

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		VERSIÓN	02
			FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): YULIETH APELLIDOS: CARREÑO MARTINEZ

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECHANICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): JESÚS HERNANDO APELLIDOS: ORDOÑEZ CORREA

NOMBRE(S): SOLON APELLIDOS: CARVAJAL MONTAÑEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (DIRIGIDO): PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS

EQUIPOS DE LA EMPRESA TECNIORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES S.A.S

En el presente proyecto dirigido, se muestra el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en la empresa Tecnioriente Energy And Well Services, usando análisis de las funciones principales, modos de fallo y estrategias personalizadas a cada componente o proceso que represente un nivel crítico de ocurrencia en la irregularidad de su funcionamiento.

RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE-RCM, CONFIABILIDAD, ANALISIS DE CRITICIDAD, AEFM, ARBOL DE OBJETIVOS

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 138 PLANOS: ILUSTRACIONES: 2 CD ROOM:

PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS EQUIPOS DE LA
EMPRESA TECNORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES S.A.S

YULIETH CARREÑO MARTINEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

2022

PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS EQUIPOS DE LA
EMPRESA TECNORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES S.A.S

Presentado por:

YULIETH CARREÑO MARTINEZ

Director:

MsC. Jesús Hernando Ordoñez Correa

Codirector:

Ing. Solón Carvajal Montañez

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

2022

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO
MODALIDAD DIRIGIDO**

FECHA: 15 de septiembre de 2022

HORA: 10:30 a.m

LUGAR: SC 301 Ufps

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TITULO DEL TRABAJO DE GRADO: "PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA TECNORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES S.A.S"

JURADOS Mg: ALEXANDRA GALVIS MONTAGUT
Mg: GLORIA ESMERALDA SANDOVAL MARTÍNEZ

DIRECTOR: Mg: JESUS HERNANDO ORDOÑEZ CORREA
Codirector: Ing: SOLÓN CARVAJAL MONTAÑEZ

APROBADA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CÓDIGO	CALIFICACION
YULIETH CARREÑO MARTINEZ	1091168	4.1

FIRMA DE LOS JURADOS:

VOBO. COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

Margelina Ch.

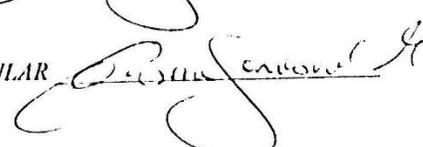


TABLA DE CONTENIDO

Introducción	12
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos	13
2. Elementos, conceptos y experiencia internacional en el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en rcm	14
2.1. Experiencia internacional.	14
2.2 Descripción de la Empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.A.	15
2.2.1. Misión De La Empresa.	16
2.2.2. Visión De La Empresa.	16
2.2.3. Objetivos De La Empresa.	17
2.2.4. Descripción de la estructura organizacional.	17
2.2.4. Descripción del área.	18
2.3. Conceptos Básicos Del Mantenimiento Basado En La Confiabilidad.	18
2.3.1. La Metodología del Mantenimiento Basado en La Confiabilidad.	19
3. Aplicación de la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad.	26
3.1 Diseño e Implementación de la Ficha Técnica	26
3.2. Principios Para El Análisis De Criticidad de Los Equipos o Herramientas.	29

3.3 Aplicación del análisis de criticidad de los componentes de los sistemas.	30
3.4 Análisis de efectos de falla y modos (aefm) de los equipos indicados anteriormente.	39
3.5 Diseño de un plan de mantenimiento basado en rcm	50
4. Conclusiones.	55
5. Recomendaciones	56
6. Referencias	57
7. Anexos	60

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Estructura Organizacional. Fuente: Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S.	17
Ilustración 2. Árbol de objetivo de RCM fuente: sosa castro.(2013)	49

Lista de Tablas

Tabla 1. Las siete preguntas y pasos del mantenimiento basado en la confiabilidad.	19
Tabla 2 Pasos para la definición de Función.	21
Tabla 3 Identificación de modos de fallo.	22
Tabla 4. Preguntas para representar los efectos del fallo.	23
Tabla 5. Categorización de los modos de fallo.	23
Tabla 6. Políticas de gestión de fallos - Tareas Programadas.	24
Tabla 7. Esquema de ficha técnica.	27
Tabla 8. Moto soldador Modelo BIG BLUE 400X.	27
Tabla 9. Criterio de frecuencia.	30
Tabla 10. Potencial del fallo.	30
Tabla 11. Detección de fallos	31
Tabla 12. Efectos en la salud	31
Tabla 13. representa el impacto de la falla al medio ambiente	31
Tabla 14. Clasificador de riesgos	32
Tabla 15. Análisis de criticidad, del motosoldador big blue 400X	34
Tabla 16. Criticidad mediana y alta del motosoldador big blue 400x	38
Tabla 17. Tabla de ilustración	39
Tabla 18. Check list mantenimiento MOTOSOLDADOR.	40
Tabla 19. analisis AEFM, MOTOSOLDADOR	42
Tabla 20. Explicación de la hoja de decisiones.	50
Tabla 21. hoja de decisiones, MOTOSOLDADOR	51

Lista de Anexo

Anexo 1. Pulidor Makita Modelo 9554HN	60
Anexo 2. Análisis de efectos de fallas y modos, PULIDORA	61
Anexo 3. Fallos media y altamente críticos, PULIDORA	62
Anexo 4. Análisis AMFE, PULIDORA	63
Anexo 5. Taladro Makita Modelo HP1630	68
Anexo 6. Análisis de criticidad, TALADRO	69
Anexo 7. Fallos media y altamente, TALADRO	71
Anexo 8. Análisis AMFE, TALADRO	72
Anexo 9. Compresor kaeser ASD40T	77
Anexo 10. Análisis de criticidad, COMPRESOR DE TORNILLO	78
Anexo 11. Fallos media y altamente, COMPRESOR	80
Anexo 12. Análisis AMFE, COMPRESOR	80
Anexo 13. Planta Eléctrica Modelos SH.	84
Anexo 14. Análisis de criticidad, PLANTA ELECTRICA S&S	85
Anexo 15. Fallos media y altamente, PLANTA S&S	88
Anexo 16. Análisis AMFE. PLANTA S&S	89
Anexo 17. GENERADOR TDG4000XP	96
Anexo 18. Análisis de criticidad, GENERADOR ELECTRICO	97
Anexo 19. Fallos media y altamente, GENERADOR ELECTRICO	99
Anexo 20. Análisis AMFE. GENERADOR	100
Anexo 21. Torno Paralelo HELLER Modelo CE460VX150	105
Anexo 22. Análisis de criticidad, TORNO PARALEO	106
Anexo 23. Fallos media y altamente, TORNO	109
Anexo 24. Análisis AMFE, TORNO	110
Anexo 25. Moto Bomba KTC Modelo 437-DP30.	113

Anexo 26. Análisis de criticidad, MOTOBOMBA	114
Anexo 27. Fallos media y altamente, MOTOBOMBA	116
Anexo 28. Análisis AMFE, MOTOBOMBA	117
Anexo 29. Planta Estadio Terex Modelo RL4.	121
Anexo 30. Análisis de criticidad, PLANTA ESTADIO	122
Anexo 31. Fallos media y altamente, PLANTA ESTADIO	124
Anexo 32. Análisis AMFE, PLANTA ESTADIO	125
Anexo 33. Soldador Lincoln Modelo Power Mig 350 MP.	131
Anexo 34. Análisis de criticidad, SOLDADOR POWER MIG	132
Anexo 35. Fallos media y altamente, SOLDADOR	133
Anexo 36. Análisis AMFE, SOLDADOR	134

DEDICATORIA

En la finalización de mi carrera
quiero dedicar este logro a mi
mama Nelly Martínez, por
siempre apoyarme, creer en mí,
enseñarme a perseverar y así
poder lograr esto que también
fue tu sueño, donde quieras que
estes quiero decirte “lo logramos
mami”.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios primeramente por permitirme cumplir este logro, a mis padres en especial a mi amada Madre por haber sido mi mayor motivación y sostén, a mi querido Padre por su guía, a mi abuela por apoyarme siempre, a JG por acompañarme en toda mi carrera y por último a toda mi familia MARTINEZ que durante mi proceso creyeron en mí.

Introducción

El mantenimiento figura como parte fundamental en el crecimiento de una empresa para así lograr obtener una buena conservación de los equipos, dado que la empresa ha venido creciendo gradualmente por consiguiente se realiza un análisis de mejora al mantenimiento, buscando formas de disminución de fallos que conlleven a pérdidas económicas.

Se implementa una mejoría a los procesos de mantenimiento, aplicando RCM se busca una prevención a cualquier tipo de daños que pueda llegar a presentar la maquina e incluso de recursos humanos siniestros avanzar a un mantenimiento eficiente

En la ejecución se estudia los equipos, aplicándole un análisis exhaustivo, llevándonos a una distinción de criticidades, logrando finalmente un planteamiento de un mantenimiento que supla las necesidades cambiantes de la empresa.

Resumen

En el presente proyecto dirigido, se muestra el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en la empresa Tecnioriente Energy And Well Services, usando análisis de las funciones principales, modos de fallo y estrategias personalizadas a cada componente o proceso que represente un nivel crítico de ocurrencia en la irregularidad de su funcionamiento.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento basado en RCM para los equipos de la empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S

1.2 Objetivos Específicos

- Recopilar y estructurar de la información de los equipos empleados por la empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S.
- Implementar un análisis de criticidad de las fallas más comunes de los equipos de la empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S.
- Ejecutar un Análisis de Modo de Fallo y Efecto (AMEF) de los componentes más críticos de los equipos de la Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S.
- Proponer un plan de mantenimiento aplicable a los equipos apoyada en la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad.

2. Elementos, Conceptos y Experiencia Internacional En El Desarrollo de Un Plan de Mantenimiento Basado En RCM

En este capítulo se contextualiza, basado en artículos publicados en revistas científicas, antecedentes registrados en repositorios universitarios y tesis para grado profesional a nivel global, sobre el mantenimiento basado en la confiabilidad (Reliability Centered Maintenance-RCM), el análisis de modo del fallo y efectos (AMFE) en equipos electromecánicos, y análisis de criticidad de los componentes de equipos en mantenimiento.

2.1. Experiencia internacional.

En su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento mediante la metodología RCM para equipos de la empresa Distracom S.A.”, el autor implementa diagnóstico del área de mantenimiento de la empresa, igualmente la ejecución de un plan de mantenimiento basado en el análisis de criticidad y estudios en metodologías de RCM, instaurando mantenimientos correctivos y preventivos con forme se requiere en la en los equipos y zonas de operación (Causil H., J. J., 2020).

La implementación de una estructura completa y práctica para el mantenimiento centrado en la fiabilidad, repercute en la optimización del problema abarcado, ejecutando estrategias de disminución de costes de mantenimiento, interrupciones, factores de riesgo de los modos de falla, además de cálculos del factor de riesgo de estos modos de fallo, son unos de los temas que abarca el artículo “ Estrategia óptima de mantenimiento centrada en la fiabilidad basada en el análisis de los modos de fallo y los efectos en los sistemas de distribución de energía”, demostrando resultados en la disminución del coste total de los mantenimientos anuales en su caso de estudio, además de dar una visión positiva para los operadores en la elección de estrategias adecuadas(Enjavimadar, M. H. & Rastegar, M., 2022).

Los estudios enfocados en la mejora del rendimiento de equipos, pueden implicar estrategias tipificadas en la disminución de los fallos de los componentes activos, mejorando su efecto al aplicar herramientas colectivamente, como la optimización de la eficiencia de la empresa (OEE) vinculado al mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM), como lo indican los literatos del artículo “Prácticas de mantenimiento centradas en la fiabilidad en la industria alimentaria”, al enfocar su aplicación en una maquina envasadora, evitaron la descomposición no planificada y el error causado por la calidad del producto (Yavuz, Doğan, Carus, & Görgülü, A., 2019).

La identificación de los componentes críticos y su priorización en las actividades de mantenimientos son actividades cruciales para el mantenimiento centrado en la confiabilidad, tal como expresan G. Gupta y R.P. Mishra (2018), esto proporciona un marco adecuado en la gestión de mantenimientos, identificar los componentes críticos de los equipos da toma a soluciones enfocada, además de la dependencia con respecto a la función principal del equipo como mayor índice de criterio.

2.2 Descripción de la Empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.A.

Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S., Es una empresa araucana, creada en agosto de 2002, con dos trabajadores que unieron su experiencia en procesos metalmeccánicos, que apostaron a ser la alternativa regional que atendiera las necesidades de productos y servicios confiables, que se ha desarrollado de forma paralela a las expectativas de perforación y producción del campo petrolero Caño Limón de Occidental de Colombia en el Departamento de Arauca.

TECNIORIENTE cuenta con un amplio portafolio de servicios en torno a la Industria Metalmeccánica y Obras Civiles que le ha permitido posesionarse como una empresa líder en la región por los productos y servicios confiables, y que en los últimos 15 años han aumentó su capital social siendo una fuente de generación de empleo en la región.

2.2.1. Misión De La Empresa.

1. La empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S se enfoca en ser comprometida y generar valor, en la satisfacción de las necesidades del cliente y soluciones confiables con respuesta asertiva a partes interesadas; en el desarrollo de operaciones de construcción y mantenimiento de oleoductos, Mantenimiento Industrial, Fabricación y Reparación de estructuras metalmeccánicas, Servicios de Soldadura y Unión mecánica para la Construcción y Reparación de Líneas de Flujo y Montajes Mecánicos, Mantenimiento de líneas de inyección de agua, crudo y gas, Construcción de plataformas, para actividades de perforación, mantenimiento de vías y obras civiles asociadas, Mantenimiento de subestaciones eléctricas, Servicios de Generación de energía, Suministro de accesorios petroleros, Fabricación y Reparación de Roscas interiores y exteriores para conexiones de tubería en el al sector petrolero y afines.

2.2.2. Visión De La Empresa.

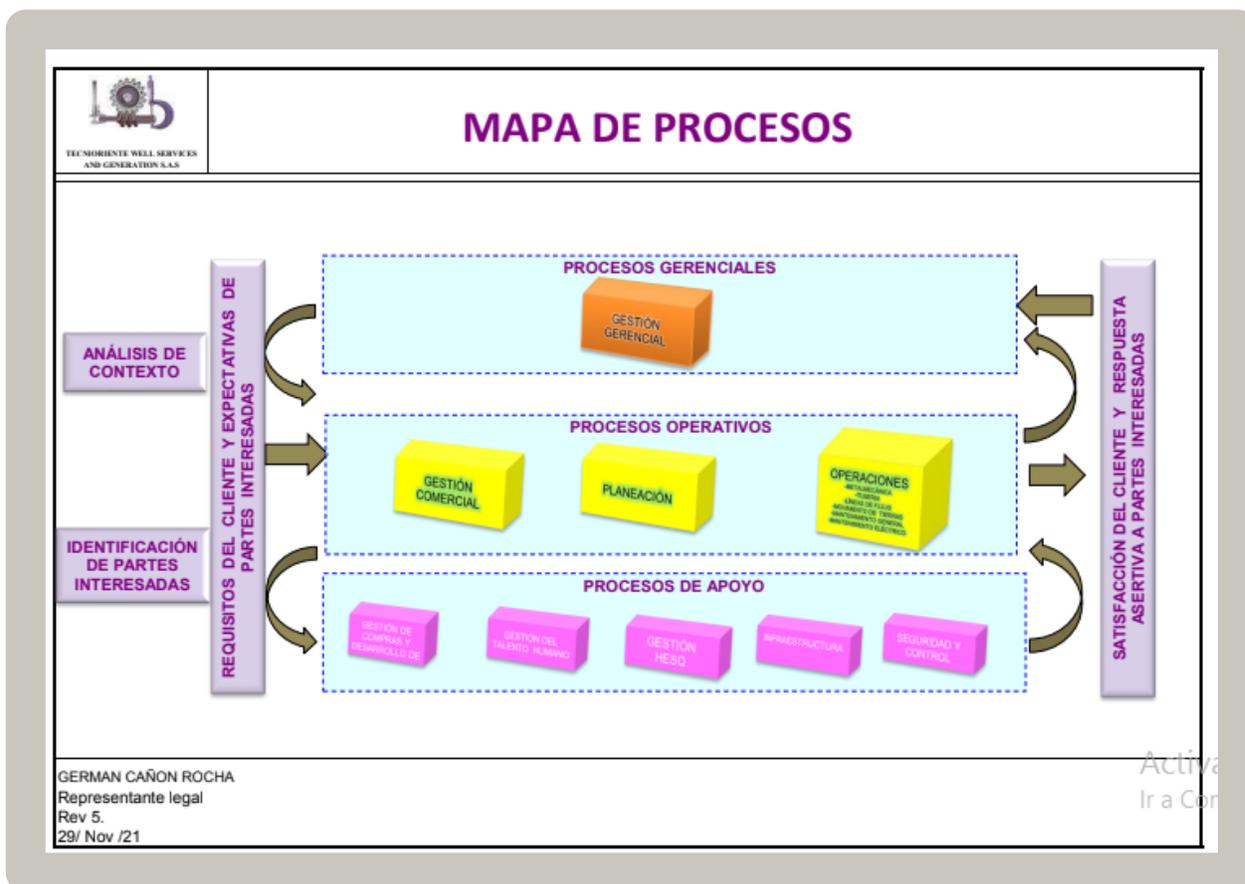
La empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S. apunta a tener un amplio reconocimiento en el 2023 en el desarrollo de soluciones industriales sostenibles, diferenciándolos por nuestra capacidad de suministrar productos y servicios confiables y consistentes que se adaptan y satisfacen las necesidades del cliente en el sector petrolero y afines

2.2.3. Objetivos De La Empresa.

- Suplir las necesidades del campo petrolero.
- Presentar una variedad de servicios confiables y eficaces.
- Prestar un mejoramiento continuo a los procesos

2.2.4. Descripción de la estructura organizacional.

Ilustración 1. Estructura Organizacional.
Fuente: Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S.



2.2.4. Descripción del área.

En el área de taller se establece una gestión de mantenimiento, así obteniendo las disposiciones necesarias para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de las máquinas y equipos. Promoviendo la eficacia del mantenimiento en los equipos e integridad de las personas, operaciones, bienes y ambiente en cumplimiento de los requisitos de salud, seguridad, ambiente y calidad.

2.3. Conceptos Básicos Del Mantenimiento Basado En La Confiabilidad.

Los autores Chuang, Ningyun, Bin & Yin. (2020) destacan que los sistemas electromecánicos se deterioran inevitablemente por diversas causas, como el desgaste mecánico, la fatiga y deterioro de los componentes, las vibraciones entre otros, que pueden generar un apagado inesperado causando altos riesgos de seguridad, graves pérdidas económicas y una disminución de la disponibilidad del sistema. El mantenimiento temprano y oportuno es un deseo central en todos los sistemas de ingeniería.

La gestión del mantenimiento es la metodología para dirigir y planificar las actividades de mantenimiento con estrategias preventivas basadas en el tiempo conteniendo las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo además de los datos de mantenimiento de los activos y descripciones las metodologías usadas (Zhuang, Djairam, Mehairjan & Smit. 2012), siendo el mantenimiento RCM un claro ejemplo de la gestión de estrategias de mantenimientos enfocados.

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, es un método de aplicación de herramientas de mantenimiento que suministra dos datos importantes: la criticidad del equipo y la acción de mantenimiento más adecuada a aplicar. Partiendo de la base de fiabilidad inherente de los equipos activos, en función de la calidad con respecto al diseño y construcción (Zakikhani, Nasiri & Zayed., 2020).

