MP			MP			MP			MP	4
34	AREA COMÚN	PICADORA			MP			MP			MP			MP	4
35	AREA COMÚN	COMPRESOR GAX 11		MP			MP			MP			MP		4
36	AREA COMÚN	COMPRESOR GA 18		MP			MP			MP			MP		4
37	AREA COMÚN	COMPRESOR GA 18 VSD		MP			MP			MP			MP		4

Fuente elaboración propia

4.3 ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

TABLA 4.3: ANALISIS DE CRITICIDAD

ENVASES Y ENVOLTURAS			ANALISIS DE CRITICIDAD								
ITEM	MAQUINA - EQUIPO	ÁREA	Frecuencia de Falla	Impacto Operación	Flexibilidad Operación	Costos de Mantenimiento	Impacto en Seguridad y Salud Ocupacional	Consecuencia	Criticidad Total	CRIT	SISTEMA
1	IMP.MIRAFLEX	IMPRESIÓN	4	10	4	2	8	50	200	C	ISO
2	IMP.FJ 2108	IMPRESIÓN	4	10	4	2	7	49	196	C	ISO
3	IMP.FJR8	IMPRESIÓN	4	10	4	2	7	49	196	C	SSOMA
4	SELLADORA TOTANI	SELLADO	4	10	4	2	3	45	180	C	SSOMA
5	SELLADORA STANFORD	SELLADO	4	10	4	2	3	45	180	C	ISO
6	PICADORA	CORTE	4	10	4	1	3	44	176	C	SSOMA
7	LAM.NEXUS ONE	LAMINACION	4	7	4	2	7	37	148	C	ISO
8	LAM.KOHLI	LAMINACION	4	7	4	2	7	37	148	C	SSOMA
9	COEXTRUSORA	EXTRUSIÓN	4	7	4	2	5	35	140	C	ISO
10	COMPRESOR GA 18 - LURIN	PLANTA	4	7	4	1	5	34	136	C	SSOMA
11	CORT PROSLIT	CORTE	4	7	4	2	3	33	132	C	SSOMA
12	TROQUELADORA DCM	SELLADO	4	7	4	1	4	33	132	C	SSOMA
13	FM CONVERT	SELLADO	4	7	4	1	3	32	128	C	ISO
14	COMPRESOR GA 18 VSD	PLANTA	3	7	4	1	5	34	102	C	SSOMA
15	CORT UTECO	CORTE	3	7	4	2	3	33	99	C	SSOMA
16	CORT PANTHERE	CORTE	3	7	4	2	3	33	99	C	SSOMA
17	CHILLER RECUPERADORA DE SOLVENTE	PLANTA	3	7	4	2	3	33	99	C	SSOMA
18	CORT SMART	CORTE	3	7	4	1	3	32	96	C	SSOMA
19	INSPECTORA STANFORD	SELLADO	3	7	4	1	3	32	96	C	ISO
20	RECUPERADORA DE SOLVENTE	PLANTA	2	10	4	1	3	44	88	C	SSOMA
21	LAM.COMEXI	LAMINACION	3	10	2	2	7	29	87	C	SSOMA
22	CORT NOVAGRAF	CORTE	4	7	2	1	3	18	72	MC	SSOMA
23	MONTADORA HEAFORD I	IMPRESIÓN	4	7	2	1	3	18	72	MC	SSOMA
24	MONTADORA HEAFORD II	IMPRESIÓN	4	7	2	1	3	18	72	NC	SSOMA
25	MONTADORA BIEFFECCI	IMPRESIÓN	4	7	2	1	3	18	72	MC	SSOMA
26	COMPRESOR GA 18	PLANTA	2	7	4	1	5	34	68	MC	SSOMA
27	COMPRESOR GAX II	PLANTA	2	7	4	1	5	34	68	MC	SSOMA
28	NARITA I	SELLADO	4	7	2	1	1	16	64	MC	SSOMA
29	RECUPERADORA EREMA	EXTRUSIÓN	3	7	2	2	5	21	63	MC	SSOMA
30	INSPECTORA VELA	SELLADO	3	4	4	1	3	20	60	MC	SSOMA
31	DOSIFICADOR LAM.NEXUS ONE	LAMINACION	4	4	2	1	5	14	56	MC	SSOMA
32	HECE V	SELLADO	3	7	2	1	1	16	48	MC	ISO
33	DOSIFICADOR LAM.COMEXI	LAMINACION	4	4	1	1	5	10	40	MC	SSOMA
34	SELLADORA DE VALVULA	SELLADO	2	7	2	1	3	18	36	MC	SSOMA
35	LAVADORA DE CAÑECAS	PLANTA	3	4	2	1	1	10	30	NC	SSOMA
36	SELLADORA MANUAL	SELLADO	2	4	2	1	1	10	20	MC	ISO
37	HECE III	SELLADO	3	4	2	1	1	10	30	MC	ISO

Fuente : elaboración propia

METODO UTILIZADO PARA CRICIDAD DE EQUIPOS :

TABLA 4.4: CRITERIOS DE CRITICIDAD

<u>CRITICIDAD DE EQUIPOS</u>			
ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACIÓN
1	FRECUENCIA DE FALLAS		
		POBRE MAYOR A 2 FALLAS/AÑO	4
		PROMEDIO 1-2 FALLAS/AÑO	3
		BUENA 0.5-1 FALLAS/AÑO	2
		EXCELENTE MENOR DE 0.5 FALLAS/AÑO	1
2	IMPACTO OPERACIONAL		
		PERDIDA DE TODO EL DESPACHO	10
		PARADA DEL SISTEMA O SUBSISTEMA Y TIENE REPERCUCION EN OTROS SISTEMAS	7
		IMPACTA EN NIVELES DE INVENTARIO O CALIDAD	4
		NO GENERA NINGUN EFECTO SIGNIFICATIVO SOBRE OPERACIONES Y PRODUCCION	1
3	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
		NO EXISTE OPCION DE PRODUCCION Y NO HAY FUNCION DE REPUESTO	4
		HAY OPCION DE REPUESTO COMPARTIDO/ALMACEN	2
		FUNCION DE REPUESTO DISPONIBLE	1
4	COSTO DE MANTENIMIENTO		
		MAYOR O IGUAL A \$20,000	2
		INFERIOR A \$20,000	1
5	IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)		
		AFECTA LA VIDA HUMANA, AFECTA GRANDEENTE AL IMPACTO AMBIENTAL	8
		PONE EN RIESGO LA VIDA DEL TRABAJADOR, AFECTA EL AMBIENTE E INSTALACIONES	7
		PONE EN RIESGO INTEGRIDAD FISICA DEL TRABAJADOR, AFECTA LAS INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	5
		EL RIESGO DEL TARBAJADOR ES CONTROLADO, NO PROVOCA NINGUN TIPO DE DAÑO PERMANENTE EN INSTALACIONES O AMBIENTES	3
		PROVOCA DAÑOS MENORES (SEGURIDAD / AMBIENTE)	1

Fuente : elaboración propia

Tabla 4.5: Definición De Los Criterios De Criticidad

		
DEFINICION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS		
CRITICIDAD	DESCRIPCION	PRIORIDAD DE ATENCION
5	Equipos que afectan directamente la producción del área y que no pueden ser sustituidas, afecta directamente a las líneas de ensamble.	MUY URGENTE
4	Equipos que afectan la producción del área, su operación de trabajo no puede ser sustituida por otra máquina, indirectamente afecta a líneas de ensamble	URGENTE
3	Equipos que afectan la producción del área, su operación de trabajo puede ser sustituida por otra máquina.	NORMAL
2	Equipos que afectan la producción del área y su reparación no influye en forma directamente sobre líneas de ensamble	LEVE
1	Equipos que afectan solo la producción del área, sin mayor perjuicio inmediato de líneas de ensamble. Con alternativas de reemplazo.	ESPERA
Elaborado por: MANTENIMIENTO		

Fuente : elaboración propia

TABLA 4.6: CUADRO DE FRECUENCIA X CONSECUENCIA

FRECUENCIA	4	MC	C	C	C	C
	3	MC	MC	C	C	C
	2	NC	MC	MC	C	C
	1	NC	NC	MC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

NC = AREA DE SISTEMAS NO CRITICOS

MC = AREA DE SISTEMAS DE MEDIA CRITICIDAD

C = AREA DE SISTEMAS CRITICOS

$$\text{CRITICIDAD TOTAL} = \text{FRECUENCIA DE FALLAS} \times \text{CONSECUENCIA}$$

$$\text{CONSECUENCIA} = ((\text{IMPACTO OPERACIONAL} \times \text{FLEXIBILIDAD}) + \text{COSTO DE MANTO} + \text{IMPACTO SAH})$$

Tabla con máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200

Fuente : elaboración propia

4.6.3 IMPLEMENTACION DEL AMEFC

TABLA 4.7: CUADRO DE CRITERIOS PARA AMFEC

Criterios de llenado		
Lista	Ejemplos	
Componentes	Motor,tuberías,válvulas,etc.	
Modos potenciales de Falla	Cortocircuito, corrosión,deformación, etc	
Efectos Potenciales de Falla	Lesión al usuario,para de producción,olores,ruido,etc	
Mecanismo de Causa Potencial de Falla	Voltaje excesivo,contaminación,cargamento excesivo,etc	
Controles de Diseño	Mecanismos para detectar fallas.Termografía,inspección,ultrasonido,etc.	
Indicadores		
Severidad		
Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Rango
Peligroso sin advertencia	Puede dañar la máquina o un ensamble realizado,la falla ocurrirá sin advertencia.	10
Peligroso con advertencia	Igual que el anterior,pero la falla ocurrirá con advertencia.	9
Muy alto	Interrupción importante en la línea de producción.Se puede tener que desperdiciar el 100% del producto.	8
Alto	Interrupción menor en la línea de producción.Se puede tener que desperdiciar una parte del producto.Cliente	7
Moderado	Interrupción menor en la línea de producción.Se puede tener que desperdiciar una parte del producto.Cliente	6
Bajo	Interrupción menor en la línea de producción.Se puede tener que re TRABAJAR el 100% de la producción.Cliente	5
Muy bajo	Interrupción menor en la línea de producción.Se puede tener que re TRABAJAR parte de la producción.La mayor	4
Menor	Igual que el anterior solo que se puede re TRABAJAR un parte pero fuera de la estación y un promedio de cliente	3
Muy menor	Igual que el anterior, pero el defecto solo lo notan clientes exigentes.	2
Ninguno	No tiene efecto.	1
Probabilidad		
Probabilidad de Falla	Tasa de falla posibles	Rango
Muy alta:La falla es casi inevitable	1 en 2 horas de trabajo.	10
	1 en 3 horas de trabajo.	9
Alta	1 en 8 horas de trabajo.	8
	1 en 20 horas de trabajo.	7
	1 en 80 horas de trabajo.	6
Moderada	1 en 400 horas de trabajo.	5
	1 en 2000 horas de trabajo.	4
Baja	1 en 15000 horas de trabajo.	3
Muy baja	1 en 150000 horas de trabajo.	2
Remota	1 en 1500000 horas de trabajo.	1
Detección		
Detección	Criterio:La posibilidad de que un defecto será detectado por los controles de diseño	Rango
Casi imposible	No se conocen controles disponibles para detectar el modo de falla.	10
Muy remota	Muy remota posibilidad de que los controles detecten el modo de falla.	9
Remota	Igual que el anterior,pero con remota posibilidad.	8
Muy baja	Igual que el anterior,pero con muy baja posibilidad.	7
Baja	Igual que el anterior,pero con baja posibilidad.	6
Moderada	Igual que el anterior,pero con moderada posibilidad.	5
Moderadamente alta	Moderadamente alta posibilidad de que los controles detecten el modo de falla.	4
Alta	Igual que el anterior,pero con alta posibilidad.	3
Muy alta	Igual que el anterior,pero con muy alta posibilidad.	2
Casi cierta	Se conocen los controles de diseño o detección confiables para detectar el modo de falla.	1

Fuente : elaboración propia

TABLA 4.8 : AMFEC DE LA IMPRESORA

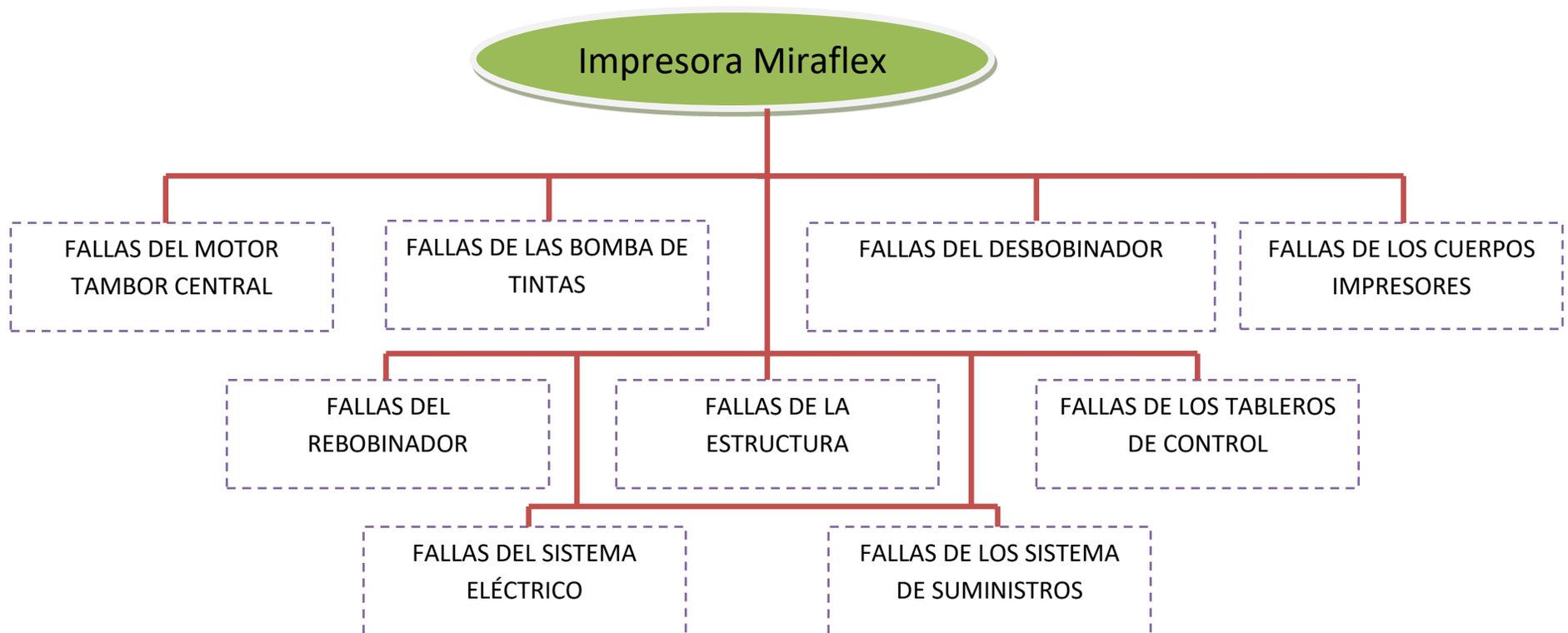
Nombre de equipo:IMPRESORA MIRAFLEX	ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS POTENCIAL (AMFEC de diseño)	Revisión:
Área: Impresión		Preparado por:Miguel lozano
Proceso:		Fecha de AMEF:
Código: imp.MIRAFLEX		Fecha de Revisión:

