


| | | | | |
|---|---|-----------------------------|------------------|------------|
|  | 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.

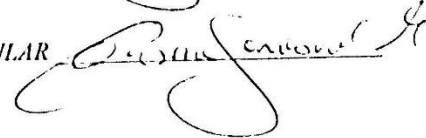


TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 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 metalmecánicos, 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.

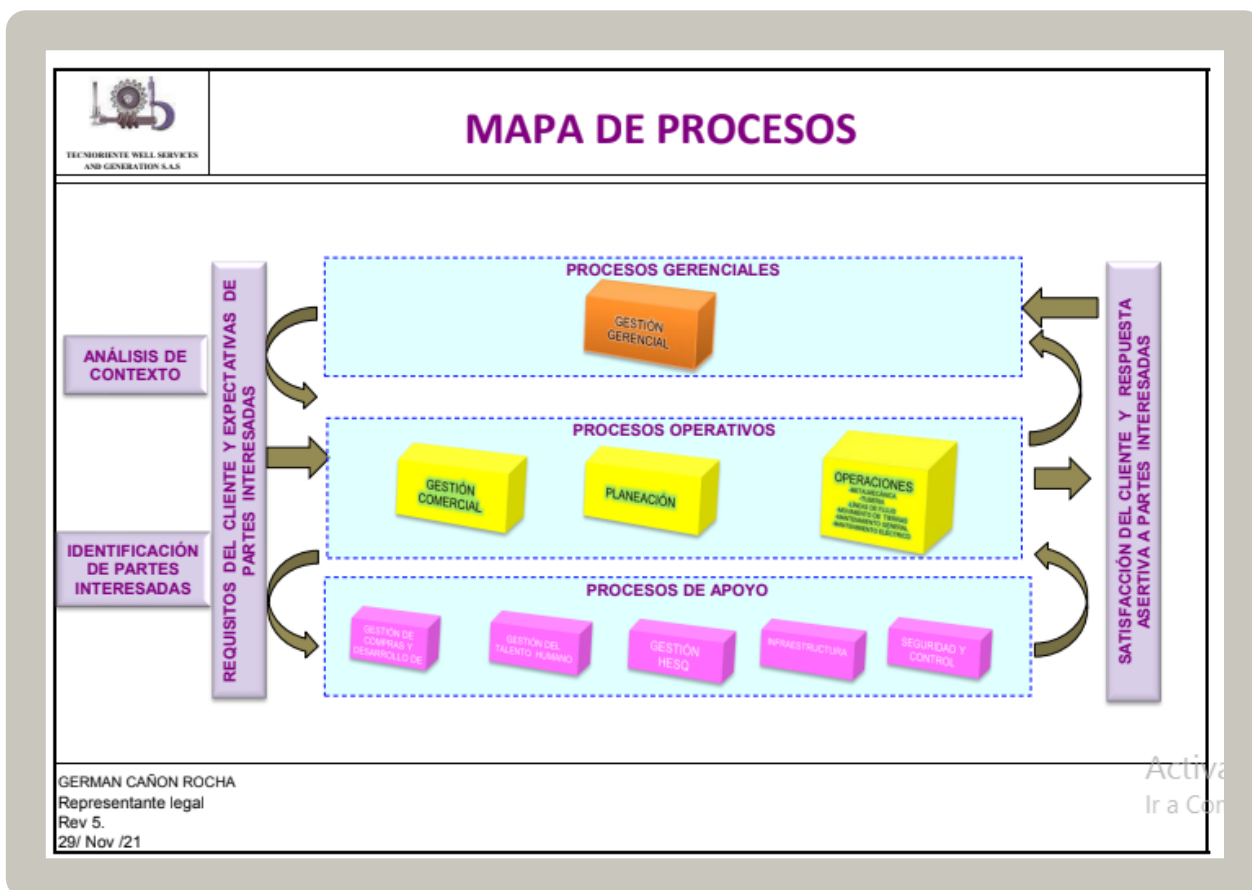
La empresa Tecnioriente Energy And Well Services S.A.S. apunta a tener un amplio reconocimiento en el 2023 en el desarrollo de soluciones industriales sostenibles, diferenciándolos por nuestra capacidad de suministrar productos y servicios confiables y consistentes que se adaptan y satisfacen las necesidades 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 radice 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 2 | 4 2 | 2 2 | 1 1 | 1 1 | 40 12 | MC 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 TECNORIENTE 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 | | EFEECTO 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 | B | desajuste en el balancín | pandeo lateral en el vástago de la válvula provoca una ruptura de las válvulas | MD-L-1-B |
| | | | | | A | juego de guía desproporcionada | combustión en la superficie del asiento de la válvula o falta de lubricación y bloqueo | MD-L-2-A |
| | | | | A | fractura por fatiga | sobrecalentamiento en la superficie del asiento calcinada | MD-L-3-A | |
| | M | Bloque de cilindro | alojar el tren alternativo | | A | cavitación | temperatura de servicio alto debido a la disipación ineficiente | MD-M-1-A |
| | | | | | 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 | | A | ruptura de la superficie | provoca ralladuras internas y ruidos | MD-N-1-A |
| | | | | | 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 | A | sucio u obstruido | revoluciones irregulares | provoca ruidos en el motor |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------------------------------|---|---|--|-------------------------|---|--|----------|
| | | 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.