Se espera mejorar la vida útil de los componentes del sistema enfocado, además de aumentar su tiempo medio hasta llegar al fallo, asignándose las actividades de mantenimiento preventivo a funciones fiables específicas.

El RCM se desarrolló dentro de la industria de las aeronaves y luego se adaptó a otras industrias y agencias militares, demostrando ser eficiente al desarrollarse en ambientes organizados, con un registro de datos fiable, sujeto por análisis detallados de los modos de falla y las causas de falla (Rausand., & Vatn, 2008). Aunque está enfocado en la redirección del mantenimiento preventivo, los análisis también pueden usarse en situaciones análogas para la usanza de mantenimientos correctivos, eficiencia en la administración de repuestos y decisiones estratégicas.

2.3.1. La Metodología del Mantenimiento Basado en La Confiabilidad.

La norma SAE JA1011 de 1999, funda los juicios que se deben seguir para desarrollar un correcto funcionamiento del RCM, describiendo con siete preguntas los requerimientos mínimos del método establecido, encontrando los criterios de selección de las funciones principales de los sistemas estudiados.

Tabla 1. Las siete preguntas y pasos del mantenimiento basado en la confiabilidad.
Fuente: Norma SAEJA1011 (1999).

Orden de Pasos	Pregunta	Interpretación
1	¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto de operación?	Delimitar el contexto operativo, las funciones y los estándares de desempeño deseado asociados al activo.
2	¿De que manera puede fallar al cumplir sus funciones?	Determinar como un activo puede fallar en el cumplimiento de sus funciones.
3	¿Cuál es la causa de cada fallo funcional?	Definir las causas de cada falla funcional.
4	¿Qué sucede cuando ocurre cada fallo?	Describir que sucede cuando ocurre cada falla.
5	¿De que manera afecta cada fallo?	Clasificar los efectos de las fallas.
6	¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada fallo?	Determinar que se debe realizar para predecir o prevenir cada falla.
7	¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?	Decidir si otras estrategias de gestión de fallas pueden ser más efectivas.

Cada paso debe hacerse en el orden especificado, ya que la efectividad de las estrategias radica en la concatenación de todos los requerimientos.

2.3.1.1. Funciones.

Define las funciones como la operación principal del activo, adicionando las funciones de los subsistemas del activo, indicando un nivel de rendimiento a criterio del estimador. Las Pautas que define la norma SAE JA1011 textualmente son:

Tabla 2 Pasos para la definición de Función.
Fuente: Norma SAE JA1011 (1999).

Orden de Pasos	Actividad
1	Se definirá el contexto operacional del activo.
2	Se identificarán todas las funciones del activo o sistema (todas las funciones primarias y secundarias, incluyendo las funciones de todos los dispositivos de protección)
3	Todas las declaraciones de función contendrán un verbo, un objeto y un estándar de rendimiento (cuantificado en cada caso donde se pueda hacerlo)
4	Los estándares de rendimiento incorporados en las declaraciones de cada función, tendrán el nivel de rendimiento deseado por el propietario o el usuario del activo o sistema en su contexto operacional.

Como punto de partida para la gestión de los activos, representa una contextualización desglosada por componentes o sistemas, participando en mayor medida el conocimiento del operador o propietario.

2.3.1.2. Fallos Funcionales.

Wang., Diao., Zhao., Chen., Yang., & Smidts., (2021), define el fallo funcional como la incapacidad de cumplir una o más funciones previstas con un nivel de rendimiento aceptable para el dueño u operador, detallando las condiciones que impedirían que el equipo funcionara con el máximo rendimiento.

La norma SAE JA1011, indica que “se identificarán todos los estados de fallo asociados con cada función”, como paso siguiente.

2.3.1.3. Modos de Fallo.

Los fallos en el sistema evaluado tienen un causante, el objetivo de este paso es determinar ese causante, incurriendo en la definición del operario o dueño en la “probabilidad razonable”, donde se incluirán todos los posibles defectos del sistema o equipo, tanto naturales como incitados en su operación.

La norma SAE JA1011 contextualiza la información que deben presentar el análisis del modo de fallo, asimismo:

Tabla 3 Identificación de modos de fallo.
Fuente: Norma SAE JA1011 (1999).

Orden de Pasos	Actividad
1	Se identificarán todos los modos de fallo que sean la causa razonablemente probable de cada fallo funcional.
2	El método utilizado para decidir que es lo que constituye “probabilidad razonable” de un modo de fallo será aceptable para el propietario o el usuario del activo.
3	Se identificarán los modos de fallo a un nivel en el que sea posible identificar una política apropiada de gestión del fallo.
4	La lista de modos de fallo, incluirán modos de fallo que haya ocurrido anteriormente, modos de fallo que estén actualmente siendo prevenidos por los programas de mantenimiento existentes y modos de fallo que no hayan sucedido todavía, pero que se consideran razonablemente probables (Creíbles) en el contexto operacional.
5	Las Listas de modo de fallos incluirán cualquier evento o proceso que sea la causa probable de un fallo funcional, incluyendo el deterioro, defectos de diseño y errores humanos causados por operadores o mantenedores (a menos que el error humano este siendo atendido por un proceso de análisis independiente del RCM).

2.3.1.4. Efectos del fallo.

Cuantificar el perjuicio provocado por los fallos en el sistema u operación del equipo, describiendo las consecuencias del fallo, considerando relevantes la gravedad en el proceso

industrial u operacional. Definiendo preguntas para representar los efectos, la norma SAE JA1011 pretende facilitar la comprensión de este punto:

Tabla 4. Preguntas para representar los efectos del fallo.
Fuente: Norma SAE JA1011 (1999).

Orden de Pasos	Preguntas
1	¿Qué evidencia hay (si existe) de que el fallo ha ocurrido (en el caso de funciones ocultas, que sucedería si ocurriera un fallo múltiple)?
2	¿Qué hace (si lo hace) para matar o dañar a alguien, o tener un efecto adverso sobre el medio ambiente?
3	¿Qué hace (si lo hace) para tener un efecto adverso sobre la producción o las operaciones?
4	¿Qué daño físico (si lo hubiera) ocasiona el fallo?
5	¿Qué (si lo hay) debe hacerse para restaurar la función del sistema después del fallo?

2.3.1.5. Categorías de las consecuencias por fallas.

Las consecuencias se clasifican según la evidencia que se tienen de ellas, como los costos, capacidad operación, seguridad, impacto ambiental, frecuencia de acontecimiento, a cada uno se le puede aplicar un numero de gravedad, al mismo tiempo explicar su riesgo. La norma SAE JA1011, formula la categorización de los fallos de la siguiente manera:

Tabla 5. Categorización de los modos de fallo.
Fuente: Norma SAE JA1011 (1999).

Orden de Pasos	Actividad
1	El proceso de categorización de consecuencias separara los modos de fallo ocultos de los modos de fallo evidentes.
2	El proceso de categorización de consecuencias distinguirá claramente los eventos (modos de fallo y fallos múltiples) que tengan consecuencias para la seguridad y/o el medio ambiente de aquellos que solamente tienen consecuencias económicas (operacionales o no).
3	La evaluación de las consecuencias del fallo se efectuará como si no se hubiera hecho ninguna tarea específica para predecir, prevenir o detectar el fallo.

2.3.1.6. Postura de estrategia de prevención de fallos.

La estrategia optada para cada fallo será predefinida por los puntos anteriores, definiéndose en actividades por condición, programadas, búsquedas o rediseños, pretendiendo disminuir el fallo potencial y aumentar el ciclo de vida de los componentes o procesos afectados.

La Norma SAE JA1011, toma postura en la selección de políticas de gestión de fallos, definiendo las tareas y estrategias necesarias para la presencia de los fallos, de la siguiente manera:

Tabla 6. Políticas de gestión de fallos - Tareas Programadas.
Fuente: Norma SAE JA1011 (1999).

Tarea o estrategia	Descripción
Programadas	En el caso de un modo de fallo evidente, se reducirá la probabilidad del modo de fallo a un nivel tolerable para el propietario o usuario, los costos de ejecución serán menores a los del modo de fallo medidos en periodos comparables.
Condicionadas	Presentara el fallo potencial, con intervalos de desarrollo del fallo, soluciones físicas posibles al hacer intervalos menores, descubrimiento de fallos potenciales, y ocurrencias de un fallo funcional.
Sustitución	Como existirá una edad claramente, a la cual se observa un aumento de la probabilidad condicional, proporción suficientemente grande de las ocurrencias.
Restauración	Restaurar la resistencia del fallo con dispositivos, reducción de la probabilidad de falla prematura y aumentar la ocurrencia entre los mismos modos de fallo.
Búsqueda	Búsqueda de fallos y procesos de selección de intervalos asociados, abarcar la descripción del modo de fallo funcional.

3. Aplicación de la Metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad.

La empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S, comprende de equipos para el desarrollo de sus actividades, en el desenvolvimiento de los procesos se emplean herramientas manuales y maquinarias, por ende, se enfocó los siguientes equipos para la implementación del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad:



3.1 Diseño e Implementación de la Ficha Técnica

Se realizó la ficha técnica de los equipos de la empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S, extrayendo la información más relevante de cada equipo y herramienta, obtenida de diferentes fuentes, se presenta a continuación el formato en blanco explicando cada una de sus partes:

Tabla 7. Esquema de ficha técnica.

(logo de la empresa)		FICHA TECNICA (nombre del equipo o herramienta)	
(imagen del equipo o herramienta)	(referencia del equipo) (frecuencia de mantenimiento)		
	ESPECIFICACIONES (todas las características importantes de cada equipo o herramienta)		
	Marca		
	Dimensiones		
	Características eléctricas		
	Mecánicas		
	Entre otras.		
(Son peculiaridades individuales de cada equipo o herramienta)			
DESCRIPCIÓN GENERAL			
(Se realiza una breve explicación sobre las partes y su operatividad)			
FUNCIÓN			
(Se especifica para que fue diseñado)			

Se seleccionó el equipo MOTOSOLDADOR BIG BLUE 400X como el modelo para el desarrollo del plan de mantenimiento RCM (todos los demás equipos se mostrarán en los anexos), se inició con la ficha técnica mostrada a continuación.

Tabla 8. Moto soldador Modelo BIG BLUE 400X.

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>		FICHA TECNICA MOTOSOLDADOR		
		Modelo BIG BLUE 400X (horometro)		
		ESPECIFICACIONES		
		Marca	Miller	
		Longitud	1422mm	
		Ancho	660mm	
		Alto	813mm	
		peso	1100lb (499 Kg)	
		Modo de soldadura	CC/DC(20-410A); CV/DC(14-40 V)	
		Salida nominal	400 A, 23 VDC, 30% Factor de Marcha	
			300 A, 32 VDC, 60% factor de marcha	
Potencia auxiliar	12.000 watt pico			
	10.000 watt cont.			
	1 fase 120 /220VAC			
	91/46			
MOTOR				
MARCA	Caterpillar 3013C Diésel	Características	EPA Tire 2 inyección indirecta refrigerado por agua. 73 dBa @ 7m a plena carga. Acceso de servicio a la derecha con intervalos de 250 horas para aceite y filtros	
	Kubota V1505 Diésel			
Tipo	3 cilindros, industrial, Diésel			
	4 cilindros, Industrial, Diésel			
Velocidad	1850 rpm			
POTENCIA	21,7 HP	Capacidad	Tanque	43.5 L
			Aceite	5.7 L
			Refrigerante	5.7 L
DESCRIPCIÓN GENERAL				
<p>Motor diésel industrial de baja velocidad, diseñado para operar más de 10.000 horas antes de una revisión general. Su indicador de combustible multifunción, muestra el nivel de combustible y las horas del motor, y se puede personalizar para establecer recordatorios de intervalo de cambio de aceite. En el caso de alta temperatura del refrigerante, baja presión de aceite, o bajo nivel de combustible, el motor se apagará para evitar daños, o hacer el reinicio más fácil. Sus controles fáciles de configurar y no requiere ningún procedimiento elaborado – ¡solo seleccione el proceso y suelte! La protección de Sobrecarga Térmica evita daños en la máquina si se excede el ciclo de trabajo o se bloquea el flujo de aire.</p>				
FUNCIÓN				
<p>Idealizado para los contratistas de oleoductos o gasoductos o para los que tienen a cargo flotillas de máquinas o empresas de alquiler que valoran la confiabilidad, la sencillez de su servicio y su larga vida útil.</p>				

3.2. Principios Para El Análisis De Criticidad de Los Equipos o Herramientas.

Se realizó un análisis de criticidad que permitió instaurar una categorización de los equipos, sistemas y componentes con respecto al riesgo creando una distribución que facilita obtener una aptitud en la toma de decisiones, en la orientación de los esfuerzos y recursos hacia las áreas asignadas, de acuerdo con su impacto en el negocio (Daquinta-Gradaille & Pérez-Olmo.2018).

Se tomó como guía para el diseño de los criterios, el laboratorio Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos desarrollado por Campos-Lopez, O., Tolentino-Eslava, G., Toledo-Velazquez, M., Tolentino-Eslava, R. (2019) no obstante, las características de cada tabla de criterio son modificables.

En base a lo anterior se establecieron tablas con los parámetros de criticidad las cuales se dividieron en cinco factores: frecuencia de fallos, potencia del fallo, defectibilidad del fallo, efecto del fallo (salud y ambiente), de igual forma se les asignó un valor logrando una clasificación ilustrada en las siguientes tablas:

La tabla 9 representa el criterio de la frecuencia de los fallos, presentados en los componentes de los equipos, que tienden a una regularidad baja o constancia alta, de tal forma que la selección se llevó a cabo a través del estudio de un historial o información experimental.

Tabla 9. Criterio de frecuencia.

Afectación	Criterio	Valor
Muy baja	No existen fallos que se asocie a procesos casi idénticos, no se ha presentado en otras ocasiones, siendo imaginable.	1
Baja	Fallos confinados en procesos semejantes. Es lógicamente esperado durante la vida útil del sistema, teniendo una eventualidad mínima de que suceda.	2
Moderada	Fallo presentado casualmente en procesos análogos, se presenta algunas veces en la vida útil del sistema.	3
Alta	El fallo se ha presenciado con más frecuencia en procesos similares o precedentes que han sido paralizados por defectos en el funcionamiento.	4
Muy alta	Fallos ineludibles. Logrando producirse con mayor frecuencia	5

La tabla 10 representa la potencia de los fallos, que permitió la evaluación de acuerdo al efecto en el funcionamiento de la máquina, además de la insatisfacción de la operación

Tabla 10. Potencial del fallo.

Afectación	Criterio	Valor
Muy Baja	Este fallo no genera un efecto grave en el funcionamiento del equipo.	1
Baja	El fallo causa inconvenientes menores, quizás genere un pequeño efecto al funcionamiento siendo fácil de corregir	2
Moderada	El fallo crea cierta incomodidad y deficiencia en el funcionamiento.	3
Alta	El fallo alcanza a ser crítico y el proceso puede volverse inútil. Genera altos niveles de insatisfacción.	4
Muy alta	Fallo altamente crítico que involucra la operación segura de un producto, proceso y/o un incumplimiento significativo de los estándares regulatorios.	5

La tabla 11 constituye la detección de fallos, nos implica la facilidad de localización sea visual o con la necesidad de usar equipos especializados.

Tabla 11. Detección de fallos

Afectación	Criterio	Valor
Muy baja	El fallo es claro. Resulta muy difícil que no sea detectado por las inspecciones externas.	1
Baja	La falla, aunque es evidente y fácilmente detectable, es necesaria una inspección interna.	2
Moderada	El fallo es perceptible podrá ser eventualmente distinguible en el equipo utilizando las herramientas auxiliares.	3
Alta	La falla es de tal forma que resulta complicado visualizarlo con los procesos y las herramientas auxiliar de momento.	4
Muy alta	El fallo no se puede determinar visualmente, necesita de herramientas y técnicas especializadas.	5

En la Tabla 12 representa los efectos del deterioro en la salud de la operación y/o personal del entorno

Tabla 12. Efectos en la salud

Afectación	Criterio	Valor
Muy baja	No presenta peligro para los operarios	1
Baja	Presentaría un perjuicio mínimo, curable con tratamiento	2
Moderada	Puede provocar perjuicios graves, curable con tratamiento	3
Alta	Provoca daños muy graves, con consecuencia después de un tratamiento	4
Muy Alta	Riesgo de muerte	5

Tabla 13. representa el impacto de la falla al medio ambiente

Afectación	Criterio	valor
Muy Baja	No conlleva ningún daño	1
Baja	Provoca un daño ambiental reversible	2
Moderada	Provoca un daño ambiental que no infringe las normativas	3
Alta	Produce daños medioambientales irreversibles en el interior de la empresa	4

Muy Alta	Produce daños medioambientales irreversibles fuera de la empresa	5
----------	--	---

Una vez realizado el análisis de frecuencias de fallas y las consecuencias, se desarrolló el cálculo de criticidad efectuando la siguiente ecuación (1)

Ecuación del número de prioridad de riesgo (NPR)

$$(1) \text{ NPR} = \text{CF} * (\text{CP} + \text{CD} + \text{CS} + \text{CI})$$

En la aplicación de los cálculos NPR, se estableció la clasificación de importancia de los componentes del sistema, para facilitar su observación, requirió de un clasificador visual como se muestra en la siguiente tabla 14, donde se empleó un rango para cada clasificación

Tabla 14. Clasificador de riesgos

Indicador visual	Numero prioridad de riesgo (NPR)
Altamente criticidad (AC)	$\text{NPR} \geq 50$
Mediamente críticos (MC)	$33 < \text{NPR} < 50$
Baja criticidad (BC)	$\text{NPR} \leq 33$

3.3 Aplicación del Análisis de Criticidad de los Componentes de los Sistemas.

Se agrupo la información de los componentes principales de los equipos, ayudando a tipificar su importancia en las funciones y propósitos, con el objetivo de enfocar los esfuerzos en reconocer que partes afectan directamente la vida útil del equipo o herramienta.

En el desarrollo del análisis de criticidad, se agruparon los componentes del equipo por medio de sistemas que relacionan las funciones generales, subsistemas que asocia las características

semejantes, categorías que clasifican según su función, por partes de acuerdo a su proceso y por último se aplicó la evaluación de los criterios de fallos, analizando las cinco tablas de criticidad, indicando un valor, logrando una clasificación baja, media o alta, por medio de conocimiento emperico del jefe de área.