Componente	Modos Potenciales de Falla	Efectos Potenciales de Falla	Sev	Mecanismo de Causa Potencial de Falla	Prob	Controles de Diseño	Det	RPN	Acciones Recomendadas	Responsabilidad y Fecha de Terminación de Objetivo	Resultados de acciones				
											Acciones Tomadas	Sev R	Prob R	Det R	RPN R
Motor tambor central	Cortocircuito	Lesión al usuario,para del motor	10	Voltaje excesivo	2	Monitoreo	2	40	Reparación del motor	Mantenimiento					
		Moja aislamiento de los devanados	8	Exceso de aceite	4	Monitoreo	3	96	Limpieza interna del motor	Mantenimiento					
	Desgaste	Falta de Potencia	10	Desgaste de los rodamientos y engranes	3	Inspección	4	120	Reemplazo de los rodamientos y engranes	Mantenimiento					
	Vibraciones	Reduce vida del estator	9	Desequilibrio magnético	4	Análisis Vibracional	7	252	Cambio de Estator	Mantenimiento					
	Aislamiento megado	fuga a tierra	9	Sobre corriente	4	Monitoreo	4	144	Megado del motor	Mantenimiento					
	Sonido rodajes	Ruido y desgaste de componentes	8	Horas de funcionamiento	4	Análisis Vibracional	7	224	Revisión y/o reemplazo	Mantenimiento					
	Sobre corriente	Desgaste bornes	9	Horas de funcionamiento	3	Inspección	3	162	Reemplazo de bornes	Mantenimiento					
	Sobrecarga Térmica	Desgaste de rodamientos	8	Desbalance de la tensión nominal	6	Inspección	2	96	Medición de corriente nominal y revisión de rodajes	Mantenimiento					
	Sobrecarga Térmica	Desgaste de bobinado	9	Fricción entre estator y rotor	3	Termografía	8	216	Rebobinado de motor o cambio del mismo	Mantenimiento					
	Vibraciones mecánicas	Desgaste de eje y rodamientos	8	Entrehierro no uniforme	3	Análisis Vibracional	8	192	Alineación de eje y revisión de rodamientos	Mantenimiento					
	Vibraciones mecánicas	Para del motor	10	Devanados abiertos o en cortocircuito	5	Análisis Vibracional	5	250	Rebobinado de motor	Mantenimiento					
	Baja Potencia	Poca capacidad de mezcla	6	Fluctuaciones del voltaje	6	Monitoreo	2	72	Medición de voltaje.	Mantenimiento					
	Falso contacto	Sobre corriente	10	Ajuste y/o mala conexión	2	Inspección	2	40	Revisión y conectar.	Autónomo					
	Desbobinador	Desgaste	Disminución de velocidad	6	Falta de lubricación y/o limpieza	7	Inspección	2	84	Lubricar y/o limpieza	Autónomo				
Desalineamiento		Vibración, fatiga	9	Horas de funcionamiento	3	Inspección	7	189	Ajuste del eje	Autónomo					
Rotura perno soporte		Rotura	10	Horas de funcionamiento	3	Ultrasonido	7	210	Cambio del perno	Autónomo					
Rotura acoples		Rotura	9	Horas de funcionamiento	3	Ultrasonido	7	189	Cambio de acoples	Autónomo					
Agitadores	Rotura alabe	rotura	10	Tiempo de vida	3	Ultrasonido	7	189	Cambio de álabe	Mantenimiento					
	Vibración, fatiga	Mala mezcla del producto	10	Tiempo de vida	2	Monitoreo	3	60	Ajuste	Autónomo					
	Vibración, fatiga	Mala mezcla del producto	10	Tiempo de vida	2	Monitoreo	3	60	Ajuste	Autónomo					
	Vibración, fatiga	Mala mezcla del producto	10	Mal estado de caja de engranajes	4	Correctivo	6	240	Reemplazo de caja de engranajes	Mantenimiento					
Bomba	Falta de aceite	Mal mezclado del producto	10	Fricción entre los componentes del agitador	5	Correctivo	5	250	Lubricar los componentes del agitador	Autónomo					
	Suciedad	No regula	8	Falta de limpieza en el regulador	5	Inspección	2	80	Limpiar con aire comprimido o sustituir	Autónomo					
	Sin flujo	Sin recirculación del bulk	10	Bomba descebada	6	Correctivo	4	240	Cebado de la bomba	Mantenimiento					
	Sin flujo	Sin recirculación del bulk	10	Filtro obstruido	6	Correctivo	3	180	Limpieza del filtro	Autónomo					
	Sin flujo	No pasa fluido por la bomba	10	Rodamientos desgastados	3	Monitoreo	7	210	Cambiar rodamientos	Mantenimiento					
	Presión excesiva	Bulk sin descargar	9	Viscosidad del fluido mayor a la esperada	4	Monitoreo	8	288	Compra de nueva bomba	Mantenimiento					
	Vibración	Ruido	6	Falla de los rodamientos (desgaste)	5	Análisis Vibracional	5	150	Cambio de rodamientos	Mantenimiento					
	Cavitación	Desgaste en impelente	10	Presencia de aire en tubería de succión	3	Inspección	5	150	Reemplazar la bomba	Mantenimiento					
	Corrosión	Exceso de ruido en la bomba	8	Acoplamiento gastado o flojo y/o rodamientos deteriorados	3	Inspección	6	144	Reemplazar los componentes	Mantenimiento					
	Recalentamiento	No hay ventilación	9	No tiene suficiente ventilación la bomba	3	Inspección	4	108	Limpiar las aletas de disipación del motor	Autónomo					
	Fugas	Pérdidas en el sistema de vacío	10	Cañería de vacío desgastada	3	Monitoreo	4	120	Revisar y/o reemplazar la cañería de vacío	Mantenimiento					
	Fugas	Desgaste de sellos	10	Choque térmico	3	Termografía	4	120	Cambio de sellos	Mantenimiento					
	Suciedad	No llega aceite limpio	10	El filtro de aceite está tapado y/o sucio	4	Inspección	4	160	Limpieza del filtro de aceite	Mantenimiento					
	rebobinador	Suciedad	Impelente sin giro	8	Bulk solidificado	3	Correctivo	4	120	Limpieza del cabezal de la bomba	Mantenimiento				
Desalineamiento		No se mezcla y raspa el producto	8	Desajuste del eje	3	Monitoreo	3	72	Ajuste del eje	Autónomo					
Desgaste bornes		Sobre corriente	9	Tiempo de vida	6	Inspección	3	162	Ajuste de Bornes	Mantenimiento					
Desgaste del Teflón		No corta el producto	9	Tiempo de vida e incorrecto material	7	Inspección	3	189	Reemplazo del teflón	Mantenimiento					
Vibraciones		No corta el producto	10	Mal estado de rodamiento de bola	5	Preventivo	4	200	Cambiar rodamiento	Mantenimiento					
Vibraciones		No corta el producto	10	Desalineamiento del eje	5	Preventivo	3	150	Alinear el eje	Autónomo					
Vibraciones		No corta el producto	10	Desgaste de bocina de teflón	5	Preventivo	4	200	Reemplazo de bocina de teflón	Mantenimiento					
Caja Reductora	Fuga aceite	Vibración, fatiga	10	Ajuste	4	Monitoreo	5	200	Revisión	Mantenimiento					
	Desgaste corona	Vibración, fatiga	10	Horas de funcionamiento	3	Monitoreo	5	150	Revisión y/o reemplazo de corona	Mantenimiento					
	Inmovilidad	Disminución de velocidad	8	Desgaste de los rodamientos y engranajes	4	Preventivo	4	128	Reemplazo de los componentes	Mantenimiento					
	Fuga/pérdida de aceite	Vibración, fatiga	9	Desgaste de los retenes	4	Preventivo	5	180	Revisión y/o reemplazo	Mantenimiento					
Electroválvulas	Fugas	Falla del sistema mecánico	10	Orings desgastados	7	Preventivo	3	210	Cambio de Orings	Mantenimiento					
	Sin señal	No llega señal al sistema	10	No están bien conectados los circuitos oleoeléctrico	3	Inspección	5	150	Revisar conexiones de los circuitos	Mantenimiento					
Sistema PLC	Sin señal	No hay mezcla,agitación,etc	10	Cables mal conectados	2	Preventivo	5	100	Conexión	Mantenimiento					
	Sin señal	Sobralentamiento	10	Fallas en sensores	2	Preventivo	5	100	Revisión de sensores	Mantenimiento					
Suministro de electricidad	Sin alimentación	Equipo en desuso	10	Mala conexión de corriente	4	Inspección	2	80	Revisión del sistema de alimentación	Mantenimiento					
	Falso Contacto	Equipo en desuso	10	Cables sueltos o mal conectados	4	Inspección	2	80	Revisión y ajuste de los cables	Mantenimiento					
Suministros de ,agua,	Falta de alimentación	Fugas y paro de producción	10	Desgaste en tuberías y conexiones	4	Preventivo	3	120	Revisión y cambio.	Mantenimiento					
	No hay regulación	Exceso de caudal o flujo másico	8	Válvulas en mal estado, no hay regulación de caudal	3	Preventivo	3	72	Revisión o cambio de válvulas	Mantenimiento					
	Sin alimentación	Paro de producción	10	Paro en planta de fuerza	4	Monitoreo	3	120	Revisión en planta de fuerza	Mantenimiento					

Fuente: elaboración propia

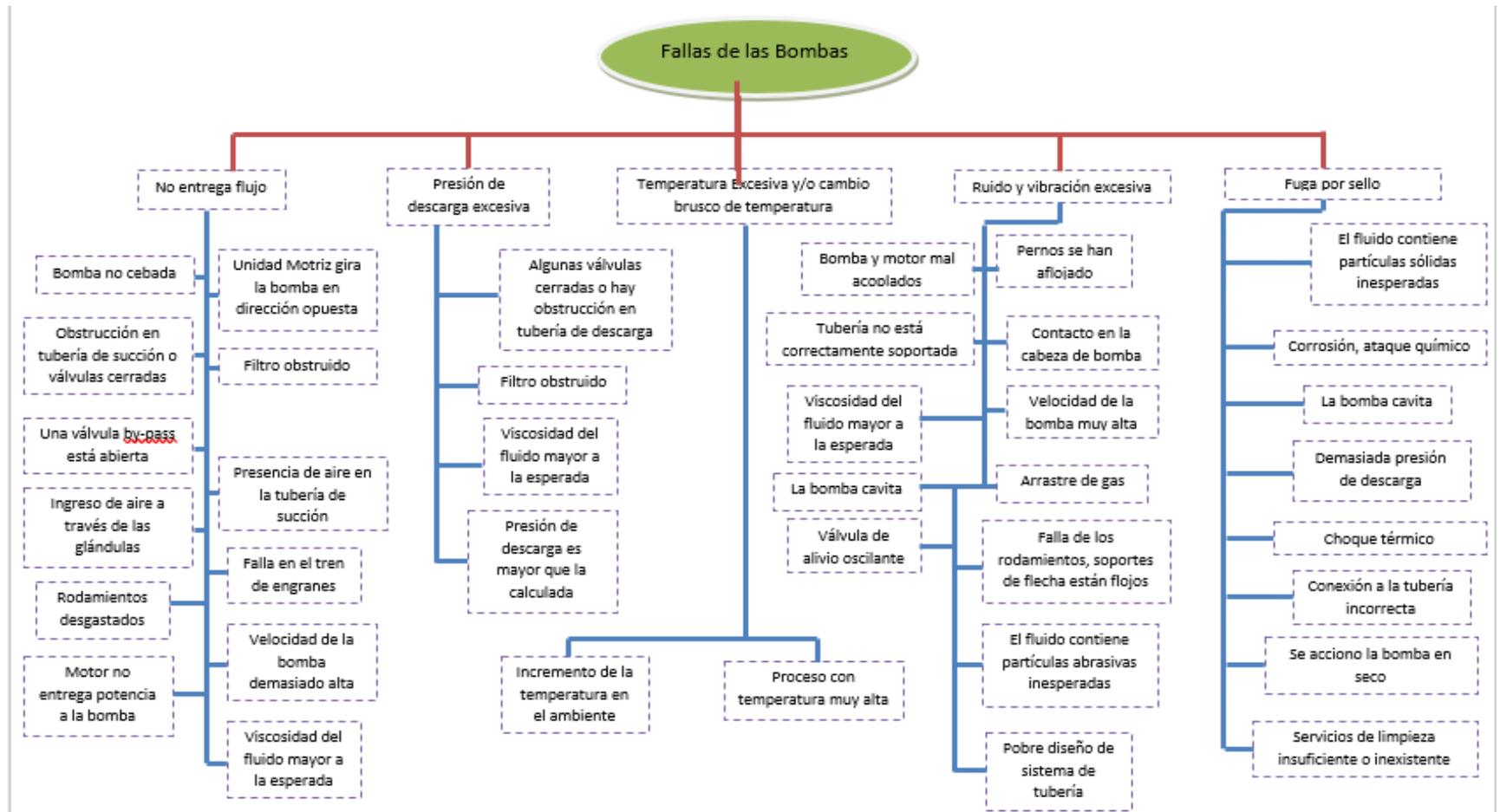
4.6.4 ARBOL DE FALLAS DE LA IMPRESORA

Figura 4.1: ARBOL DE FALLA DE LA IMPRESORA MIRAFLEX



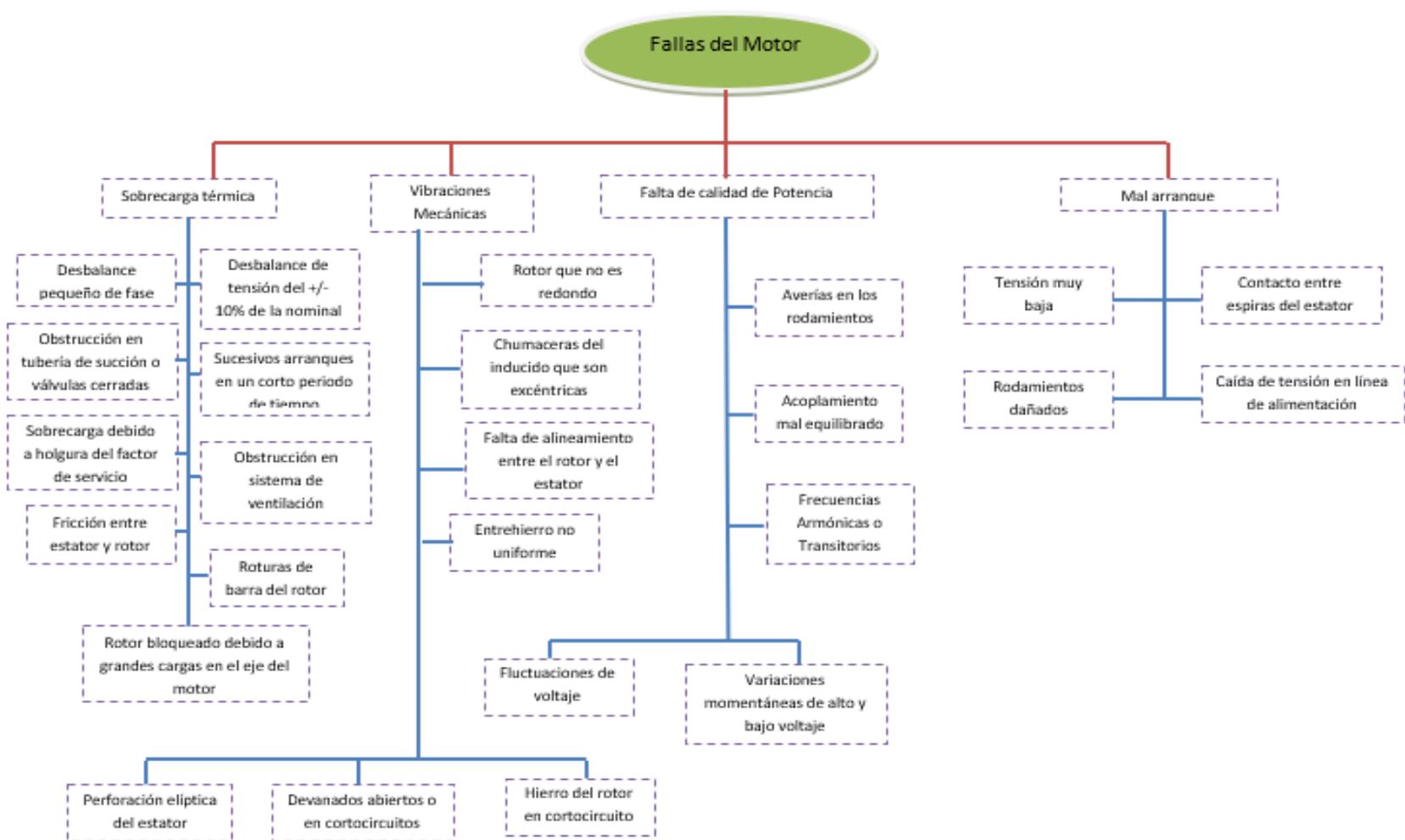
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 4.2: ARBOL DE FALLA DE BOMBA DE LA IMPRESORA MIRAFLEX