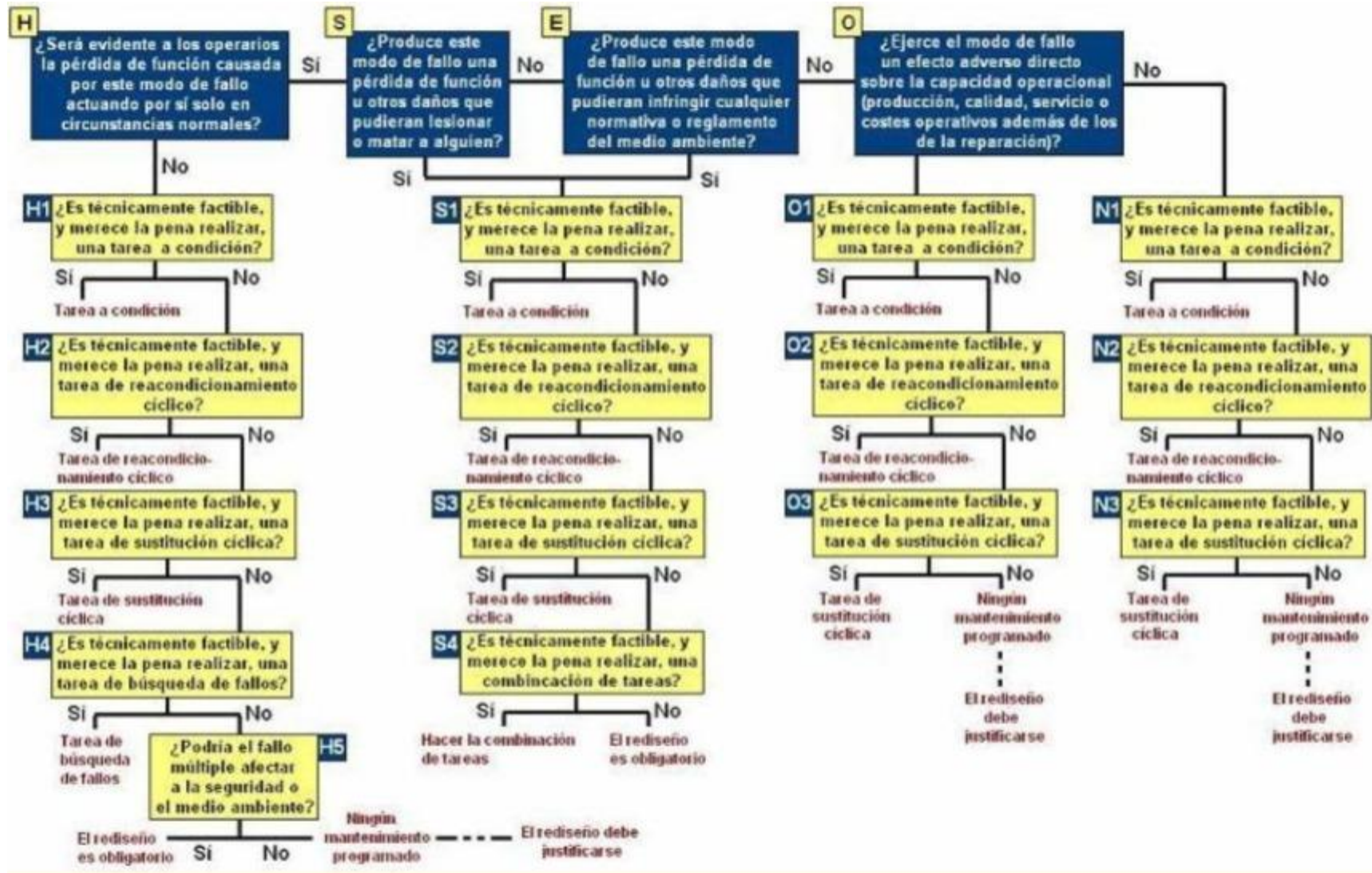


Ilustración 2. Árbol de objetivo de RCM
fuente: sosa castro. (2013)

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: | | | EQUIPO: | | REALIZADO POR | FECHA | NUMERO DE HOJA | |
| | PL | | | PULIDORA | | | | | |
| 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 |

| | | | | | | | | |
|---|---------|---|---|------------------------|--------------------------|--|--|----------|
| | | | | D | Conductividad inadecuada | Cuando se acciona la pulidora genera un aumento de temperatura en las barras | PL-A-1-D | |
| | | | 2 | Sobre efecto magnético | 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 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 | | Alimentación 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 | | |

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 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--------------|--|---|--|----------|------------------------------------|--------------------------------------|----------|
| | | | | 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 | | | | |
| | | | 2 | sobretensión | 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 | 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 | 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 |
| | | | | | 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 | 2 | 2 | 2 | 1 | 14 | BC |
| | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 14 | BC |
| | | | | | 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) | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 | BC |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Caja del terminal para calentadores | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 12 | BC |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Panel final de la caja terminal (DE) | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 | BC |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Caja terminal | | | | | | | |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Soporte del avr | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 | BC |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Anillo adaptador | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 12 | BC |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Insonorización | 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 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 | 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

| | | | |
|--|---|---------------------------|--|
|  <p>Universidad Francisco de Paula Santander Vigilada Mineducación</p> | 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 |
| 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 |
| • 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 | 1 | 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 | 3 | 5 | 3 | 3 | 1 | 36 | MC |
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> Rectificador | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 30 | BC |
| | Motor | Transmuta la energía | <ul style="list-style-type: none"> Motor de ventilador | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 50 | AC | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> Motor de rodillo | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 27 | BC | |
| Control | Interruptor | Cortar o permitir el paso de electricidad | <ul style="list-style-type: none"> Interruptor on/off electroválvula | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 36 | MC | |
| 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 |
| <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 | • Pistola de soldeo | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 36 | MC |
| | | | | • Pinza de trabajo | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 40 | MC |
| | | | | • Interruptor de palanca SELECT | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 16 | BC |
| | | | | • Interruptor de palanca set | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 16 | BC |
| | | Armazón | Soporte rígido de piezas metálicas o plásticas de la estructura | • Racor de conexión | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 30 | BC |
| | | | | • Tubo guía | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 16 | BC |
| | | | | • Tobera de salida del gas | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 16 | BC |
| | | | | • Boquilla del gas | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 16 | BC |
| | | | | • 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 | | EFECTO 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 |