MOTOSOLDADOR

Tabla 15. Análisis de criticidad, del motosoldador big blue 400X

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Alimentación	Cableado	Transporta la energía eléctrica	• Salidas eléctricas 62 dc	3	4	3	2	1	30	BC
				• Conexión de las bobinas	3	4	3	2	1	30	BC
				• Ensamble puesto a tierra	1	2	1	5	1	9	BC
				• Tomacorriente 220v	3	5	3	3	1	36	MC
				• Tomacorriente GFCI	3	5	3	3	1	36	MC
	Acumulación	Almacenamiento de energía	• Batería 12v	3	3	3	2	4	36	MC	
	Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	• Switch de arranque de 4 posiciones	3	5	3	5	1	42	MC
				• Iniciador	5	4	3	1	1	45	MC
		Motor	Transmuta la energía	• Panel del control	3	2	4	1	1	24	BC
				• Panel frontal	3	2	2	2	1	21	BC
• Interruptor de la temperatura del refrigerante				2	3	2	2	2	18	BC	
• Interruptor de la presión de aceite	2	3	2	2	2	18	BC				
• Alternador	2	5	3	1	1	20	BC				

Electrónico	Control e interfaz	Controlador	Maneja y distribuye el funcionamiento del proceso	<ul style="list-style-type: none"> Control del soldador Contactador Arranque Tarjeta del circuito de pantalla 	2	5	4	2	2	26	BC
					3	5	3	3	2	39	BC
					2	5	3	2	1	22	BC
					2	3	4	1	1	18	BC
		Manipulables	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> Switch reset Switch rotativo Potenciómetro Capacitor de terminal negativa Medidor de electricidad y horas 	3	5	4	2	1	36	MC
					3	5	4	2	1	36	MC
					2	4	3	1	1	18	BC
					4	4	3	2	1	40	MC
					2	3	4	1	1	18	BC
Mecánico	Regulación	Distribución	Guías del sistema	<ul style="list-style-type: none"> Árbol de levas 	2	5	3	1	2	22	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Volante de transmisión 	2	5	2	1	2	22	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Palanca de control de velocidad 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Palanca de parada de admisión 	3	4	2	2	1	27	BC
	Generador de potencia	Motor de potencia	Producción automática de movimiento o fuerza	<ul style="list-style-type: none"> colector de admisión 	2	2	2	2	1	14	BC
<ul style="list-style-type: none"> Bomba de inyección 				4	4	4	1	2	44	MC	
<ul style="list-style-type: none"> Medidor de nivel de aceite 				2	2	3	1	1	14	BC	
<ul style="list-style-type: none"> Cigüeñal 				2	5	3	1	2	22	BC	
<ul style="list-style-type: none"> Contrapeso 				2	3	2	1	2	16	BC	
<ul style="list-style-type: none"> Biela 				2	3	2	1	1	14	BC	
<ul style="list-style-type: none"> Casquetes 				4	3	2	1	1	28	BC	
<ul style="list-style-type: none"> Pistón 				3	4	2	1	1	24	BC	
<ul style="list-style-type: none"> Anillos 				5	4	2	1	1	40	MC	
<ul style="list-style-type: none"> Inyector de combustible 				4	4	4	1	2	44	MC	
					2	2	2	1	2	14	BC

				<ul style="list-style-type: none"> • Resorte de válvula • Válvula admisión • Balancines • Tornillos de calibración • Bloque de cilindro • Varillas impulsadoras 	5 3 2 4 3	4 4 3 4 3	3 2 2 3	1 1 1 1 3	2 2 2 2 1	50 27 16 40 27	AC BC BC MC BC
Hidráulico	Contención y distribución	Hidrocarburos	Almacena y suministra los carburantes	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de combustible • Filtro de combustible • radiador W-14 • tanque del refrigerante • tanque de combustible • Boca de drenaje • Tapón de drenaje de aceite • Filtro de aceite • Mangueras 	3 5 2 2 2 1 2 5 5	5 4 4 3 3 3 2 4 4	3 1 2 2 2 1 1 1 2	1 1 1 1 1 1 1 1 2	3 1 1 1 1 1 1 1 2	36 35 16 14 14 6 10 35 50	MC MC BC BC BC BC BC MC AC
Neumático	Distribución	gases	Emisión de los fluidos	<ul style="list-style-type: none"> • Escape de entrada flexible • Motor de escape y silenciador • Filtro de aire • Cartucho de la unidad de ventilador • Ventilador • Colector de escape 	3 3 5 2 3 2	3 3 4 3 4 4	2 2 2 2 3 2	3 3 1 1 2 1	4 4 3 2 1 2	36 36 35 16 30 18	MC MC MC BC BC BC

Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> Tornillos 	3	3	2	3	1	24	BC
		armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> Ensamble exterior soporte de bomba y filtro panel de poder Carter de aceite 	5	4	2	1	1	40	MC
					2	2	2	1	1	12	BC
					2	2	2	2	1	14	BC
					2	3	2	1	3	16	BC

Se procedió a seleccionar y sustraer las partes críticas media y alta de los equipo o herramienta, categorizándolos por colores, que presentan deterioros con periodos cortos, comprometiendo el funcionamiento parcial o total del equipo.

En la tabla 16 visualizaremos la selección de partes más críticas del MOTOSOLDADOR BIG BLUE 400X, organizadas por subsistemas y señalizadas con su criticidad.

Tabla 16. Criticidad mediana y alta del motosoldador big blue 400x

MOTOSOLDADOR				
SISTEMA	SUBSISTEMAS	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	Alimentación	tomacorriente 220v	36	CRITICIDAD MEDIA
		tomacorriente GFCI	36	CRITICIDAD MEDIA
		Batería 12v	36	CRITICIDAD MEDIA
	Control	Switch de arranque de 4 posiciones	42	CRITICIDAD MEDIA
		Iniciador	45	CRITICIDAD MEDIA
ELECTRONICO	Control e interfaz	Switch reset	36	CRITICIDAD MEDIA
		Switch rotativo	36	CRITICIDAD MEDIA
		Capacitor de terminal negativa	40	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Generador de potencia	Bomba de inyección	44	CRITICIDAD MEDIA
		anillos	40	CRITICIDAD MEDIA
		Inyector de combustible	44	CRITICIDAD MEDIA
		Válvula de admisión	50	CRITICIDAD ALTA
		Bloque de cilindro	40	CRITICIDAD MEDIA
HIDRAULICO	Contención y distribución	Bomba de combustible	36	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de combustible	35	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de aceite	35	CRITICIDAD MEDIA
		mangueras	50	CRITICIDAD ALTA
NEUMATICO	Distribución	Escape de entrada flexible	36	CRITICIDAD MEDIA
		Motor de escape y silenciador	36	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de aire	35	CRITICIDAD MEDIA
REVESTIMIENTO	Superficial	Ensamble exterior	40	CRITICIDAD MEDIA

3.4 Análisis de Efectos de Falla y Modos (AEFM) de los Equipos Indicados Anteriormente.

Se desarrolló un análisis de criticidad de los sistemas y equipos, respondiendo a la clasificación de importancia en el funcionamiento principal de los componentes y la valoración según el criterio del personal a cargo de la implementación del RCM. En la siguiente ilustración se observa los procesos de mantenimiento correctivo y preventivos, siendo estos de gran importancia para el funcionamiento del equipo, de tal forma que se pudo enfocar el RCM en soluciones personalizadas.

Tabla 17. Tabla de ilustración

EN REPARACION	LAVADO EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	

Se visualizó un paso a paso del proceso del mantenimiento preventivo que la empresa TECNIORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES implementa, este check list fue personalizado al equipo MOTOSOLDADOR BIG BLUE 400X bajo la experiencia de fallos que ha presentado en la vida útil de estos, dado a que se han presentado nuevos fallos, se realizó la actualización de su plan de mantenimiento por medio del RCM.

Tabla 18. Check list mantenimiento MOTOSOLDADOR.

<i>check list mnto motosoldadores miller Big Blue 400X</i>				
Fecha	Serial TEC-TLL-MSD: _____			
Horometro	Queda disponible. Si__ no__			
Ubicación del equipo				
accion	B	R	M	observaciones
inspeccion general				
revisión de tornillería				
inspeccion de aceite				
inspeccion refrigerante				
revisar correa del alternador				
encienda equipo				
mida OCV de bornes en DC(62 Apex)				
mida OCV de tomas 110 en VAC(120 Aprx)				
apague el equipo				
desconecte batería (borne negro)				
retire las guardas superiores				
cambie filtro de aceite				
drene aceite				
revise tk de combustible(tome acciones)				
cambie filtros de combustible				
retire el display				
retire el módulo de control				
aislé los conectores del modulo				
aislé toma GFCI				
aislé el generador				
proceda a aplicar jabón con escoba				
lave con hidrolavadora				
seque con aire a presión conectores(princ)				
revise los tornillos del inductor				
aplique limpiador de contactos				
revisar escobillas				
limpie el modulo e instale				
limpie display e instale				
aplique aceite nuevo y mida el nivel corrector				
conecte batería				
cierre switch y verifique display				
encienda equipo				
revise OCV'S				
apague el equipo				
instale guardas				
revisar terminales de salida				
revisar conectores y pinzas				

revisar varilla y cable de tierra				
-----------------------------------	--	--	--	--

Con base en la anterior categorización de criticidad se procede según la normal SAEJA1011 a implementarse el criterio a los sistemas y subsistemas de los equipos en la implementación de la hoja de análisis AMFE, se tomó en cuenta los subsistemas, empleando una letra para las partes, un valor a cada fallo funcional, una letra a cada modo de falla que afecta al componente, creando un código de fallo con el fin de clasificarlo

Tabla 19. Análisis AEFM, MOTOSOLDADOR

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM										
		CODIGO DE EQUIPO:		EQUIPO:			REALIZADO POR	FECHA		
		MD		MOTOSOLDADOR						
SUBSISTEMA	PARTE		FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO	
Alimentación	A	tomacorriente 220v	posibilita la circulación de la corriente	1	sobrecarga eléctrica	A	circuito abierto	una abertura en las conexiones impidiendo el paso de la corriente	MD-A-1-A	
						B	cortocircuito	corta la conexión eléctrica por ruptura o deterioro en el cableado	MD-A-1-B	
						C	defectuoso o corrosivo	mala instalación la cual provoca un aislamiento eléctrico	MD-A-1-C	
	B	tomacorriente GFCI	controla el equilibrio de corriente entre el conductor y neutro	1	sobrecarga eléctrica	A	cierre de los contactos de conmutación	Provocaría un libre flujo de corriente, perdiendo la protección	MD-B-1-A	
						B	instalación inadecuada	origina inutilidad del toma	MD-B-1-B	
	C	Batería 12v	almacenar y suministrar energía por medio de	1	supervisión ineficiente	A	armónicos	destellos de corriente o incapacidad de suministrar	MD-C-1-A	

			procesos electroquímico			B	vida útil superada	aumento de la tensión de la carga de baterías adyacente por su inutilidad	MD-C-1-B
				2	capacidad inadecuada	A	sobre carga y descarga	reducción de la capacidad de las celdas de la batería y mayor sulfatación	MD-C-2-A
						B	fuga térmica	disminuye la vida útil de la batería	MD-C-2-B
						C	sobre pico	alimentación excesiva al circuito provocando que la tensión cc disminuya súbitamente	MD-C-2-C
Control	D	Switch de arranque de 4 posiciones	permitir la modificación de corrientes de salidas	1	interferencias de función	A	bloqueo de posiciones	impide obtención de variedad en las salidas de las cargas	MD-D-1-A
	E	Iniciador	desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica	1	mecanismos de operación	A	bloqueo off	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	MD-E-1-A
						B	bloqueo on	opera en un estado abierto sin permitir modificación	MD-E-1-B
				2	degradación externa	A	Contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	MD-E-2-A

				3	aplicación incorrecta	A	sobre manipulación	rebasa su capacidad operativa	MD-E-3-A
Control e interfaz	F	Switch reset	permitir que la maquina pueda restablecerse	1	inhabilitación de protección	A	daños internos	involucra a la maquina a permanecer vulnerable ante cualquier fallo imprevisto	MD-F-1-A
	G	Switch rotativo	obtener un cambio de estado de los contactos	1	contacto parcial	A	desgates y límites de operatividad	provoca daños eléctricos	MD-G-1-A
	B	circuito abierto	provoca una disminución del voltaje de salida	MD-H-1-B					
I				1		A		provoca pérdidas de presión	MD-I-1-A

Generador de potencia		Bomba de inyección	elevar la presión del fluido		interferencia en la combustión		inserción de aire en las líneas de combustibles		
						B	partículas mezcladas con combustibles	incita a la obstrucción del inyector	MD-I-1-B
						C	fallo en el filtro de combustible	produce un rendimiento bajo e incluso pone en riesgo la marcha del proceso	MD-I-1-C
	J	anillos	reducir la fuga de aceite de los cilindros	1	deterioro del material	A	ralladura o fragmentación	provoca una incorrecta combustión permitiendo el paso de aceite	MD-J-1-A
						B	adherencia de residuos	incorrecto funcionamiento del pistón	MD-J-1-B
						C	fisura del material	provoca un contacto entre el pistón y cilindro generando un mal funcionamiento	MD-J-1-C
	K	Inyector de combustible	suministra la cantidad necesaria de carburante al motor	1	daño del material	A	contaminación del combustible	genera humo en el escape, descenso considerable de la potencia del motor e intermitencia en la marcha	MD-K-1-A
						B	circuito abierto	causa una desconexión intermitente del inyector dado que no permite generar combustión	MD-K-1-B
						C	fisura del material	provoca ruidos, fugas de olores e inhabilitación de combustión	MD-K-1-C
	L				1		A	muelle desacoplado	

	Válvula de admisión	entrada de la mezcla de aire y combustible		aplicación incorrecta			pandeo lateral en el vástago de la válvula		
					B	desajuste en el balancín	provoca una ruptura de las válvulas	MD-L-1-B	
				2	dimensionamiento impropio	A	juego de guía desproporcionada	combustión en la superficie del asiento de la válvula o falta de lubricación y bloqueo	MD-L-2-A
	3	mecanizados incorrectos	A	fractura por fatiga	sobrecalentamiento en la superficie del asiento calcinada	MD-L-3-A			
	M	Bloque de cilindro	alojar el tren alternativo	1	sobrecarga térmica	A	cavitación	temperatura de servicio alto debido a la disipación ineficiente	MD-M-1-A
			2	combustión ineficiente	A	sedimentación de aceite	entrada excesiva de aceite en la cámara de combustión, expulsando gases de fuga y niebla de aceite	MD-M-2-A	
Contención y distribución	N	Bomba de combustible	garantiza que los inyectores reciban el flujo de combustible requerido	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	provoca ralladuras internas y ruidos	MD-N-1-A
				2	agentes externos	A	obstruido	provocaría una variación en la presión del combustible logrando llegar a dañar las válvulas y bujía	MD-N-2-A
	Ñ	Filtro de combustible	evita las impurezas lleguen al motor	1	sucio u obstruido	A	revoluciones irregulares	provoca ruidos en el motor	MD-Ñ-1-A

		a través del combustible			B	interrupción del fluido	presenta dificultad en arranque	MD-Ñ-1-B	
					C	deterioro	problemas en el rendimiento y aceleración	MD-Ñ-1-C	
	O	filtro de aceite	mantener en óptimas condiciones la lubricación	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provoca un sobrecalentamiento, bajo rendimiento del motor y humos en el escape	MD-O-1-A
	P	mangueras	garantiza una presión, sellado y potencia constantes	1	daños por agentes externos	A	desperfecto superficial	las fugas de ajuste o calor excesivo provocan modificaciones al material	MD-P-1-A
				2	daños por agente ambientales	A	componentes extrínsecos	variación de composición del material por sustancias	MD-P-2-A
Distribución	Q	Escape de entrada flexible	conducir lo gases producidos por la combustión	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	la superficie de salida del gas presenta oxidación en su material	MD-Q-1-A
						B	obstrucción de la salida del gas	provoca una acumulación de componentes contaminantes	MD-Q-1-B
	R	Motor de escape y silenciador	disminución de los decibeles y encaminador de los gases	1	congestión por alteraciones en la estructura	A	obstrucción de los gases	provocaría un fallo de encendido	MD-R-1-A

	S	Filtro de aire	impedir que los contaminantes externos	1	exceso de contaminante	A	degradación polimérica	provoca ruidos y bajo rendimiento en el funcionamiento	MD-S-1-A
superficial	T	Ensamble exterior	unir y proteger partes de un mismo conjunto	1	daños por agentes externos	A	componentes extrínsecos	provoca abrasión y corrosión permitiendo ingreso de partículas de polvo al sistema	MD-T-1-A

En la siguiente ilustración (2) se observa el árbol de decisiones que se extrae de la norma SAE JAC 1012, siendo una propuesta en la realización de tareas basados en la condición económicamente viable, con una jerarquía donde la primera tarea de mantenimiento se plantea como predictiva (1), si no es financiable o factible, se procede a proponer una tarea preventiva (2), si tampoco fuese realizable, se indica una tarea correctiva (3), ya por última instancia de no ser viable ningún mantenimiento se recomienda la posibilidades de rediseñar (4).

La primera columna con el símbolo H, indica las consecuencias de las fallas ocultas, la S son las consecuencias para la seguridad, la E son las consecuencias en el medio ambiente, la O son consecuencias operaciones y por último la N son las consecuencias no operacionales.

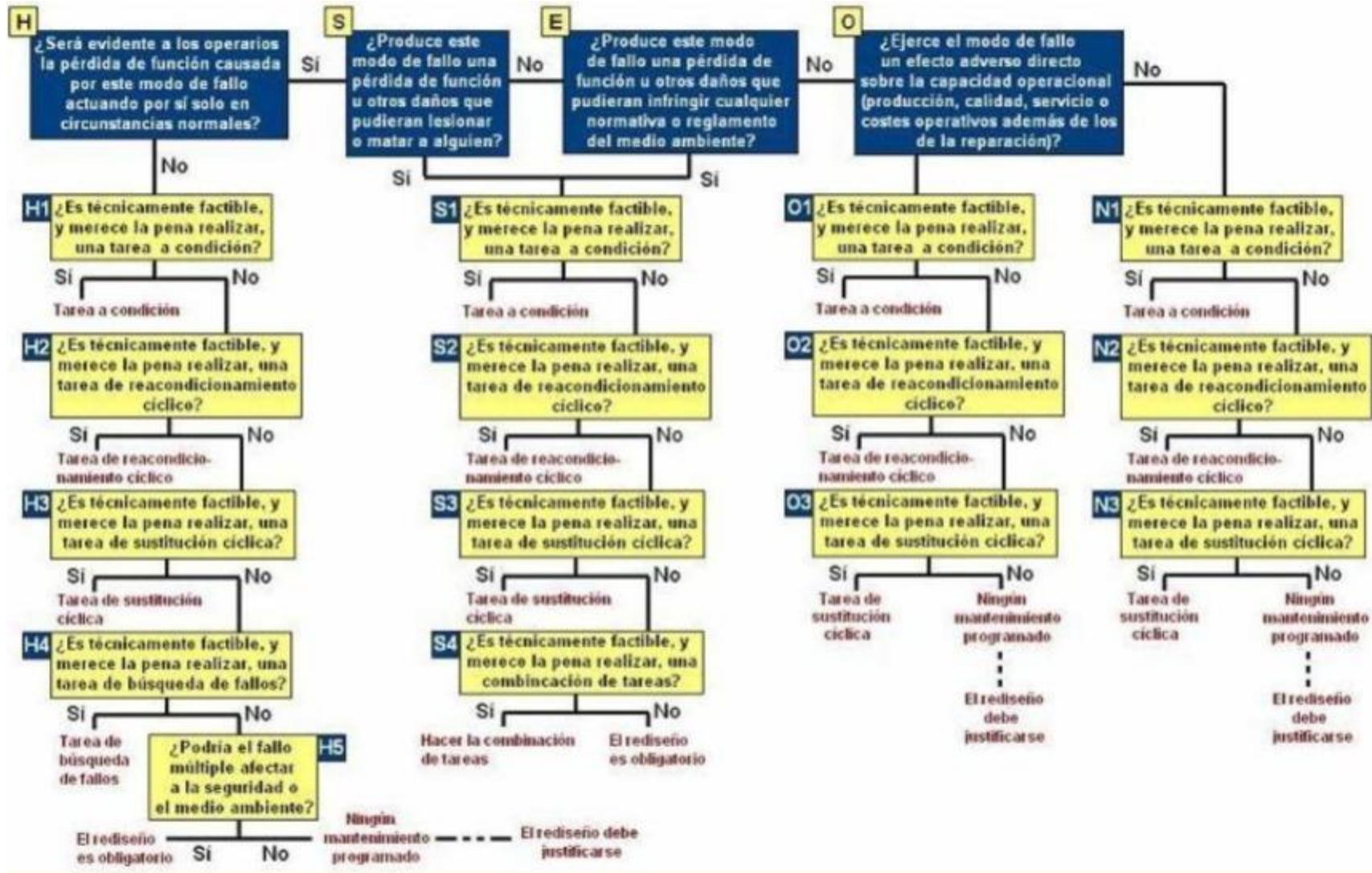


Ilustración 2. Árbol de objetivo de RCM
fuente: sosa castro. (2013)

3.5. Diseño de un Plan de Mantenimiento Basado en RCM

El plan de mantenimiento se enfocó en la reducción de intervenciones de mantenimientos, aumentando la vida útil del equipo o sistema al enfocarse en alternativas personalizadas para la disminución del tiempo de parada, obteniendo un aprovechamiento mayor al nominal, la respuesta de evaluación de consecuencias en la tabla 19, se incluye (S) para referencia SI y (N) para NO.