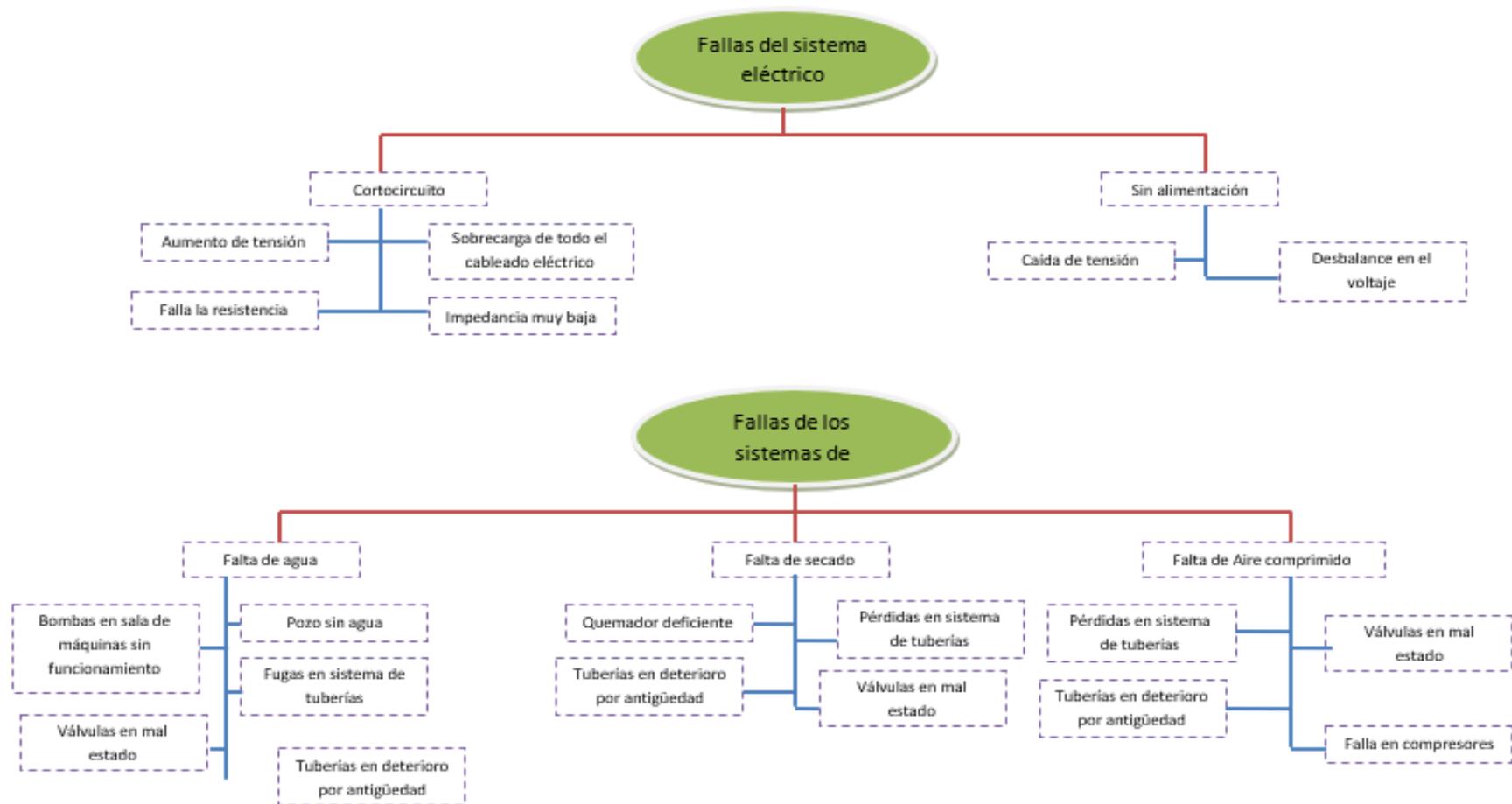
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 4.3 : ARBOL DE FALLA Del MOTOR DE LA IMPRESORA MIRAFLEX



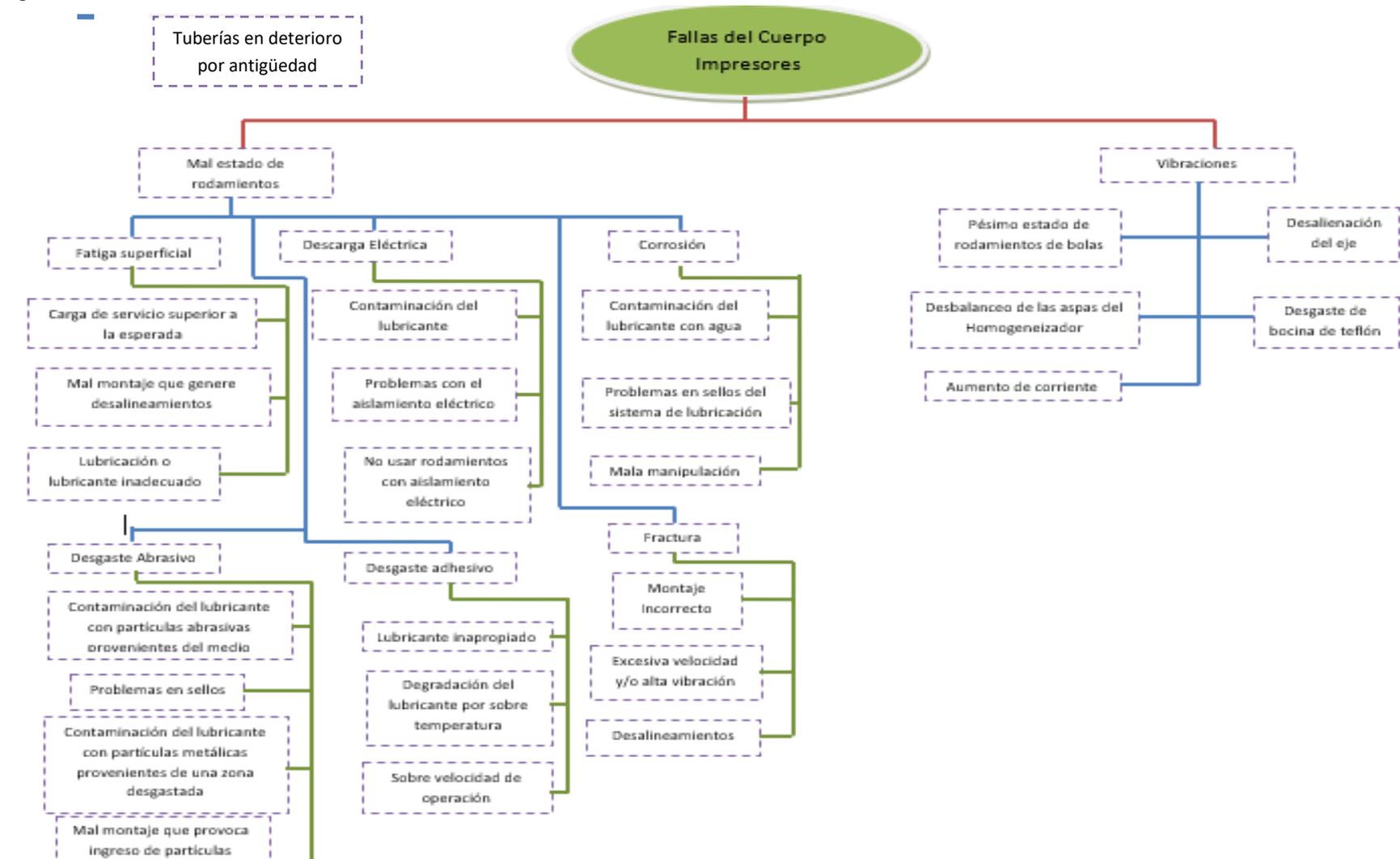
FUENTE: Elaboración Propia

Figura 4.4: ARBOL DE FALLA Del sistema eléctrico DE LA IMPRESORA MIRAFLEX



FUENTE: Elaboración Propia

Figura 6.5: ARBOL DE FALLA Del CUERPO IMPRESOR DE LA IMPRESORA MIRAFLEX



FUENTE: Elaboración Propia

4.6.5 CUADRO DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

a) SINOPSIS DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

La siguiente tabla ofrece una sinopsis de los trabajos de mantenimiento. Los trabajos de mantenimiento se diferencian en trabajos que dependen de intervalos y trabajos que dependen de la producción.

TABLA 4.9: TABLA DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

Limpiar la máquina	Describe trabajos de limpieza sometidos a intervalos que deben tener un efecto preventivo contra los fallos en la máquina y que mantienen el estado operativo de la misma.
Efectuar el mantenimiento de la máquina	Describe trabajos de mantenimiento en la máquina sometidos a intervalos que deben tener un efecto preventivo contra los fallos en la máquina y que mantienen el estado operativo de la misma.
Lubricar la máquina	Describe operaciones de lubricación en la máquina sometidas a intervalos que deben tener un efecto preventivo contra los fallos en la máquina y que mantienen el estado operativo de la misma.
Ejecutar trabajos de mantenimiento	Describe diferentes trabajos en la máquina que dependen de la producción y que se deben realizar para restablecer el estado operativo de la máquina.

Fuente : elaboración propia

A) LIMPIEZA DE LA IMPRESORA

- Mantener la máquina limpia.
- Eliminar en los intervalos de tiempo prescritos la suciedad derivada de la producción.
- Ejecutar regularmente una limpieza a fondo.
- Los intervalos para la limpieza a fondo dependen de la duración diaria de funcionamiento y de las condiciones de servicio.
- Limpiar las protecciones y superficies de plástico solo con un paño suave que no suelte pelusa y humedecido con agua. No usar productos de limpieza.

TABLA 4.10: OPERACIONES DE LIMPIEZA DE LA IMPRESORA

ENVASES Y ENVOLTURAS		CUADRO DE OPERACIONES DE LIMPIEZA DE MAQUINA		
ITEM	SISTEMA	ACTIVIDAD	MAQUINA	FRECUENCIA (Horas)
1	Regulacion de desplazamiento de banda	limpieza de maquina	Limpiar el sensor	16000
2	Regulacion de desplazamiento de	limpieza de maquina	limpieza de Carril de guia	16000
3	Grupo Impresor	limpieza de maquina	Limpieza del accionamiento del cilindro de formato	4000
4	Grupo Impresor	limpieza de maquina	Limpieza del accionamiento del rodillo anilox	4000
5	Grupo Impresor	limpieza de maquina	Limpieza del accionamiento del cilindro de contrapresion	4000
6	Grupo Impresor	limpieza de maquina	Limpieza de puerta enrollable	4000
7	Grupo Impresor	limpieza de maquina	Limpieza de la rejilla fotoelectronica (lente optico)	800
8	Grupo Impresor	limpieza de maquina	Limpieza del reflector	800
9	Cilindro de contrapresion	limpieza de maquina	Limpieza filtro en el circuito atemperador	4000
10	Cilindro de contrapresion	limpieza de maquina	Limpieza filtro en el circuito de refrigeracion	400
11	Suestructura	limpieza de maquina	Limpiar el electrodo de descarga	200
12	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar espacios de electrodos	400
13	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar el rodillo de pretratamiento	400
14	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar electrodos	16000
15	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar los aisladores	400
16	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar el accionamiento de I pretratamiento	4000
17	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar el accionamiento de aspiracion	4000
18	Pretratamiento	limpieza de maquina	Limpiar el accionamiento(eliminar el polvo y la suciedad del accionamiento del cilindro refrigerador)	4000
19	Secado	limpieza de maquina	Limpiar los sopladores de ranura pesados del grupo impresor	800
20	Secado	limpieza de maquina	Limpieza del tamiz de secado del grupo impresor	800
21	Secado	limpieza de maquina	Limpieza de puente y de las toberas de ranura del secado de puente	800
22	Secado	limpieza de maquina	Limpieza del tamiz del secado del puente	800
23	Secado	limpieza de maquina	Limpieza del accionamiento del ventilador de alimentacion del puente de secado	4000
24	Secado	limpieza de maquina	Limpieza del filtro fino	8000
25	Bobinador	limpieza de maquina	Limpiar los cristales del sensor de la rejilla fotoelectronica	2000
26	Procontrol	limpieza de maquina	eliminar el polvo y la suciedad de los filtros	16000
27	Procontrol	limpieza de maquina	limpiar la ventilacion del ordenador	16000
28	almacenamiento de reserva	limpieza de maquina	limpiar el tamiz	4000

Fuente : elaboración propia

4.6.6 MANTENIMIENTO DE LA IMPRESORA

Averías de servicio que se producen debido a una inspección insuficiente o inadecuada tienen como consecuencia altos costos de reparación y largos periodos de inactividad de la máquina. Ejecutar la inspección de desgaste en los intervalos de tiempo prescritos.

TABLA 4.11 : OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINA

		CUADRO DE OPERACIONES MANTENIMIENTO DE MAQUINA		
ITEM	SISTEMA	ACTIVIDAD	MAQUINA	FRECUENCIA (Horas)
1	Desbobinador	MP	Comprobacion del accionamiento del torniquete	4000
2	Desbobinador	MP	Comprobacion del accionamiento del Puesto de bobinado	16000
3	Desbobinador	MP	revision del sistema neumatico	400
4	Desbobinador	MP	Comprobacion del accionamiento del dispositivo de separacion y freno	4000
5	Desbobinador	MP	Comprobacion del revestimiento del rodillo de presion , sustituirlo si es necesario	4000
6	Desbobinador	MP	Revision y cambio de cuchilla separadora	4000
7	Desbobinador	MP	Cambio de bateria del ordenador y del terminal opcional para manejo de mq	16000
8	Dispositivo de elevacion	MP	mantenimiento del dispositivo de elevacion	4000
9	Dispositivo de elevacion	MP	Mantenimiento de la cadena de carga	2000
10	Bobinador	MP	Comprobacion del accionamiento del torniquete	4000
11	Bobinador	MP	Comprobacion del accionamiento del puesto de bobinado	16000
12	Bobinador	MP	revision del sistema neumatico	400
13	Bobinador	MP	Comprobacion del accionamiento del dispositivo de separacion	4000
14	Bobinador	MP	Comprobacion del revestimiento del rodillo de presion (sustituirlo si es necesario)	4000
15	Bobinador	MP	Revision y cambio de cuchilla separadora	4000
16	Bobinador	MP	Revision del revestimiento del rodillo de apoyo	4000
17	Bobinador	MP	Cambio de bateria del ordenador	16000
18	Grupo Impresor	MP	correa dentada	4000
19	Grupo Impresor	MP	Tensado de la correa dentada del accionamiento del rodillo anilox	4000
20	Grupo Impresor	MP	Revision /Mantenimiento del accionamiento del cilindro de formato	16000
21	Grupo Impresor	MP	Revision /Mantenimiento del accionamiento del rodillo reticulado	16000
22	Grupo Impresor	MP	Libertad de movimiento de los rodillos de guiado de banda del grupo Impresor	800
23	Grupo Impresor	MP	Revision / Mantenimiento del accionamiento del cilindro de contrapresion	16000
24	Grupo Impresor	MP	Comprobacion de Puertas Enrollables	4000
25	Grupo Impresor	MP	Comprobacion del accionamiento de las puertas Enrollables	4000
26	Cilindro de contrapresion	MP	Circuito de atemperamiento del cilindro de contrapresion	4000
27	Suestructura	MP	Revision del accionamiento de avance	16000
28	Suestructura	MP	Revision del accionamiento de avance inyector o Extractor	16000
29	Suestructura	MP	sistema neumatico comprobar el contenido de agua de unidad de mantenimiento	400
30	Suestructura	MP	avance del rodillo refrigerador Comprobacion de la tension de correa dentada	4000
31	Suestructura	MP	Revision / Mantenimiento del accionamiento del cilindro de Refrigeracion	16000
32	Secado	MP	Ventilador Revision / Mantenimiento del accionamiento del ventilador de alimentacion	8000
33	Secado	MP	Ventilador Revision/Mantenimiento de compensadores y compensacion de potencial del ventilador	4000
34	Secado	MP	Ventilador Revision/Mantenimiento de los tubos de flexlyte y de la compensacion de potencial	4000
35	Secado	MP	Ventilador Revision/ Mantenimiento de la correa de los rodillos guia accionados	4000
36	Procontrol	MP	sustituir la beteria del ordenador según fabricante	16000
37	almacenamiento de reserva	MP	Revision/Mantenimiento del accionamiento del indicador de nivel	4000
38	almacenamiento de reserva	MP	Revision/Mantenimiento de las juntas de tapa	8000
39	almacenamiento de reserva	MP	Revision/Mantenimiento del accionamiento del seguro tubular contra detonacion	2000
40	Entintado / bombas	MP	Mantenimiento de la bomba de membrana cada 10000 hr	10000
41	Entintado / bombas	MP	Mantenimiento de la bomba de membrana, comprobar el numero de carreras en pantalla	400
42	Entintado / bombas	MP	Comprobacion de mangas de tinta y acoplamientos rapidos	400
43	Entintado / bombas	MP	conexión de aire principal (comprobacion del ajuste de aire comprimido	400
44	Entintado / bombas	MP	Comprobar el funcionamiento de las valvulas y bombas de membrana	400
45	Entintado / bombas	MP	Comprobacion de la frecuencia de las bombas SP y RP	400
46	Analizador de Solventes	MP	Calibrar el analizador de disolventes	3600
47	Analizador de Solventes	MP	Revision de filtro del analizador	2000

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.7 LUBRICACION DE LA IMPRESORA

Averías Las ventajas de una lubricación idónea y de usar lubricantes adecuados, incluso bajo condiciones ambientales adversas, son las siguientes:

- Aumento de la vida útil de sus máquinas
- Se evitan las disfunciones
- Se reducen los trastornos de producción
- Prestar siempre atención a la limpieza al lubricar máquinas.
- En el caso de lubricaciones centrales y de engranajes, controlar el nivel del aceite y reponerlo en caso necesario.
- Averiguar las clases de aceite y los intervalos de lubricación en las instrucciones correspondientes de los fabricantes.
- Mantener limpias las cadenas libres. La limpieza para eliminar abrasiones, resinas y suciedades se efectúa p.ej. con petróleo. Seguidamente volver a aceitar las cadenas y rociarlas con spray especial para cadenas.
- En caso de reacciones del lubricante con los vapores de los solventes, emplear lubricantes a base de sulfito de molibdeno.
- Debido al gran número de los lubricantes, esta recomendación incluye únicamente aceites y grasas del tipo mineral, puesto que éstos cubren casi por completo las necesidades de las máquinas de W&H. Los lubricantes especiales se tienen en cuenta, si fuese preciso, en las instrucciones de lubricación referidas a la máquina. En lo que se refiere al diseño de la máquina, se concedió mucha importancia a un funcionamiento con poco mantenimiento. Por esta razón, los cojinetes – salvo unas pocas excepciones – consisten en rodamientos provistos de tapas de protección siempre que sea

necesario. Su engrase es uno permanente, de modo que no se requiere la relubricación.

Si en la máquina hay cajas de engranaje,

Los cojinetes de rodillos son provistos de una cantidad suficiente de aceite por la bomba de lubricación o mediante la lubricación por inmersión.

Todos los demás sitios donde hay necesidad de lubricar llevan unos símbolos de color correspondientes. La máquina lleva puestas unas instrucciones de las que se desprende el lubricante que se debe usar y la frecuencia de su cambio.

Las instrucciones se refieren a la parte principal de los sitios a ser lubricados. Las piezas adosadas que son de otros fabricantes son provistas de lubricante según las instrucciones de aquellos.

-

TABLA 4.12 : OPERACIONES DE LUBRICACION

ENVASES Y ENVOLTURAS		CUADRO DE OPERACIONES LUBRICACION DE MAQUINA		
ITEM	SISTEMA	ACTIVIDAD	MAQUINA	FRECUENCIA (Horas)
1	Desbobinado	Lubricación	TORNQUETE Engrasar las ruedas dentadas del torniquete	4000
2	Desbobinado	Lubricación	TORNQUETE Control del nivel de aceite y del cambio de aceite en el engranaje	4000
3	Desbobinado	Lubricación	TORNQUETE Engrase interior de los rodillos de apoyo	4000
4	Desbobinado	Lubricación	TORNQUETE Engrase exterior de los rodillos de apoyo	4000
5	Desbobinado	Lubricación	dispositivo de separacion engrase de la cadena de accionamiento	4000
6	Desbobinado	Lubricación	dispositivo de separacion engrase de la cadena de traccion	4000
7	Desbobinado	Lubricación	dispositivo de separacion engrase de la guía lineal	4000
8	Desbobinado	Lubricación	dispositivo de separacion control de nivel de aceite y del cambio de aceite en el engranaje	4000
9	Dispositivo de	Lubricación	lubricacion del dispositivo de elevacion (aparejo de gancho y gancho)	4000
10	Dispositivo de	Lubricación	engrase de cojinetes	16000
11	Dispositivo de	Lubricación	engrase de cojinetes	16000
12	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del alojamiento de husillo de rodillo anilox y cilindro de formato lado mando	400
13	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del alojamiento de husillo de rodillo reticulado lado de accionamiento	400
14	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del alojamiento de husillo de cilindro de formato lado accionamiento	400
15	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del alojamiento del cilindro de formato de lado de mando	400
16	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del cojinete del rodillo anilox lado mando	400
17	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del cojinete del cilindro de formato del lado de accionamiento	400
18	Grupo Impresor	Lubricación	Grupo entintador lubriacion del husillo del registro lateral lado de accionamiento	4000
19	Grupo Impresor	Lubricación	Accionamiento del cilindro contrapresion engrasar el cojinete del cilindro de contrapresion lado puertas protectoras	4000
20	Grupo Impresor	Lubricación	Accionamiento del cilindro contrapresion engrasar el cojinete del cilindro de contrapresion lado puertas protectoras	4000
21	Grupo Impresor	Lubricación	Accionamiento del cilindro contrapresion cambio de aceite de engranaje (aceite mineral)	8000
22	Grupo Impresor	Lubricación	engrase de cojinetes de puerta enrollable	4000
23	Grupo Impresor	Lubricación	engrase de cojinetes del sleeve del rodillo de presion	400
24	Superestructura	Lubricación	Apliacion de spray a la cadena de introduccion	8000
25	Superestructura	Lubricación	realizar cambio de aceite del engranaje del accionamiento de la cadena de introduccion	16000
26	Bobinador	Lubricación	TORNQUETE engrase de las ruedas desntadas del torniquete	4000
27	Bobinador	Lubricación	TORNQUETE control de nivel de aceite y del cambio de aceite en el engranaje	4000
28	Bobinador	Lubricación	TORNQUETE engrase exterior de los rodillos de apoyo	4000
29	Bobinador	Lubricación	TORNQUETE Engrase interior de los rodillos de apoyo	4000
30	Bobinador	Lubricación	Dispositivo de separacion engrase de cremalleras	4000
31	Bobinador	Lubricación	Dispositivo de separacion engrase de cadena de traccion	4000
32	Bobinador	Lubricación	Dispositivo de separacion engrase de guía lineal	4000
33	Bobinador	Lubricación	Dispositivo de separacion control de nivel de aceite y del cambio de aceite en el engranaje	4000
34	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion de los cojinetes del rodillo anilox del lado de accionamiento grupo entintadores del 1 al 10	400
35	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion de los alojamientos del husillo del rodillo anilox del lado de accionamiento grupo entintadores del 1 al 10	400
36	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion de los pistoteados del cilindro de formato del lado de accionamiento grupo entintadores del 1 al 10	400
37	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion de los alojamientos del husillo de cilindro de formato del lado accionamiento grupos entintadores del 1 al 10	400
38	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado de mando) Lubricacion de los cojinetes del rodillo anilox del lado de mando	400
39	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado de mando) Lubricacion de los pivoteados del cilindro de formato del lado de mando	400
40	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado de mando) Lubricacion de los alojamientos del husillo del rodillo anilox / cilindro de formato del lado de mando	400
41	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	Rodillo de presion de camisa engrasar cojinetes	400
42	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	Accionamiento del cilindro de contrapresion lubricacion del cojinete de accionamiento del cilindro de contrapresion	4000
43	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	Accionamiento del cilindro de contrapresion lubricacion del cojinete de mando del cilindro de contrapresion	4000
44	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado de mando) Lubricacion de los alojamientos del cilindro de formato del lado de mando	400
45	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado de mando) Lubricacion de los alojamientos del rodillo anilox lado de mando	400
46	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Engrasar el cojinete del rodillo anilox	400
47	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion del cojinete del cilindro de formato del lado accionamiento	400
48	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador lado accionamiento Lubricacion del alojamiento del husillo del registro transversal del lado de	4000
49	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado de mando) Engrase del alojamiento del husillo del cilindro de formato/ rodillo anilox	400
50	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Engrasar el cojinete del cilindro de formato	400
51	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion de los alojamientos del husillo del cilindro de formato	400
52	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Engrasar el cojinete del rodillo anilox	400
53	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Engrasar el alojamiento del husillo del rodillo anilox	400
54	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado mando) Engrasar el cojinete del cilindro de formato	400
55	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado mando) Engrasar el cojinete del rodillo anilox	400
56	Grupo Impresor	lubriacion ATEX	grupo entintador (lado del accionamiento) Lubricacion de los alojamientos del husillo del registro transversal del lado de accionamiento	400

Fuente : ELABORACION PROPIA

4.6.7.1 TABLAS DE ACEITES Y GRASAS

ACEITES

TABLA 4.12.1 : TABLA DE LUBRICANTES DE LA IMPRESORA

Identificación DIN	Identificación de lubricante	Punto de inflamación más alto que °C	Punto de fluidez igual o más bajo que °C	Castrol
51524 / 2	HLP 10	125	-20	CASTROL HYPIN AWS 10 CASTROL HYPIN SP 10
	HLP 68	237	-30	CASTROL HYPIN AWS 68 CASTROL HYPIN SP 68
51524 / 1	HLP 32	161	-36	CASTROL HYPIN AWS 32 CASTROL HYPIN SP 32
51524	HLP 46	225	-33	CASTROL HYPIN AWS 46, CASTROL HYPIN SP 46
51517 / 3	CLP 68	225	-24	CASTROL ALPHA SP 68 CASTROL ALPHA MW 68
51517 / 3	CLP 100	230	-24	CASTROL ALPHA SP 100 CASTROL ALPHA MW 100
51517 / 3	CLP 150	235	-21	CASTROL ALPHA SP 150 CASTROL ALPHA MW 150
51517 / 3	CLP 220	235	-21	CASTROL ALPHA SP 220 CASTROL ALPHA MW 220
51517 / 3	CLP 320	240	-15	CASTROL ALPHA SP 320 CASTROL ALPHA MW 320
51517 / 3	CLP 460	240	-15	CASTROL ALPHA SP 460 CASTROL ALPHA MW 460

FUENTE : ELABORACION PROPIA

TABLA 4.12.2 : TABLA DE LUBRICANTES DE LA IMPRESORA

Identificación DIN	Identificación de lubricante	Punto de inflamación más alto que °C	Punto de fluidez igual o más bajo que °C	Castrol
51517 / 3	CGLP 220	240	-9	CASTROL Magna-glide D 220
51517 / 3	CLP PG 150	229	-41	ALPHASYN PG150
51517 / 3	CLP PG 220	262	-39	ALPHASYN PG220

Identificación DIN	Identificación de lubricante	Punto de inflamación más alto que °C	Punto de fluidez igual o más bajo que °C	Klüber Lubrication
51524 / 2	HLP 10	125	-20	CRUCOLAN 10
	HLP 68	237	-30	LAMORA HLP 68
51524 / 1	HLP 32	161	-36	LAMORA HLP 32
51524	HLP 46	225	-33	Klüberoil GEM 1-46
51517 / 3	CLP 68	225	-24	Klüberoil GEM 1-68
51517 / 3	CLP 100	230	-24	Klüberoil GEM 1-100
51517 / 3	CLP 150	235	-21	Klüberoil GEM 1-150
51517 / 3	CLP 220	235	-21	Klüberoil GEM 1-220
51517 / 3	CLP 320	240	-15	Klüberoil GEM 1-460
51517 / 3	CLP 460	240	-15	Klüberoil GEM 1-460
51517 / 3	CGLP 220	240	-9	LAMORA D 220
51517 / 3	CLP PG 150	229	-41	KLÜBERSYNTH GH 6-150
51517 / 3	CLP PG 220	262	-39	KLÜBERSYNTH GH 6-220

Identificación DIN	Identificación de lubricante	Punto de inflamación más alto que °C	Punto de fluidez igual o más bajo que °C	Exxon Mobil
51524 / 2	HLP 10	125	-20	Mobil DTE 21 SPINNESSO 10
	HLP 68	237	-30	Mobil DTE 26 Mobil Hydraulic Oil Heavy Medium

FUENTE PROPIA

TABLA 4.12.3: TABLA DE LUBRICANTES DE LA IMPRESORA

Identificación DIN	Identificación de lubricante	Punto de inflamación más alto que °C	Punto de fluidez igual o más bajo que °C	Exxon Mobil
51524 / 1	HLP 32	161	-36	Mobil DTE 24 NUTO H 32
51524	HLP 46	225	-33	Mobil DTE 25 NUTO H 46
51517 / 3	CLP 68	225	-24	Mobilgear 626
51517 / 3	CLP 100	230	-24	Mobilgear 627
51517 / 3	CLP 150	235	-21	Mobilgear 629 SPARTAN EP 150
51517 / 3	CLP 220	235	-21	Mobilgear 632 SPARTAN EP 220
51517 / 3	CLP 320	240	-15	Mobilgear 632 SPARTAN EP 320
51517 / 3	CLP 460	240	-15	Mobilgear 634 SPARTAN EP 460
51517 / 3	CGLP 220	240	-9	Mobil Vectra Oil No. 4
51517 / 3	CLP PG 150	229	-41	Glygoyle 22
51517 / 3	CLP PG 220	262	-39	Glygoyle 30

Identificación DIN	Identificación de lubricante	Punto de inflamación más alto que °C	Punto de fluidez igual o más bajo que °C	Shell
51524 / 2	HLP 10	125	-20	Shell Morlina 10
	HLP 68	237	-30	Shell Tellus 68
51524 / 1	HLP 32	161	-36	Shell Tellus 32 Shell Tegula 32
51524	HLP 46	225	-33	Shell Tellus 46
51517 / 3	CLP 68	225	-24	Shell Omala 68
51517 / 3	CLP 100	230	-24	Shell Omala 100
51517 / 3	CLP 150	235	-21	Shell Omala 150
51517 / 3	CLP 220	235	-21	Shell Omala 220
51517 / 3	CLP 320	240	-15	Shell Omala 320
51517 / 3	CLP 460	240	-15	Shell Omala 460
51517 / 3	CGLP 220	240	-9	Shell Tonna T 220 Shell Tonna S 220

TABLA 24 .3: ELABORACION PROPIA

GRASAS

TABLA 6.13.1 : TABLA DE GRASAS DE LA IMPRESORA

Identificación de lubricante DIN 51502	Rango de temperatura de uso (aprox.)	Castrol
K2K-20	-20 °C +125 °C	CASTROL SPHEEROL AP 2
KP2K-20	-20 °C +120 °C	-----
KFK2U-30	-30 °C +250 °C	-----
K3N-10	-20 °C +100 °C	CASTROL SPHEEROL AP 3
GP00-000 K-50	-20 °C +100 °C	CASTROL CLS-Grease
KP2K-20	-40 °C +120 °C	-----

Identificación de lubricante DIN 51502	Rango de temperatura de uso (aprox.)	Klüber Lubrication
K2K-20	-20 °C +125 °C	CENTOPLEX 2
KP2K-20	-20 °C +120 °C	CENTOPLEX 2 EP Klüberplex BE 31-222
KFK2U-30	-30 °C +250 °C	BARRIERTA L 55/2
K3N-10	-20 °C +100 °C	CENTOPLEX 3
GP00-000 K-50	-20 °C +100 °C	Klüberplex GE 11-680
	-40 °C +120 °C	POLYLUBE WH2

Identificación de lubricante DIN 51502	Rango de temperatura de uso (aprox.)	Exxon Mobil
K2K-20	-20 °C +125 °C	Mobilux 2
KP2K-20	-20 °C +120 °C	Mobilux EP 2
KFK2U-30	-30 °C +250 °C	-----

FUENTE : ELABORACION PROPIA

TABLA 4.13.2 : TABLA DE GRASAS DE LA IMPRESORA

Identificación de lubricante DIN 51502	Rango de temperatura de uso (aprox.)	Exxon Mobil
K3N-10	-20 °C +100 °C	Mobilux 3
GP00-000 K-50	-20 °C +100 °C	Mobilux EP 004
KP2K-20	-40 °C +120 °C	-----

Identificación de lubricante DIN 51502	Rango de temperatura de uso (aprox.)	Shell
K2K-20	-20 °C +125 °C	Shell Alvania RL 2
KP2K-20	-20 °C +120 °C	Shell Alvania EP (LF) 2
KFK2U-30	-30 °C +250 °C	-----
K3N-10	-20 °C +100 °C	Shell Alvania RL 3
GP00-000 K-50	-20 °C +100 °C	-----
KP2K-20	-40 °C +120 °C	-----

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.8 RUTINAS y MPd DE LA MAQUINA