Tabla 20. Explicación de la hoja de decisiones.

HOJA DE DECISIONES DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD														
			CODIGO DE EQUIPO:				EQUIPO:			REALIZADO POR:	FECHA	NUMERO DE HOJA		
Referencia del Fallo			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acciones a falta de		Tareas Propuestas	Frecuencia Inicial	A realizar por:
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3					
							O1	O2	O3	H4	H5	H6		
Últimos tres dígitos del código de fallo			↓ Función de falla oculta	↓ Función de seguridad	↓ Función de medio ambiente	↓ Función de operacional	↓ Predictiva	↓ Preventiva	↓ Correctiv	↓ Búsqueda	↓ Rediseño	↓ Justificación		

Tabla 21. hoja de decisiones, MOTOSOLDADOR

HOJA DE DECISIONES DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD															
			CODIGO DE EQUIPO: MD				EQUIPO: MOTOSOLDADOR						REALIZA DO POR:	FECH A	NUMERO DE HOJA
Referencia del Fallo			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acciones a falta de			Tareas Propuestas	Frecuencia Inicial	A realizar por:
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
							N1	N2	N3	H4	H5	H6			
A	1	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
A	1	B	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
A	1	C	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
B	1	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
B	1	B	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
C	1	A	S	N	S	N	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
C	1	B	S	N	S	N	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
C	2	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área

C	2	B	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
C	2	C	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
D	1	A	S	N	N	S	N	N	S				Cambio programado	3 años	Técnico de Área
E	1	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico de Área
E	1	B	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico de Área
E	2	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico de Área
E	3	A	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento o programado	X	X
F	1	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico de Área
G	1	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico de Área
H	1	A	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
H	1	B	S	N	N	S	N	S	N				Medición e inspección.	300 Horas	Técnico de Área
I	1	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
I	1	B	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
I	1	C	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
J	1	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
J	1	B	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe

J	1	C	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
K	1	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
K	1	B	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
K	1	C	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
L	1	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
L	1	B	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
L	2	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
L	3	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
M	1	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
M	2	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
N	1	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
N	2	A	N	N	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico en Jefe
Ñ	1	A	S	N	N	S	N	N	S				Cambio por componente nuevo	300 Horas	Técnico de Área
Ñ	1	B	S	N	N	S	N	N	S				Cambio por componente nuevo	300 Horas	Técnico de Área
Ñ	1	C	S	N	N	S	N	N	S				Cambio por componente nuevo	300 Horas	Técnico de Área

O	1	A	S	N	S	N	N	N	S				Cambio por componente nuevo	300 Horas	Técnico de Área
P	1	A	N	N	N	N	N	N	S				Cambio por componente nuevo	3000 Horas	Técnico en Jefe
P	2	A	N	N	N	N	N	N	S				Cambio por componente nuevo	3000 Horas	Técnico en Jefe
Q	1	A	S	N	N	N	N	N	S				Cambio por componente nuevo	4500 Horas	Técnico de Área
Q	1	B	S	N	S	N	N	N	S				Cambio por componente nuevo	4500 Horas	Técnico de Área
R	1	A	S	S	N	N	N	S	N				Medición e inspección.	3000 Horas	Técnico de Área
S	1	A	N	N	N	N	N	N	S				Cambio por componente nuevo	300 Horas	Técnico de Área
T	1	A	S	S	N	N	N	S	N				Limpieza e Inspección	300 Horas	Técnico de Área

4. Conclusiones.

En la aplicación de los mantenimientos basados en la confiabilidad, se implementó información de manera empírica, participación del jefe de mantenimiento, manuales y artículos para la descripción de los componentes de cada equipo, en el análisis, criterios y planeamientos, demostrando que la información para el mantenimiento puede derivar de distintos medios.

Las actividades de mantenimientos promovidas por el plan RCM además de estar personalizadas a cada componente y/o falla funcional, utiliza la información de otras estrategias de mantenimiento como solución o mejora de los procesos del funcionamiento del equipo.

En el análisis de criticidad se logra reconocer las características de las partes así mismo obteniendo un examen exhaustivo de los posibles fallos, relacionando a la necesidad de mantenimiento, en los casos donde no se obtiene un historial de fallos completo se debe basar en definiciones cualitativas en el desarrollo de las fallas funcionales.

Al determinar los posibles fallos se planea soluciones previas en un análisis, con un objetivo de evitar las paradas del equipo para una disminución en pérdidas económicas y/o humanas logrando así la prolongando de la vida útil del equipo.

5. Recomendaciones

- Se sigue trabajando el RCM bajo la obtención de un historial de fallas con una anterioridad amplia para así lograr obtener un plan de mantenimiento más personalizado a los equipos, evitando conceptos generales que provocan un desvío de enfoque.
- Se aconseja tener presente en la aplicación del mantenimiento basado en la confiabilidad la necesidad de una constante alimentación y actualizados de procesos para lograr una eficacia óptima en la ejecución a sistemas y equipos.
- Se indica que la realización del RCM, implica una inversión de tiempo y esfuerzo en el análisis de las fallas, recopilación del historial y descripción de las funciones principales con asesoramiento de personas calificadas.

6. Referencias

- Campos-Lopez, O., Tolentino-Eslava, G., Toledo-Velazquez, M., Tolentino-Eslava, R.. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos. *Científica*, 23, 51-59
- Cárdenas Maza, M. A. (2011). Diseño de un plan de mantenimiento basado en RCM, para los equipos y vehículos de DINACOL SA.
- Causil H., J. J. (2020). Diseño De Un Plan De Mantenimiento Mediante La Metodología Rcm Para Equipos De La Empresa Distracom S.A. (Trabajo de grado, Universidad de Córdoba). Repositorio digital UC. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2850>.
- Chuang, C., Ningyun, L., Bin, J., Yin, X. (2020). Condition-based maintenance optimization for continuously monitored degrading systems under imperfect maintenance actions. *Journal of Systems Engineering and Electronics*. vol. 31, no. 4, pp. 841-851.
- Daquinta-Gradaille, A., & Pérez-Olmo, C. (2018). Metodología de Análisis de criticidad integral de las cosechadoras de caña de azúcar CASE IH. *Revista Ingeniería Agrícola*, 8(2), 55-61.
- Enjavimadar, M. H. & Rastegar, M. (2022). Optimal reliability-centered maintenance strategy based on the failure modes and effect analysis in power distribution systems, *Electric Power Systems Research*, Volume 203, 107647. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107647>.
- Gupta, G. & Mishra, R.P. (2018). Identification of Critical Components Using ANP for Implementation of Reliability Centered Maintenance, *Procedia CIRP*, Volume 69, Pages 905-909. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.122>.

NORMA SAE-JA-1011, (1999). Society of Automotive Engineers Inc. EVALUATION CRITERIA FOR RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE (RCM) PROCESSES. USA, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.

NORMA SAE-JA-1012; (2002). Society of Automotive Engineers Inc. GUIA PARA EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC).USA, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001

Rausand, M. & Vatn, J. (2008). Reliability Centred Maintenance. In: Complex System Maintenance Handbook. Springer Series in Reliability Engineering. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_4.

Sosa-castro,J.(2013).Diseño del plan de mantenimiento del sistema de alimentación al tromel de una planta de residuos solidos urbanos, mediante metodologías RCM2.(proyecto de grado, universidad de Sevilla).repositorio universitario SU. <https://idus.us.es/handle/11441/50237>

Wang, Q., Diao, X., Zhao, Y., Chen, F., Yang, G., Smidts, C. (2021). An expert-based method for the risk analysis of functional failures in the fracturing system of unconventional natural gas. Energy, Volume 220, 119570. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119570>.

Yavuz, O., Doğan, E., Carus, E., Görgülü, A. (2019). Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry, Procedia Computer Science, Volume 158. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.046>.

Zakikhani, K., Nasiri, F., Zayed, T. (2020). Availability-based reliability-centered maintenance planning for gas transmission pipelines. International Journal of Pressure Vessels and Piping, Volume 183, 104105. <https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2020.104105>.

Zhuang, Q., Djairam, D., Mehairjan, R. P. Y., Smit, J. J. (2012). Use case modelling for risk-based maintenance management system. 2012 IEEE International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis.

7. Anexos

PULIDORA

Anexo 1. Pulidor Makita Modelo 9554HN

	FICHA TECNICA PULIDORA MAKITA	
	Modelo 9554HN (periodicidad)	
	ESPECIFICACIONES	
	Diámetro de la rueda de disco abombando	115 mm (4-1/2")
	Rosca del eje	15,8 mm (5/8")
	Velocidad en vacío (r.p.m.)	10 000 r/min
	Longitud total	258 mm (10-1/8")
	Peso neto	1,8 kg (4,1 lbs)
	Voltaje	120 V~
	Amperaje (amperios)	6A
Frecuencia	50/60 Hz	
Descripción General		
<p>PULIDORA 4-1/2 PULGADAS (115MM) 710W MAKITA ES UNA ESMERILADORA ANGULAR; CUERPO DE PEQUEÑA CIRCUNFERENCIA PARA UNA COMODA MANIPULACION, CONSTRUCCION DE LABERINTO QUE PROTEGE TODOS LOS COMPONENTES INTERNOS DEL POLVO Y RESIDUOS; ARMADURA CON PROTECCION DE BARNIZ PARA PROTECCION DEL MOTOR</p>		
<p style="text-align: center;">Uso previsto</p> <p>La herramienta ha sido prevista para esmerilar, amolar, lijar y cortar metal y materiales de piedra sin usar agua</p>	<p style="text-align: center;">Alimentación</p> <p>La herramienta ha de conectarse solamente a una fuente de alimentación de la misma tensión que la indicada en la placa de características, y sólo puede funcionar con corriente alterna monofásica. El sistema de doble aislamiento de la herramienta cumple con las normas vigentes y puede, por lo tanto, usarse también en receptáculos hembra sin conductor a tierra</p>	

Anexo 2. Análisis de efectos de fallas y modos, PULIDORA

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Alimentación	cableado	Transporta la energía eléctrica	• cable de poder	3	4	3	2	1	30	BC
				• cubre cable	2	1	1	1	1	8	BC
	• clavija			3	2	2	2	1	21	BC	
		Motor		Transmuta la energía	• rotor	3	5	4	2	2	39
• juego de carbones					5	4	3	3	1	55	AC
				• ventilador 56	2	3	2	1	1	14	BC
				• estator	3	5	4	2	2	39	MC
				• placa de desviación	2	2	2	1	2	14	BC
	Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	• interruptor	5	4	3	1	1	45	MC
mecánico	Transmisión	Engranajes	Transmitir el movimientos o fuerza mediante la rotación de un eje	• espiral oblicua del engrane	2	3	2	1	1	14	BC
				• tuerca hexagonal	2	2	2	1	1	12	BC
				• eje	2	4	2	3	1	20	BC
	aislador			Soporte anti vibratorio	Aislador elástico o rotatorio que reduce las vibraciones ambientales o del propio sistema	• anillo de goma	2	2	2	1	1
• balero		5	3			3	3	2	55	AC	
				• arandela de aislamiento	2	2	2	3	1	16	BC
				• anillo	2	1	2	2	1	12	BC
				• seguro de reten	2	3	2	2	1	16	BC
	Pulido	Disco de pulido	Rotación de un disco utilizado en acabados de superficies	• resorte de compresión	2	1	2	1	1	10	BC
				• tapa del perno	2	1	1	1	1	8	BC
				• seguro de reten	2	2	2	1	1	12	BC
				• lock nut	3	5	1	3	1	30	BC

				<ul style="list-style-type: none"> • Inner flange 	3	5	1	2	1	27	BC
Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • cubierta trasera 	2	2	1	3	2	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Mango de sostenimiento manual 	3	2	1	4	2	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • perilla del interruptor 	3	3	1	3	1	24	BC
		Protección	Mecanismos de seguridad para el operador	<ul style="list-style-type: none"> • Brida de cable 	2	1	2	1	1	10	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Wheel cover assy 	3	1	1	5	1	24	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • tornillo m5x14 	3	3	2	3	1	27	BC
		armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • tapa de escobilla 	3	1	1	3	1	18	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • caja de engranaje 	2	2	2	1	1	12	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • soporte del perno 	2	2	2	2	1	14	BC
<ul style="list-style-type: none"> • caja de balero 	2			3	2	2	1	16	BC		
<ul style="list-style-type: none"> • carcasa de motor 	2			4	2	3	2	22	BC		

Anexo 3. fallos media y altamente críticos, PULIDORA

PULIDORA MANUAL				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	Alimentación	Rotor	39	CRITICIDAD MEDIA
		Juego de Carbones	55	CRITICIDAD ALTA
		Estator	39	CRITICIDAD MEDIA
	Control	Interruptor	45	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Aislador	balero	55	CRITICIDAD ALTA

Anexo 4. Análisis AMFE, PULIDORA

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
	CODIGO DE EQUIPO: PL			EQUIPO: PULIDORA		REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA	
SUBSISTEMA	PARTE		FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO	
Alimentación	A	Rotor	rota transmitiendo la energía magnética en mecánica	1	Sobrecarga Térmica	A	Rotor bloqueado por carga impuesta.	Cuando el operador enciende la pulidora, esta no rota el disco.	PL-A-1-A
						B	Sobre arranques consecutivos	Acciona altas temperaturas en las barras y los anillos del rotor	PL-A-1-B
						C	Ventilación insuficiente	Cuando el operador manipula la pulidora esta presenta altas temperaturas que no son disipadas.	PL-A-1-C

			2	Sobre efecto magnético	D	Conductividad inadecuada	Cuando se acciona la pulidora genera un aumento de temperatura en las barras	PL-A-1-D	
					A	Alta generación de corriente	al encender la pulidora se produce una deflexión en las barras por el efecto magnético superior al normal.	PL-A-2-A	
					B	Desbalance electromagnético	Flexiona el rotor provocando el contacto entre el núcleo del motor o bobinados	PL-A-2-B	
					C	Ajuste incorrecto	Desprendimiento de las chapas	PL-A-2-C	
					D	Rotura de rodamiento	Cuando se enciende la pulidora presentaría un	PL-A-2-D	
	B	estator	convertir la energía eléctrica en magnética	1	Sobrecarga Térmica	A	sobrecargas eléctricas	la pulidora presenta un efecto magnético anormal provocando un recalentamiento	PL-B-1-A
						B	Ventilación insuficiente		PL-B-1-B

						Cuando el operador manipula la pulidora esta presenta altas temperaturas que no son disipadas.		
					C	quiebre y ralladura	el operario percibirá una vibración anormal en su manipulación	PL-B-1-C
					D	variación de tensión	el operario percibe un bajo rendimiento en su funcionamiento	PL-B-1-D
					E	desbalances de fases	aumento súbito de la temperatura	PL-B-1-E
					F	Sobre arranques consecutivos	Acciona altas temperaturas situado en los bobinados	PL-B-1-F
			2	sobretensión	A	cortocircuito	paso de corriente indebido entre fases provocado por desgastes de los aisladores	PL-B-2-A
					B	efecto corona	se excedió la tolerancia a la tensión del material de aislamiento del bobinado	PL-B-2-B
					C	operación anormal de contactos	provoca una sobretensión en el estator	PL-B-2-C
					D	vibración de las bobinas	la pulidora presenta corto circuito en las espiras	PL-B-2-D

	C	juego de carbones	conexión entre la parte la parte fija y rotativa	1	arco eléctrico	A	asentamiento inadecuado	provoca un chispeo continuo en motor	PL-C-1-A
						B	distribución variable de corriente	chispeo intermitente	PL-C-1-B
						C	aislamiento indeseado	el operador observa un corrosivo	PL-C-1-C
				2	sobre desgaste	A	vibraciones en el motor	oscilaciones y sonidos irregulares	PL-C-2-A
						B	sobrecargas eléctricas	la operación detecta menos potencia de la usual	PL-C-2-B
				control	D	interruptor	desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica	1	mecanismos de operación
A	bloqueo on	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	PL-D-1-B						
2	degradación externa	B	contaminantes					el accionador se llena de residuos inadecuados	PL-D-2-B
3	aplicación incorrecta	C	sobre manipulación					rebasa su capacidad operativa	PL-D-3-C

aislador	E	baleros	reducir la fricción	1	desgaste excesivo	A	fisuras	el operario percibe vibración y sonidos irregulares	PL-E-1-A
----------	---	---------	---------------------	---	-------------------	---	---------	---	----------

TALADRO

Anexo 5. Taladro Makita Modelo HP1630

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Vignada Mineración</p>		FICHA TECNICA TALADRO MAKITA	
	Modelo HP1630 (periodicidad)		
	ESPECIFICACIONES		
	Capacidades	Concreto	16 mm (5/8")
		Acero	13 mm (1/2")
		Madera	30 mm (1-3/16")
	Revolución (r.p.m.)		0 - 3 200 r/min
	Longitud total		296 mm (11-5/8")
	Peso neto		2,1 kg (4,6 lbs)
	Voltaje		120 V~
	Amperaje (amperios)		6.2A
Frecuencia		50/60 Hz	
DESCRIPCIÓN GENERAL			
<p>TALADRO PERCUTOR CON MOTOR DE 710W, FUERTE CARCASA DEL MOTOR EN FORMA CILÍNDRICA QUE TRABAJA EN DOS MODOS: ROTACION + PERCUCION O SOLO ROTACION; PERCUCION DE 48.000 GOLPES POR MINUTOS, CON VELOCIDAD VARIABLE.</p>			
Uso previsto		Alimentación	
<p>La herramienta ha sido prevista para taladrar con impactos en ladrillo, cemento y piedra, así como también para taladrar sin impactos en madera, metal, cerámica y plástico</p>		<p>La herramienta ha de conectarse solamente a una fuente de alimentación de la misma tensión que la indicada en la placa de características, y sólo puede funcionar con corriente alterna monofásica. El sistema de doble aislamiento de la herramienta cumple con la norma europea y puede, por lo tanto, usarse también en enchufes hembra sin conductor de tierra</p>	

Anexo 6. Análisis de criticidad, TALADRO

Sistema	subsistema	Categoría	Función	Partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Alimentación	Cableado	Transporta la energía eléctrica	• protector de cordón	2	1	1	1	1	8	BC
				• cable de alimentación	3	4	3	2	1	30	BC
	Motor	Transmuta la energía	• ensamble de armadura 240v(rotor)	3	5	4	2	2	39	MC	
			• campo 240v(estator)	3	5	4	2	2	39	MC	
			• porta escobillas	2	3	2	1	1	14	BC	
			• escobilla de carbono	5	4	3	3	1	55	AC	
Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	• interruptor on/off	5	4	3	1	1	45	MC	
	Cambiador de ejecución	Establece la velocidad de rotación	• palanca de cambio	3	2	1	2	1	18	BC	
Mecánico	Transmisión	Engranaje	Transmitir movimiento o fuerza mediante el movimiento circular de rotación sobre un eje.	• Eje	5	5	3	2	1	55	AC
				• engranaje helicoidal	5	5	3	2	1	55	AC
	Regulador	Ventilación	Dispersión de calor	• ventilador	3	3	2	2	1	24	BC
				• placa deflectora	2	2	2	2	1	14	BC

	aislador	Soporte anti vibratorio	Aislador elástico o rotatorio que reduce las vibraciones ambientales o del propio sistema	<ul style="list-style-type: none"> • muelle de compresión • rodamiento de bolas • anillo • anillo de retención • anillo muelle • bola de acero • pin 4 • anillo de sello • arandela de aislamiento • anillo de goma 	1	3	2	2	1	8	BC
					5	3	2	3	2	50	AC
					2	2	2	2	1	14	BC
					1	2	2	2	1	7	BC
					2	2	2	1	1	12	BC
					2	3	2	1	1	14	BC
					2	2	2	2	1	14	BC
					2	2	2	1	1	12	BC
					2	2	2	2	1	14	BC
					2	2	2	2	1	14	BC
	Perforación	Porta brocas	Sujeción de la broca	<ul style="list-style-type: none"> • porta brocas • llave porta brocas 	5	5	1	3	1	50	AC
					3	2	1	1	1	15	BC
Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • base de agarre 	2	2	1	3	1	14	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • grip 	4	2	1	3	1	28	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • maleficio. Tornillo 	2	2	1	2	1	12	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • maleficio. lavadora 	2	2	1	1	1	10	BC
		Armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • tornillo rosco 	2	2	2	3	1	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • equipo de casa 	2	2	2	3	1	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • cubierta de caja de engranajes completa 	2	2	2	3	1	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • anticipo 	1	2	2	1	1	6	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • cubierta de aislamiento 	1	2	2	1	1	6	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • caja de motores 	2	4	1	3	1	22	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • tapa manilla 	2	4	1	3	1	22	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • alivio de tensión 	2	1	1	2	1	10	BC

Anexo 7. Fallos media y altamente, TALADRO

TALADRO MANUAL				
SISTEMA		PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	Alimentación	Rotor	39	CRITICIDAD MEDIA
		Escobillas	55	CRITICIDAD ALTA
		Estator	39	CRITICIDAD MEDIA
	Control	Interruptor	45	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Aislador	Rodamientos	50	CRITICIDAD ALTA
	Transmisión	Eje	55	CRITICIDAD ALTA
		Engranaje helicoidal	55	CRITICIDAD ALTA
	Perforación	Porta broca	50	CRITICIDAD ALTA

Anexo 8. Análisis AMFE, TALADRO

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
		CODIGO DE EQUIPO:		EQUIPO:		REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA	
		TL		TALADRO					
SUBSISTEMA	PARTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO		
Alimentación	A	Rotor	rota transmitiendo la energía magnética en mecánica	1	Sobrecarga Térmica	A	Rotor bloqueado por carga impuesta.	Cuando el operador enciende la pulidora, esta no rota el disco.	TL-A-1-A
						B	Sobre arranques consecutivos	Acciona altas temperaturas en las barras y los anillos del rotor	TL-A-1-B
						C	Ventilación insuficiente	Cuando el operador manipula la pulidora esta presenta altas temperaturas que no son disipadas.	TL-A-1-C
						D	Conductividad inadecuada	Cuando se acciona la pulidora genera un aumento de temperatura en las barras	TL-A-1-D
				2		A			TL-A-2-A

					Alta generación de corriente	al encender la pulidora se produce una deflexión en las barras por el efecto magnético superior al normal.			
				Sobre efecto magnético	B	Desbalance electromagnético	Flexiona el rotor provocando el contacto entre el núcleo del motor o bobinados	TL-A-2-B	
					C	Ajuste incorrecto	Desprendimiento de las chapas	TL-A-2-C	
					D	Rotura de rodamiento	Cuando se enciende el taladro presentaría vibración y roces inadecuados	TL-A-2-D	
	B	estator	convertir la energía eléctrica en magnética	1	Sobrecarga Térmica	A	sobrecargas eléctricas	el taladro presenta un efecto magnético anormal provocando un recalentamiento	TL-B-1-A
						B	Ventilación insuficiente	Cuando el operador manipula el taladro esta presenta altas temperaturas que no son disipadas.	TL-B-1-B
						C	quiebre y ralladura	el operario percibirá una vibración anormal en su manipulación	TL-B-1-C
						D	variación de tensión	el operario percibe un bajo rendimiento en su funcionamiento	TL-B-1-D

			2	sobretensión	E	desbalances de fases	aumento súbito de la temperatura	TL-B-1-E	
					F	Sobre arranques consecutivos	Acciona altas temperaturas situado en los bobinados	TL-B-1-F	
					A	cortocircuito	paso de corriente indebido entre fases provocado por desgastes de los aisladores	TL-B-2-A	
					B	efecto corona	se excedió la tolerancia a la tensión del material de aislamiento del bobinado	TL-B-2-B	
					C	operación anormal de contactos	provoca una sobretensión en el estator	TL-B-2-C	
					D	vibración de las bobinas	el taladro presenta corto circuito en las espiras	TL-B-2-D	
	C	escobillas	conexión entre la parte la parte fija y rotativa	1	arco eléctrico	A	asentamiento inadecuado	provoca un chispeo continuo en motor	TL-C-1-A
						B	distribución variable de corriente	chispeo intermitente	TL-C-1-B
						C	aislamiento indeseado	el operador observa un corrosivo	TL-C-1-C
				2	sobre desgaste	A		oscilaciones y sonidos irregulares	TL-C-2-A

						vibraciones en el motor			
					B	sobrecargas eléctricas	la operación detecta menos potencia de la usual	TL-C-2-B	
control	D	interruptor	desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica	1	mecanismos de operación	A	bloqueo off	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	TL-D-1-A
						B	bloqueo on	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	TL-D-1-B
				2	degradación externa	A	contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	TL-D-2-A
				3	aplicación incorrecta	A	sobre manipulación	rebasa su capacidad operativa	TL-D-3-A
aislador	E	baleros	reducir la fricción	1	desgaste excesivo	A	fisuras	el operario percibe vibración y sonidos irregulares	TL-E-1-A
transmisión	F	eje	soporta y ejerce presión de avance	1	manipulación impropia	A	asentamiento inadecuado	el taladro presenta un desgaste en la pared de la boca	TL-F-1-A
						B	curvatura por sobrecarga	se compromete la rotación y percusión del funcionamiento	TL-F-1-B
		engranaje helicoidal	transmisión de fuerza uniforme y solida	2	desgaste excesivo	A	rotura de dientes	sobresalto o pérdida de torque	TL-F-2-A
						B	fatiga superficial		TL-F-2-B

						astillamiento en el material y pérdidas de torque	
					C	deformación plástica	deformación permanente del metal disminuyendo la eficiencia del taladro TL-F-2-C
perforación	G	porta brocas	soportar y guiar la broca de perforación	1	retención y perforación inapropiada	A	deformación mal canto de corte y débil sujeción TL-G-1-A
						B	desgaste o fatiga superficial concentrada insuficiente en la broca TL-G-1-B

COMPRESOR

Anexo 9. Compresor kaeser ASD40T

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>		FICHA TÉCNICA	
		COMPRESOR	
		Modelo ASD40T (horómetro)	
		ESPECIFICACIONES	
		Serie	1100
		Marca	káeser
		Alto	1530mm
		ancho	1770 mm
		Longitud	900 mm
		Peso neto	750 kg
		Presión nominal	125 psi (8.6 bar)
		Presión Max	135 psi (9.3 bar)
Voltaje	230 / 380 / 460v		
Frecuencia	50/60 Hz		
COMPRESOR		MOTOR	
Tipo	tornillo ASD	Potencia	40 hp, 18k
Revestimiento	Lana mineral laminada (insonorizado)	tipo	Motor de reluctancia, IE4
Temperatura ambiente (MAX)	45°C	Control	SIGMA CONTROL 2
Enfriamiento	Sistema electrónico de Termo gestión (ETM)	Arranque	Directo sin engranajes
Nivel de presión acústica	66 dB(A)	Conexión de aire comprimido	G 1 ¼
Flujo volumétrico	3,92 m³/min	refrigerante	R134a
DESCRIPCIÓN GENERAL			
<p>compresor de aire de tornillo rotativo de accionamiento directo de la serie ASD de HPC, contiene un secador frigorífico integrado, se encuentra la unidad de compresión especialmente diseñada con rotores Sigma Profije de flujo optimizado que proporcionan más aire comprimido con menos consumo de energía. La eficiencia de la etapa de compresión se complementa con el sistema de refrigeración de un ventilador de doble flujo. Es un diseño mejorado en el rendimiento de la refrigeración y la minimización de emisiones sonoras. Dispone de la entrada separada del aire de refrigeración del motor y el aire para la compresión del entorno garantizando una refrigeración óptima del motor y un mayor rendimiento de la compresión.</p>			
FUNCION			
<p>Un motor eléctrico acciona el bloque compresor; el fluido inyectado en la condensación principalmente para la refrigeración se divide en el depósito separador de aire. El ventilador integrado permite la aireación del compresor y el flujo de aire refrigerante necesario. La regulación de la máquina asegura el aire presurizado del compresor dentro de los límites de ajustados. Las funciones de seguridad protegen al compresor frente a cualquier posible fallo en algún elemento básico del sistema mediante una desconexión automática</p>			

Anexo 10. Análisis de criticidad, COMPRESOR DE TORNILLO

Sistema	Subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV	
Eléctrico	Alimentación	cableado	Transporta la energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> cables 	3	4	3	2	1	30	BC	
		Motor	Transmuta la energía	<ul style="list-style-type: none"> Motor de accionamiento 	2	5	3	1	1	20	BC	
	<ul style="list-style-type: none"> motor de ventilador 			5	4	3	2	1	50	AC		
	Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> botón de paro de emergencia 	2	5	1	5	1	24	BC	
		Controlador	supervisa y manipula el funcionamiento del equipo	<ul style="list-style-type: none"> Controlador SIGMA 	2	5	4	2	2	26	BC	
				<ul style="list-style-type: none"> Contactor 	3	5	3	3	2	39	MC	
<ul style="list-style-type: none"> Recorte de protección de sobrecarga 				2	5	3	5	2	30	BC		
<ul style="list-style-type: none"> Tecla CON 	2			3	4	1	1	18	BC			
<ul style="list-style-type: none"> Tecla DES 	2	3	4	1	1	18	BC					
Mecánico	Transmisión	acoples	Unión de dos ejes	<ul style="list-style-type: none"> Acoplamiento de accionamientos 	3	4	3	1	1	27	BC	
				<ul style="list-style-type: none"> Rueda de ventilador 	2	4	2	1	1	16	BC	
	Compresor	Bloque compresor	Comprimir fluidos y gases	<ul style="list-style-type: none"> Airend sigma Equipo de instalación del airend 	2	5	3	1	1	20	BC	
				<ul style="list-style-type: none"> Equipo de instalación del airend 	5	3	3	1	3	50	AC	
neumática	Control	supervisa y manipula el funcionamiento del equipo	<ul style="list-style-type: none"> Interruptor de presión de seguridad Tapa protectora 	<ul style="list-style-type: none"> Interruptor de presión de seguridad 	2	5	2	3	1	22	BC	
				<ul style="list-style-type: none"> Tapa protectora 	2	4	1	2	1	16	BC	
	acondicionamiento	Conductos	Canal de desplazamiento	<ul style="list-style-type: none"> válvula check/mínima presión válvula de entrada válvula de control de terminación mangueras acoples rápido 	<ul style="list-style-type: none"> válvula check/mínima presión 	2	4	4	1	2	22	BC
					<ul style="list-style-type: none"> válvula de entrada 	2	3	2	1	1	14	BC
					<ul style="list-style-type: none"> válvula de control de terminación 	2	3	3	1	2	18	BC
					<ul style="list-style-type: none"> mangueras 	5	4	2	2	2	50	AC
<ul style="list-style-type: none"> acoples rápido 	5	4	2	1	1	40	MC					

Anexo 11. Fallos media y altamente, COMPRESOR

COMPRESOR TORNILLO				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	Alimentación	Motor de ventilador	50	CRITICIDAD ALTA
	Control	Contactador	39	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Compresor	Equipo de instalación del airend	50	CRITICIDAD ALTA
NEUMATICA	Acondicionamiento	Mangueras	50	CRITICIDAD ALTA
		Entre manguera	40	CRITICIDAD MEDIA
	Segregación	Filtro de aire	40	CRITICIDAD MEDIA
HIDRAULICA	Conductos	mangueras	40	CRITICIDAD MEDIA
	Segregación	Filtro de aceite	40	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 12. Análisis AMFE, COMPRESOR

OJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
CODIGO DE EQUIPO:			EQUIPO:		REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA		
CT			COMPRESOR TORNILLO						
SUBSISTEMA	PARTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO		
Almacenamiento	A	motor de ventilador	1	circulación de aire forzado	sobrecarga térmica	A	bloqueo por carga impuesta.	no presenta rotación o generación del campo magnético	CT-A-1-A
						B			CT-A-1-B

						Sobre arranques consecutivos	Acciona altas temperaturas en las barras y los anillos del rotor	
						C Ventilación insuficiente	presenta altas temperaturas que no son disipadas	CT-A-1-C
			2	sobretensión y efecto magnético	A	Desbalance electromagnético	Flexiona el rotor provocando el contacto entre el núcleo del motor o bobinados	CT-A-2-A
					B	efecto corona	se excedió la tolerancia a la tensión del material de aislamiento del bobinado	CT-A-2-B
			3	sobre desgaste en los carbones	A	vibraciones en el motor	oscilaciones y sonidos irregulares	CT-A-3-A
					B	sobrecargas eléctricas	la operación detecta menos potencia de la usual	CT-A-3-B
control	B	contactor	establecer o interrumpir el paso de corriente	1	aglutinar	A adhesión por constantes arranque	provoca una fundición en los platinos facilitando un aumento de corriente sin resistencia	CT-B-1-A

compresor	C	Equipo de instalación del airend	optimizar y ajuste de los componentes de compresión	1	alteración	A	deformación en los cojinetes	desajuste en el sistema de compresión	CT-C-1-A
				2	obstrucción y defectos por componentes	A	congestión de contaminantes en el filtro de aceite	provoca un sobrecalentamiento, bajo rendimiento del motor y humos en el escape	CT-C-2-A
				3	oscilación	A	vibración por rodamiento en mal estado	deformación en los tornillos	CT-C-3-A
				4	rozamiento de las partes	A	fisura en los sellos del eje	salida de aceite de la recámara de compresión y desajustes en el proceso de compresión	CT-C-4-A
Accionamiento	D	mangueras	garantiza una presión, sellado y potencia constantes	1	daños por agentes externos	A	desperfecto superficial	las fugas de ajuste o calor excesivo provocan modificaciones al material	CT-D-1-A
				2	daños por agente ambientales	A	componentes extrínsecos	variación de composición del material por sustancias	CT-D-2-A
	E	acoples rápidos	ajuste intermediaste de la manguera y la pieza	1	daños en la boquilla de la unión	A	desperfecto superficial	deformación de la rosca de conexión	CT-E-1-A

Segregación	F	filtro de aire	impedir que los contaminantes externos	1	exceso de contaminante	A	degradación polimérica	provoca ruidos y bajo rendimiento en el funcionamiento	CT-F-1-A
conductos	G	mangueras	garantiza una presión del aire, sellado y potencia constantes	1	daños por sustancias ambientales	A	componentes externos	cambio en la estructura física provocando grietas y abrasiones	CT-G-1-A
Segregación	H	Filtro de aceite	mantener en óptimas condiciones la lubricación	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provoca contaminación y daños al sistema mecánico de compresión	CT-H-1-A

PLANTA ELECTRICA S&S

Anexo 13. Planta Eléctrica Modelos SH.

				FICHA TECNICA PLANTA ELECTRICA			
				Modelo SH (periodicidad)			
				ESPECIFICACIONES			
				Serie		SSC-50112263	
				Marca		Stewart & Stevenson	
				Alto		1.83m	
				ancho		1.20	
				longitud		3.51m	
				Peso		2390kg	
				capacidad		340 lt	
				Generador		Stamford	
Motor		Deutz					
estructura		insonorizado					
Generador				Motor			
Serial	M11K4554853	frecuencia	60Hz	Serial	BF6M1013F C	Max torque (Nm)	1050
Potencia (KVA)	258.8	Rpm	1800	Cilindro	6	Consumo de combustible (g/kW)	195
Potencia (KW)	207	fases	3	Desplazamiento (l/cu in)	7.2/439.4	Peso (kg)	572
Amperaje	879.2	Voltaje	220v	Rpm máximo	2300	Rpm(min)	650
Pf	0.8	P.E(KW)	222.4	Potencia salida (KW)	200/230	Potencia (Hp)	268
DESCRIPCIÓN GENERAL							
<p>Motor diésel industrial refrigerado con agua, alternador de carga y arranque eléctrico filtro de aire estándar, alternador mono palier 1P23, chasis de acero soldador, insonorización optimizada con espuma aislante y cavidad de resonantes en la cubierta, depósito de combustible soldado, botón de parada de emergencia, batería de arranque CC.</p>							
FUNCIÓN							
<p>Sistema de respaldo de suministro eléctrico producido por un generador eléctrico accionado por un motor de combustión interna diésel</p>							

Anexo 14. Análisis de criticidad, PLANTA ELECTRICA S&S

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Transmisión	Cableado	Transporta la energía eléctrica	• Puesta a tierra	1	2	1	5	1	9	BC
				• Barrajes	2	4	2	5	2	26	BC
	• Terminar principal			2	1	2	5	2	20	BC	
	• Kit de calentamiento			2	3	3	1	2	18	BC	
	Almacenamiento	Transmite energía acumulada	• Capacitor	4	4	3	2	2	44	MC	
			• Batería	3	3	3	2	4	36	MC	
	Generación	Generador	Transformador de energía	• Generador de imán permanente	2	5	3	2	1	22	BC
				• Kit del final no conductor (NDE)	3	3	3	1	1	24	BC
				• Estator de excitación	2	5	3	2	1	22	BC
				• Rectificador giratorio	2	3	3	1	1	16	BC
				• Diodo y varistor	5	3	3	2	2	50	AC
				• Bloque terminal de 6 vías	3	3	3	1	1	24	BC
• Regulador AVR				3	5	4	2	1	36	MC	
Control				Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	• Accionador on/off	5	4	3	1	1
	• Iniciador del motor	3	4			3	1	1	27	BC	
	• Breaker	3	5			3	5	1	42	MC	
Monitoreo	Observación de un proceso	• Panel de control	3	2	4	1	1	24	BC		
		Regulación	Distribución	Guías del sistema	• Árbol de levas	2	5	3	1	2	22
				• Volante inercia	2	5	2	1	2	20	BC

Mecánico	Generador de potencia	Motor de potencia	Producción de movimiento o fuerza automática	• Cigüeñal	2	5	3	1	2	22	BC
				• Rodamientos	5	3	2	3	2	50	BC
				• Contrapeso	2	3	2	1	2	16	BC
				• Biela	2	3	2	1	1	14	BC
				• Casquetes	4	3	2	1	1	28	BC
				• Pistón	3	4	2	1	1	24	BC
				• Anillos	5	4	2	1	3	50	AC
				• Inyector de combustible	4	4	4	1	2	44	MC
				• Resorte de válvula	2	2	2	1	1	12	BC
				• Válvula admisión	5	4	3	1	2	50	AC
				• Balancines	3	4	2	1	1	24	BC
				• Soporte de balancines	2	4	2	1	2	16	BC
				• Tornillos de calibración	2	3	2	1	2	16	BC
				• Bloque de cilindro	4	4	3	1	2	40	MC
				• Culata	3	4	3	1	1	30	BC
				• Varillas impulsadoras	3	4	3	1	1	27	BC
				• Controlador	2	4	3	1	1	18	BC
				• Bomba con engranaje	3	4	3	1	2	27	BC
				• Empaque	4	4	2	1	1	36	MC
				• Boquilla de enfriamiento de pistón	2	3	3	1	1	16	BC
• Barra de control	2	3	3	1	1	16	BC				
• Caja de engranaje	3	4	3	1	1	27	BC				
Hidráulica	Contención y distribución	Hidrocarburos	Almacén y suministro de carburantes	• Tanque de combustible	2	3	2	1	3	18	BC
				• Tapa del tanque de combustible	2	2	1	1	1	10	BC
				• Registro de combustible	2	2	1	1	1	10	BC
				• Indicador de nivel	2	2	3	1	1	14	BC
				• Varilla de nivel de aceite	2	2	2	1	1	12	BC
				• Drenaje del aceite del Carter	1	3	1	1	1	6	BC
				• Filtro de aceite	5	4	1	1	3	45	MC
				• Filtro de combustible Inyector	5	4	1	1	3	45	MC