TABLA 4.14 : TABLA DE RUTINAS

ENVASES Y ENVOLTURAS		CUADRO DE OPERACIONES RUTINAS Y MPd DE MAQUINA		
ITEM	SISTEMA	ACTIVIDAD	MAQUINA	FRECUENCIA (Horas)
1	seguridad	MA	Verificacion de pulsadores de parada de emergencia de la maquina	16000
2	seguridad	MA	interruptor de seguridad con cierre	16000
3	seguridad	MA	interruptor de seguridad sin cierre	16000
4	grupo entintador	MPd	1	14976
5	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Cojinete del cilindro de formato lado accionamiento	1872
6	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Cojinete del cilindro de formato lado mando	1872
7	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Rodillo de trama lado accionamiento	1872
8	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Rodillo de trama lado de mando	1872
9	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Rodillo de presion grupo entintador lado accionamiento	1872
10	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Rodillo de presion grupo entintador lado mando	1872
11	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Rodillo guia grupo entintador	1872
12	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Soporte de silla husillo de grupo entintador	1872
13	grupo entintador	MPd	Cojinetes en el grupo entintador zona explosiva 1 Cojinete de apoyo accionamiento de husillo	1872
14	Grupo Impresor	MP	Cambio de correa dentada en el accionamiento del cilindro de contrapresion	3744
15	Grupo Impresor	MP	Limpieza manual del cilindro de contrapresion	3744
16	Grupo Impresor	MP	pupitre de mando colgante	3744
17	Grupo Impresor	MP	Ajuste de rasquetas	3744
18	Grupo Impresor	MP	Autocalibracion con el sleeve de calibracion	3744
19	Grupo Impresor	MP	eliminacion de la inclinacion del sleeve de rodillo de presion	3744
20	Grupo entintador	MP	Mantenimiento de caja turboclean	1872
21	Grupo entintador	MP	Ajuste de frecuencia en el turboclean	1872
22	Grupo entintador	MP	limpieza del termocambiador	1872
23	Grupo entintador	MP	comprobacion periodica de la instalacion del analizador de disolventes	4320
24	Grupo entintador	MP	Mantenimiento remoto de sensores de disolvente (realizarlo con personal de W&H)	4320
25	Grupo entintador	MP	revision del filtro del analizador de solventes	2000
26	Bobinador	MP	Verificacion de barrera de luz doble con cadena	3744
27	Bobinador	MP	Dispositivo de proteccion separadores bloqueados en bobinador Puertas protectoras	3744
28	Bobinador	MP	Dispositivo de proteccion separadores fijos en bobinador Rejillas protectoras	3744
29	Grupo Impresor	Seguridad	verificacion de puertas de vidrio	3744
30	Grupo Impresor	Seguridad	verificacion de puerta enrollable lado mando	3744
31	Grupo Impresor	Seguridad	verificacion de puerta enrollable lado accionamiento	3744
32	Grupo Impresor	Seguridad	verificacion de cadena de seguridad pasarela	3744
33	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Trampillas de descarga de presión en caso de explosión	3744
34	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Revision de Control de la temperatura redundante	3744
35	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Revision de Controlador de caudal	3744
36	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Revision de Dispositivo detector de gases para la vigilancia del compartimento de presión	3744
37	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Revision deDispositivo detector de gases para la vigilancia de los circuitos de secado	3744
38	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Revision de Dispositivo detector de gases para la regulacion de la concentracion de los circuitos de secado (opcional)	3744
39	secado	Seguridad	Inspeccion y Revision de los dispositivos de seguridad del secado de maquina Revision de Control de aire evacuado redundante	3744
40	secado	Seguridad	Revision de Tapas de descarga de presión de explosión	3744
41	secado	Seguridad	Dispositivo detector de gases Dispositivo detector de gases vigilancia del compartimento de presión	3744
42	secado	Seguridad	Dispositivo detector de gases Dispositivo detector de gases ciclo de secado secado intermedio de grupos entintadores	3744
43	secado	Seguridad	Dispositivo detector de gases Dispositivo detector de gases ciclo de secado túnel de secado	3744
44	secado	Seguridad	Inspeccion y revision de Sensor de temperatura	3744
45	secado	Seguridad	transmision de presion revision de Regulacion de aire evacuado	3744
46	secado	Seguridad	transmision de presion Control de aire evacuado redundante	3744
47	secado	Seguridad	Controlador de caudal de túnel de secado	3744
48	secado	Seguridad	Controlador de caudal secado intermedio de grupos entintadores	3744
49	secado	Seguridad	Estación de medición	3744
50	secado	Seguridad	bocina de advertencia	3744

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.9 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DETALLADO

TABLA 4.15 : PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2018 - Detalle																	
N°	ÁREA	MÁQUINA	CODIGO DE TRABAJO	DESCRIPCION	TIEM EST	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
1	IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TM1	LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL	8H		MP			MP			MP			MP			
	IMPRESIÓN		181TM2	MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DEL CUERPO DESBOBINADOR	2H		MP							MP					
	IMPRESIÓN		181TM3	MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DEL CUERPO REBOBINADOR	4H		MP							MP					
	IMPRESIÓN		181TM4	MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DEL CUERPO IMPRESOR /CALCE LONG Y TRANSVERSAL	8H						MP							MP	
	IMPRESIÓN		181TM5	MANTENIMIENTO DEL SHILLER, ESTABILIZADOR DE TEMPERATURA Y BOMBA HIDRAULICA	4H						MP							MP	
	IMPRESIÓN		.	LIMPIEZA DE DUCTOS INTERCUERPOS	4H										MP				
	IMPRESIÓN		181TE1	LIMPIEZA DEL TABLERO ELECTRICO	2h						MP								
	IMPRESIÓN		181TE2	MANTENIMIENTO DEL CONTROL ELECTRICO/ELECTRONICO DEL DESBOBINADOR	2h										MP				
	IMPRESIÓN		181TE3	MANTENIMIENTO DEL CONTROL Y EQUIPOS VARIADORES DEL REBOBINADOR	2h										MP				
	IMPRESIÓN		181TE4	MANTENIMIENTO DEL CONTROL Y EQUIPOS VARIADORES DEL CUERPO IMPRESOR	2h							MP							
	IMPRESIÓN		181TE5	ACCESORIOS: SHILLER SCANER COMPUTADORA, TRANSDUCTORES	2h			MP											

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.10 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DETALLADO



R-107131.1 Programa de mantenimiento preventivo

MAQUINA		AÑO			TRIMESTRE				
IMP.MIRAFLEX		2018			PRIMER				
TRABAJOS MECANICOS / SERVICIOS GENERALES	TRABAJO ELECTRICO /ELECTRONICO	CODIGO DE SERVICIO	FECHA ESTIMADA	FECHA LIMITE	TIEMPO ESTIMADO		FECHA REALIZADA	HORA DE INICIO	HORA FIN
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL		18ITM 126	5-Mar-18	28-Feb-18	8H	maquina parada			
LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL		18ITM 127	18-Feb-18	28-Feb-18	4H	maquina parada			
		18ITM 128	18-Feb-18	28-Feb-18	4H	maquina parada			
		18ITM 129	18-Feb-18	28-Feb-18	4H	maquina parada			
		18ITM 130	18-Feb-18	28-Feb-18	4H	maquina parada			
		18ITM 131	18-Feb-18	28-Feb-18	4H	maquina parada			
		0	18-Feb-18	0-Ene-00	5D	maquina parada			
					8H	maquina parada			
	LIMPIEZA DEL TABLERO ELECTRICO	18ITE118	18-Feb-18	28-Feb-18	3h	maquina parada			
	SISTEMA DE CALENTAMIENTO	18ITE119	18-Feb-18	28-Feb-18	2h	maquina parada			
	MANTENIMIENTO DEL CONTROL DEL MOTOR PRINCIPAL	18ITE120	19-Feb-18	28-Feb-18	2h	maquina parada			
	MANTENIMIENTO DE MOTORES AC Y DC	18ITE121	19-Feb-18	28-Feb-18	2h	maquina parada			
	MANTENIMIENTO CONTROL DE MOTORES DESB/REBOBINADORES	18ITE122	19-Feb-18	28-Feb-18	2h	maquina parada			
	MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL DE LA TRATADORA	18ITE123	19-Feb-18	28-Feb-18	2h	maquina parada			
			19-Feb-18	28-Feb-18	2h	maquina parada			
Elaborado Miguel Lozano		Aprobado Julio chau			Programado				

Rev. :01

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.11 LISTA DE ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TABLA 4.17: LISTA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2018

ÁREA	MÁQUINA	CODIGO DE TRABAJO	DESCRIPCION	TIEM EST	ESTADO DE MAQUINA	mecanico													
						limpieza	nivelacion	lubricacion	fajas	cadena	polines	rodillo	piñones	rodamientos	correderas	sistema hidraulico	accesorios hidraulicos	sistema eumatico	accesorios eumaticos
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TM1	LIMPIEZA Y LUBRICACION GENERAL	8H	maquina parada	si	na	si	na	na	si	si	si	si	si	si	si	si	
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TM2	MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DEL CUERPO DE SOBINADOR	2H	maquina parada	si	na	si	si	na	si	si	si	si	na	na	si	si	
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TM3	MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DEL CUERPO DE BOBINADOR	4H	maquina parada	si	na	si	na	si	si	na	si	si	na	na	si	si	
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TM4	MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DEL CUERPO IMPRESOR / CALCELONG Y TRANSVERSAL	8H	maquina parada	si	na	si	si	na	na	si	si	si	na	na	si	si	
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TM5	MANTENIMIENTO DEL SHILLER, ESTABILIZADOR DE TEMPERATURA Y BOMBA HIDRAULICA	4H	maquina parada	si	na	na	na	na	na	na	na	si	na	si	si	na	na
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	.	LIMPIEZA DE DUCTOS INTERCUERPOS	4H	maquina parada	si	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	

ÁREA	MÁQUINA	CODIGO DE TRABAJO	DESCRIPCION	TIEM EST	ESTADO DE MÁQUINA
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE2	MANTENIMIENTO DEL CONTROL ELECTRICO/ELECTRONICO DEL DESBOBINADOR	2h	maquina parada
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE3	MANTENIMIENTO DEL CONTROL Y EQUIPOS VARIADORES DEL REBOBINADOR	2h	maquina parada
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE4	MANTENIMIENTO DEL CONTROL Y EQUIPOS VARIADORES DEL CUERPO IMPRESOR	2h	maquina parada
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE5	ACCESORIOS: SHILLER SCANER COMPUTADORA, TRANSDUCTORES	2h	maquina parada

motores										
ruido extraño	reslamiento	bornera	terminales	damientos	carbones	filtros	cables	anclaje	reductores	desgaste
si	si	si	si	si	na	si	si	si	na	si
si	si	si	si	si	na	si	si	si	na	si
si	si	si	si	si	na	si	si	si	na	si
si	si	si	si	si	na	si	si	si	na	si

ÁREA	MÁQUINA	CODIGO DE TRABAJO	DESCRIPCION	TIEM EST	ESTADO DE MÁQUINA	tableros electricos												
						limpieza	pulverizado	estado de borneras	ajuste de terminales	estado de fusibles	laveros	termicas	contactores	reles	relays	lamparas	señalización	sensores
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE1	LIMPIEZA DEL TABLERO ELECTRICO	2h	maquina parada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE2	MANTENIMIENTO DEL CONTROL ELECTRICO/ELECTRONICO DEL DESBOBINADOR	2h	maquina parada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE3	MANTENIMIENTO DEL CONTROL Y EQUIPOS VARIADORES DEL REBOBINADOR	2h	maquina parada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE4	MANTENIMIENTO DEL CONTROL Y EQUIPOS VARIADORES DEL CUERPO IMPRESOR	2h	maquina parada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
IMPRESIÓN	IMP.MIRAFLEX	181TE5	ACCESORIOS: SHILLER SCANER COMPUTADORA, TRANSDUCTORES	2h	maquina parada	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.13 MANTENIMIENTO RUTINARIO DE LA IMPRESORA

TABLA 4.19: FORMATO DE MANTENIMIENTO RUTINARIO



Mantenimiento Rutinario - MIRAFLEX

Operario:

Area: Fabrica de envolturas

MAQUINA: IMPRESORA WINDMOLLER

MODELO: MIRAFLEX

Mes

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	TURNO														
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Verificar fuga de aire y racor.	EQUIPO ENERGIZADO															
2	Verificar la frecuencia de las bombas.	EQUIPO ENERGIZADO															
3	Limpieza de filtro de chiller.	EQUIPO ENERGIZADO															
4	Verificar los polines.	EQUIPO ENERGIZADO															
5	Verificar la presión de gas.	EQUIPO ENERGIZADO															
6	Verificar el teclé.	EQUIPO ENERGIZADO															
8	Verificar el estado de la cadena.	EQUIPO APAGADO															
9	Verificar el estado de los rodillos pisadores.	EQUIPO APAGADO															
10	Verificar el estado de las fajas.	EQUIPO APAGADO															
11	Verificar el estado de las poleas.	EQUIPO APAGADO															
12	Limpiar los sensores de proximidad.	EQUIPO APAGADO															
14	Verificar el nivel del gas toxico	EQUIPO ENERGIZADO															
15	Limpieza del lente del scanner.	EQUIPO APAGADO															
16	Verificar que la temperatura del termotrol este en 31°C	EQUIPO ENERGIZADO															
17	Verificar la presión del compresor interior	EQUIPO ENERGIZADO															
18	Verificar la temperatura del tambor (34° a 35° C)	EQUIPO ENERGIZADO															
Verificación del Supervisor de Cadena																	
Verificación del Area de Confiabilidad																	

NOTA: Marcar con (Check) si se cumple con las especificaciones y anotar las observaciones.

OBSERVACIONES	ACCIONES

Jefe de Area _____ Jefe de Mant. _____
 Coord. Mant. _____ Tecnico _____

INSTRUCCIONES DEL LLENADO
 (Son las instrucciones para llenar un registro, las cuales debe cumplir el usuario como buenas prácticas.)
 Los registros deben ser legibles, fácilmente identificables y recuperables. La información registrada debe ser con tinta indeleble.
 Los registros no deben contener espacios en blanco. En caso hubiese recuadros que no son llenados, debe colocarse una línea horizontal u oblicua dentro del recuadro.
 En caso de usar hojas recicladas para registros, deberá tacharse el reverso de la hoja.
 El control de cambios se realiza de la siguiente manera:
 -Tachar con una diagonal sobre el dato.
 -Escribir el dato correcto a un costado del error tachado.
 -Colocar sus iniciales (del nombre y apellido) al costado del dato correcto y la fecha.
 Nota: No se debe utilizar corrector líquido ni borrador.

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6.15 LISTADO DE REPUESTOS DE LA IMPRESORA MIRAFLEX
TABLA 4.21: Repuestos Críticos De La Impresora Miraflex

ENVASES Y ENVOLTURAS		LISTADO DE REPUESTOS DE MAQUINA															
Item	DESCRIPCION	criticidad del repuesto	und	Cantidad /Uso	Stock Mínimo	costo unitario S/.	costo unitario \$	Costo total Mínimo S/.	Costo total Mínimo \$	stock/actual	costo de stock S/.	costo de stock \$	diferencia stock	Stock faltante	costo de stock faltante S/.	costo de stock faltante \$	Tiempo de llegada
1	Tarjeta Indexer - PN 3503 1314	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 250.0	S/ -	\$ 250.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$250.00	6 semanas
2	Servomotor de Posición - PN 3504 7828	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 500.0	S/ -	\$ 500.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$500.00	6 semanas
3	Tarjeta Interface del Encoder - PN 3503 4728	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 100.0	S/ -	\$ 100.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$100.00	6 semanas
4	Tarjeta Interface del Encoder - PN 3502 5068	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 100.0	S/ -	\$ 100.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$100.00	6 semanas
5	Tarjeta Interface del Encoder - PN 3503 6420	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 100.0	S/ -	\$ 100.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$100.00	6 semanas
6	Relé PN 3504 0126	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 20.0	S/ -	\$ 20.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$20.00	6 semanas
7	modulo invertir I0330S código eléctrico F40. D15 - N01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
8	modulo invertir I0220D código eléctrico F42A. D03 - N01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
9	modulo invertir I0500 código eléctrico F20. D01 - BP1 - U01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
10	modulo invertir I0320 código eléctrico F19. D01 - A02	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
11	modulo invertir I0880 código eléctrico F19. D01 - A01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
12	modulo invertir I0055D código eléctrico F30A. D10 - N01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
13	modulo invertir I0110D código eléctrico F40. D25 - N01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
14	modulo invertir I0014S código eléctrico W90. D14 - N01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
15	fuelle poder P360 código eléctrico F31. D03 - U00 - U06	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 250.0	S/ -	\$ 250.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$250.00	6 semanas
16	Tarjeta electrónica I902S código eléctrico F31. D03 - U00 - U05	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 250.0	S/ -	\$ 250.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$250.00	6 semanas
17	Modulo plc b&r X20 IF 2772 código eléctrico F31. D02 - D00 - A04	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
18	modulo plc b&r X20 DI 9371 código eléctrico F31. D02 - D01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
19	modulo plc b&r X20 D0 9322 código eléctrico F31. D02 - D02	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
20	modulo eléctrico plc b&r X20 PS 2100 código eléctrico F31. D02 - D10	1	und	2.00	1	S/ -	\$ 150.0	S/ -	\$ 150.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$150.00	6 semanas
21	Drive ACOPOS 1010 código eléctrico F42A. D02 - N00	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 400.0	S/ -	\$ 400.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$400.00	6 semanas
22	Drive ACOPOS INVERTER P84 código eléctrico F60. D06 - N01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 400.0	S/ -	\$ 400.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$400.00	6 semanas
23	Drive ACOPOS MULTI 8BVF código eléctrico F19. D01 - Z01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 400.0	S/ -	\$ 400.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$400.00	6 semanas
24	Cámara BST ELECTROMAT tipo: kamera g12.9x7.2s - 2700	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 700.0	S/ -	\$ 700.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$700.00	6 semanas
25	CPU BST ELECTROMAT tipo: g12 controller serie: bg.00.046.114	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 500.0	S/ -	\$ 500.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$500.00	6 semanas
26	Correa dentada del Servo Motor de posición - PN 35050019	1	und	8.00	2	S/ 150.0	\$ -	S/ 300.0	\$ -	0	S/ -	\$0.00	2	2	S/ 300.00	\$0.00	4 semanas
27	Correa dentada del motor Infeed - PN 3505 6540	1	und	1.00	2	S/ 150.0	\$ -	S/ 300.0	\$ -	0	S/ -	\$0.00	2	2	S/ 300.00	\$0.00	4 semanas
28	Correa dentada del motor Outfeed Chill Roll - PN 3505 6474	1	und	1.00	2	S/ 150.0	\$ -	S/ 300.0	\$ -	0	S/ -	\$0.00	2	2	S/ 300.00	\$0.00	4 semanas
29	Sensor del Concentración del Solventes - Código Eléctrico F 60. D27 - B01	1	und	1.00	1	S/ -	\$ 200.0	S/ -	\$ 200.0	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 0.00	\$200.00	4 semanas