				<ul style="list-style-type: none"> • Caja enfriadora de aceite • Colector de admisión • Bomba de aceite • Bomba de combustible • Tubería de alta presión • Línea de lubricación de aceite • Línea de retorno • Colector de aceite 	2	3	2	1	2	16	BC
					2	3	2	1	3	18	BC
					3	3	3	1	2	27	BC
					3	5	3	1	3	36	MC
					2	4	3	2	2	22	BC
					2	3	3	1	2	18	BC
					2	3	3	1	2	18	BC
					2	2	2	2	3	18	BC
Neumática	Distribución	gases	Emisión de fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de aire • Escape y sobre alimentador • Interruptor de presión • Racionador de gas • Codo de aire • Tubería de aire de carga • Regulador de presión • Compresor de aire • Tubo de ventilación 	5	4	2	1	3	50	MC
					3	3	2	3	4	36	MC
					2	3	2	2	2	18	BC
					2	4	2	1	3	20	BC
					2	3	2	1	2	16	BC
					2	3	2	1	2	16	BC
					3	4	3	1	1	27	BC
					2	4	2	1	3	20	BC
					2	3	2	1	2	18	BC
		Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Botón de parada • Llaves de apertura 	2	3	2	5	1	22	BC
					1	3	1	1	1	6	BC
					2	2	2	2	1	14	BC
					2	2	2	2	1	14	BC
					2	3	3	2	1	18	BC
Revestimiento	Superficial	armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Cubierta inferior del estator principal • Cubierta superior del estator • barra del estator • Pie 	2	3	3	2	1	18	BC
					2	3	3	2	1	18	BC

				<ul style="list-style-type: none"> Panel final de la caja terminal (NDE) Caja del terminal para calentadores Panel final de la caja terminal (DE) Caja terminal Soporte del avr Anillo adaptador Insonorización 	1	2	2	1	1	6	BC
					2	2	2	1	1	12	BC
					1	2	2	1	1	6	BC
					1	2	2	1	1	6	BC
					2	2	2	1	1	12	BC
					2	2	2	1	1	12	BC
					1	2	1	3	1	7	BC

Anexo 15. Fallos media y altamente, PLANTA S&S

PLANTA ELECTRICA S&S				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	almacenamiento	Capacitor	44	CRITICIDAD MEDIA
		Batería	36	CRITICIDAD MEDIA
	Generación	Diodo y varistor	50	CRITICIDAD ALTA
		Regulador AVR	36	CRITICIDAD MEDIA
	Control	Accionador on/off	45	CRITICIDAD MEDIA
		Breaker	42	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Generador de potencia	anillos	50	CRITICIDAD ALTA
		Inyector de combustible	44	CRITICIDAD MEDIA
		válvula admisión	50	CRITICIDAD ALTA
		Bloque de cilindro	40	CRITICIDAD MEDIA
		Empaque	36	CRITICIDAD MEDIA

NEUMATICA	Distribución	Filtro de aire	50	CRITICIDAD ALTA
		Escape y sobre alimentador	36	CRITICIDAD MEDIA
HIDRAULICA	Contención y distribución	Filtro de aceite	45	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de combustible Inyector	45	CRITICIDAD MEDIA
		Bomba de combustible	36	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 16. Análisis AMFE. PLANTA S&S

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
		CODIGO DE EQUIPO:		EQUIPO:		REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA	
		PE		PLANTA ELECTRICA S&S					
SUBSISTEMA	PARTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO		
Almacenamiento	A	Capacitor	incrementar el torque inicial	1	Sobrecarga Térmica	A	deterioro de las características dieléctricas	no se genera un arranque por defecto del capacitor	PE-A-1-A
				2	Sobrecarga eléctrica	A	armónicos	el equipo presenta sobrecalentamiento y fallos	PE-A-2-A

					B	mal dimensionamiento de la tensión	provoca ruptura o a los materiales del capacitor impidiendo al equipo iniciar	PE-A-2-B	
					C	sobre corriente	al encendido del equipo provoca fisura al capacitor	PE-A-2-C	
	B	batería	almacenar y suministrar energía por medio de procesos electroquímicos	1	supervisión ineficiente	A	armónicos	destellos de corriente o incapacidad de suministrar	PE-B-1-A
						B	vida útil superada	aumento de la tensión de la carga de baterías adyacente por su inutilidad	PE-B-1-B
				2	capacidad inadecuada	A	sobre carga y descarga	reducción de la capacidad de las celdas de la batería y mayor sulfatación	PE-B-2-B

					B	fuga térmica	disminuye la vida útil de la batería	PE-B-2-B	
					C	ondulación	alimentación excesiva al circuito provocando que la tensión cc disminuya súbitamente	PE-B-2-C	
Generacion	C	diodo y varistor	interruptor unidireccional de corriente y protector de tensión	1	Sobrecarga eléctrica	A	cortocircuito	aumento de temperaturas y fundición en los materiales plásticos	PE-C-1-A
						B	circuito abierto	inoperatividad de control	PE-C-1-B
						C	fugas	mal funcionamiento de control	PE-C-1-C
	D	regulador AVR	ajustar la corriente de excitación del alternador	1	sobrecarga	A	tensión solicitada anormal	provoca un calentamiento y ruidos imprevistos	PE-D-1-A

					B	daños electrónicos	no regula la energía	PE-D-1-B	
Control	E	accionador on/off	desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica	1	mecanismos de operación	A	bloqueo off	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	PE-E-1-A
						B	bloqueo on	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	PE-E-1-B
				2	degradación externa	A	contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	PE-E-2-A
				3	aplicación incorrecta	A	sobre manipulación	rebasa su capacidad operativa	PE-E-3-A
				4	disminución del factor aislante	A	reducción de los componentes aislantes	provoca corto circuito en el contorno	PE-E-4-A
	F	breaker	evitar daños en el circuito eléctrico por sobre corriente	1	capacidad inadecuada	A	sobrecarga	provoca un calentamiento al breaker acortando su vida útil	PE-F-1-A

		o temperaturas elevadas							
			2	degradación externa	A	contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	PE-F-2-A	
			3	disminución del factor aislante	A	reducción de los componentes aislantes	provoca corto circuito en el contorno	PE-F-3-A	
generador de potencia	G	anillos	1	reducir la fuga de aceite de los cilindros	deterioro del material	A	ralladura o fragmentación	provoca una incorrecta combustión permitiendo el paso de aceite	PE-G-1-A
						B	adherencia de residuos	incorrecto funcionamiento del pistón	PE-G-1-B
						C	fisura del material	provoca un contacto entre el pistón y cilindro generando un mal funcionamiento	PE-G-1-C
	H	Inyector de combustible	1	suministra la cantidad necesaria de carburante al motor	daño del material	A	contaminación del combustible	genera humo en el escape, descenso considerable de la potencia del motor e intermitencia en la marcha	PE-H-1-A
						B	circuito abierto	causa una desconexión intermitente del inyector dado no permite generar combustión	PE-H-1-B
						C	fisura del material		PE-H-1-C

							provoca ruidos, fugas de olores e inhabilitación de combustión	
I	válvula de admisión	entrada de la mezcla de aire y combustible	1	aplicación incorrecta	A	muelle desacoplado	pandeo lateral en el vástago de la válvula	PE-I-1-A
					B	desajuste en el balancín	provoca una ruptura de las válvulas	PE-I-1-B
			2	dimensionamiento impropio	A	juego de guía desproporcionada	combustión en la superficie del asiento de la válvula o falta de lubricación y bloqueo	PE-I-2-A
			3	mecanizados incorrectos	A	fractura por fatiga	sobrecalentamiento en la superficie del asiento calcinada	PE-I-3-A
J	bloque de cilindro	alojar el tren alternativo	1	sobrecarga térmica	A	cavitación	temperatura de servicio alto debido a la disipación ineficiente	PE-J-1-A
			2	combustión ineficiente	A	sedimentación de aceite	entrada excesiva de aceite en la cámara de combustión, expulsando gases de fuga y niebla de aceite	PE-J-2-A
K	empaquete	contención de los fluidos y gases	1	fisura del material	A	degradación polimérica	fuga de refrigerante o aceite entre compartimientos provocando un bajo rendimiento	PE-K-1-A

Distribución	L	filtro de aire	impedir que los contaminantes externos	1	exceso de contaminante	A	degradación polimérica	provoca ruidos y bajo rendimiento en el funcionamiento	PE-L-1-A
	M	escape y sobre alimentador	conducir los gases producidos por la combustión	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	la superficie de salida del gas presenta oxidación en su material	PE-M-1-A
						B	obstrucción de la salida del gas	provoca una acumulación de componentes contaminantes	PE-M-1-B
Contención y distribución	N	filtro de aceite	mantener en óptimas condiciones la lubricación	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provoca un sobrecalentamiento, bajo rendimiento del motor y humos en el escape	PE-N-1-A
	Ñ	Filtro de combustible Inyector	mantener en óptimas condiciones el combustible	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provocaría un ruido en el motor, dificultad de arranque y bajo rendimiento	PE-Ñ-1-A
	O	Bomba de combustible	garantiza que los inyectores reciban el flujo de combustible requerido	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	provoca ralladuras internas y ruidos	PE-O-1-A
2				agentes externos	A	obstruido	provocaría una variación en la presión del combustible logrando llegar a dañar las válvulas y bujía	PE-O-2-A	

GENERADOR ELECTRICO

Anexo 17. GENERADOR TDG4000XP

	FICHA TECNICA GENERADOR DIESEL	
	Modelo TDG4000XP (periodicidad)	
	ESPECIFICACIONES	
	Marca	Toyama
	Dimensiones de embalaje	700x500x570 mm
	Peso	69 kg
	Cilindros	Mono cilíndrico
	Tipo de Motor	4 tiempos
	Sistema de arranque	Arranque Manual/Eléctrico
	Cilindrada	296cc
	Rotación Máx.	3000RPM
	Capacidad de tanque	11.6 L
	Capacidad de aceite	1.1 L
	Potencia Máx.	3.0 kW/ kVA
	Potencia Nominal	2.8 kW/ kVA
	Voltaje Principal	220 V
	Frecuencia	50 Hz
AVR	Con AVR	
DESCRIPCIÓN GENERAL		
<p>Dispone de un alternador con 3,0KW como potencia máxima. La cilindrada es de 296 CC. Ampliamente utilizado por los contratistas de obras, empresas de mantenimiento industrial, granjas y sitios. Está equipado con AVR, permitiendo su uso en equipos sensibles.</p>		
FUNCIÓN		
<p>Su enfoque principal es convertir el combustible en energía eléctrica a través de la combustión del diésel</p>		

Anexo 18. Análisis de criticidad, GENERADOR ELECTRICO

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Transmisión	Cableado	Transporta la energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Puesta a tierra • Terminales 	1 3	2 4	1 3	5 2	1 1	9 30	BC BC
		suministro	Aprovisionar energía de uso	<ul style="list-style-type: none"> • enchufes 120/220V • Capacitor • Regulador • Tridiodo 	3 4 3 4	5 4 4 4	3 3 3 3	3 2 2 1	1 2 1 1	36 44 30 36	MC MC BC MC
	Generación	Alternador	Transforma la energía	<ul style="list-style-type: none"> • Rotor • Retenedor de cojinetes • Rodamiento • Cojinete • Arandelas • Ventilador • Cubierta • Estator • Escobillas 	2	5	3	2	2	24	BC
					5	2	2	1	1	30	BC
					5	3	2	1	1	35	MC
					5	3	2	1	1	35	MC
					3	2	2	1	1	18	BC
					3	3	2	1	1	21	BC
					2	2	2	1	1	12	BC
					2	5	3	1	2	22	BC
4	4	2	2	2	40	MC					
Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Llave de arranque • Palanca de parada 	1 2	3 3	1 2	1 5	1 1	6 22	BC BC	
	Monitoreo	Observación de un proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Panel digital 3 en 1 • Protector de sobrecarga 	3 2	2 5	4 3	1 5	1 1	24 28	BC BC	

Mecánico	Regulación	Distribución	Guías del sistema	• Árbol de levas	2	5	3	1	2	22	BC
				• Volante inercia	2	5	2	1	2	20	BC
	Generador de potencia	Motor de potencia	Producción de movimiento o fuerza automática	• Cigüeñal	2	5	3	1	2	22	BC
				• Contrapeso	2	3	2	1	2	16	BC
				• Biela	2	3	2	1	1	14	BC
				• Casquetes	4	3	2	1	1	28	BC
				• Pistón	3	4	2	1	1	24	BC
				• Anillos	5	4	2	1	3	50	AC
				• Inyector de combustible	4	4	4	1	2	44	MC
				• Resorte de válvula	2	2	2	1	1	12	BC
				• Válvula admisión	5	4	2	1	2	45	MC
				• Balancines	3	4	3	1	1	27	BC
				• Tornillos de calibración	2	3	2	1	2	16	BC
				• Bloque de cilindro	4	4	3	1	2	40	MC
				• Varillas impulsadoras	3	4	3	1	1	27	BC
• tornillos	2	2	2	1	1	12	BC				
Hidráulica	Contención y distribución	Hidrocarburos	Almacén y suministro de carburantes	• Tanque de combustible	2	3	2	1	3	18	BC
				• Tapa del tanque de combustible	2	2	1	1	1	10	BC
				• Registro de combustible	2	2	1	1	1	10	BC
				• Indicador de nivel	2	2	3	1	1	14	BC
				• Varilla de nivel de aceite	2	2	2	1	1	12	BC
				• Drenaje del aceite del Carter	1	3	1	1	1	5	BC
				• Filtro de aceite	5	4	1	1	3	45	MC
				• Filtro de combustible	5	4	1	1	3	45	MC
Neumática	Distribución	gases	Emisión de fluido	• Filtro de aire	5	4	2	1	3	50	AC
				• Palanca de descompresión	2	3	2	2	1	16	BC
				• Escape	3	3	2	1	3	27	BC

Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> Alza de transporte Tablero de distribución Arranque de retroceso 	2	2	1	3	1	14	BC
					2	2	1	2	1	12	BC
					4	4	2	2	1	36	MC
		armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> Ruedas Estructura metálica Resortes de vibración 	3	2	1	2	1	18	BC
					2	2	1	1	1	10	BC
					2	3	2	2	1	16	BC

Anexo 19. Fallos media y altamente, GENERADOR ELECTRICICO

GENERADOR ELECTRICICO				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	Transmisión	Tomacorriente 120/220V	36	CRITICIDAD MEDIA
		Capacitor	44	CRITICIDAD MEDIA
		Tridiodo	36	CRITICIDAD MEDIA
	Generación	Rodamiento	35	CRITICIDAD MEDIA
		Cojinete	35	CRITICIDAD MEDIA
		Escobillas	40	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Generador de potencia	Anillos	50	CRITICIDAD ALTA
		Inyector de combustibles	44	CRITICIDAD MEDIA
		Válvula admisión	45	CRITICIDAD MEDIA
		Bloque de cilindro	40	CRITICIDAD MEDIA
HIDRAULICO	Contención y distribución	Filtro de aceite	45	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de combustible Inyector	45	CRITICIDAD MEDIA
NEUMATICO	Distribución	Filtro de aire	50	CRITICIDAD ALTA
REVESTIMIENTO	superficial	Arranque de retroceso	36	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 20. Análisis AMFE. GENERADOR

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
		CODIGO DE EQUIPO: GE		EQUIPO: GENERADOR ELECTRICO		REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA	
SUBSISTEMA	PARTE		FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO
Transmisión	A	toma corriente 120/220V	posibilita la circulación de la corriente	1	sobrecarga eléctrica	A	circuito abierto	causa una abertura en las conexiones impidiendo el paso de la corriente	GE-A-1-A
						B	cortocircuito	corta la conexión eléctrica por ruptura o deterioro en el cableado	GE-A-1-B
						C	defectuoso o corrosivo	mala instalación la cual provoca un aislamiento eléctrico	GE-A-1-C
	B	Capacitor	aumenta el torque inicial	1	Sobrecarga Térmica	A	deterioro de las características dieléctricas	no se genera un arranque por defecto del capacitor	GE-B-1-A
							2	Sobrecarga eléctrica	A

					B	mal dimensionamiento de la tensión	provoca ruptura o a los materiales del capacitor impidiendo al equipo iniciar	GE-B-2-B	
					C	sobre corriente	al encendido del equipo provoca fisura al capacitor	GE-B-2-C	
	C	Tridiodo	rectificador de señal eléctrica	1	no regula la señal	A	diodo defectuoso	no generaría una señal de salida sin oscilaciones	GE-C-1-A
	D	Cojinete	reducir los rozamientos entre los ejes y las piezas rotativas	1	alteración estructural	A	deformación en la superficie	vibración y desajuste en el sistema de generación	GE-D-1-A
	E	rodamientos	reducir la fricción	1	desgaste excesivo	A	fisuras	el operario percibe vibración y sonidos irregulares	GE-E-1-A
		Escobillas		1	arco eléctrico	A			GE-F-1-A

	F		conexión entre la parte fija y rotativa				asentamiento inadecuado	provoca un chispeo continuo en motor		
						B	distribución variable de corriente	chispeo intermitente	GE-F-1-B	
						C	aislamiento indeseado	el operador observa un corrosivo	GE-F-1-C	
					2	sobre desgaste	A	vibraciones en el motor	oscilaciones y sonidos irregulares	GE-F-2-A
							B	sobrecargas eléctricas	la operación detecta menos potencia de la usual	GE-F-2-B
	Generador de potencia	G	anillos	reducir la fuga de aceite de los cilindros	1	deterioro del material	A	ralladura o fragmentación	provoca una incorrecta combustión permitiendo el paso de aceite	GE-G-1-A
B							adherencia de residuos	incorrecto funcionamiento del pistón	GE-G-1-B	
C							Fisura del material	provoca un contacto entre el pistón y cilindro generando un mal funcionamiento	GE-G-1-C	
H		Inyector de combustibles	suministra la cantidad necesaria de carburante al motor	1	daño del material	A	contaminación del combustible	genera humo en el escape, descenso considerable de la potencia del motor e intermitencia en la marcha	GE-H-1-A	

					B	circuito abierto	causa una desconexión intermitente del inyector dado no permite generar combustión	GE-H-1-B			
					C	fisura del material	provoca ruidos, fugas de olores e inhabilitación de combustión	GE-H-1-C			
I	Válvula admisión	entrada de la mezcla de aire y combustible	1	aplicación incorrecta	A	muelle desacoplado	pandeo lateral en el vástago de la válvula	GE-I-1-A			
					B	desajuste en el balancín	provoca una ruptura de las válvulas	GE-I-1-B			
			2	dimensionamiento impropio	A	juego de guía desproporcionada	combustión en la superficie del asiento de la válvula o falta de lubricación y bloqueo	GE-I-2-A			
			3	mecanizados incorrectos	A	fractura por fatiga	sobrecalentamiento en la superficie del asiento calcinada	GE-H-3-A			
			J	Bloque de cilindro	alojar el tren alternativo	1	sobrecarga térmica	A	cavitación	temperatura de servicio alto debido a la disipación ineficiente	GE-J-1-A

				2	combustión ineficiente	A	sedimentación de aceite	entrada excesiva de aceite en la cámara de combustión, expulsando gases de fuga y niebla de aceite	GE-J-2-A
Contención y distribución	K	Filtro de aceite	mantener en óptimas condiciones la lubricación	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provoca un sobrecalentamiento, bajo rendimiento del motor y humos en el escape	GE-K-1-A
	L	Filtro de combustible Inyector	mantener en óptimas condiciones el combustible	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provocaría un ruido en el motor, dificultad de arranque y bajo rendimiento	GE-L-1-A
Distribución	M	filtro de aire	impedir que los contaminantes externos	1	exceso de contaminante	A	degradación polimérica	provoca ruidos y bajo rendimiento en el funcionamiento	GE-M-1-A
superficial	N	arranque de retroceso	vencer la resistencia inicial de los componentes cinéticos	1	esfuerzos excesivos	A	fractura por fatiga	inhabilitación del arranque manual por rupturas internas	GE-N-1-A
						B	desajuste interno	bloqueo de arranque manual	GE-N-1-B

TORNO PARALELO INDUSTRIAL

Anexo 21. Torno Paralelo HELLER Modelo CE460VX150

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Facultad de Ingeniería</small>		FICHA TECNICA		
		TORNO		
		Modelo CE460VX150 (periodicidad)		
		ESPECIFICACIONES		
		Marca	HELLER	
		Dimensiones (largo x ancho x alto)	2950x1150x1600mm	
		Peso neto	2900 Kg	
		Distancia entre puntos	1500 mm	
		Diámetro sobre bancada	460 mm	
		Diámetro admitido sobre escote	700 mm	
		Diámetro admitido sobre carro	300 mm	
		Anchura de bancada	340 mm	
		Longitud del escote	310 mm	
		Paso de barra	80 mm	
		Nariz del husillo	CAMLOCK N°8	
		Cono Morse del husillo principal	MT7	
		Número de velocidades	2	
		Potencia del motor principal	5,5 KW	
Potencia del motor de la bomba	0.09 KW			
Avance longitudinal	0,041-2,46(mm/min)	Pasos diametral pitch	(45) 96-31/4	
Avance transversal	0,02-1,23(mm/min)	Recorrido del carro transversal	290 mm	
Pasos de roscas métricas	(24) 0,5-20	Recorrido del charriot	135 mm	
Pasos de roscas withword	(61)1,5/8-72	Dimensiones máximas de la herramienta	25x25 mm	
Pasos de roscas diametral pitch	(20) 0,25-10	Diámetro de la caña del contrapunto	75 mm	
DESCRIPCIÓN GENERAL				
La máquina se compone de varias partes como la bancada, el eje principal y plato, los carros portaherramientas y la caja Norton.				
FUNCION				
Diseñadas para roscar, cortar, mecanizar, desbastar, cilindrar y ranura piezas mediante mecanismos de revolución.				

Anexo 22. Análisis de criticidad, TORNO PARALELO

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Transmisión	Cableado	Transporta la energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • conexiones internas numeradas 	3	4	3	2	1	30	BC
	Alimentación	Motor	Transmuta la energía	<ul style="list-style-type: none"> • motor principal 	2	5	3	2	1	22	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • motor de la bomba de aceite 	3	3	3	1	2	27	BC
Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • interruptor on/off • interruptor de emergencia 	5	4	3	1	1	45	MC	
Mecánico	Transmisión	Retransmisión y sujeción	Sujeta y transfiere movimiento mecánico	<ul style="list-style-type: none"> • husillo 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • plato 3 garras universal 	3	3	1	3	1	24	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • plato 4 garras independientes 	3	3	1	3	1	24	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • plato liso 	3	3	1	2	1	21	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • polea 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • correas trapeciales 	3	4	1	2	3	30	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • engranajes de cambio de velocidad de avance 	5	4	3	2	1	50	AC
	<ul style="list-style-type: none"> • engranaje de unión entre el husillo y la caja de cambios 	2	4	2	1	1	16	BC			
	Desplazamiento	trasiego	Mover o trasladar carga	<ul style="list-style-type: none"> • carro 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • cabezal móvil 	2	4	2	2	1	27	BC
<ul style="list-style-type: none"> • caja de cambio de velocidad de avance 				5	4	2	2	2	50	AC	
<ul style="list-style-type: none"> • carro transversal 				2	4	2	1	1	16	BC	

Hidráulica	Refrigeración	Intercambiador de temperatura	Facilitar la transferencia de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> bomba de refrigeración equipo de refrigeración 	5 3	4 4	3 3	1 1	2 2	50 30	AC BC
Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> palanca de cambio de velocidad de avance 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> palanca de freno y fricción 	3	4	2	3	1	30	BC
				<ul style="list-style-type: none"> palanca de inversión del movimiento de avance 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> palanca de cambio de velocidad del husillo 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> palanca de acoplamiento con la barra de roscar 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> palanca para la transmisión del movimiento de la barra de cilindrar al carro superior 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> volante para desplazamiento longitudinal del carro 	3	4	2	3	1	30	BC
				<ul style="list-style-type: none"> volante del cabezal móvil lámpara 	3	4	2	3	1	30	BC

		armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • bancada • cabezal del motor • barra de roscar • palanca de acoplamiento con la barra de roscar • barra de cilindrar • torre porta herramienta • puente del carro • barra de transmisión 	1	4	2	5	2	13	BC
					5	5	2	2	1	50	AC
					5	3	2	1	3	45	MC
					2	3	2	3	1	18	BC
					2	3	2	2	1	16	BC
					4	3	2	2	3	40	MC
					1	3	2	2	1	8	BC
					4	4	2	1	3	40	MC

Anexo 23. Fallos media y altamente, TORNO

TORNO PARALELO				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	control	Interruptor on/off	45	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Transmisión	engranajes de cambio de velocidad de avance	50	CRITICIDAD ALTA
	desplazamiento	caja de cambio de velocidad de avance	50	CRITICIDAD ALTA
HIDRAULICO	Refrigeración	bomba de refrigeración	50	CRITICIDAD ALTA
REVESTIMIENTO	Superficial	cabezal del motor	50	CRITICIDAD ALTA
		barra de roscar	45	CRITICIDAD MEDIA
		torre porta herramienta	40	CRITICIDAD MEDIA
		barra de transmisión	40	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 24. Análisis AMFE, TORNO

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM								
		CODIGO DE EQUIPO:		EQUIPO:	REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA	
		TP		TORNO PARALELO				
SUBSISTEMA	PARTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		CÓDIGO DE FALLO	
control	A	desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica	1	mecanismos de operación	A	bloqueo off	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	TP-A-1-A
					B	bloqueo on	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	TP-A-1-B
			2	degradación externa	A	contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	TP-A-2-A
			3	aplicación incorrecta	A	sobre manipulación	rebasa su capacidad operativa	TP-A-3-A
			4	disminución del factor aislante	A	reducción de los componentes aislantes	provoca corto circuito en el contorno	TP-A-4-A

Transmisión	B	engranajes de cambio de velocidad de avance	transmitir velocidad de rotación	1	desgaste excesivo	A	rotura de dientes	sobresalto o pérdida de torque	TP-B-1-A
						B	fatiga superficial	astillamiento en el material y pérdidas de torque	TP-B-1-B
						C	deformación plástica	deformación permanente del metal disminuyendo la eficiencia	TP-B-1-C
desplazamiento	C	caja de cambio de velocidad de avance	determina la velocidad y el sentido de giro del torno	1	desgastes en los engranajes internos	A	rotura de dientes	sobresalto o pérdida de torque	TP-C-1-A
						B	fatiga superficial	astillamiento en el material y pérdidas de torque	TP-C-1-B
Refrigeración	D	bomba de refrigeración	garantiza que reciban el flujo de refrigerante requerido	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	provoca ralladuras internas y ruidos	TP-D-1-A
				2	agentes externos	A	obstruido	provocaría una variación en la presión del refrigerante	TP-D-2-A

superficial	E	cabezal del motor	transmite le movimiento del motor a la caja de velocidades	1	desgaste en la materia	A	ruptura de la superficie	provoca ruidos, vibraciones y bajo rendimiento	TP-E-1-A
				2	agentes externos	A	obstrucción	provoca sobresaltos en el funcionamiento	TP-E-2-A
	F	barra de roscar	impulsa una tuerca partida arrastrando al carro principal	1	daños por torsión excesiva	A	fatiga superficial	ruptura en la barra inutilizando la caja principal	TP-F-1-A
				2	congestión de contaminantes	A	obstrucción de desplazamiento	la caja principal presenta sobresaltos en el avance	TP-F-2-A
	G	torre porta herramienta	lleva la herramienta encargada de cortar la pieza	1	desgaste excesivo	A	deformación plástica	deformación permanente del metal disminuyendo la eficiencia	TP-G-1-A
	H	barra de transmisión	dirige el giro del motor en 3 posiciones	1	daños por torsión excesiva	A	fatiga superficial	ruptura en la barra inutilizando el giro del motor	TP-H-1-A

MOTOBOMBA

Anexo 25. Moto Bomba KTC Modelo 437-DP30.

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineración</small>		FICHA TECNICA MOTOBOMBA		
		Modelo 437-DP30 (periodicidad)		
		ESPECIFICACIONES		
		Marca	Ktc-ep	
		Diámetro de entrada y salida	80mm(3.1")	
		Flujo clasificado	30	
		Tope de carga clasificado	13m(42pies)	
		Tope de carga máxima	8(26)	
		Tiempo de auto-purgado	120 s(en/4m)]	
		peso	52(114.4)[kg (libras)]	
		Dimensiones generales	510 x 445 x 550	
		Motor	KM178	
		Tipo de Motor	Un solo cilindro, 4 tiempos, enfriado por aire, inyección	
		Desplazamiento	296(18.1)[cm3(pulgadas cúbicas)]	
		Calibre x Tiempo	78 x 62(3.1 x 2.4)(pulgadas)]	
		Rendimiento máximo	4.4(6.0)/3600[kW(HP)/rpm	
		Sistema de enfriamiento	Aire forzado	
Dirección rotación del mango PTO	Sentido contrario de las manecillas del reloj			
DESCRIPCIÓN GENERAL				
Alta Presión 3 x 3 10 Hp A Manual, Estructura en Hierro y Motor Diésel KTC, Equipo de trabajo pesado y continuo, para la extracción de agua de pozos llanos y profundos, Industria Minera, Industria Petroquímica, Industria Química, Lavado a presión de maquinaria, Lavado de establos, Llenado de tanques elevados, Recirculación de agua en torres de enfriamiento, Riego por aspersion, Sistemas contraincendios.				
FUNCIÓN				
Transportar un fluido de un lugar a otro utilizando la energía mecánica generada por la motobomba alimentada con diésel.				

Anexo 26. Análisis de criticidad, MOTOBOMBA

Sistema	subsistema	categoría	Función	Partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Mecánico	Generación de potencia	Motor de potencia	Producción automática de movimiento o fuerza	• Cigüeñal	2	5	3	1	2	22	BC
				• Contrapeso	2	3	2	1	2	16	BC
				• Biela	2	3	2	1	1	14	BC
				• Casquetes	4	3	2	1	1	28	BC
				• Pistón	3	4	2	1	1	24	BC
				• Anillos	5	4	2	1	3	50	AC
				• Inyector de combustible	4	4	4	1	2	44	MC
				• Resorte de válvula	2	2	2	1	1	12	BC
				• Válvula admisión	5	4	3	1	2	50	AC
				• Balancines	3	4	2	1	1	24	BC
				• Tornillos de calibración	2	3	2	1	2	16	BC
				• Bloque de cilindro	4	4	3	1	1	36	MC
				• Varillas impulsadoras	3	4	3	1	1	27	BC
				• Tornillos	3	3	2	3	1	27	BC
				• Escape	3	3	2	3	4	36	MC
				• Árbol de levas	2	5	3	1	2	22	BC
				• Filtro de aire	5	3	1	1	3	40	MC
				• Filtro de aceite	5	3	1	1	3	40	MC
				• Filtro de combustible	5	4	1	1	3	45	MC
Hidráulicos	Generador de succión	Bomba de presión	Desplazamiento de fluido	• Válvula de combustible	5	4	2	1	2	45	MC
				• Agua de purga	3	3	3	1	1	24	BC
				• Banda manguera	5	4	2	2	2	50	AC
				• Filtro de agua	5	3	1	1	3	40	MC
				• Tapón de drenaje	2	2	1	1	1	10	BC
				• Puerto de succión	1	4	1	1	1	7	BC
				• Puerto de descarga	1	4	1	1	1	7	BC

				<ul style="list-style-type: none"> • brida • tambor 	2	3	2	1	2	16	BC
					2	5	2	1	2	20	BC
Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Tornillos 	3	3	2	3	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Arandelas 	3	4	2	1	2	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Manija de velocidad 	2	3	2	1	1	14	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Tapón drenaje de aceite 	2	2	1	1	1	10	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Arranque de retroceso 	4	4	2	2	1	36	MC
				<ul style="list-style-type: none"> • Tapa de recargado de aceite 	2	2	1	1	1	10	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Palanca reguladora del motor 	2	3	1	1	1	12	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Mango de descompresión 	2	3	2	2	1	16	BC
		Armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Receptáculo 	2	2	1	1	1	12	BC

Anexo 27. Fallos media y altamente, MOTOBOMBA

MOTOBOMBA				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
MECANICO	Generación de potencia	Anillos	50	CRITICIDAD ALTA
		Inyector de combustible	44	CRITICIDAD MEDIA
		Válvula de admisión	50	CRITICIDAD ALTA
		Bloque de cilindro	36	CRITICIDAD MEDIA
		Escape	36	CRITICIDAD MEDIA
	Segregación	Filtro de aire	40	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de aceite	40	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de combustible	45	CRITICIDAD MEDIA
	HIDRAULICO	Generador de succión	Válvula de combustible	45
Banda de manguera			50	CRITICIDAD ALTA
Filtro de agua			40	CRITICIDAD MEDIA
REVESTIMIENTO	Superficial	Arranque de retroceso	36	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 28. Análisis AMFE, MOTOBOMBA

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
	CODIGO DE EQUIPO:		EQUIPO:			REALIZADO POR	FECH A	NUMERO DE HOJA	
	MT		MOTOBOMBA						
SUBSISTEMA	PARTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		CÓDIGO DE FALLO		
Generador de potencia	A	anillos	reducir la fuga de aceite de los cilindros	1	deterioro del material	A	rayadura o fragmentación	provoca una incorrecta combustión permitiendo el paso de aceite	MT-A-1-A
						B	adherencia de residuos	incorrecto funcionamiento del pistón	MT-A-1-B
						C	fisura del material	provoca un contacto entre el pistón y cilindro generando un mal funcionamiento	MT-A-1-C
	B	Inyector de combustibles	suministra la cantidad necesaria de	1	daño del material	A	contaminación del combustible	genera humo en el escape, descenso considerable de la potencia del motor e intermitencia en la marcha	MT-B-1-A

		carburante al motor							
					B	circuito abierto	causa una desconexión intermitente del inyector dado no permite generar combustión	MT-B-1-B	
					C	fisura del material	provoca ruidos, fugas de olores e inhabilitación de combustión	MT-B-1-C	
	C	Válvula admisión	entrada de la mezcla de aire y combustible	1	aplicación incorrecta	A	muelle desacoplado	pandeo lateral en el vástago de la válvula	MT-C-1-A
						B	desajuste en el balancín	provoca una ruptura de las válvulas	MT-C-1-B
				2	dimensionamiento impropio	A	juego de guía desproporcionada	combustión en la superficie del asiento de la válvula o falta de lubricación y bloqueo	MT-C-2-A
3	mecanizados incorrectos	A	fractura por fatiga	sobrecalentamiento en la superficie del asiento calcinada	MT-C-3-A				
D	Bloque de cilindro	alojar el tren alternativo	1	sobrecarga térmica	A	cavitación	temperatura de servicio alto debido a la disipación ineficiente	MT-D-1-A	
			2	combustión ineficiente	A	sedimentación de aceite	entrada excesiva de aceite en la cámara de combustión, expulsando gases de fuga y niebla de aceite	MT-D-2-A	

	E	escape	conducir los gases producidos por la combustión	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	la superficie de salida del gas presenta oxidación en su material	MT-E-1-A
						B	obstrucción de la salida del gas	provoca una acumulación de componentes contaminantes	MT-E-1-B
Segregación	F	Filtro de aceite	mantener en óptimas condiciones la lubricación	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provoca un sobrecalentamiento, bajo rendimiento del motor y humos en el escape	MT-F-1-A
	G	Filtro de combustible	evita las impurezas lleguen al motor a través del combustible	1	suciedad y obstrucción	A	revoluciones irregulares	provoca ruidos en el motor	MT-G-1-A
						B	interrupción del fluido	presenta dificultad en arranque	MT-G-1-B
						C	deterioro	problemas en el rendimiento y aceleración	MT-G-1-C
H	filtro de aire	impedir que los contaminantes externos	1	exceso de contaminante	A	degradación polimérica	provoca ruidos y bajo rendimiento en el funcionamiento	MT-H-1-A	
Generador de succión	I	Válvula de combustible	garantiza que los inyectores reciban el flujo	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	provoca ralladuras internas y ruidos	MT-I-1-A

			de combustible requerido	2	agentes externos	A	obstruido	provocaría una variación en la presión del combustible logrando llegar a dañar las válvulas y bujía	MT-I-2-A
	J	Banda de manguera	subestación de entre la manguera y la boquilla	1	manipulación incorrecta	A	ajuste incorrecto	presenta fugas y fisuras en la conexión con la manguera	MT-J-1-A
				2	deterioro del material	A	oxidación del material	la degradación del material compromete a un desajuste y posible rompimiento	MT-J-2-A
	K	Filtro de agua	proteger la bomba de contaminantes dañinos	1	congestión de contaminantes	A	obstrucción o defecto	reducción la vida útil de cada componente del sistema	MT-K-1-A
Superficial	L	Arranque de retroceso	vencer la resistencia inicial de los componentes cinéticos	1	esfuerzos excesivos	A	fractura por fatiga	inhabilitación del arranque manual por rupturas internas	MT-L-1-A
						B	desajuste interno	bloqueo de arranque manual	MT-L-1-B

PLANTA ESTADIO

Anexo 29. Planta Estadio Terex Modelo RL4.