LISTADO DE REPUESTOS DE MAQUINA

Item	DESCRIPCION	criticidad del repuesto	und	Cantidad /Uso	Stock Minimo	costo unitario S/.	costo unitario \$	Costo total Minimo S/.	Costo total Minimo \$	stock/actual	costo de stock S/.	costo de stock \$	diferencia stock	Stock faltante	costo de stock faltante S/.	costo de stock faltante \$	Tiempo de llegada
30	BOMBA DE MEMBRANA	2	und	1.00	1	S/ -	S/ 800.0	S/ -	\$ 800.0	1	S/ -	\$800.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	stock
31	FAJA PLANA CERRADA 1.2X52X9810	2	und	1.00	2	S/ 300.0	S/ -	S/ 600.0	\$ -	1	S/ 300.00	\$0.00	1	1	S/. 300.00	\$0.00	stock
32	FILTRO DE AIRE DE TEFLON	2	und	1.00	1	S/ 200.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	1	S/ 200.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	stock
33	FAJA DENTADA 1552-8M-22MM	2	und	1.00	2	S/ 200.0	S/ -	S/ 400.0	\$ -	1	S/ 200.00	\$0.00	1	1	S/. 200.00	\$0.00	stock
34	SILENCIADOR NEUMATICO ROSCA	2	und	1.00	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	1	S/ 50.00	\$0.00	1	1	S/. 50.00	\$0.00	stock
35	amplificador de conmutacion	2	und	2.00	1	S/ 150.0	S/ -	S/ 150.0	\$ -	2	S/ 300.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	stock
36	modulo switch de proximidad de unb peligrosa bartec	2	und	2.00	1	S/ 250.0	S/ -	S/ 250.0	\$ -	2	S/ 500.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	stock
37	ojo electronico sick	2	und	1	1	S/ 200.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	1	S/ 200.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	stock
38	senso de proximidad sick	2	und	1	1	S/ 200.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	1	S/ 200.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	stock
39	Enchufe con seguro Bartec	3	und	2	1	S/ 50.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	2	S/ 100.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
40	Contactora 380 V siemens	3	und	4	1	S/ 200.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	4	S/ 800.00	\$0.00	-3	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
41	contacto auxiliar 5 -30 vdc	3	und	7	1	S/ 200.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	7	S/ 1,400.00	\$0.00	-6	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
42	interruptor de una sola linea 230-400v	3	und	6	1	S/ 200.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	6	S/ 1,200.00	\$0.00	-5	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
43	limitador de tension de 12 -250 vdc	3	und	4	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	4	S/ 400.00	\$0.00	-3	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
44	fusible 200 amp siemens	3	und	3	2	S/ 150.0	S/ -	S/ 300.0	\$ -	3	S/ 450.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
45	fusible 100 amp	3	und	3	2	S/ 100.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	3	S/ 300.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
46	fusible 50 amp	3	und	3	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	3	S/ 150.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
47	fusible 35 amp	3	und	3	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	3	S/ 150.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
48	conector 5 pines circular	3	und	4	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	4	S/ 200.00	\$0.00	-2	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
49	fusible 35 amp 700 vol tipo cartucho	3	und	3	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	3	S/ 150.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
50	fusible 10 amp 700 vol tipo cartucho	3	und	2	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	2	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
51	fusible 50a mp 700 vol tipo cartucho	3	und	8	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	8	S/ 400.00	\$0.00	-6	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
52	fusible 30 amp 600 vol 10x38 tipo cartucho	3	und	4	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	4	S/ 200.00	\$0.00	-2	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
53	fusible 10 amp 400 vol tipo botella	3	und	22	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	22	S/ 1,100.00	\$0.00	-20	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
54	boton de emergencia	3	und	2	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	2	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
55	rele OMRDN 24 vdc	3	und	2	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	2	S/ 200.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
56	paquete de adaptadores 1x 250	3	und	4	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	4	S/ 400.00	\$0.00	-3	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
57	contactora siemens 24 vdc	3	und	4	2	S/ 200.0	S/ -	S/ 400.0	\$ -	4	S/ 800.00	\$0.00	-2	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
58	interruptor unipolar 6 amp siemens	3	und	4	2	S/ 100.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	4	S/ 400.00	\$0.00	-2	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
59	interruptor unipolar 10 amp siemens	3	und	2	2	S/ 100.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	2	S/ 200.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
60	fusible tipo cartucho 10 amp 250 vol siemens	3	und	2	2	S/ 50.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	2	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato

LISTADO DE REPUESTOS DE MAQUINA

Item	DESCRIPCION	criticidad del repuesto	und	Cantidad /Uso	Stock Mínimo	costo unitario S/.	costo unitario \$	Costo total Mínimo S/.	Costo total Mínimo \$	stock/actual	costo de stock S/.	costo de stock \$	diferencia stock	Stock faltante	costo de stock faltante S/.	costo de stock faltante \$	Tiempo de llegada
61	pinos para conectar 4x250 terminal adaptador	3	und	1000	20	S/ 5.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	1000	S/ 5,000.00	\$0.00	-980	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
62	relay 24 vdc omran g2rv-1-s	3	und	2	2	S/ 100.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	2	S/ 200.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
63	rollo manguera neumatica n6	3	und	5	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	5	S/ 500.00	\$0.00	-4	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
64	rollo manguera neumatica n 8	3	und	8	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	8	S/ 800.00	\$0.00	-7	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
65	rollo manguera neumatica n 10	3	und	1	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	1	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
66	cable multipolar morado de 8 hilos	3	und	3	2	S/ 300.0	S/ -	S/ 600.0	\$ -	3	S/ 900.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
67	rollo de esponja negra 6319300	3	und	4	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	4	S/ 160.00	\$0.00	-3	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
68	caja de racor varios	3	und	1	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	1	S/ 40.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
69	manguera corta parker 1/2 y niple	3	und	1	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	1	S/ 40.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
70	accesorio brida para tubos variados	3	und	28	20	S/ 40.0	S/ -	S/ 800.0	\$ -	28	S/ 1,120.00	\$0.00	-8	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
71	protector de jebe blanco	3	und	1	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	1	S/ 40.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
72	reten varias medidas	3	und	1	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	1	S/ 40.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
73	get conectd	3	und	1	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	1	S/ 40.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
74	boton de emergencia	3	und	1	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	1	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
75	set de rodillo friess	3	und	1	1	S/ 50.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	1	S/ 50.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
76	Válvulas Solenoides - Código Eléctrico F60. D27 - Y01	3	und	0	1	S/ 150.0	S/ -	S/ 150.0	\$ -	0	S/ -	\$0.00	1	1	S/. 150.00	\$0.00	inmediato
77	abrazadera	3	und	2	4	S/ 20.0	S/ -	S/ 80.0	\$ -	2	S/ 40.00	\$0.00	2	2	S/. 40.00	\$0.00	inmediato
78	conectores circulares con pines	3	und	4	4	S/ 50.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	4	S/ 200.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
79	cable ethernet	3	und	3	2	S/ 300.0	S/ -	S/ 600.0	\$ -	3	S/ 900.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
80	prensaestopa m20-1.5 plastico	3	und	4	4	S/ 25.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	4	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
81	prensaestopa m16-1.5 plastico	3	und	4	4	S/ 25.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	4	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
82	prensaestopa m16-1.5 metal	3	und	3	4	S/ 25.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	3	S/ 75.00	\$0.00	1	1	S/. 25.00	\$0.00	inmediato
83	bornera de presion 2.5 (2 contactos)	3	und	20	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	20	S/ 500.00	\$0.00	-18	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
84	bornera simple 10 mm	3	und	10	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	10	S/ 250.00	\$0.00	-8	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
85	bornera para tierra 35mm2	3	und	1	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	1	S/ 25.00	\$0.00	1	1	S/. 25.00	\$0.00	inmediato
86	bornera para tierra 10mm2	3	und	1	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	1	S/ 25.00	\$0.00	1	1	S/. 25.00	\$0.00	inmediato
87	conector 24 pines azul	3	und	10	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	10	S/ 250.00	\$0.00	-8	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
88	conector 24 pines gris	3	und	12	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	12	S/ 300.00	\$0.00	-10	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
89	bornera simple 2.5mm2	3	und	21	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	21	S/ 525.00	\$0.00	-19	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
90	cable apantallado 3x14 awg 14 mts	3	und	1	2	S/ 300.0	S/ -	S/ 600.0	\$ -	1	S/ 300.00	\$0.00	1	1	S/. 300.00	\$0.00	inmediato

LISTADO DE REPUESTOS DE MAQUINA

Item	DESCRIPCION	criticidad del repuesto	und	Cantidad /Uso	Stock Minimo	costo unitario S/.	costo unitario \$	Costo total Minimo S/.	Costo total Minimo \$	stock/actual	costo de stock S/.	costo de stock \$	diferencia stock	Stock faltante	costo de stock faltante S/.	costo de stock faltante \$	Tiempo de llegada
91	bornera para tierra 2.5mm2	3	und	6	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	6	S/ 150.00	\$0.00	-4	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
92	bornera simple 35mm2	3	und	3	2	S/ 25.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	3	S/ 75.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
93	cable señal con conector 5 pines	3	und	1	2	S/ 250.0	S/ -	S/ 500.0	\$ -	1	S/ 250.00	\$0.00	1	1	S/. 250.00	\$0.00	inmediato
94	cable señal con conector 5 pines	3	und	1	2	S/ 250.0	S/ -	S/ 500.0	\$ -	1	S/ 250.00	\$0.00	1	1	S/. 250.00	\$0.00	inmediato
95	conector 5 pines (negro)	3	und	3	2	S/ 20.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	3	S/ 60.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
96	cable señal con conector 3 pines (naranja)	3	und	4	2	S/ 250.0	S/ -	S/ 500.0	\$ -	4	S/ 1,000.00	\$0.00	-2	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
97	cable señal con conector macho hembra 3 pines	3	und	1	2	S/ 250.0	S/ -	S/ 500.0	\$ -	1	S/ 250.00	\$0.00	1	1	S/. 250.00	\$0.00	inmediato
98	cable vulcanizado trifasico 7 mts	3	und	1	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	1	S/ 100.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
99	rollo de manguera 3/4 takflex mas accesorios	3	und	10	1	S/ 100.0	S/ -	S/ 100.0	\$ -	10	S/ 1,000.00	\$0.00	-9	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
100	cd manual s490011	3	und	1	1	S/ 50.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	1	S/ 50.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
101	tapas baldes de tinta	3	und	2	1	S/ 50.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	2	S/ 100.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
102	cable con chuck de 7 pines hembra	3	und	2	1	S/ 250.0	S/ -	S/ 250.0	\$ -	2	S/ 500.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
103	uniones 1/2 conectores m 304-150	3	und	9	1	S/ 50.0	S/ -	S/ 50.0	\$ -	9	S/ 450.00	\$0.00	-8	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
104	loctite s77	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
105	alexit 100 gr	3	und	3	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	3	S/ 90.00	\$0.00	-2	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
106	jefe protector 5 mts	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
107	tagig mas pvc kleber	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
108	gasa	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
109	conector 90° de 1/2	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
110	loctite sf7240	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
111	rejillas 4.5 cm x10cm	3	und	4	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	4	S/ 120.00	\$0.00	-3	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
112	rejillas 10.5 cm x20 cm	3	und	4	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	4	S/ 120.00	\$0.00	-3	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
113	conexión 3/4 con niples de 1/4	3	und	1	1	S/ 30.0	S/ -	S/ 30.0	\$ -	1	S/ 30.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
114	pernos con cabeza coche	3	und	100	10	S/ 20.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	100	S/ 2,000.00	\$0.00	-90	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
115	tuercas	3	und	100	10	S/ 20.0	S/ -	S/ 200.0	\$ -	100	S/ 2,000.00	\$0.00	-90	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
116	bolsas de pernos madeidas varias	3	und	1	1	S/ 20.0	S/ -	S/ 20.0	\$ -	1	S/ 20.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
117	brocha	3	und	1	1	S/ 10.0	S/ -	S/ 10.0	\$ -	1	S/ 10.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
118	regal de madera 30 cm	3	und	1	1	S/ 10.0	S/ -	S/ 10.0	\$ -	1	S/ 10.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
119	lonas inoxidables	3	und	2	1	S/ 10.0	S/ -	S/ 10.0	\$ -	2	S/ 20.00	\$0.00	-1	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
120	llave armable hexagonales 10 x 8	3	und	1	1	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	\$ -	1	S/ 40.00	\$0.00	0	0	S/. 0.00	\$0.00	inmediato
TOTAL								S/ 14,450.0	\$ 6,770.0		S/ 32,845.00	\$800.00			S/. 2,765.00	\$5,970.00	

FUENTE : ELABORACION PROPIA

V. RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Se analizaron los datos de la Implementación del RCM en la Impresora Miraflex en el año 2018 teniendo los siguientes resultados:

TABLA 5.1 : CUADRO ESTADISTICOS DEL 2017

Tiempo en MC de maquinas vs Mes													
Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Mantto Correctivo Acumulado
FX.2108	11	7	8	10	9	9	9	5	8	7	8	7	97
FX.F2MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FX.FJR8	8	7	9	4	7	7	7	6	7	7	7	7	82
FX.MFLEX	26	8	12	15	10	24	14	26	18	18	20	19	209
FX.DIGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total mensual del horas	45	22	29	29	26	39	29	37	33	32	34	33	388

# Fallas en MC de maquinas vs Mes													
Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Numero de Fallas Acumulado
FX.2108	13	14	19	19	16	17	18	18	17	17	17	17	203
FX.F2MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FX.FJR8	14	16	17	11	15	15	14	14	14	14	14	14	172
FX.MFLEX	15	16	40	43	29	32	36	35	21	15	17	15	313
FX.DIGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total mensual # fallas	42	46	76	73	59	64	68	66	52	47	49	46	688

Tiempo en OPERACION de maquinas vs Mes													
Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	horas Acumulado
FX.2108	460	456	378.5	556.5	566.4	587.8	613.39	599.14	513.41	589.03	579.11	507.4	
FX.F2MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FX.FJR8	484.5	334.12	457.6	552.5	425.41	457.18	442.41	473.17	469.37	449.54	460.53	458.62	
FX.MFLEX	426.8	565.3	576.3	523.1	534	519.5	613.4	609.2	567.34	588.5	615.15	548.45	
FX.DIGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total mensual HORAS	1371	1355	1412	1632	1526	1564	1669	1682	1550	1627	1655	1514	18559

TIEMPO PLANIFICADO													
Area	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	horas Acumulado
Extrusion	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	624	7488

Fuente : Elaboración Propia

% DE FALLA

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% Promedio
FX.2108	2%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.7%
FX.F2MB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
FX.FJR8	2%	2%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.5%
FX.MFLEX	6%	1%	2%	3%	2%	5%	2%	4%	3%	3%	3%	3%	3.2%
FX.DIG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%

MTBF Máquinas

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
FX.2108	35	33	20	29	35	34	34	34	30	34	33	29	32
FX.F2MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FX.FJR8	35	21	27	50	29	31	31	35	33	32	33	33	32
FX.MFLEX	28	35	14	12	19	16	17	18	27	39	36	37	25
FX.DIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MTRR Máquinas

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
FX.2108	0.85	0.50	0.42	0.53	0.54	0.52	0.48	0.29	0.48	0.40	0.43	0.42	0.5
FX.F2MB	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
FX.FJR8	0.57	0.44	0.53	0.40	0.49	0.47	0.48	0.46	0.48	0.47	0.47	0.47	0.5
FX.MFLEX	1.73	0.50	0.30	0.35	0.35	0.74	0.38	0.75	0.84	1.20	1.16	1.27	0.8
FX.DIG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente : Elaboración Propia

DISPONIBILIDAD Área impresión

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio
Impresión	97%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

MTBF área Impresión

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
Impresión	33	29	19	22	26	25	25	26	30	35	34	33	28

MTRR ÁREA Impresión

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
Impresión	1.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6

DISPONIBILIDAD Máquinas

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% PROMEDIO
FX.2108	98%	98%	98%	98%	98%	98%	99%	99%	98%	99%	99%	99%	98%
FX.F2MB													
FX.FJR8	98%	98%	98%	99%	98%	99%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	98%
FX.MFLEX	94%	99%	98%	97%	98%	96%	98%	96%	97%	97%	97%	97%	97%
FX.DIG													

UTILIZACION Máquinas

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
FX.2108	74%	73%	61%	89%	91%	94%	98%	96%	82%	94%	93%	81%	86%
FX.F2MB	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
FX.FJR8	78%	54%	73%	89%	68%	73%	71%	76%	75%	72%	74%	73%	73%
FX.MFLEX	68%	91%	92%	84%	86%	83%	98%	98%	91%	94%	99%	88%	89%
FX.DIG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente : Elaboración Propia

Gastos anual de Mantenimiento del 2017									
MES	COMBUSTIBLES LUBRICANTES	MANTENIMIENTO BIENES Y SERVICIOS	REPUESTOS	MATERIALES	MUDANZA	ACTIVO	GLP	manto	
Ene	S/. 4,426	S/. 12,810	S/. 28,420	S/. 17,778	S/ 44,397.34	S/. 80,709	S/. 10,928	S/	107,830.87
Feb	S/. 1,530	S/. 5,753	S/. 11,493	S/. 8,876	S/ 10,231.75	S/ -	S/. 11,044	S/	37,883.25
Mar			S/. 10,676	S/. 1,568		S/ -	S/. 12,684	S/	12,244.41
Abr	S/. 82	S/. 18,705	S/. 44,231	S/. 7,391		S/. 84,024	S/. 11,951	S/	70,408.54
May	S/. 966	S/. 32,748	S/. 28,936	S/. 6,755		S/. 228,971	S/. 12,508	S/	69,405.39
Jun	S/. 966	S/. 17,897	S/. 12,884	S/. 14,394		S/. 273,858	S/. 11,841	S/	46,140.94
Jul	S/. 4,052	S/. 12,987	S/. 13,889	S/. 14,106		S/. 96,599	S/. 12,429	S/	45,033.81
Ago		S/. 17,048	S/. 23,681	S/. 9,333	S/ 27,314.55	S/ -	S/. 20,660	S/	77,375.85
Set		S/. 10,002	S/. 23,737	S/. 12,895	S/ 18,773.15	S/ -	S/. 141,837	S/	65,406.90
Oct	S/. 966	S/. 17,765	S/. 15,814	S/. 6,767	S/ 23,043.85	S/ -	S/. 16,221	S/	64,355.87
Nov		S/. 20,956	S/. 13,426	S/. 12,905	S/ 23,043.85	S/ -	S/. 258,693	S/	70,331.38
Dic	S/. 82	S/. 23,555	S/. 14,369	S/. 15,337	S/ 23,043.85	S/ -	S/. 40,093	S/	76,385.76
Total general	S/ 13,069.61	S/ 190,226.21	S/ 241,554.84	S/ 128,103.97	S/ 169,848.32	S/ 1,241,664.14	S/ 147,551.74	S/	742,802.95
Gastos anual de Mantenimiento del area de Impresion del 2017									
MES	COMBUSTIBLES LUBRICANTES	MANTENIMIENTO BIENES Y SERVICIOS	REPUESTOS	MATERIALES	MUDANZA	ACTIVO	GLP	manto	
Ene	S/ 1,350.00	S/ 315.00	S/ 6,148.12	S/ 9,520.60		S/ 8,976.19	S/ 5,074.93	S/	17,333.72
Feb			S/ 4,018.27	S/ 6,406.45			S/ 5,848.15	S/	10,424.72
Mar			S/ 6,184.10	S/ 432.96			S/ 6,796.65	S/	6,617.06
Abr	S/ 81.62	S/ 2,899.88	S/ 11,486.13	S/ 4,539.70		S/ 75,899.32	S/ 6,075.51	S/	19,007.33
May	S/ 966.00	S/ 2,523.31	S/ 9,243.31	S/ 2,959.46		S/ 160,031.56	S/ 7,743.13	S/	15,691.77
Jun	S/ 966.00	S/ 2,650.00	S/ 2,365.57	S/ 11,002.35			S/ 6,592.20	S/	16,983.92
Jul	S/ 2,128.00	S/ 7,686.17	S/ 5,378.53	S/ 9,833.79			S/ 6,364.18	S/	25,026.49
Ago		S/ 6,089.00	S/ 13,219.78	S/ 6,124.15			S/ 6,339.85	S/	25,432.93
Set		S/ 2,466.00	S/ 7,791.59	S/ 8,066.79		S/ 237.29	S/ 10,088.33	S/	18,324.38
Oct	S/ 966.00	S/ 2,398.50	S/ 4,796.48	S/ 2,867.28		S/ 16,221.44	S/ 7,021.69	S/	11,028.26
Nov		S/ 905.00	S/ 2,892.69	S/ 3,797.11		S/ 14,254.30	S/ 6,320.12	S/	7,594.80
Dic	S/ 81.62	S/ 2,713.00	S/ 5,652.56	S/ 9,883.74	S/ 3,500.00		S/ 7,728.60	S/	21,830.92
Total general	S/ 6,539.24	S/ 30,645.55	S/ 79,177.13	S/ 75,434.38	S/ 3,500.00	S/ 275,620.10	S/ 81,993.34	S/	195,296.30
Gastos anual de Mantenimiento de la Impresora Miraflex									
MES	COMBUSTIBLES LUBRICANTES	MANTENIMIENTO BIENES Y SERVICIOS	REPUESTOS	MATERIALES	MUDANZA	ACTIVO	GLP	manto	
Ene	S/ 1,350.00		S/ 1,090.86	S/ 2,274.77		S/ 4,894.99	S/ 2,691.96	S/	4,715.63
Feb			S/ 801.28	S/ 3,964.16			S/ 3,526.97	S/	4,765.44
Mar			S/ 1,332.22	S/ 158.39			S/ 3,992.11	S/	1,490.61
Abr	S/ 81.62	S/ 1,226.88	S/ 2,262.11	S/ 719.76		S/ 28,610.45	S/ 3,630.41	S/	4,290.37
May	S/ 966.00		S/ 2,847.81	S/ 1,526.49		S/ 22,971.51	S/ 4,354.19	S/	5,340.30
Jun	S/ 966.00	S/ 6,500.00	S/ 1,324.61	S/ 3,464.76			S/ 3,721.03	S/	12,255.37
Jul	S/ 2,128.00	S/ 1,585.00	S/ 2,038.01	S/ 1,999.72			S/ 3,630.72	S/	7,750.73
Ago			S/ 1,663.20	S/ 2,662.77			S/ 3,533.01	S/	4,325.97
Set			S/ 651.28	S/ 4,495.91		S/ 237.29	S/ 5,875.27	S/	5,147.19
Oct	S/ 966.00	S/ 1,450.00	S/ 787.94	S/ 2,437.97		S/ 16,221.44	S/ 4,243.75	S/	5,641.91
Nov		S/ 600.00	S/ 4,850.00	S/ 1,764.27		S/ 14,254.30	S/ 3,919.07	S/	7,214.27
Dic	S/ 1,350.00	S/ 4,800.00	S/ 2,254.48	S/ 8,172.86	S/ 3,500.00		S/ 5,111.79	S/	20,077.34
Total general	S/ 7,807.62	S/ 16,161.88	S/ 21,903.80	S/ 33,641.83	S/ 3,500.00	S/ 87,189.98	S/ 48,230.28	S/	83,015.13

Fuente : Elaboración Propia

5.2 RESULTADOS ESTADISTICOS RELACIONADOS A LA IMPRESORA MIRAFLEX 2018

TABLA 5.2: CUADRO ESTADISTICOS 2018

Tiempo en MC de maquinas vs Mes

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Mantto Correctivo Acumulado
FX.2108	14	6	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	41
FX.F2MB	0	4	16	16	0	8	4	4	7	1	9	3	75
FX.FJR8	7	9	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	31
FX.MFLEX	3	1	5	16	6	6	4	1	2	4	3	0	51
FX.DIGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
Total mensual del horas	24	19	44	45	6	15	8	5	9	4	18	4	202

Fallas en MC de maquinas vs Mes

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Numero de Fallas Acumulado
FX.2108	30	13	24	22	0	0	0	0	0	0	0	0	89
FX.F2MB	0	9	40	43	5	19	8	18	7	4	39	17	209
FX.FJR8	17	21	25	8	0	0	0	0	0	0	0	0	71
FX.MFLEX	12	3	4	16	12	19	12	7	4	8	4	1	102
FX.DIGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total mensual # fallas	59	46	93	89	17	38	20	25	11	12	44	18	472

Tiempo en OPERACION de maquinas vs Mes

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	horas Acumulado
FX.2108	429.01	140.1	476.6	289.8	0	0	0	0	0	0	0	0	
FX.F2MB	0	49.2	495.5	603.5	639.9	581.19	613.51	638.45	582.52	586.4	585.13	552.52	
FX.FJR8	549.8	515.23	555	241.1	0	0	0	0	0	0	0	0	
FX.MFLEX	609.5	552.56	199	385.32	639.8	570.19	585.29	612.2	582.21	601.46	599	544.34	
FX.DIGI	0	0	0	0	0	215.33	120.59	305.38	170.15	526.8	380.12	291.18	
Total mensual HORAS	1588	1257	1726	1520	1280	1367	1319	1556	1335	1715	1564	1388	17615

TIEMPO PLANIFICADO

Area	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	horas Acumulado
Extrusion	624	624	624	624	624	624	624	648	600	624	624	624	7488

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 5.3 : RESULTADOS DE INDICADORES DE LA IMPRESORA MIRAFLEX

% DE FALLA													
Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% Promedio
FX.2108	3%	4%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.1%
FX.F2MB		7%	3%	3%	0%	1%	1%	1%	1%	0%	2%	1%	1.8%
FX.FJR8	1%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.6%
FX.MFLEX	0%	0%	3%	4%	1%	1%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	1.0%
FX.DIG	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0.1%

MTBF Máquinas													
Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
FX.2108	14	11	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	5
FX.F2MB	0	5	12	14	128	31	77	35	83	147	15	33	48
FX.FJR8	32	25	22	30	0	0	0	0	0	0	0	0	9
FX.MFLEX	51	184	50	24	53	30	49	87	146	75	150	544	120
FX.DIG	0	0	0	0	0	215	121	305	170	527	380	291	167

MTTR Máquinas													
Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
FX.2108	0.48	0.45	0.50	0.40									0.5
FX.F2MB		0.40	0.41	0.38	0.09	0.45	0.54	0.24	1.02	0.19	0.24	0.20	0.4
FX.FJR8	0.41	0.44	0.41	0.55									0.5
FX.MFLEX	0.22	0.24	1.37	0.97	0.49	0.33	0.34	0.14	0.42	0.44	0.80	0.48	0.5
FX.DIG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 5.4 : RESULTADOS DE INDICADORES DE DISPONIBILIDAD DE LA IMPRESORA MIRAFLEX

DISPONIBILIDAD Área impresión

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio
Impresión	99%	98%	98%	97%	100%	99%	99%	100%	99%	100%	99%	100%	99%

MTBF área Impresión

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
Impresión	27	27	19	17	75	36	66	62	121	143	36	77	59

MTRR ÁREA Impresión

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
Impresión	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.8	0.4	0.4	0.2	0.4

DISPONIBILIDAD Máquinas

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	% PROMEDIO
FX.2108	97%	96%	98%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	97%
FX.F2MB	0%	93%	97%	97%	100%	99%	99%	99%	99%	100%	98%	99%	90%
FX.FJR8	99%	98%	98%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	98%
FX.MFLEX	100%	100%	97%	96%	99%	99%	99%	100%	100%	99%	99%	100%	99%
FX.DIG	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%

UTILIZACION Máquinas

Máquina	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	promedio Horas
FX.2108	69%	22%	76%	46%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%
FX.F2MB	0%	8%	79%	97%	103%	93%	98%	99%	97%	98%	98%	92%	80%
FX.FJR8	88%	83%	89%	39%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%
FX.MFLEX	98%	89%	32%	62%	103%	91%	94%	94%	97%	100%	100%	91%	87%
FX.DIG	0%	0%	0%	0%	0%	35%	19%	47%	28%	88%	63%	49%	27%

Fuente : elaboración propia

5.3 Gasto Anual De Mantenimiento 2018

Tabla 5.5: Gasto Anual De Mantenimiento 2018

Gastos anual de Mantenimiento del 2018

MES	COMBUSTIBLES LUBRICANTES	MANTENIMIENTO BIENES Y SERVICIOS	REPUESTOS	MATERIALES	MUDANZA	ACTIVO	GLP	manto
Ene	S/ 1,637.72	S/ 12,224.06	S/ 17,631.22	S/ 10,156.09	S/ 7,006.12	S/ 181,354.85	S/ 8,518.41	S/ 48,655.21
Feb	S/ 1,897.24	S/ 19,554.93	S/ 14,732.33	S/ 12,025.72	S/ 19,873.28	S/ 127,378.74	S/ 10,932.13	S/ 68,083.50
Mar	S/ 16,174.83	S/ 18,359.94	S/ 15,827.91	S/ 22,560.40	S/ 337,646.85	S/ 6,597.01	S/ 72,923.08	
Abr	S/ 1,449.00	S/ 19,268.65	S/ 20,394.48	S/ 23,681.13	S/ 71,827.61	S/ 324,325.47	S/ 19,488.15	S/ 136,620.87
May	S/ 1,449.00	S/ 23,760.23	S/ 9,214.80	S/ 5,338.84	S/ 55,550.71	S/ 222,081.65	S/ 14,140.41	S/ 93,864.58
Jun	S/ 1,449.00	S/ 12,065.00	S/ 19,933.66	S/ 7,646.33	S/ 25,209.47	S/ 104,242.88	S/ 12,267.09	S/ 66,303.46
Jul	S/ 1,144.07	S/ 18,064.89	S/ 21,205.00	S/ 16,009.79	S/ 170,798.45	S/ 276,691.11	S/ 14,127.20	S/ 227,222.20
Ago	S/ 9,075.00	S/ 10,472.19	S/ 3,292.66	S/ 10,309.41	S/ 16,880.00	S/ 110,670.64	S/ 16,880.00	S/ 33,149.26
Set	S/ 343.32	S/ 10,560.10	S/ 4,688.24	S/ 3,705.06	S/ 20,361.35	S/ 255,867.49	S/ 13,698.54	S/ 39,658.07
Oct	S/ 390.06	S/ 12,082.50	S/ 5,986.17	S/ 3,611.40	S/ 18,069.91	S/ 11,597.10	S/ 40,140.04	
Nov	S/ 455.00	S/ 48,247.05	S/ 5,681.10	S/ 12,490.44	S/ 13,852.68	S/ 66,873.59		
Dic	S/ 853.18	S/ 40,055.37	S/ 136,651.54	S/ 98,212.48	S/ 63,201.46	S/ 672,485.93	S/ 11,001.48	S/ 338,974.03
Total general	S/ 9,618.59	S/ 241,132.61	S/ 284,950.67	S/ 211,997.85	S/ 484,768.17	S/ 2,646,007.12	S/ 153,100.20	S/ 1,232,467.89