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>		FICHA TECNICA PLANTA ESTADIO	
		Modelo RL4 (horómetro)	
		ESPECIFICACIONES	
		Marca	terex
		serial	RL415-2119
		Peso	1771KG
		Dimensiones	Altura:9.14m Ancho:1.37m Largo: 4.33m
		Potencia	6KW, 13.6hp
		Voltaje	240VAC
		Amperaje	30Amp
		Frecuencia	50/60 Hz
		Velocidad	1500 rpm
MOTOR KUBOTA D1105			
modelo	D1105-E380G	Numero de cilindros	3
Serial	3518202	Sistema de combustión	Diesel
Tipo	Vertical/4 ciclos/liquido de enfriamiento/diésel	Capacidad (Litros)	114L
		Longitud	551.3 mm
lámparas	Metal halógeno 4x1000W	Sistema de admisión	Aspiración natural
DESCRIPCIÓN GENERAL			
Diseño dual de cabrestante de freno automático para una erección y extensión de torres, altura de luz de 30 pies en extensión completa para iluminación a larga distancia, el motor diésel de 3 cilindros alimenta un generador de tipo autorregulado sin escobillas está protegido por un gabinete resistente al desvanecimiento, el motor tiene protección de altas temperaturas y apagado de baja presión de aceite			
FUNCIÓN			
Proporcionar luz de alta intensidad, por su generador puede funcionar hasta 90h continuas			

Anexo 30. Análisis de criticidad, PLANTA ESTADIO

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Alimentación	Iluminación	Producción de iluminación artificial	• Batería	3	3	3	2	4	36	MC
				• Sistema de iluminación	3	5	3	2	2	36	MC
				• Intermitente	3	2	3	1	1	21	BC
				• Led de fallo del alternador	3	4	3	1	1	21	BC
				• Luz de matrícula	3	2	3	1	1	21	BC
	Motor	Transmuta la energía	• Alternador	2	5	3	1	1	20	BC	
			• Motor de arranque	2	5	3	1	1	20	BC	
			• Bomba de combustible	3	5	3	1	3	36	MC	
	Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	• Paquete de baterías	3	3	3	2	4	36	MC
				• Conmutador de temperatura refrigerante	3	5	3	2	1	33	BC
				• Conmutador presión de aceite	3	3	1	1	1	12	BC
				• Fusible de 50 y 30 amp	3	3	1	5	1	30	BC
• Relé de control				3	3	3	5	2	39	MC	
• Bujía incandescencia				3	3	2	1	1	21	BC	
Mecánico	Transmisión	engranajes	Transmitir el movimientos o fuerza mediante la rotación de un eje	• Casquillo	4	3	2	1	1	28	BC
				• Espaciador	2	2	2	1	1	12	BC
				• Plato de piñón	2	2	2	1	1	12	BC
				• Disco de fricción	2	3	2	1	1	14	BC
				• Piñón	5	4	3	1	2	50	AC
				• árbol de piñones	2	3	2	1	1	14	BC
				• anillo de retención	2	2	2	1	1	12	BC
				• trinquete	2	2	1	1	1	10	BC
				• perno	2	3	1	1	1	12	BC
				• tuerca	2	3	1	1	1	12	BC
				• bloqueo	2	2	1	1	1	12	BC
				• distanciado res	2	2	2	1	1	12	BC
				• rodillo	2	2	2	1	1	12	BC

	Generación de potencia	Motor de potencia	Producción automática de movimiento o fuerza	<ul style="list-style-type: none"> • Cigüeñal • Contrapeso • Biela • Casquetes • Pistón • Anillos • Inyector de combustible • Resorte de válvula • Válvula admisión • Balancines • Tornillos de calibración • Bloque de cilindro • Varillas impulsadoras • Tornillos • Escape • Árbol de levas • Solenoide • Filtro de aire • Filtro de combustible • Filtro de aceite 	2	5	3	1	2	22	BC
					2	3	2	1	2	16	BC
					2	3	2	1	1	14	BC
					4	3	2	1	1	28	BC
					3	4	2	1	1	24	BC
					5	4	2	1	1	40	MC
					4	4	4	1	2	44	MC
					2	2	2	1	2	14	BC
					4	4	3	1	2	44	MC
					3	4	2	1	2	27	BC
					2	3	2	1	2	16	BC
					4	4	3	1	2	44	MC
					3	3	2	1	1	21	BC
					3	3	2	3	1	27	BC
					3	3	2	3	4	36	MC
					2	5	3	1	2	22	BC
					3	3	3	1	1	24	BC
					5	3	1	1	3	40	MC
					5	3	1	1	3	40	MC
					5	4	1	1	3	45	MC
Electrónico	interface	Manipulables	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Cargador de baterías • Freno electrónico • Time • Toma corriente 120 y 240 v 	3	3	3	1	2	27	BC
					3	3	2	3	1	27	BC
					3	3	3	1	2	27	BC
					3	3	3	3	1	30	BC
		Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Cuadro de mandos • Toma corriente de 15 y 30 amp • Gato de nivelación • Argolla de izado 	3	5	3	2	1	33	BC
					3	3	3	2	1	27	BC
					2	3	2	3	1	18	BC
					2	3	2	1	1	14	BC
Revestimiento	Superficial	Armazón	Soporte rígido de piezas metálicas	<ul style="list-style-type: none"> • Cable en espiral • Puerta lateral al arcén • Guardabarros 	2	2	1	1	1	10	BC
					1	2	1	3	2	8	BC
					1	2	1	1	1	5	BC

			o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Neumáticos • Lastre • Cabrestante • Barra de remolque • Puerta lateral de carretera • Recitáculos para montacargas de horquilla • Pivote de retención superior • Silenciador • Estabilizador • Barra de luces • Pivote de resortes • Sujeciones 	3	3	1	2	1	21	BC
					2	3	1	2	1	14	BC
					2	3	2	2	1	16	BC
					3	3	1	1	1	18	BC
					1	2	1	3	2	8	BC
					2	2	1	1	1	10	BC
					2	3	1	2	1	14	BC
					2	1	1	3	1	12	BC
					2	3	2	3	1	18	BC
					2	2	1	1	1	10	BC
					2	3	2	2	1	16	BC
					2	3	2	2	1	16	BC

Anexo 31. Fallos media y altamente, PLANTA ESTADIO

PLANTA ESTADIO				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	Alimentación	batería	36	CRITICIDAD MEDIA
		Sistema de iluminación	36	CRITICIDAD MEDIA
		Bomba de combustible	36	CRITICIDAD MEDIA
	control	Paquete de baterías	36	CRITICIDAD MEDIA
		Relé de control	39	CRITICIDAD MEDIA
MECANICO	Transmisión	piñón	50	CRITICIDAD ALTA
		Anillos	50	CRITICIDAD ALTA
		Inyector de combustible	44	CRITICIDAD MEDIA
		Válvula de admisión	50	CRITICIDAD ALTA
		Bloque de cilindro	36	CRITICIDAD MEDIA
		Escape	36	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de aire	40	CRITICIDAD MEDIA

	Generación de potencia	Filtro de aceite	40	CRITICIDAD MEDIA
		Filtro de combustible	45	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 32. Análisis AMFE, PLANTA ESTADIO

HOJA DE ANALISIS AMFE DE RCM									
		CODIGO DE EQUIPO:			EQUIPO:		REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA
		PI			PLANTA ESTADIO				
SUBSISTEMA	PARTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO	
Alimentación	A	batería	almacenar y suministrar energía por medio de procesos electroquímico	1	supervisión ineficiente	A	armónicos	destellos de corriente o incapacidad de suministrar	PL-A-1-A
						B	vida útil superada	aumento de la tensión de la carga de baterías adyacente por su inutilidad	PL-A-1-B
				2	capacidad inadecuada	A	sobrecarga y descarga	reducción de la capacidad de las celdas de la batería y mayor sulfatación	PL-A-2-A
						B	fuga térmica	disminuye la vida útil de la batería	PL-A-2-B
						C	sobre pico		PL-A-2-C

							alimentación excesiva al circuito provocando que la tensión cc disminuya súbitamente		
	B	Sistema de iluminación	proporcionar visibilidad clara en los espacios requeridos	1	exposición al medio	A	fundición de los accesorios por exposición ambiental	incapacidad de proporcionar iluminación	PL-B-1-A
						B	deterioro o ruptura	intermitencia o incapacidad de iluminación	PL-B-1-B
	C	Bomba de combustible	garantizar que los inyectores reciban el flujo de combustible requerido	1	desgaste en el material	A	ruptura de la superficie	provoca ralladuras internas y ruidos	PL-C-1-A
				2	agentes externos	A	obstruido	provocaría una variación en la presión del combustible logrando llegar a dañar las válvulas y bujía	PL-C-2-A
control	D	Paquete de baterías	almacenar y suministrar energía por medio de	1	supervisión ineficiente	A	armónicos	destellos de corriente o incapacidad de suministrar	PL-D-1-A
						B			PL-D-1-B

		procesos electroquímicos	2	capacidad inadecuada		vida útil superada	aumento de la tensión de la carga de baterías adyacente por su inutilidad						
					A	sobre carga	reducción de la capacidad de las celdas de la batería y mayor sulfatación	PL-D-2-A					
					B	fuga térmica	disminuye la vida útil de la batería	PL-D-2-B					
					C	sobre descarga	alimentación excesiva al circuito provocando que la tensión cc disminuya súbitamente	PL-D-2-C					
					E	Relé de control	abrir o cerrar circuitos	1	capacidad inadecuada	A	sobrecarga	provoca un calentamiento al breaker acortando su vida útil	PL-E-1-A
								2	segregación externa	A	contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	PL-E-2-A
Generación de potencia	F	anillos	1	reducir la fuga de aceite de los cilindros	deterioro del material	A	ralladura o fragmentación	provoca una incorrecta combustión permitiendo el paso de aceite	PL-F-1-A				
						B	adherencia de residuos	incorrecto funcionamiento del pistón	PL-F-1-B				
						C			PL-F-1-C				

						fisura del material	provoca un contacto entre el pistón y cilindro generando un mal funcionamiento	
G	Inyector de combustibles	suministra la cantidad necesaria de carburante al motor	1	daño del material	A	contaminación del combustible	genera humo en el escape, descenso considerable de la potencia del motor e intermitencia en la marcha	PL-G-1-A
					B	circuito abierto	causa una desconexión intermitente del inyector dado no permite generar combustión	PL-G-1-B
					C	fisura del material	provoca ruidos, fugas de olores e inhabilitación de combustión	PL-G-1-C
H	Válvula admisión	entrada de la mezcla de aire y combustible	1	aplicación incorrecta	A	muelle desacoplado	pandeo lateral en el vástago de la válvula	PL-H-1-A
					B	desajuste en el balancín	provoca una ruptura de las válvulas	PL-H-1-B
			2	dimensionamiento impropio	A	juego de guía desproporcionada	combustión en la superficie del asiento de la válvula o falta de lubricación y bloqueo	PL-H-2-A

			3	mecanizados incorrectos	A	fractura por fatiga	sobrecalentamiento en la superficie del asiento calcinada	PL-H-3-A
I	Bloque de cilindro	alojar el tren alternativo	1	sobrecarga térmica	A	cavitación	temperatura de servicio alto debido a la disipación ineficiente	PL-I-1-A
			2	combustión ineficiente	A	sedimentación de aceite	entrada excesiva de aceite en la cámara de combustión, expulsando gases de fuga y niebla de aceite	PL-I-2-A
J	Filtro de aceite	mantener en óptimas condiciones la lubricación	1	congestión de contaminantes	A	obstruido o defectuoso	provoca un sobrecalentamiento, bajo rendimiento del motor y humos en el escape	PL-J-1-A
K	Filtro de combustible	evita las impurezas lleguen al motor a través del combustible	1	suciedad y obstrucción	A	revoluciones irregulares	provoca ruidos en el motor	PL-K-1-A
					B	interrupción del fluido	presenta dificultad en arranque	PL-K-1-B
					C	deterioro	problemas en el rendimiento y aceleración	PL-K-1-C
L	filtro de aire	impedir que los contaminantes externos	1	exceso de contaminante	A	degradación polimérica	provoca ruidos y bajo rendimiento en el funcionamiento	PL-L-1-A

Transmisión	M	piñón	transmitir fuerza	1	rotura de dientes	A	rotura de dientes	sobresalto o pérdida de torque	PL-M-1-A
						B	fatiga superficial	astillamiento en el material y pérdidas de torque	PL-M-1-B
						C	deformación plástica	deformación permanente del metal disminuyendo la eficiencia	PL-M-1-C

SOLDADO POWER MIG

Anexo 33. Soldador Lincoln Modelo Power Mig 350 MP.

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada Mineducación</small>		FICHA TECNICA			
		SOLDADOR			
		Modelo Power Mig 350 MP(Periodicidad)			
		ESPECIFICACIONES			
		Marca	LINCONL		
		Dimensiones	Altura: 31.79" /808mm Ancho:18.88" /480mm Largo: 38.78"/985mm		
		Peso	255lbs/116Kg		
		Rango de velocidad del alambre	50 – 700 IPM (1.27 – 17.8 m/minuto)		
		Entrada			
		Voltaje	208/230/460/575 V		
		Frecuencia estándar	50/60 Hz		
		Corriente E a salida 230 A	50/48/25/20 A		
		Corriente E a salida 300 A	76/64/37/29 A		
		Salida			
		Rango de Corriente de Soldadura (Continua)	5 – 350 A		
		Voltaje Máximo de Circuito Abierto	67 Voltios		
		Rango de Voltaje de Soldadura	10-45 Voltios		
Salida Nominal					
Voltaje de entrada	Ciclo de trabajo	Amperajes	Voltios a Amperios Nominales		
208	40%	300 A	32V		
230/460/575	60%	300 A	32 V		
208/230/460/575	100%	230 A	29 V		
DESCRIPCIÓN GENERAL					
<p>Semi automática de soldadura de arco de CD multiproceso que ofrece soldadura CC y CV de CD. Está clasificada para 350 A, 32 voltios a un ciclo de trabajo del 60%. Está equipada para soldar con los procesos de soldadura CC-Stick, CC-GTAW, CV-FCAW, y los sinérgicos y no sinérgicos CV-GMAW / GMAW-P, así como Pulse-on-Pulse y Power Mode.</p>					
FUNCIÓN					
<p>Controlar la corriente para obtener un arco eléctrico sin oscilaciones, continuo y fluido el cual permite derretir ciertos materiales de igual forma es capaz de modificar el voltaje.</p>					

Anexo 34. Análisis de criticidad, SOLDADOR POWER MIG

Sistema	subsistema	categoría	Función	partes	CF	CP	CD	CS	CI	NPR	IV
Eléctrico	Alimentación	suministro	Adaptan la energía	<ul style="list-style-type: none"> Transformador Rectificador 	3 3	5 4	3 3	3 2	1 1	36 30	MC BC
		Motor	Transmuta la energía	<ul style="list-style-type: none"> Motor de ventilador Motor de rodillo 	5 3	4 4	3 3	2 1	1 1	50 27	AC BC
	Control	Interruptor	Cortar o permitir el paso de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> Interruptor on/off electroválvula 	4 3	4 4	3 3	1 1	1 1	36 27	MC BC
Electrónico	controlador	sensores	Comunicación de dos sistemas	<ul style="list-style-type: none"> Medidor de velocidad de alimentación 	2	3	4	1	1	18	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Medidor de voltios/corte 	2	3	4	1	1	18	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Control de salida 	2	5	4	2	2	26	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Térmica 	2	4	3	1	1	18	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Panel multiproceso 	3	2	4	1	1	24	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Tarjeta de control 	3	4	4	2	2	36	MC
Mecánico	Transmisión	Movimiento	Fomenta desplazamiento	<ul style="list-style-type: none"> Rodillos de arrastre 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Rodillo de presión 	3	4	2	2	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Carrete de alambre 	2	4	2	1	1	16	BC
	Sujeción	Guía	Someter o direccionar un proceso	<ul style="list-style-type: none"> Tornillos mariposa 	3	3	2	3	1	27	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Guía de alambre externa 	2	4	2	1	1	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> enchufe para tornillo de cabeza ranura da 	3	2	3	2	1	24	BC
				<ul style="list-style-type: none"> bloque del conector 	2	2	2	1	1	12	BC
				<ul style="list-style-type: none"> buje del receptor de pistola 	3	3	2	1	1	21	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Boquilla de guía 	2	3	2	1	1	14	BC
				<ul style="list-style-type: none"> Regulador de presión 	3	4	2	1	1	24	BC

Revestimiento	Superficial	Manipulación	Superficie destinada para ser usada manualmente	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola de soldeo 	4	4	2	2	1	36	MC
				<ul style="list-style-type: none"> • Pinza de trabajo 	5	2	2	2	2	40	MC
				<ul style="list-style-type: none"> • Interruptor de palanca SELECT 	2	3	2	2	1	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Interruptor de palanca set 	2	3	2	2	1	16	BC
		Armazón	Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Racor de conexión 	3	3	2	3	2	30	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Tubo guía 	2	3	2	1	2	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Tobera de salida del gas 	2	3	2	1	2	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Boquilla del gas 	2	3	2	1	2	16	BC
				<ul style="list-style-type: none"> • Cubiertas 	1	2	1	3	2	7	BC

Anexo 35. Fallos media y altamente, SOLDADOR

SOLDADOR POWER MIG				
SISTEMA	SUBSISTEMA	PARTE	NPV	CRITICIDAD
ELECTRICO	alimentación	Transformador	36	CRITICIDAD MEDIA
		Motor de ventilador	50	CRITICIDAD ALTA
	control	Interruptor on/off	36	CRITICIDAD MEDIA
ELECTRONICO	Controlador	Tarjeta de control	36	CRITICIDAD MEDIA
REVESTIMIENTO	Superficial	Pistola de sondeo	36	CRITICIDAD MEDIA
		Pinza de trabajo	40	CRITICIDAD MEDIA

Anexo 36. Análisis AMFE, SOLDADOR

HOJA ANALISIS AMFE DE RCM									
		CODIGO DE EQUIPO:		EQUIPO:			REALIZADO POR	FECHA	NUMERO DE HOJA
		PM		SOLDADOR POWER MIG					
SUBSISTEMA	PARTE		FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFFECTO DE LA FALLA	CÓDIGO DE FALLO
Almacenamiento	A	Transformador	variador de tensión en los circuitos de corriente alterna manteniendo la tensión	1	sobrecalentamiento	A	defectos en el devanado	provoca descompostura del aislamiento, altas temperatura en el cobre y distorsiones mecánicas	PM-A-1-A
				2	sobretensión y efecto magnético	A	defecto en el núcleo	provoca perdida del flujo magnético en los devanados	PM-A-2-A
	B	Motor de ventilador	circulación de aire forzado	1	sobrecarga térmica	A	bloqueo por carga impuesta.	no presenta rotación o generación del campo magnético	PM-B-1-A
						B	Sobre arranques consecutivos	Acciona altas temperaturas en las barras y los anillos del rotor	PM-B-1-B
						C	Ventilación insuficiente	presenta altas temperaturas que no son disipadas	PM-B-1-C

				2	sobretensión y efecto magnético	A	Desbalance electromagnético	Flexiona el rotor provocando el contacto entre el núcleo del motor o bobinados	PM-B-2-A				
						B	efecto corona	se excedió la tolerancia a la tensión del material de aislamiento del bobinado	PM-B-2-B				
				3	sobre desgaste en los carbones	A	vibraciones en el motor	oscilaciones y sonidos irregulares	PM-B-3-A				
						B	sobrecargas eléctricas	la operación detecta menos potencia de la usual	PM-B-3-B				
				Controlador	C	tarjeta de control	enlace entre el ordenar y el sistema	1	no ejecuta las ordenes	A	daños en los componentes electrónicos	mal funcionamiento y control de los equipos	PM-C-1-A
				control	D	Interruptor on/off	desviar o interrumpir el curso de la corriente eléctrica	1	mecanismos de operación	A	bloqueo off	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	PM-D-1-A
B	bloqueo on	opera en un estado cerrado sin permitir modificación	PM-D-1-B										

				2	segregación externa	A	contaminantes	el accionador se llena de residuos inadecuados	PM-D-2-A
				3	aplicación incorrecta	A	sobre manipulación	rebasa su capacidad operativa	PM-D-3-A
				4	disminución del factor aislante	A	reducción de los componentes aislantes	provoca corto circuito en el contorno	PM-D-4-A
Superficial	E	Pistola de sondeo	introducir alambre, gas y corriente de soldadura a una pieza	1	manipulación inadecuada	A	ruptura del alambre	provoca un atascamiento del alambre del soldar en la salida	PM-E-1-A
						B	desgaste	permite la salida del gas de forma desproporcional	PM-E-1-B
	F	Pinza de trabajo	sostiene la pieza metálica creando un polo a tierra	1	desgaste en la empuñadura	A	agarre ligero	no se adhiere con eficacia al componente soldar	PM-E-1-A