Gastos anual de Mantenimiento del area de Impresion del 2018

MES	COMBUSTIBLES LUBRICANTES	MANTENIMIENTO BIENES Y SERVICIOS	REPUESTOS	MATERIALES	MUDANZA	ACTIVO	GLP	manto
Ene	S/ 1,594.50	S/ 3,921.33	S/ 2,100.87	S/ 102.00	S/ 6,741.00	S/ 4,863.30	S/ 7,718.70	
Feb	S/ 478.00	S/ 4,768.96	S/ 2,394.94	S/ 303.36	S/ 2,671.27	S/ 5,204.94	S/ 7,945.26	
Mar	S/ 1,110.00	S/ 4,567.83	S/ 9,585.47	S/ 5,537.50	S/ 150,830.11	S/ 2,839.85	S/ 20,800.80	
Abr	S/ 2,634.82	S/ 3,472.16	S/ 13,873.19	S/ 1,220.48	S/ 49,428.43	S/ 11,261.23	S/ 21,200.65	
May	S/ 3,090.00	S/ 625.77	S/ 11,071.20	S/ 85,615.00	S/ 10,621.76	S/ 14,786.97		
Jun	S/ 985.00	S/ 2,143.41	S/ 90.00	S/ 28,466.52	S/ 8,171.64	S/ 4,303.41		
Jul	S/ 660.00	S/ 13,466.07	S/ 1,016.38	S/ 4,844.70	S/ 14,628.86	S/ 10,067.20	S/ 19,987.15	
Ago	S/ 309.03	S/ 1,235.58	S/ 1,176.04	S/ 2,993.05	S/ 12,482.27	S/ 2,720.65		
Set	S/ 1,685.00	S/ 120.26	S/ 1,198.35	S/ 982.80	S/ 8,680.70	S/ 3,986.41		
Oct	S/ 85.00	S/ 2,913.75	S/ 1,183.03	S/ 7,546.56	S/ 4,181.78			
Nov	S/ 2,608.76	S/ 100.80	S/ 6,572.79	S/ 9,565.74	S/ 9,282.35			
Dic	S/ 61.18	S/ 1,920.00	S/ 41,995.16	S/ 57,119.49	S/ 27,451.92	S/ 7,931.76	S/ 101,095.83	
Total general	S/ 146.18	S/ 19,679.83	S/ 73,806.60	S/ 99,049.27	S/ 25,328.08	S/ 368,826.16	S/ 99,236.95	S/ 218,009.96

Gastos anual de Mantenimiento de la Impresora Miraflex

MES	COMBUSTIBLES LUBRICANTES	MANTENIMIENTO BIENES Y SERVICIOS	REPUESTOS	MATERIALES	MUDANZA	ACTIVO	GLP	manto
Ene				S/ 689.24	S/ 102.00	S/ 3,327.30	S/ 791.24	
Feb			S/ 760.48	S/ 670.78	S/ 2,671.27	S/ 3,091.99	S/ 1,431.26	
Mar			S/ 676.00	S/ 2,602.50	S/ 1,260.88	S/ 3,278.50		
Abr	S/ 2,024.82	S/ 1,050.91	S/ 5,774.01	S/ 1,097.40	S/ 22,256.95	S/ 3,213.08	S/ 9,947.14	
May	S/ 2,500.00	S/ 625.77	S/ 10,329.60	S/ 5,068.16	S/ 3,125.77			
Jun			S/ 1,302.56	S/ 90.00	S/ 4,061.58	S/ 1,392.56		
Jul			S/ 13,008.49	S/ 651.28	S/ 4,915.20	S/ 13,659.77		
Ago			S/ 625.77	S/ 4,785.18	S/ 625.77			
Set			S/ 98.48	S/ 548.89	S/ 4,339.34	S/ 647.37		
Oct			S/ 880.00	S/ 3,809.28	S/ 880.00			
Nov	S/ 2,413.76	S/ 1,574.46	S/ 31,756.52	S/ 35,677.71	S/ 23,462.22	S/ 3,731.32	S/ 67,434.23	
Dic			S/ 47,350.88	S/ 49,020.47	S/ 3,891.90	S/ 58,720.04	S/ 46,483.79	S/ 107,201.83
Total general		S/ 6,938.58	S/ 47,350.88	S/ 49,020.47	S/ 3,891.90	S/ 58,720.04	S/ 46,483.79	S/ 107,201.83

Fuente : elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 CONTRASTACION Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS

TABLA 6.1: CUADROS DE INDICES DEL 2017 vs 2018

item	Descripcion	2017	2018	Resultado	%
1	Tiempo en MC de maquinas vs Mes (hrs)	209	51	158	75.6%
2	# Fallas en MC de maquinas vs Mes	313	102	211	67.4%
3	% DE FALLA	3.2%	1.0%	2.2%	68.8%
4	MTBF Máquina	25	120	95	79.2%
5	MTTR Máquina	0.8	0.5	0.3	37.5%
6	DISPONIBILIDAD Área impresión (%)	97.8%	98.7%	0.9%	0.9%
7	MTBF área Impresión	28	59	31	52.5%
8	MTTR ÁREA Impresión	0.6	0.4	0.2	33.3%
9	DISPONIBILIDAD Máquinas	97%	98.5%	1.5%	1.5%

TABLA 6.2: CUADROS DE PROYECCIÓN DE AHORROS

Cálculo de costos			
Costo anual de mantenimiento		2017	2018
CM = CPC + CPP + CRC + CRP + CHC + CHP + CCC + CCP + CEP		S/ 100,683.88	S/ 111,880.60
CPC = Costo de personal, mantenimiento correctivo		S/ 1,828.75	S/ 478.13
CPP = Costo de personal, mantenimiento preventivo		S/ 840.00	S/ 1,200.64
CRC = Costo de repuestos, mantenimiento correctivo		S/ 15,009.49	S/ 13,491.03
CRP = Costo de repuestos, mantenimiento preventivo		S/ 6,894.31	S/ 33,859.85
CHC = Costo de Materiales , mantenimiento correctivo		S/ 28,403.07	S/ 13,966.73
CHP = Costo de Materiales, mantenimiento preventivo		S/ 13,046.38	S/ 35,053.74
CCC = Costo de Contrato de Terceros, mantenimiento correctivo		S/ 13,473.22	S/ 3,085.78
CCP = Costo de Contratos de Terceros, mantenimiento preventivo		S/ 6,188.66	S/ 7,744.70
CEP = Costo del entrenamiento del personal de mantenimiento		S/ 15,000.00	S/ 3,000.00
Costo anual de tiempos de parada		2017	2018
CS = NT x MTTR x CPP		S/ 280,600.00	S/ 102,925.00
NT = Número de veces por año que el equipo se para por mantenimiento (promedio)		305	179
MTTR = Tiempo de Promedio de reparación		0.8	0.5
CPP = Costos de la pérdida de producción x hora		S/ 1,150.00	S/ 1,150.00
Calculo de ahorro aplicando AMFEC			
Costo Anual	Ahorro	% Ahorro	
Costo anual de mantenimiento	-S/ 11,196.72	-11.1%	
Costo anual de tiempos de parada	S/ 177,675.00	63.3%	
Total	S/ 166,478.29	43.7%	

Fuente: Elaboración Propia

- Con la Implementación se llegaría tener un ahorro anual en el 2018 de un 63.3 % en el costo anual de tiempo de parada.
- El Ahorro Anual con respecto al 2017 seria de un 43.7 %.

TABLA 6.3: CUADROS DE INVERSION

COSTO DE INVERSION

DESCRIPCION DE COSTO	TIPO MANTTO	FRECUENCIA	PRECIO	TOTAL
Reemplazo de los rodamientos y engranes	Preventivo	4	S/250.00	S/750.00
Cambio de raspadores de teflón	Preventivo	4	S/150.00	S/450.00
cambio de bocinas	Preventivo	4	S/250.00	S/750.00
Cambio de acoples	Preventivo	6	S/180.00	S/360.00
Reemplazar electrovalvula	Preventivo	4	S/250.00	S/750.00
revisión de retenes bomba	Preventivo	4	S/50.00	S/150.00
Reemplazo de los Membranas (bomba)	Preventivo	4	S/200.00	S/600.00
Cambio de Origns	Preventivo	6	S/40.00	S/80.00
Entrenamiento del personal de mantenimiento	Preventivo	12	S/3,000.00	S/3,000.00
Stock faltante para Inversion	Preventivo	12	S/14,570.00	S/14,570.00
inversion en preventivos terceros	Preventivo	4	S/7,744.70	S/23,234.10
inversion en preventivos Materiales	Preventivo	4	S/5,598.00	S/16,794.00
Total				S/61,488.10

Fuente: Elaboración Propia

6.2 CONSTRASTACION Y DEMOSTRACION DE LA HIPOTESIS CON LOS RESULTADOS

TABLA 6.4: CALCULO DEL VAN , TIR y ROI

CALCULO DEL VAN				
DESEMBOLSO INICIAL	S/61,488.10			
TASA DE DESCUENTO	5%			
DESEMBOLSO INICIAL	S/61,488.10		DESEMBOLSO INICIAL	-S/61,488.10
Gasto al cierre del año	s/.		Gasto al cierre del año	s/.
Mantenimiento y Servicios	S/10,830.48		Mantenimiento y Servicio	S/10,830.48
Repuestos	S/47,350.88		Repuestos	S/47,350.88
Materiales , Consumibles , lubricantes	S/49,020.47		Materiales , Consumibles	S/49,020.47
TOTAL	S/107,201.83			
VAN	S/34,121.01		TIR	27.3015%
ROI	s/.			
Total de ahorro al cierre de año	S/ 166,478.29			
Costo de Inversion	S/61,488.10			
ROI	171%			

VII. CONCLUSIONES

- Con la Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en el proceso de Impresión flexográfica se analizó el equipo más crítico y se identificó que la impresora miraflex es la más crítica y se aumentó la disponibilidad.
- Se optimizó y analizo la frecuencia de mantenimiento del equipo más crítico del proceso de Impresión, (Impresora miraflex) , se elevó la disponibilidad en un promedio de 99% , logrando disminuir las paradas de inoperatividad en el cierre del año 2018 en un intervalo de 179 horas año equivalente a un 41% con respecto al 2017.
- Se racionalizaron y optimizaron los recursos y se logró disminuir los gastos de mantenimiento en el proceso de impresión flexográfica, en un rango de 43.7%, influyendo positivamente en el lucro cesante en el área de Impresión.
- El diseño e Implementación del AMEFC Herramienta muy Importante de la implementación del RCM, permitió nuevos estándares y tareas para el área de mantenimiento preventivo.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la metodología en los demás equipos críticos de planta.
- Esta implementación sirvió para marcar un punto de quiebre en la estrategia del mantenimiento de planta.
- Implementar el RCM abarcando todas las maquinas con llevar beneficios técnicos, económicos que se verán reflejados en la productividad de los técnicos y operadores de las distintas máquinas de la planta.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Parra Carlos "Course of Reliability Centered Maintenance" Universidad de los Andes, Mérida – Venezuela 2015
2. Moubray, Jhon "RCM II: Reliability Centered Maintenance ", Industrial Press Inc, New York – USA, 1991.
3. Jones, Richard, "Risk – Based Management: A Reliability – Centered Approach", Gulf Publishing Company, first edition, Houston, Texas 1995.
4. Robin E Mcdemort, Raymont J. Mikulak y Michael R. Beauregard, "The Basics of FMEA ", Quality Resources, New York – USA, 1996.
5. Kapur, K.C. and Lamberson, L.R. "Reliability in Engineering Design "Jhon Weily & Sons Inc 1983.
6. Parra C. "Metodología de Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en la Refinería de Amuay ", Universidad de los Andes, Venezuela 1997.
7. Parra Carlos, 1997. Metodología de Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en Petróleos de Venezuela (PDVSA), Universidad de los Andes, Postgrado en Ingeniería de Mantenimiento, Venezuela.
8. Parra C, 2002. Aplicación de la técnica de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) en los sistemas de refinación y producción de la industria petrolera Venezolana. Curso de Doctorado en Ingeniería Industrial. Sistemas Modernos de Gestión de la Producción, Universidad de Sevilla, España.
9. Woodhouse Jhon, 1994. Criticality Analysis Revisited. The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994.

VIII. ANEXO

Matriz de consistencia de la tesis "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRAFICA Y SU INFLUENZIA EN EL LUCRO CESANTE EN LA PLANTA DE ENVASES Y ENVOLTURA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION					
Problema General	Objetivos Generales	Hipotesis General	VARIABLE	METODO DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	TECNICA	
¿Cómo la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado al proceso de Impresión flexográfica permite disminuir el lucro cesante?	Implementar la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad para disminuir el lucro cesante aplicado al proceso de impresión.	la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad Permite disminuir el lucro cesante en el proceso de impresión.	VARIABLES INDEPENDIENTE	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad	Mantenimiento	Nivel de mantenimiento Preventivo	frecuencia de Mantenimientos Preventivos	Recopilación de información Revisión de historial de fallos de Equipos
					Identificar los equipos criticos Criticidad de equipos	Cantidad de equipos criticos	Numero de Equipos Criticos	
					Analizar Frecuencia de mantenimiento	Nivel de fallas de los equipos en la operación	MTBF MTTR % DISPONIBILIDAD	
					Optimizar uso de recursos Gasto mensual de mantenimiento	Nivel de costo por Impacto Operacional	Nivel de costo por Impacto Operacional	
Problema Especificos	Objetivos Especificos	Hipotesis Especificas	VARIABLE	METODO DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	TECNICA	
•¿Qué metodología se deberá utilizar en el proceso de Impresión flexográfica para analizar el equipo crítico y elevar su disponibilidad?	•Identificar los equipos criticos, mediante el uso de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad en el proceso de impresión para elevar su disponibilidad	•Si se identifican los equipos criticos mediante el RCM, se podrá elevar su disponibilidad en el proceso de impresion.	VARIABLE DEPENDIENTE	Disminuir el lucro cesante	Frecuencia de toma de data	Nivel de gastos por Impacto Operacional	Costo Anual por paradas	Costo Anual por paradas Análisis de Costos Anual de Mantenimiento
					Elevar la disponibilidad Cantidad de maquinas disponibles superando el 97%	Nivel de equipos monitoreados	% DISPONIBILIDAD	
•¿De qué manera se puede optimizar la frecuencia de mantenimiento del equipo crítico del proceso de Impresión flexográfica para disminuir las paradas de inoperatividad?	•Analizar la frecuencia de mantenimiento del equipo crítico del proceso de Impresión flexográfica para disminuir las paradas de inoperatividad.	•Si se analiza la frecuencia de mantenimiento de los equipos del área de impresion, se podrá disminuir las para de inoperatividad			Paradas de Inoperatividad Frecuencia de falla e intervalo falla potencial y falla funcional.	Tiempo promedio entre falla Tiempo Promedio en Reparacion	MTBF MTTR % DISPONIBILIDAD	
•¿De qué manera se puede racionalizar el uso de los recursos para disminuir los gastos de mantenimiento en el proceso de Impresión flexográfica?	•Optimizar el uso de los recursos para disminuir los gastos de mantenimiento en el proceso de Impresión.	•Si optimiza el uso de recursos en el proceso de impresión entonces se podrá disminuir los gastos de mantenimiento			Gastos de Mantenimiento presupuesto de mantenimiento	Nivel de costos de mantenimiento	% de ahorro anual de Mantenimiento % Disminucion del lucro cesante en el área de Impresión.	



1 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

VALIDACION DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

Nombres:.....
Especialidad:
Fecha:.....
....

II. OBSERVACIONES EN CUENTA A:

1. FORMA:

.....
.....
.....

2. Contenido:

.....
.....
.....

3. Estructura:

.....
.....
.....

II. APORTES Y/O SUGERENCIAS:

.....
.....

Luego de revisado el documento procede a su aprobación

SI

NO

VALIDACION DEL INSTRUMENTO**I. DATOS GENERALES**

1.1 Apellidos y Nombres del Experto:.....

1.2 Cargo e Institución donde labora:

1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Registro de observación y Medición

1.4 Autor del Instrumento:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulada con lenguaje apropiado					
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					
3. ACTUALIDAD	Adecuado el alcance de ciencia y tecnología					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognitivas					
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos de la tecnología educativa					
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Ítems	Pregunta	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
1	¿el instrumento responde al planteamiento del problema?			
2	¿el instrumento responde a los objetivos del problema?			
3	¿las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			
4	¿el instrumento responde a la Operacionalización de las variables?			
5	¿la estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			
6	¿los ítems están redactados en forma clara y precisa?			
7	¿el número de ítems es el adecuado?			
8	¿los ítems del instrumento son válidos?			
9	¿se debe incrementar el número de ítems?			
10	¿se debe eliminar algunos ítems ?			

IV. Aportes y/o sugerencias :

.....

.....

.....

.....

.....

Nombre y Firma

Fecha :

